



ISSN 2788-7995 (Print)
ISSN 3006-0524 (Online)

**ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР**

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

**ВЕСТНИК УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**BULLETIN OF SHAKARIM UNIVERSITY
TECHNICAL SCIENCES**

SCIENTIFIC JOURNAL

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
Х А Б А Р Ш Ы С Ы
ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАР
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ**

**В Е С Т Н И К
УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**B U L L E T I N
OF SHAKARIM UNIVERSITY
TECHNICAL SCIENCES
SCIENTIFIC JOURNAL**

№ 1 (13) 2024

Семей, 2024

Ғылыми журнал
«Шәкәрім Университетінің Хабаршысы»
Техникалық ғылымдар сериясы»

№ 1 (13) 2024

Меншік иесі:

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

1997 жылдан бастап шығарылады
Кезеңділігі: тоқсан сайын (жылына 4 рет)

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің
Ақпарат комитетінде тіркелген
Есепке қою туралы куәлік № KZ93VPY00033663 19.03.2021 ж.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

Бас редактор – Есимбеков Жанибек Серикбекович, PhD (Қазақстан, Семей қ.)

Амирханов Кумарбек Жунусбекович – техника ғылымдарының докторы, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ профессоры (Қазақстан, Семей қ.)

Виелеба Войтек – техника ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің профессоры (Польша, Вроцлав қ.)

Дворцевой Александр Игоревич – техника ғылымдарының кандидаты, Новосібір мемлекеттік техникалық университетінің доценті (Ресей, Новосібір қ.)

Какимов Айтбек Калиевич – техника ғылымдарының докторы, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ профессоры (Қазақстан, Семей қ.)

Лобасенко Борис Анатольевич – техника ғылымдарының докторы, «Кемерово мемлекеттік университетінің» профессоры, Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі (Ресей, Кемерово қ.)

Майоров Александр Альбертович – техника ғылымдарының докторы, федералдық Алтай агробιοтехнологиялық ғылыми орталығының профессоры (Сібір ірімшік өндіру саласындағы ғылыми зерттеу институты) (Ресей, Барнаул қ.)

Ребезов Максим Борисович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Оңтүстік-Орал мемлекеттік университетінің профессоры (Ресей, Челябині қ.)

Узаков Ясин Маликович – техника ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университетінің профессоры, (Қазақстан, Алматы қ.)

Хуторянский Виталий Викторович – профессор, Реддинг университеті (Ұлыбритания, Реддинг қ.)

Чоманов Уришбай Чоманович – техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ (Қазақстан, Алматы қ.)

Драгоев Стефан Георгиев – техника ғылымдарының докторы, Тағамдық технологиялар университетінің профессоры, Болгар Ғылым академиясының корреспондент-мүшес (Болгария, Пловдив қ.)

Налок Дута – PhD, Вашингтон Университеті (АҚШ, Вашингтон)

Жазылу индексі: 76172

Редакция құрамы:

Евлампиева Е.П. – редактор

Семейская З.Т. – редактор

Редакцияның мекен-жайы:

071412, Абай облысы, Семей қ., Глинки к-сі, 20а,

каб.506 Байланыс телефоны: 8(7222)31-32-49

Электрондық пошта: rio@semgu.kz

Қолжазбалар қайтарылмайды. Авторлардың пікірлері редакцияның көзқарасымен сәйкес келмеуі мүмкін. Материалдарды басқа басылымдарда пайдалануға редакцияның жазбаша келісімімен ғана рұқсат етіледі. Ұсынылған материалдардың дұрыстығына автор жауапты болады. Журналға сілтеме міндетті.

© «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғам, 2024

Научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки»

№ 1 (13) 2024

Собственник:

Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей»

Издается с 1997 года

Периодичность: ежеквартально (4 раза в год)

Журнал зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации
и общественного развития Республики Казахстан

Свидетельство о постановке на учет № KZ93VPY00033663 от 19.03.2021 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Есимбеков Жанибек Серикбекович, PhD (Казахстан, г. Семей)

Амирханов Кумарбек Жунусбекович – доктор технических наук, профессор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей» (Казахстан, г. Семей)

Виелеба Войтек – доктор технических наук, профессор, Вроцлавский университет науки и технологии (Польша, г. Вроцлав)

Дворцовой Александр Игоревич – кандидат технических наук, доцент, Новосибирский государственный технический университет (Россия, г. Новосибирск)

Какимов Айтбек Калиевич – доктор технических наук, профессор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей» (Казахстан, г. Семей)

Лобасенко Борис Анатольевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (Россия, г. Кемерово)

Майоров Александр Альбертович – доктор технических наук, профессор, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий (отдел Сибирского научно-исследовательского института сыроделия) (Россия, г. Барнаул)

Ребезов Максим Борисович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет (Россия, г. Челябинск)

Узаков Ясин Маликович – доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет (Казахстан, г. Алматы)

Хуторянский Виталий Викторович – профессор, Университет Рединга (Великобритания, г. Рединг)

Чоманов Уришбай Чоманович – доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности (Казахстан, г. Алматы)

Драгоев Стефан Георгиев – доктор технических наук, профессор, Университет пищевых технологий, член-корреспондент Болгарской Академии наук (Болгария, г. Пловдив)

Налок Дута – PhD, Университет штата Вашингтон (США, Вашингтон)

Подписной индекс: 76172

Технические редакторы:

Евлампиева Е.П.
Семейская З.Т.

Адрес редакции:

071412, область Абай, г. Семей, ул. Глинки, 20А,
каб. 506
Контакты: телефон: 8(7222)31-32-49
Электронная почта: rio@semgu.kz

Рукописи не возвращаются. Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции. Использование материалов в других изданиях допускается только с письменного согласия редакции. За достоверность представленных материалов ответственность несет автор. Ссылка на журнал обязательна.

© Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей», 2024

Scientific journal
«Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences»

№ 1 (13) 2024

Owner:

Non-profit Joint Stock Company «Shakarim University of Semey»

Published since 1997

Frequency: quarterly (4 times a year)

The journal is registered with the Information Committee of the Ministry of Information
and Public Development of the Republic of Kazakhstan
Certificate of registration no. KZ93VPY00033663 dated 03/19/2021

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief – Yessimbekov Zhanibek, PhD (Kazakhstan, Semey)

Amirkhanov Kumarbek – Doctor of Technical Sciences, Professor of the NJC «Shakarim University of Semey» (Kazakhstan, Semey)

Wieleba Wojciech – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Wroclaw University of Science and Technology (Poland, Wroclaw)

Kakimov Aitbek – Doctor of Technical Sciences, Professor of the NJC «Shakarim University of Semey», (Kazakhstan, Semey)

Dvortsevov Alexander Igorevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Novosibirsk State Technical University (Russia, Novosibirsk)

Lobsenko Boris – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University» (Russia, Kemerovo)

Mayorov Alexander – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies (Department of the Siberian Research Institute of Cheese Making) (Russia, Barnaul)

Rebezov Maxim – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of South Ural State University (Russia, Chelyabinsk)

Uzakov Yassin – Doctor of Technical Sciences, Professor of Almaty Technological University (Kazakhstan, Almaty)

Khutoryanskiy Vitaly – Professor at the University of Reading (Great Britain, Reading)

Chomanov Urishbai – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Head of the Department of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Kazakhstan, Almaty)

Dragoev Stefan – Doctor of Technical Sciences, Professor of Engineering at the University of Food Technologies, Corresponding Member of the Bulgarian Academy of Sciences (Bulgaria, Plovdiv)

Nalok Dutta – PhD, Washington State University (USA, Washington)

Subscription index: 76172

Editorial staff:

Yevlampiyeva Y. – editor

Semeyskaya Z. – editor

Editorial Office address:

071412, Abai region, Semey,

Glinka str., 20A, room 506

Contacts: phone: +7 (7222) 31-32-49

Email address: rio@semgu.kz

Manuscripts are not returned. The opinions of the authors may not coincide with the point of view of the editors. The use of materials in other publications is allowed only with the written consent of the editorial board. The author is responsible for the accuracy of the submitted materials. A link to the journal is required.

© Non-profit Joint Stock Company «Shakarim University of Semey», 2024

В.С. Шерстнев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Российская Федерация, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: vss@tpu.ru

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: В данной статье приведено исследование свойств системы автоматического регулирования с нечетким регулятором, который включает в себя нечеткое псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением и ПИД-регулятор.

Одним из перспективных и эффективных подходов современной теории управления сложных технологических систем в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью исходной информации, является подход, основанный на применении методов экспертных оценок и теории нечетких множеств [1, 2]. Технологические процессы, характеризующиеся многокритериальностью, функционируют в основном, в нечеткой среде. Поэтому, для оптимального управления режимами работы таких систем, необходимо учесть вектора критериев и нечеткость исходной информации. Одним из альтернативных методов построения систем управления и регулирования объектами, нечетко определенными с точки зрения классической теории является использование так называемых контроллеров нечеткой логики.

Поэтому разработка регуляторов нечеткого управления на базе существующих микроконтроллеров является весьма актуальной задачей, так как псевдолинейный нечеткий регулятор, построенный на основе нечетких множеств и нечеткого логического вывода-вывода, в условиях неопределенности возмущающего воздействия, способен обеспечить более высокие показатели качества переходного процесса, чем традиционный ПИД – регулятор.

В качестве псевдолинейных корректирующих устройств (ПКУ) используем: КУ с амплитудным подавлением, с фазовым опережением и с отдельными каналами для амплитуды и фазы, так как один из основных недостатков ПИД-регулятора является наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале.

Ключевые слова: Микроконтроллер, регулятор, псевдолинейное корректирующее устройство, контроллер нечеткой логики, качество переходного процесса.

Введение. Одним из перспективных и эффективных подходов современной теории управления сложных технологических систем в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью исходной информации, является подход, основанный на применении методов экспертных оценок и теории нечетких множеств [1, 2]. Технологические процессы, характеризующиеся многокритериальностью, функционируют в основном, в нечеткой среде. Поэтому, для оптимального управления режимами работы таких систем, необходимо учесть вектора критериев и нечеткость исходной информации.

По сравнению с традиционными методами анализа и вероятностным подходом методы нечеткого управления позволяют быстро производить анализ задачи и получать результаты с высокой точностью. Основные преимущества применения нечеткой логики для

решения задач автоматизации по сравнению с традиционными подходами теории автоматического управления состоят в следующем:

- значительное повышение быстродействия процессов управления при использовании нечетких контроллеров;
- возможность создания систем управления для объектов, алгоритмы функционирования которых трудно формализуемы методами традиционной математики;
- возможность синтеза адаптивных регуляторов на базе классических ПИД регуляторов;
- повышение точности алгоритмов фильтрации случайных возмущений при обработке информации от датчиков;
- снижение вероятностей ошибочных решений при функционировании управляющих алгоритмов, что позволяет увеличить срок службы технологического оборудования.

Традиционные системы автоматизированного управления технологическими процессами строятся на основе линейных моделей объектов, построенных по некоторым критериям оптимальности. Полученные таким образом регуляторы являются оптимальными и устойчивыми по отношению к заложенным в их основу моделям реальных технологических процессов – объектов управления и регулирования. Однако часто методы упрощения и линеаризации, применяемые к нелинейным, динамическим, нечетко определенным объектам не дают ожидаемых результатов устойчивого управления и желаемого качества управления реальным технологическим процессом. С увеличением сложности структуры объекта и выполняемых им функций становится все сложнее использовать классические методы управления.

Основной раздел. Одним из альтернативных методов построения систем управления и регулирования объектами, нечетко определенными с точки зрения классической теории (для которых не получена аналитическая модель), является использование так называемых контроллеров нечеткой логики.

Поэтому разработка регуляторов нечеткого управления на базе существующих микроконтроллеров является весьма актуальной задачей, так как псевдолинейный нечеткий регулятор, построенный на основе нечетких множеств и нечеткого логического вывода-вывода, в условиях неопределенности возмущающего воздействия, способен обеспечить более высокие показатели качества переходного процесса, чем традиционный ПИД – регулятор.

Так, как в настоящее время большинство САП строится на базе свободно программируемых промышленных контроллеров, поэтому имеется возможность создать систему с применением нечеткого регулятора.

Рассмотрим синтез нечеткого ПИД регулятора на базе микроконтроллера SIMATIC S7-1200 при помощи пакета прикладных программ MatLab.

Структура нечеткого регулятора совпадает со структурой нечеткой модели с одним выходом и зависит от объекта управления и процесса управления, а также от требований к его качеству. Поскольку сфера применения нечеткого управления очень широка, возможны различные структуры регулятора, отличающиеся числом входов, нечеткими множествами, функциями принадлежности, формой управляющих правил, типами механизмов вывода и методами дефазификации.

На вход регулятора поступает необходимое для решения конкретной задачи число входных сигналов. В нечетком регуляторе происходит процедура фазификации, т.е. исходя из текущего значения четкого сигнала, на основании известных функций принадлежности каждому сигналу четкого вектора присваивается определенное входное значение. Программа нечеткого логического вывода (FIS-структура) на основании нечеткой базы знаний ставит в соответствие каждому входному вектору значений выходной нечеткий вектор, являющийся результатом нечеткого логического вывода. Значениям лингвистических переменных, составляющих выходной вектор, на основании функций принадлежности ставятся в соответствие определенные четкие значения, образующие выходной четкий вектор, т. е. происходит процедура дефазификации

В нечетком регуляторе на основе сформулированных правил типа ЕСЛИ-ТО осуществляется формирование логического решения – получение нечеткого множества в форме результирующей функции принадлежности. Перевод текущих значений входных переменных нечеткого регулятора в лингвистические величины называют процедурой фазификации.

Структурная схема с нечетким псевдолинейным регулятором приведена на рисунке 1.

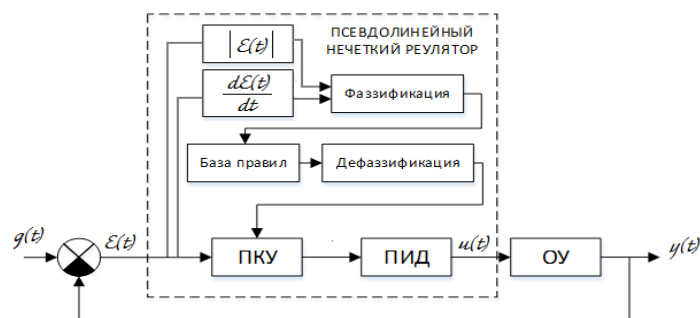
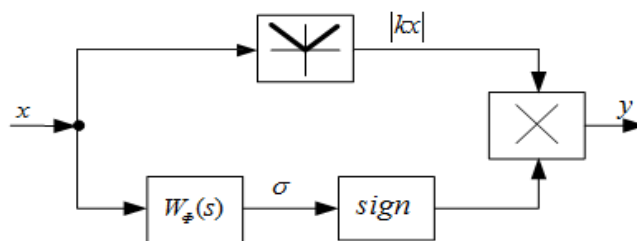


Рисунок 1 – Структурная схема с нечетким псевдолинейным регулятором

Псевдолинейный нечеткий регулятор включает в свой состав нечеткое псевдо корректирующее устройство (рис. 2) последовательно соединенное с классическим ПИД-регулятором. Подстройка параметров ПКУ осуществляется по модулю ошибки и скорости изменения ошибки



1 – блок определения модуля; 2 – интегро-дифференцирующее звено;
3 – знаковый оператор Sign, 4 – устройство перемножения

Рисунок 2 – Схема псевдолинейного корректирующего устройства с фазовым опережением

Используем ПКУ с фазовым опережением, так как основным недостатком ПИД-регулятора является наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале, поэтому он не всегда может дать хорошее качество регулирования [3].

Проверка работоспособности нечеткого регулятора проводилась в пакете Simulink среды MatLab на примере САР одноконтурной системы с ПИД и нечетким регулятором при изменении значения параметра объекта управления (рис. 4).

Моделируем САР в ППП MatLab Simulink (рис. 3)

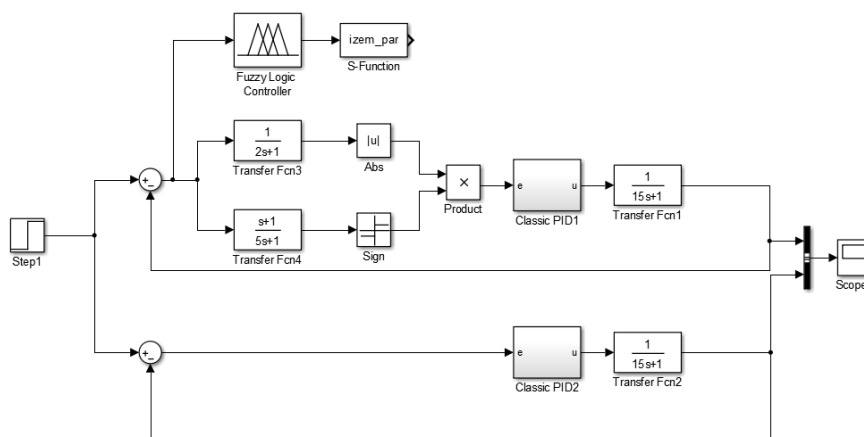
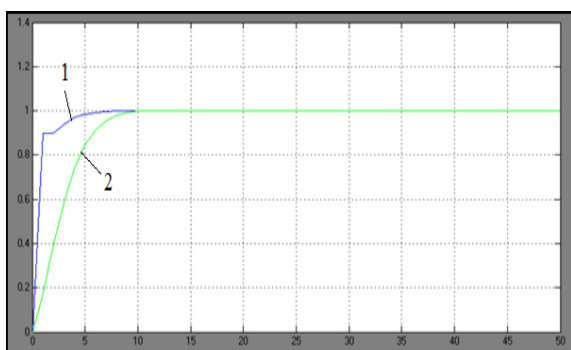


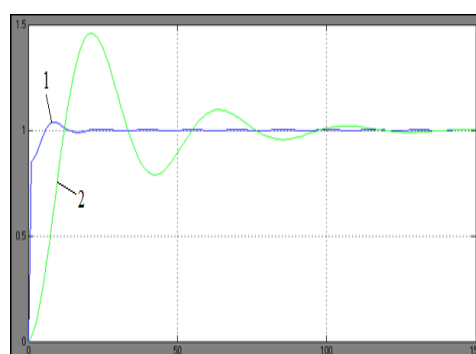
Рисунок 3 – Моделирование САР в ППП MatLab Simulink

Получаем графики переходных процессов для объекта управления с исходным и изменившимся значением постоянной времени. При этом значения параметров

регуляторов обеих систем являются неизменными. На рисунках кривая 1 соответствует системам с псевдолинейным нечетким ПИД – регулятором, а кривая 2 соответствует системам с ПИД – регулятором. Из рисунков видно, что качество регулирования системы с псевдолинейным нечетким ПИД – регулятором значительно лучше, чем системы с ПИД – регулятором при изменившихся параметрах объекта управления.



$T_1=1$ сек



$T_1=10$ сек

Рисунок 4 – Кривые переходного процесса

Вывод. Из графиков видно, что качество регулирования системы с псевдолинейным нечетким ПИД – регулятором значительно лучше, чем системы с ПИД – регулятором при изменившихся параметрах объекта управления. Входящее в состав псевдолинейное корректирующее устройство позволяет обеспечить хорошее качество регулирования при изменении параметров объекта управления, что достигается путем определения его параметров на основе аппарата нечеткой логики.

Список литературы

1. Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратино – 4-е изд. – М: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.
2. Gronostajski Z. The expert system supporting the assessment of the durability of forging tools / Z. Gronostajski // International journal of advanced manufacturing technology. – 2016. – V. 82. – № 9. – P. 1973-1991.
3. Скороспешкин М.В. Псевдолинейный регулятор / М.В. Скороспешкин // Автоматика и программная инженерия. – 2013. – № 3(5). – С. 27-29.
4. Лурье Б.А. Классические методы автоматического управления / Б.А. Лурье – Спб.: БХВ. Петербург, С. 204-640.
5. Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления / В.И. Гостев — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
6. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления / В.И. Гостев –К.: Радиомотор, 2008. – 972 с.
7. Кущева Е.С. Разработка, исследование и программная реализации адаптивного нечеткого псевдолинейного регулятора [Электронный ресурс]. / Е.С. Кущева – Режим доступа: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/38627/1/TPU361680.pdf>
8. Ван Л., Дун Б. Нечеткий адаптивный ПИД-регулятор [Электронный ресурс] / Л. Ван, Б. Дун; науч. рук. В. М. Скороспешкин // II Международная научно-практическая конференция «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов», г. Томск, 26-28 апреля 2022г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ).
9. Топчеев Ю.И. Нелинейные системы автоматического управления / Ю.И. Топчеев – М.: Машиностроение, 1971. – 470 с.
10. Куленко М.С. Исследование применения нечетких регуляторов в системах управления технологическими процессами / М.С. Куленко // Вестник ИГЭУ. – 2010. – № 2.
11. Скороспешкин М.В. Адаптивные псевдолинейные корректоры динамических характеристик систем автоматического регулирования / М.В. Скороспешкин // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 7. – С. 172-176.

References

1. Dzharratino D. Ehkspertnye sistemy: printsipy razrabotki i programmirovaniye / D. Dzharratino – 4-e izd. – M: OOO «I.D. Vil'yamS», 2007. – 1152 s. (In Russian).
2. Gronostajski Z. The expert system supporting the assessment of the durability of forging tools / Z. Gronostajski // International journal of advanced manufacturing technology. – 2016. – V. 82. – № 9. – P. 1973-1991. (In English).
3. Skorospeshkin M.V. Psevdolineinyi regulyator / M.V. Skorospeshkin // Avtomatika i programmnyaya inzheneriya. – 2013. – № 3(5). – S.27-29. (In Russian).
4. Lur'e B.A. Klassicheskie metody avtomaticheskogo upravleniya / B.A. Lur'e – Spb.: BKHV. Peterburg, S. 204-640. (In Russian).
5. Gostev V.I. Proektirovaniye nechetkikh regulyatorov dlya sistem avtomaticheskogo upravleniya / V.I. Gostev – SPb.: BKHV-Peterburg, 2011. – 416 s. (In Russian).
6. Gostev V.I. Nechetkie regulyatory v sistemakh avtomaticheskogo upravleniya / V.I. Gostev – K.: Radiomator, 2008. – 972 s. (In Russian).
7. Kushcheva E.S. Razrabotka, issledovanie i programmnyaya realizatsii adaptivnogo nechetkogo psevdolineinogo regulyatora [Ehlektronnyi resurs] / E.S. Kushcheva – Rezhim dostupa: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/38627/1/TPU361680.pdf>. (In Russian).
8. Van L., Dun B. Nechetkii adaptivnyi PID-regulyator [Ehlektronnyi resurs] / L. Van, B. Dun; nauch. ruk. V. M. Skorospeshkin // II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Nauchnaya initsiativa inostrannykh studentov i aspirantov», g. Tomsk, 26-28 aprelya 2022g. / Natsional'nyi issledovatel'skii Tomskii politekhnicheskii universitet (TPU). (In Russian).
9. Topcheev YU.I. Nelineinye sistemy avtomaticheskogo upravleniya / YU.I. Topcheev – M.: Mashinostroenie, 1971. – 470 s. (In Russian).
10. Kulenko M.S. Issledovanie primeneniya nechetkikh regulyatorov v sistemakh upravleniya tekhnologicheskimi protsessami / M.S. Kulenko // Vestnik IGEHU. – 2010. – № 2. (In Russian).
11. Skorospeshkin M.V. Adaptivnye psevdolineinye korrektoiry dinamicheskikh kharakteristik sistem avtomaticheskogo regulirovaniya / M.V. Skorospeshkin // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. – 2006. – T. 309. – № 7. – S. 172-176. (In Russian).

В.С. Шерстнев

Томск политехникалық ұлттық зерттеу университеті,
Ресей Федерациясы, Томск қаласы, Ленин даңғылы, 30
e-mail: vss@tpu.ru

БАСТАПҚЫ АҚПАРАТ БҰЛЫҢҒЫР БОЛҒАН КЕЗДЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІН РЕТТЕУ САПАСЫН АРТТЫРУ

Бұл мақалада фазалық озық жалған сызықты түзету құрылғысы мен PID реттегішін қамтитын анық емес реттегіші бар автоматты реттеу жүйесінің қасиеттерін зерттеу берілген.

Бастапқы ақпараттың бұлыңғырлығынан туындаған белгісіздік жағдайында күрделі технологиялық жүйелерді басқарудың қазіргі заманғы теориясының перспективалы және тиімді тәсілдерінің бірі-негізделген тәсіл. сараптамалық бағалау әдістері мен бұлыңғыр жиынтық теориясын қолдану [1, 2]. Көп критерийлікпен сипатталатын технологиялық процестер негізінен бұлыңғыр ортада жұмыс істейді. Сондықтан, мұндай жүйелердің жұмыс режимдерін оңтайлы басқару үшін критерийлер векторын және бастапқы ақпараттың бұлыңғырлығын ескеру қажет. Классикалық теория тұрғысынан анық анықталмаған объектілерді басқару және реттеу жүйелерін құрудың балама әдістерінің бірі-бұлыңғыр логикалық контроллерлерді қолдану.

Сондықтан қолданыстағы микроконтроллерлер негізінде бұлыңғыр басқару реттегіштерін жасау өте өзекті міндет болып табылады, өйткені бұлыңғыр жиындар мен анық емес логикалық енгізу-шығару негізінде құрылған жалған сызықты бұлыңғыр реттегіш, бұзушылық әсердің белгісіздігі жағдайында, дәстүрлі PID реттегішіне қарағанда өтпелі сапаның жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ете алады.

Жалған сызықты түзету құрылғылары (PKU) ретінде біз мыналарды қолданамыз: амплитудалық тежелуі бар КУ, фазалық озық және амплитудасы мен фазасы үшін бөлек

арналары бар, өйткені PID реттегішінің негізгі кемшіліктерінің бірі фазалық кідірістің болуы және өлшеу арнасындағы кедергілерге жоғары сезімталдық

Түйін сөздер: Микроконтроллер, реттегіш, жалған сызықты түзету құрылғысы, бұлыңғыр логикалық контроллер, өтпелі сапа.

V.S. Sherstnev

National Research Tomsk Polytechnic University,
30 Lenin Ave., Tomsk, Russian Federation
e-mail: vss@tpu.ru

IMPROVING THE QUALITY OF REGULATION OF CONTROL SYSTEMS WITH UNCLEAR INITIAL INFORMATION

This article presents a study of the properties of an automatic control system with a fuzzy controller, which includes a fuzzy pseudo-linear correction device with phase advance and a PID controller.

One of the promising and effective approaches of the modern theory of control of complex technological systems in conditions of uncertainty caused by the fuzziness of initial information is an approach based on the use of expert assessment methods and the theory of fuzzy sets [1,2]. Technological processes characterized by multi-criteria function mainly in a fuzzy environment. Therefore, for optimal control of the operating modes of such systems, it is necessary to take into account the vectors of criteria and the fuzziness of the initial information. One of the alternative methods of building control and regulation systems for objects that are indistinctly defined from the point of view of classical theory is the use of so-called fuzzy logic controllers.

Therefore, the development of fuzzy control controllers based on existing microcontrollers is a very urgent task, since a pseudo-linear fuzzy controller built on the basis of fuzzy sets and fuzzy logical I/O, under the condition of uncertainty of the disturbing effect, is able to provide higher quality indicators of the transient process than a traditional PID controller.

As pseudolinear correction devices (PKU) we use: Amplitude-suppressed, phase-ahead, and with separate channels for amplitude and phase, since one of the main disadvantages of the PID controller is the presence of a phase delay and high sensitivity to interference in the measuring channel

Key words: microcontroller, regulator, pseudolinear correction device, fuzzy logic controller, transient quality.

Сведения об авторах

Владислав Станиславович Шерстнев – кандидат технических наук, доцент, руководитель Отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники; Томский политехнический университет; Российская Федерация.

Авторлар туралы мәліметтер

Владислав Станиславович Шерстнев – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Ақпараттық технологиялар және робототехника инженерлік мектебінің Ақпараттық технологиялар бөлімінің басшысы; Томск политехникалық университеті; Ресей Федерациясы.

Information about the authors

Vladislav Stanislavovich Sherstnev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Information Technology Department of the Engineering School of Information Technology and Robotics; Tomsk Polytechnic University; Russian Federation.

Поступила в редакцию 22.01.2024

Принята к публикации 06.02.2024

**B.N. Zholmyrza*, A.M. Smaiyl**

Astana IT University

010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Mangilik El Avenue, 55/11

*e-mail: 222170@astanait.edu.kz

CITY TRAFFIC SIMULATION ON MICROSERVICES

Abstract: *Population growth and urbanization in Kazakhstan have led to significant traffic management problems in large urban areas. Initiatives such as intelligent road systems, real-time traffic information, and traffic management have been implemented to address these issues. However, congestion and delays remain as major problems. Effective traffic modeling is necessary to understand traffic patterns, identify bottlenecks, and implement effective solutions for reducing congestion. Microservice architecture has recently become a trend owing to its advantages, and the authors of this paper propose the use of microservices for urban traffic modeling to solve these problems. In this study, any moving object between two points: a car, a bicyclist, or a pedestrian – was presented as an actor. Each actor is represented as a microservice. They communicate their movements through city microservice. After sending their movements, a red line is displayed on the map, indicating their travel paths. This solution helps to simulate movement more realistically because each microservice is independent and can move randomly.*

Key words: *urbanization, traffic, microservices, simulations, city traffic simulation.*

Introduction

The growing population and urbanization trends in Kazakhstan are expected to lead to a significant increase in the population of urban areas, which, in turn, poses considerable challenges in managing traffic in large urban areas. To address these difficulties, various initiatives have been undertaken, such as the development of intelligent traffic systems, real-time traffic information, traffic-control management, and accident-alert systems. Despite these attempts, traffic congestion and delays continue to pose significant challenges. Efficient traffic simulations play a crucial role in understanding traffic patterns, identifying bottlenecks, and implementing effective solutions to alleviate congestion. Moreover, the consequences of traffic congestion are far-reaching, including increased fuel consumption, accidents, air pollution, and economic costs. For instance, in the United States alone, traffic jams result in billions of wasted hours, dollars, and fuel consumption (Arnott and Small 1994) [1]. Accurately estimating travel time is vital for individuals and businesses, as it impacts economic activities and overall societal well-being. To solve these issues we propose traffic modeling on microservices. Microservices have become popular in recent years, and many studies have been conducted in this area. Several studies have compared microservices with other types of architecture [2] [3], and many have pointed out that microservices have a number of advantages. Some researchers have attempted to apply the benefits of microservices to other areas. For example, Razzaq applied microservices to IoT [4]. In this study, we attempted to apply microservices to city traffic simulations.

Related works

Pump et al. suggested building microsimulations for urban transportation using microservice concepts [5]. Their objective was to develop a decision support tool that integrates two distinct simulation frameworks: AnyLogic and MatSim. These frameworks are connected by a bonding layer. The bonding layer employs the idea of small independent components by confining simulations to a single logistic concept, while the frameworks and other microsimulations provide more comprehensive perspectives.

The definition of microsimulation used in reference [5] varies from the microsimulation models detailed by Merz [6] and other researchers. Microsimulation models are constructed using microlevel information and only simulate a small portion of the system being studied, without establishing a specific pattern for the model's development. Although our paper's simulation scenarios may be

considered microsimulation models, the modeling process and simulation theory underlying these scenarios are beyond the scope of this research.

The authors of [7] provide an in-depth analysis of a microservices and REST-based agent-based traffic simulator prototype. The prototype's development showcases the effectiveness of Agent-Based Modelling in creating simulations. A standout aspect of this method is the adaptability it offers in selecting how to implement the agent component of the simulation. By utilizing HTTP as an interface between the agent and its environment, it becomes feasible to employ any programming language or agent framework capable of communicating with services via HTTP.

Implementation

The idea is to represent each road user as an independent and separate microservice, i.e. each road actor is a microservice. This solution will help to model road traffic more realistically, since each actor will be independent and will move randomly. The city itself will also be in the form of a microservice, it will be responsible for communication between other microservices, transfer data between them (Figure 1) and play the role of a store.

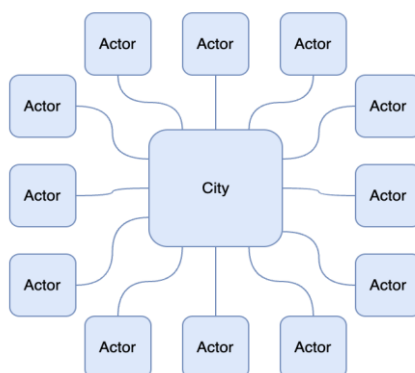


Figure 1 – Relation of city microservice with other microservices

We use the open source project Graphhopper [8] for route planning. It provides an API for point-to-point route planning and many other navigation-related functions. For map representation, we used the free and publicly available geographic database Open Street Map (OSM) [9]. Both services can be easily integrated into the project. So there are 4 services and each was wrapped in a container using a docker file, and a docker-compose file was used to manage all containers [10]. To run the application, you just need to run the docker-compose up -d command. This command will start the application with a single road user. To increase the number, you must explicitly specify how many are needed for a particular service. In our case we need to increase the number of road users: docker-compose up – scale actor=50 -d. This command will create 50 actors. Road actors can be any moving object between two points. It can be a car, a bus, a bicycle, etc. Each actor sends their location through the city (Figure 2).

```
25 data class Message(  
26     val line: List<Coordinate>,  
27     val detail: Int  
28 )  
29  
30 data class Coordinate(  
31     val long: Double,  
32     val lat: Double  
33 )
```

Figure 2 – Kotlin data class for actor's location messages

As soon as an actor sends his coordinates, a line is drawn on the map to indicate his movement. To display the map, we used JavaScript and npm [11] to pull dependencies. For testing, we used a map of Astana city and used only cars as actors. Therefore, in Figure 3, a screenshot is shown during the simulation.



Figure 3 – Screenshot of running simulation

Conclusion

We were able to apply the concept of microservices to urban traffic modeling. This solution allows for more realism, as each actor is independent and moves randomly. However, the solution is not perfect and can be improved. We now present some improvements that can be made in future work. First, a microservice city may fail if the number of actors increases. As the city stores messages, a distributed database can be used. Second, additional user integration can be added. Add the ability to select parameters for the simulation: city, coordinates, number of actors, and their roles

References

1. Arnott R. The Economics of Traffic Congestion / R. Arnott, K. Small // American Scientist, SEPTEMBER-OCTOBER – 1994. – Vol. 82, no. 5. – P. 446-455.
2. Blinowski G. Monolithic vs. Microservice Architecture: A Performance and Scalability Evaluation / G. Blinowski, A. Ojdowska and A. Przybyłek // IEEE Access. – 2022. – vol. 10. – P. 20357-20374. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3152803.
3. Al-Debagy O. A Comparative Review of Microservices and Monolithic Architectures / O. Al-Debagy and P. Martinek // IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), Budapest, Hungary, 2018. – P. 000149-000154. doi: 10.1109/CINTI.2018.8928192.
4. Razzaq A. Microservices Architecture for IoT Applications in the Ocean: Microservices Architecture based Framework for Reducing the Complexity and Increasing the Scalability of IoT Applications in the Ocean / A. Razzaq // 20th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), Cagliari, Italy, 2020. – P. 87-90. doi: 10.1109/ICCSA50381.2020.00025.
5. Pump R. Applying Microservice Principles to Simulation Tools / R. Pump, A. Koschel, V. Ahlers // SERVICE COMPUTATION: The Eleventh International Conference on Advanced Service Computing, 2009. – P. 6-9.
6. Merz J. Microsimulation as an instrument to evaluate economic and social programmes / J. Merz // MPRA Paper 7236, 1993.
7. Jagutis M. Flexible simulation of traffic with microservices, agents & REST / M. Jagutis, S. Russell, R. Collier // INTERNATIONAL JOURNAL OF PARALLEL, EMERGENT AND DISTRIBUTED SYSTEMS. – 2023, VOL. 38, NO. 6. – P. 490-506. doi: 10.1080/17445760.2023.2242183.
8. Open Street Map community, «Open street map». Available: www.openstreetmap.org
9. GraphHopper community, «Graphhopper». Available: www.graphhopper.com.
10. Docker documentation, Available. <https://docs.docker.com/manuals/>
11. npm documentation, Available <https://docs.npmjs.com/>

Б.Н. Жолмырза*, А.М. Смайыл
Astana IT University,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11
e-mail: 222170@astanait.edu.kz

МИКРОСЕРВИСТЕРДЕГІ ҚАЛАЛЫҚ ТРАФИКТІ МОДЕЛЬДЕУ

Қазақстанда халықтың өсуі мен урбанизация ірі қалалық аудандарда жол қозғалысын ұйымдастыруда елеулі проблемаларға алып келді. Осы мәселелерді шешу үшін Интеллектуалды жол жүйелері, нақты уақыттағы жол қозғалысы туралы ақпарат және жол қозғалысын басқару сияқты бастамалар жүзеге асырылды. Алайда кептелістер мен кідірістер негізгі проблемалар болып қала береді. Жол қозғалысын тиімді модельдеу қозғалыс заңдылықтарын түсіну, қиындықтарды анықтау және кептелісті азайтудың тиімді шешімдерін жүзеге асыру үшін қажет. Жақында микросервистік архитектура өзінің артықшылықтарының арқасында трендке айналды және осы мақаланың авторлары осы мәселелерді шешу үшін қалалық трафикті модельдеу үшін микросервистерді пайдалануды ұсынады. Бұл зерттеуде екі нүкте арасындағы кез – келген қозғалатын объект: автомобиль, велосипедші немесе жаяу жүргінші-актер ретінде ұсынылды. Әр актер микросервис түрінде ұсынылған. Олар өздерінің қозғалыстары туралы "қала" микросервисі арқылы хабарлайды. Сіздің қозғалыстарыңыз туралы деректерді жібергеннен кейін карта олардың қозғалыс жолын көрсететін қызыл сызықты көрсетеді. Мұндай шешім қозғалысты шынайы модельдеуге көмектеседі, өйткені әрбір микросервис тәуелсіз және ерікті түрде қозғала алады.

Түйін сөздер: урбанизация, жол қозғалысы, микросервистер, модельдеу, қалалық трафикті модельдеу.

Б.Н. Жолмырза*, А.М. Смайыл
Astana IT University,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мангилик Ел, 55/11
e-mail: 222170@astanait.edu.kz

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА НА МИКРОСЕРВИСАХ

Рост населения и урбанизация в Казахстане привели к значительным проблемам с организацией дорожного движения в крупных городских районах. Для решения этих проблем были реализованы такие инициативы, как интеллектуальные дорожные системы, информация о дорожном движении в режиме реального времени и управление дорожным движением. Однако заторы и задержки остаются основными проблемами. Эффективное моделирование дорожного движения необходимо для понимания закономерностей движения, выявления узких мест и реализации эффективных решений по снижению заторов. В последнее время микросервисная архитектура стала трендом благодаря своим преимуществам, и авторы данной статьи предлагают использовать микросервисы для моделирования городского трафика, чтобы решить эти проблемы. В данном исследовании любой движущийся объект между двумя точками: автомобиль, велосипедист или пешеход – был представлен как актера. Каждый актер представлен в виде микросервиса. Они сообщают о своих перемещениях через микросервис «город». После отправки данных о своих перемещениях на карте отображается красная линия, указывающая путь их движения. Такое решение помогает более реалистично моделировать движение, поскольку каждый микросервис независим и может двигаться произвольно.

Ключевые слова: урбанизация, дорожное движение, микросервисы, симуляции, моделирование городского движения.

Information about the authors

Beibarys Zholmyrza* – Master degree, Astana IT University, Republic of Kazakhstan, Astana;
e-mail: 222170@astanait.edu.kz.

Assel Maralbaikyzy Smaiyl – PhD, assistant -professor; Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: syrymbayeva.assel@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6215-932X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Бейбарыс Жолмырза* – магистрант, Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; e-mail: 222170@astanait.edu.kz.

Асель Маралбайқызы Смайыл – PhD, ассистент-профессор; Astana IT University; Республика Казахстан, Астана; e-mail: syrymbayeva.assel@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6215-932X>.

Сведения об авторах

Бейбарыс Жолмырза* – магистрант Astana IT University, Республика Казахстан г. Астана; e-mail: 222170@astanait.edu.kz.

Асель Маралбайқызы Смайыл – PhD, ассистент-профессор; Astana IT University; Қазақстан Республикасы, г. Астана; e-mail: syrymbayeva.assel@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6215-932X>.

Received 25.01.2024

Accepted 22.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-3

ISTIR: 50.01.05; 50.01.11



A. Mendebayeva, T. Zhylykbayev*, T. Mukhamediyarova, K. Baibossinova, B. Zhapar

Shakarim University of Semey

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A, Glinki str.

*e-mail: zhitosya@mail.ru

GENERAL QUESTIONS OF SELECTION AND APPLICATION OF COMMUNICATION PROTOCOLS OF «SMART HOUSE» SYSTEM

Annotation: *The article considers SMART technology, in particular smart house and basic communication protocols used for data exchange. Smart house technology additionally bears the name «home automation». Home automation in modern conditions allows the user or consumer to flexibly manage and independently configure the system, depending on the requirements of the user. One of the stages of customization of smart home technology is the selection of communication protocol for data exchange within the smart home system.*

To implement data exchange in smart home technology, it is necessary to properly approach the choice of communication protocols. Smart home technology uses several types of devices: controllers, sensors, acoustics. Since not all devices support existing protocols, there are also unique devices that support several of the existing protocols. There are several protocols used in smart home technology: ZigBee, Z-Wave, Wi-Fi.

In this article the analysis of two main wireless protocols operating at high frequencies, namely ZigBee and Z-Wave. Correctly selected protocols implement fast data transmission without loss. In addition, it will be possible to realize the needs of the user or user, which are set by the system.

Key words: *protocol, Z-Wave, ZigBee, wireless technology, smart home, home automation.*

Introduction

In the period of automation of all spheres of human activity, issues of management of household appliances that provide a comfortable existence of the person, which is defined as the concept of «Smart House», become relevant. This concept is dynamically developing, as the technologies that provide it, do not stand still, new devices, devices and gadgets appear to improve and comfort human life.

The concept of construction and development of «Smart Home» technology involves the joint work of all components of the smart home system using wired or wireless communication [1, 2]. The control of devices included in the «Smart Home» structure can be realized with the help of various communication devices, including portable, for example, smartphones. In this case, it is not the brand of smart home devices and their controls that will be decisive, but the protocols between them, because it is communication protocols that determine the qualitative and quantitative characteristics of the interaction of components of the hardware and software of the smart home.

Conditions and methods of research

Based on the above, the properly selected protocol of interaction gives the opportunity to complete the system «Smart Home» with the products of various manufacturers, for example, Xiaomi security system and Apple video surveillance camera and allows to organize their interaction [3, 4].

Thus, many smart devices support several universal standards and protocols, such as Z-Wave (Figure 1) and ZigBee (Figure 2). These protocols are designed specifically for home automation, they provide security and versatility [4].



Figure 1 – Organization of work on the Z-Wave protocol



Figure 2 – ZigBee protocol management

Both protocols belong to the cellular network category, which means that the communication within them has the possibility of reaching its destination in several ways. They also reduce the likelihood of failure and ensure safety by ensuring that when a host is damaged, the message is redirected to the nearest available device within the network. This network algorithm is made possible by arranging a network in which each device is connected to several other devices.

If you look at the protocols separately, then the Z-Wave (Figure 1) works in the frequency range up to 1 GHz, and this is convenient, because the potential interference in this band is significantly less than in the 2.4 GHz frequency range on which Wi-Fi and Bluetooth work. An additional advantage of the protocols are small time delays when passing short commands [5-8].

The ZigBee protocol, unlike Z-Wave, provides the ability to select a routing algorithm depending on the network state and program requirements (Figure 2). Like the Z-Wave protocol, ZigBee provides increased security and low power consumption, which means long-term offline operation of network devices [9, 10].

Research results

The protocols reviewed are open protocols and are increasingly supported by companies such as Xiaomi. Alliances have already formed around both protocols, which include manufacturers

of smart home systems. The list of companies is extremely wide, it can be found on official sites Z-Wave and ZigBee [4-9].

Wireless data transmission technologies Z-Wave and ZigBee are a real find not only for the «smart home» systems, but also for modern smart devices in general. Solutions for intelligent home system, combined through Z-Wave and ZigBee protocols, provide huge opportunities for a modern apartment or private house, as an individual project of the system «smart home» allows you to create your own rules of interaction between devices with your unique software [4-10].

Discussion of research results

Thus, we can conclude that the described communication protocols are reliable and comfortable solutions not only for users, but also developers. The protocol structure provides sufficient coverage to operate the system over large areas with an ideal signal quality.

Conclusion

In conclusion, I would like to say that in recent times there have been many multi rotary controllers that simultaneously combine several wireless technologies of the smart home. Therefore, manufacturers try to harmonize competing protocols and give users more freedom to create intelligent home networks. The most popular combination is simultaneous support for Z-Wave, Zigbee and Bluetooth Smart in one device. Today, the wireless technology market for a smart home is changing rapidly. Only the requirements for the power consumption of the device, digital security, network fault tolerance, the device's anti-interference capability, ease of connection and interoperability of products of the same communication standard remain unchanged. When choosing the basis for a smart home, you need to carefully weigh all these factors.

References

1. Petin V.A. Sozdanie umnogo doma na baze Arduino / V.A. Petin. – M: DMK Press, 2018 – 180 s. (In Russian).
2. Domashnyaya avtomatizatsiya. Uмnyi dom. [Ehlektronnyi resurs] https://ru.wikipedia.org/wiki/Domashnyaya_avtomatizatsiya (data obrashcheniya 31.01.2024). (In Russian).
3. Carvalho M. Building Smart Home Automation Solutions with Home Assistant / M. Carvalho – Packt Publishing, 2023 – 356 p. (In English).
4. Dwight Spivey Home Automation For Dummies – Dummies Tech, 2015 – 360 p. (In English).
5. Z-Wave: postroit' umnyi dom legko [Ehlektronnyi resurs] URL: <https://wifi.kz/articles/z-wave-postroit-umnny-dom-legko/> (data obrashcheniya: 31.01.2024). (In Russian).
6. Dr. Christian Paetz Z-Wave Basics: Remote Control in Smart Homes / Dr. Christian Paetz // CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. – 300 p. (In English).
7. O tekhnologii Z-Wave [Ehlektronnyi resurs] URL: <https://rus.z-wave.me/z-wave> (data obrashcheniya 02.02.2024). (In Russian).
8. Dr. Christian Paetz Z-Wave Essentials / Dr. Christian Paetz // CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. – 402 p. (In English).
9. ZigBee: About and characteristic [Ehlektronnyi resurs] URL: <https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/> (data obrashcheniya: 31.01.2024). (In English).
10. Chonggang Wang Network Protocols and Applications / Chonggang Wang, Tao Jiang, Qian Zhang. ZigBee – New York: Auerbach Publications, 2014. – 378 p. (In English).

А.Д. Мендебаева, Т.С. Жылқыбаев*, Т.Д. Мұхамедиярова, Қ.Б. Байбосинова, Б.С. Жапар

Университет имени Шакарима города Семей
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: zhitosya@mail.ru

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ВЫБОРА И ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТОКОЛОВ СВЯЗИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

В статье рассматривается технология SMART, в частности умный дом (SMART HOUSE) и основные протоколы связи, применяемые для обмена данными. Технология умный дом дополнительно носит наименование «домашняя автоматизация». Домашняя

автоматизация в современных условиях позволяет пользователю или потребителю гибко управлять и самостоятельно настраивать систему, в зависимости от требований пользователя. Одним из этапов настройки технологии умный дом, является выбор протокола связи для обмена данными внутри системы умный дом.

Для реализации обмена данными в технологии умный дом, необходимо правильно подойти к выбору протоколов связи. В технологии умный дом используются несколько типов устройств: контроллеры, датчики, акутаторы. Так как не все устройства поддерживают существующие протокола, но бывают и уникальные устройства, поддерживающие несколько из существующих протоколов. Существует несколько протоколов, применяемых в технологии умный дом: ZigBee, Z-Wave, Wi-Fi.

В данной статье произведен анализ двух основных беспроводных протоколов, работающих на высоких частотах, а именно ZigBee и Z-Wave. Правильно выбранные протоколы реализуют быструю передачу данных без потерь. Кроме этого, позволяют реализовать потребности пользователя или потребителя, которые задаются системе.

Ключевые слова: протокол, Z-Wave, ZigBee, беспроводные технологии, умный дом, домашняя автоматизация.

А.Д. Мендебаяева, Т.С. Жылқыбаев*, Т.Д. Мұхамедиярова, Қ.Б. Байбосинова, Б.С. Жапар

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

*e-mail: zhtosya@mail.ru

АҚЫЛДЫ ҮЙ ЖҮЙЕСІ ҮШІН БАЙЛАНЫС ХАТТАМАЛАРЫН ТАҢДАУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ЖАЛПЫ СҰРАҚТАР

Мақалада SMART технологиялары, атап айтқанда, ақылды үй технологиясы (SMART HOUSE) және деректер алмасу үшін қолданылатын негізгі байланыс хаттамалары талқыланады. Ақылды үй технологиясы «үйді автоматтандыру» деген атпен де белгілі. Заманауи жағдайларда үйді автоматтандыру пайдаланушыға немесе тұтынушыға пайдаланушының талаптарына байланысты жүйені икемді басқаруға және дербес конфигурациялауға мүмкіндік береді. Ақылды үй технологиясын орнату кезеңдерінің бірі-смарт үй жүйесінде деректер алмасу үшін байланыс хаттамасын таңдау болып табылады.

Ақылды үй технологиясында деректер алмасуды жүзеге асыру үшін дұрыс байланыс протоколдарын таңдау қажеттілігі туындайды. Ақылды үй технологиясы құрылғылардың бірнеше түрін пайдаланады: контроллерлер, сенсорлар, акутаторлар. Өйткені барлық құрылғылар бірдей қолданыстағы бар хаттамаларды қолдай бермейді, бірақ бірнеше протоколдарды қолдайтын уникалды құрылғылар да бар. Ақылды үй технологиясы бірнеше хаттамаларды пайдаланады: ZigBee, Z-Wave, Wi-Fi.

Бұл мақалада ZigBee және Z-Wave сияқты жоғары жиіліктерде жұмыс істейтін екі негізгі сымсыз хаттамалар талданады. Дұрыс таңдалған хаттамалар деректерді жоғалтпай, жылдам тасымалдауды жүзеге асырады. Сонымен қатар, олар жүйеде көрсетілген пайдаланушы немесе тұтынушы қажеттіліктерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: хаттама, Z-Wave, ZigBee, сымсыз технологиялар, ақылды үй, үйді автоматтандыру.

Information about the authors

Aidana Mendebayeva – Master of Technical Sciences, lecturer of the Department «Automatization, Information Technology and Urban Planning»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aid0904@mail.ru.

Tursynkhan Zhylykybayev* – Master of Technical Sciences, lecturer of the Department «Automatization, Information Technology and Urban Planning»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhtosya@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8918-527X>.

Togzhan Mukhamediyarova – Master of Technical Sciences, lecturer of the Department «Automatization, Information Technology and Urban Planning»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: togjan__95t@mail.ru.

Baibossinova Kuralay – Master of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department «Automatization, Information Technology and Urban Planning»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: s_kuralay@mail.ru.

Zhapar Botagoz – Master of Technical Sciences, lecturer of the Department «Automatization, Information Technology and Urban Planning»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: botagoz.zhapar@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Айдана Дарханқызы Мендебаева – техника ғылымдарының магистрі, «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: aid0904@mail.ru.

Тұрсынхан Саятұлы Жылқыбаев* – техника ғылымдарының магистрі, «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhitosya@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8918-527X>.

Тоғжан Дарханқызы Мұхамедиярова – техника ғылымдарының магистрі, «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: togjan__95t@mail.ru.

Құралай Болатханқызы Байбосинова – техника ғылымдарының магистрі, «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: s_kuralay@mail.ru.

Ботагөз Санатбекқызы Жапар – техника ғылымдарының магистрі, «Автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: botagoz.zhapar@mail.ru.

Сведения об авторах

Айдана Дарханқызы Мендебаева – магистр технических наук, преподаватель кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aid0904@mail.ru.

Тұрсынхан Саятұлы Жылқыбаев* – магистр технических наук, преподаватель кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhitosya@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8918-527X>.

Тоғжан Дарханқызы Мұхамедиярова – магистр технических наук, преподаватель кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: togjan__95t@mail.ru.

Құралай Болатханқызы Байбосинова – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: s_kuralay@mail.ru.

Ботагөз Санатбекқызы Жапар – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Автоматизация, информационные технологии и градостроительство»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: botagoz.zhapar@mail.ru.

Received 12.02.2024

Accepted 23.02.2024

Б.С. Ахметов¹, В.А. Лахно², Л.М. Кыдыралина³

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Достық даңғылы, 13

²Биоресурстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті,
030414, Украина, Киев қ., Қорғаныс батырлары к-сі, 15

³Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

*e-mail: lazat_75@mail.ru

ОҚУ ОРЫНДАРЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ КЕҢІСТІГІНІҢ КИБЕРҚОРҒАУ САЛАСЫНДАҒЫ АЛДЫҢҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа: Мақалада заманауи ЖОО-ның қауіпсіз ақпараттық білім беру ортасын қалыптастырудың алғышарттары қарастырылған. Отандық және жетекші шетелдік зерттеулердің жарияланымдары талданды. Оқу орындарының ақпараттық кеңістігін киберқорғау саласындағы алдыңғы зерттеулерге шолу және талдау жасалды. Осы тақырып бойынша шыққан жарияланымдарға талдау жасалды. Жасалған талдау жоғары оқу орындарының КҚау жүйесін үздіксіз өзара инвестициялау міндеттерінде ШҚЖ үшін модельдерді одан әрі дамыту проблемасының өзектілігін растады. Ақпараттандыру нысандардың КҚау қатерлерінің моделін сипаттау үшін Петри желілерін қолдануға арналған зерттеулер нәтижелері бойынша жарияланымдарға талдау жасалды. Бұл жұмыстар осы міндетте айтарлықтай теориялық үлес қосса да, біздің ойымызша, авторлар ұсынған модельдерді, атап айтқанда АН-ді АҚ және КҚау бойынша ШҚИЖ-да және СЖ-да бағдарламалық жүзеге асыру біршама қиынға соғады. Бұл өз кезегінде қосымша зерттеулерді талап етеді.

Түйін сөздер: киберқауіпсіздік, жоғары оқу орнының ақпараттық білім беру ортасы, моделдеу, Петри желісі, ақпаратты қорғау, жоғары оқу орнының электронды ақпараттық білім беру ортасы, әдіс, модель.

Кіріспе

ТМД елдері ғалымдарының көптеген еңбектері мемлекеттік құрылымдардың, оның ішінде ЖОО-ның ақпараттық-коммуникациялық жүйелерінің (АКЖ) киберқорғау міндеттерін теориялық зерттеуге арналған: Р.Н. Акиншин [3], Б.С. Ахметов [10], Р.Г. Бияшев [11], О.В. Есиков [3], В.А. Лахно [9], R. Ortalo [14], P. Puhakainen [13].

Алайда, Қазақстанда және ТМД-ның басқа елдерінде бұл басылымдардың көлемі шектеулі немесе айтарлықтай аз, олар тек «жоғары оқу орындарындағы киберқорғау қажеттілігі» тақырыбындағы баяндамалардың тезистерімен ғана шектелген [13]. Теориялық нәтижелер мен зерттеу нәтижелері кейбір басылымдарда, эксперименттік мәліметтер немесе имитациялық модельдеу нәтижелері басқа басылымдарда берілген [5]. Зерттеудің жеке сегменті ЖОО үшін АҚау-ды және КҚау-ды қамтамасыз етудің аппараттық және бағдарламалық құралдарын құру міндеттеріне арналған [3].

Жарияланымдардың едәуір көп бөлігі, атап айтқанда, ЖОО КҚау жүйесі үшін қаржылай инвестициялаудың тиімді стратегияларын таңдауға арналған зерттеулер [6, 8, 13].

Негізгі бөлім. АҚау және КҚау модельдерінің ішінде Гордон-Лоеба (ГЛ) моделі ең негізгі және кең таралған. Бұл модельдің мақсаты ақпаратты қорғауға инвестициялардың оңтайлы мөлшерін анықтауға байланысты міндеттерді шешу.

ГЛ моделіндегі негізгі жағдай қарастырылып отырған ақпараттандыру нысаны үшін, атап айтқанда ЖОО АББО үшін АҚау-дың және КҚау-дың деңгейін анықтайтын осалдық функциясын енгізу және дамыту. Ақпараттық нысанның әртүрлі формалары болуы мүмкін: қолданушылар тізімі, бухгалтерлік есеп кітабы, стратегиялық даму жоспары, веб-сайт және т.б. Қауіпсіздікті арттыру құпиялылықты, тұтастықты, нақтылықты, сенімділікті, қолданушылардың авторизациясының қол жетімділігін және т.б. қорғау бағытында орын алуы мүмкін.

Модель құрылымы бойынша статикалық болады. Демек, шешімдер мен нәтижелер бір уақытта пайда болады, ал динамикалық әсерлер, оның ішінде ақшаның уақытқа тәуелділігі ескерілмейді.

АҚау және КҚау құралдары мен әдістеріне инвестициялар жұмсау осалдықтың жеткілікті кіші және жеткілікті үлкен мәндерінде тиімсіз екенін ескере отырып, ГЛ моделінің авторлары, сондай-ақ ГЛ моделіне негізделген идеяларды дамытқан [10] бірқатар жұмыстарда келесі жағдайлар атап өтілген.

Көптеген авторлар нысандарды төмен, орташа және жоғары осалдық деңгейлеріне бөлуді басқарудың бірінші міндеті және бұл жобалаудың алғашқы кезеңдерінде жасалуы керек деп санайды. Алайда, ГЛ моделінің және оған ұқсас модельдердің авторлары оның кемшіліктерін атап өтті:

- Шабуыл ықтималдығын және ақпараттық массивтердің осалдығын анықтайтын қарапайым процедура жоқ.

- Ақпараттандыру нысанының қорғау периметрлерінің қауіпсіздігі мен киберқауіпсіздігінің бұзылуынан болатын потенциалды шығындарды анықтау қиынға соғады. (ЖОО АББО үшін бұл АҚау және КҚау периметрлері әлі де жеткілікті түрде шартты екенін ескереміз).

- Зерттеу нәтижелерін белгілі бір нысанға қатысты іске асырудың күрделілігі.

- Шабуылдаушының қорғаныс үшін қосымша инвестициялар салу кезінде өз стратегиясын қалай өзгертетіні ескерілмеген, атап айтқанда, динамикалық режимде қарама-қарсы келудің талдауы жоқ.

ГЛ моделі кеңінен танылып және жарияланған кезден бастап он жыл ішінде көптеген жұмыстарда дамығанына қарамастан, қойылған сұрақтардың басым бөлігі бүгінгі күнге дейін шешілмеген болып отыр. Модель авторларының сөзсіз еңбегі – бұл міндетті алғаш рет мұқият қарастырып және осалдық функциясын анықтағаны, ақпараттық саладағы қарама-қарсы тұруды қарастырудағы басты мәселе. Функцияның түрін анықтау, динамикалық жүйенің осалдығын білдіреді, ақпараттық қарама-қарсы тұруды математикалық модельдеудегі басты мәселе және көптеген зерттеушілердің жұмыстары осы мәселеге арналды [11].

Егер біз міндеттің тарихына жүгінетін болсақ, онда екі тараптың қарама-қарсы тұруын бірінші рет екінші дүниежүзілік соғыстың соңында әскери жоспарлаудың математикалық негіздерін құру кезінде RAND Corporation мамандары мұқият қарастырды. RAND фирмасы жасаған екі тараптың қарсы тұру моделі тактикалық әскери операцияларды имитациялауға арналған Гросс моделі [15]. Осы модельге сәйкес, қақтығысушы тараптардың Х және Y ресурстары бар, олардың қарама-қарсы тұру нәтижесі салынған ресурстардың айырмашылықтарына сызықтық тәуелді және сызықтық бағдарламалар есебіне әкелетін мақсатты функциямен анықталады.

Әскери операцияларды жоспарлау кезінде пайда болған Гросстың есебінің қарастырылған есептерден бірқатар айырмашылықтары бар. Біріншіден, мақсатты функция дискретті, өйткені қорғаныс арқылы өтудің немесе шабуылды жоюдың немесе қорғаныс санын анықтайды. Екіншіден, бұл өлшемдер қарама-қарсы күрестің әрбір эпизодында шабуылдаушы үшін де және сәйкес қорғанушы үшін де бірдей.

Нысандардың біртектілігі есепті шешуді айтарлықтай жеңілдетеді, алайда қарсы күресу шарттарын шектейді. Алайда, Гросс моделінің басты кемшілігі – оның мақсатты функциясының сипаты үзік-сызықтық болып табылуында, ол әрине, нақты жағдайларға сәйкес келмейді. Осы себепті Гросс моделін оның қарапайымдылығын ескере отырып, мақсатты функцияны аппроксимациялау және бірінші жуықтауда нәтижелерді алу үшін ғана пайдаланады [12].

Ақпаратты қорғауға арналған шығындар көлеміне және КҚау-ға байланысты, қатерлерді іске асыру салдарынан болған шығындар деңгейін есептеуге мүмкіндік беретін тағы бір математикалық модель модельдер [7,9] жұмыстарда сипатталған. Мына зерттеу жұмыстарының [11, 10] мақсаты, ықтимал бөлудің белгілі әдістерін қолдана отырып, ақпаратты техникалық қорғау кешенінің (АТҚ) тұрақтылығын бағалау болды.

Қорғауға немесе оны модернизациялауға қаржылай инвестициялар болмаған жағдайда, уақытқа қарамастан қорғалудың сенімділігі нөлге тең болады. Бұл модель қамтамасыз ету ықтималдығының неғұрлым тиімді қаржыландыруға тәуелділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Модельді құрудағы негізгі қиындықтар бұзу нәтижелері туралы статистикалық мәліметтерді жинаумен байланысты (және қорғаудың бұзылу фактісінің қажеттілігі), өйткені мұндай қорғаныс жүйесі бұдан кейін қайталанып қолданылмайды. Осыған байланысты автор [9,12] жеке қорғаныс жүйелерінің ықтималды сенімділігін бағалауға және оны бірнеше нысандарға орнатуға мүмкіндік беретін нақты бұзу әрекеттері негізінде АТҚ-ның ықтималды сенімділігін анықтау әдісін жасады (мысалы, бірнеше компьютерге антивирустық бағдарламаны орнату әрекетті ғана емес, сонымен қатар басқа компьютерлерді бұзу мүмкіндігіне кететін уақытты да қарастыруға болады) [10,16]. Бұл әдістің кемшілігі – бұл жағдайда жүйенің нақты бұзылуы салдарын талдау нәтижесінен алынатын АТҚ-ның тиімділігін білу қажеттілігі.

Зерттеулер нәтижесінде [9], авторлар АТҚ қасиеттерін анықтайтын параметр тек тұрақты шама ғана емес, сонымен қатар функция да бола алатындығын көрсетті. Сонымен қатар, бұл функция бұзу әрекеттеріне және мұндай әрекеттер орын алған уақытқа байланысты тәуелді болады, мысалы, ақпараттандыру нысанының желісінде қолданушыны аутентификациялау процедурасы барысында парольдерді таңдау тактикасы кезінде [8, 2]. Зерттеу нәтижелері бойынша, бұзу әрекеттерінің жиілігін есептеуге мүмкіндік беретін функциялар алынды.

Глушак-Новиковтың моделі [2] қорғаудың максималды деңгейін қамтамасыз ететін жүйенің компоненттері (нысандары) арасында қорғаныс механизмдерін оңтайлы орналастыруға бағытталған.

Ақпаратты жоғалтудың минималды тәуекелін қамтамасыз ететін қорғау механизмдерінің оңтайлы жиынтығын іздеу, аумақтық таратылған ақпараттандыру нысанның аудандық бөлімшелерінің жүйесі мысалында жүргізілген (автор банк бөлімшесінің мысалында қарастырды) [4]. Әрбір бөлімшедегі ақпарат көлемі потенциалды клиенттердің саны, атап айтқанда аудан тұрғындарының санына пропорционалды. Жекелеген қатерлерді іске асыру ықтималдығы, сондай-ақ қорғау механизмдерінің әрқайсысының құны мен тиімділігі сараптамалық бағалау әдісімен анықталады. Бұл жағдайда әрбір нысан үшін қатердің туындау ықтималдығы бірдей және тек қатердің түріне байланысты болады деп болжанады. Әрбір аумақтық бөлімшелер үшін қорғаныс элементтерінің әртүрлі комбинацияларын ескере отырып, бүкіл жүйеге келтірілген жалпы барлық шығындар (ол қауіптің дәрежесін сипаттайды) және әрбір бөлімше үшін қорғаныс элементтерінің оңтайлы жиынтығы есептеледі. Сонымен бірге қорғау жүйесінің жалпы құнына шектеулер енгізу шарттарын тексеру қарастырылған.

Толық қауіпті есептеу кезінде әртүрлі қатерлерді жүзеге асырудан болатын шығын мөлшерін көрсететін теңдеулердің қиылысқан мүшелерінің мәні туралы міндет ашық күйінде қалады (бұл оқиғалар үйлесімді болып саналады) [14].

О.Е. Архиповтың жұмыстары тәуекелдерді бағалау және ақпараттық қауіпсіздікке салынған инвестициялардың тиімділігін зерттеу үшін «шабуыл-қорғау» экономикалық-құндық модельдерін қолдану міндеттеріне арналған [3]. Осы модельдердегі тәуекелдің ықтимал параметрлерін анықтау үшін ақпарат саласындағы «шабуыл-қорғау» жағдайына тән мотивациялық-құндық және экономикалық-қаржы қатынастардың белгілі бір сипаттамалары қолданылады. Атап айтқанда, шабуылдаушы А (шабуылдаушы) кейбір І ақпараттық ресурстарға қатысты Т қауіпін жүзеге асырған кезде пайда болатын жағдай В тарабына тиесілі.

Ақпараттық қатерді жүзеге асырудың экономикалық және шығындық сипаттамаларын талдау мен сандық бағалаудың нақты мүмкіндігі болған жағдайда, авторлар [3-6] еңбектерінде келтірілген модельдерді кез-келген нақты ұйымның тәуекелдерін есептеу үшін қолдануды ұсынады. Осы бағалаудың нәтижесін белгілі бір қосымша ақпарат болған кезде тәуекелдер менеджменті стандарттарының параметрлері мен ұсыныстарына сәйкес ұйымның ақпараттық қауіпсіздік жай-күйін зерттеу (аудит) жүргізу арқылы алуға болады, уақыт бойынша статикалық бағалауды қабылданған экономикалық-құндық шабуылдарды дамыту сценарийлеріне сәйкес уақыт өте келе өз мәндерін өзгертетін динамикалық түрде дамытуға болады [13].

«Шабуыл-қорғау» экономикалық-құндық модельдері нақты ұйым туралы нақты ақпарат негізінде осы ұйымның ақпараттық қауіпсіздігіне салынған қаражат көлемі жағынан жеткілікті ме екенін тексеруге мүмкіндік береді [14].

Ақпараттық жүйелерге жасалған кибершабуылдарды зерттеу В.А. Хорошканың [8] жұмыстарында көрсетілген. Кибершабуылдар кезінде қаскүнемдердің мүмкіндіктерін бағалау талдаудың ойын әдістерін пайдалана отырып жүргізіледі [12].

Ақпараттық салаға кибершабуылдаудың оңтайлы циклын рәсімдеу (шартты таңбалардың көмегімен модельді жазу) кезінде В.Нэш тұжырымдамасы қолданылады деп болжануда [1]. Бұл модельде қаржыландырудың оңтайлы шешімді таңдауға әсері ескерілмегенін айта кету керек, алайда зерттеушілер құрған талдаудың ойын әдістері жеке және топтық кибершабуылдарды бағалауға мүмкіндік беретінін көрсетіп отыр. Бұл ақпарат саласына мысалы, оқу орындарына жасалған кибершабуылдардан ақпараттың қорғалу деңгейінің кепілдендірілген және сенімді бағаларын алуға мүмкіндік береді [16].

Экономикалық қатынастар мен ақпараттық саланың, атап айтқанда білім беру саласының дамуы бәсекелестіктің күшеюіне, ақпарат көлемі мен құнының артуына, сондай-ақ ақпараттың жайылып кетуінен болған потенциалды шығындардың артуына, ақпараттық нысандар санының өсуіне (бұл әсіресе ЖОО АББО-да байқалады және қарқынды) және киберинциденттердің жиі болуына әкеледі. Бұл ретте екі тараптың: ақпаратты қорғау мен шабуылдаушы- қарама – қарсы тараптардың динамикалық өзара әрекеттесуін көрсете отырып, қарсы тұру жағдайларының шарттары да үнемі өзгеріп отырады.

Киберқорғау тараптарының стратегиясы мен тактикасының өзгеруі ақпараттық ресурстарға жаңа шабуылдар тудырады, олар бір жағынан қарсыластың ниетін көрсетеді, екінші жағынан шабуылдар немесе деструктивті араласудың өзге де әрекеттері бағытталған қорғаныстың әлсіз жақтарын көрсетеді.

ЖОО АББО-дағы КҚау-ды және АҚау-ды қамтамасыз ету тәсілдеріндегі өзгерістердің басқа себептері ақпараттың «ескіруіне», жаңа ақпарат пен қосымша ресурстарды енгізілуіне, нысандар арасында ақпараттық ресурстарды қайта бөлуге, олардың арасындағы жаңа байланыстардың пайда болуына байланысты факторлар болуы мүмкін.

Ақпараттық саладағы екі тараптың антагонистік қарсы тұруы, әдетте қорғаушыға шабуылдаушының (хакердің) іс – әрекеттері мен қаржылай мүмкіндіктері белгісіз болғанымен сипатталады.

Сонымен қатар, шабуылдаушылар қорғаныс жүйесінің құрылымы туралы біраз түсінікке ие және қауіпсіздік жүйесінің ең әлсіз буындарын бұзуға өз күш-жігерін жұмсай алады. Бұл шабуылдаушыға өте тиімді.

Қауіп – қатерлердің әртүрлі түрлерін бұғаттауға қорғау ресурстарын бөлу белсенді режимде – қарсыластың іс- қимылының алдын ала отырып, сондай-ақ мүмкін шабуылдардың бағыты айқын болған кезде қаржыландыруды кешіктіріп, атап айтқанда бейімделіп жүргізілуі мүмкін.

Ресурстарды динамикалық басқару қажеттілігі келесі себептерге байланысты:

- қарсыластың іс- әрекеті нұсқаларының белгісіздігі, атап айтқанда, ақпаратты алуға бағытталған күш-жігерінің бағыты және осы жұмыстың ауқымы, атап айтқанда бұзуға жұмсаған хакерлердің ресурстарының қаржы компоненттеріне де байланысты;

- уақыт өте келе қарама-қайшылықтың ішкі және сыртқы жағдайлары- ақпарат құнының өзгеруімен, оның нысандар арасында бөлінуімен, қарсыластың шабуылдарының бағытының өзгеруі, жаңа шабуылдаушылардың пайда болуымен;

- ақпараттық жүйе күйінің өзгеруі (ЖОО АББО-сы дербес жағдай ретінде қарастырылады), атап айтқанда, шабуылдардың бағытын анықтағаннан кейін және қорғау тарапынан тиісті шаралар қабылдағаннан кейін оның ең әлсіз буынының өзгеруімен.

Ақпаратты қорғау жүйелерін математикалық моделдеу бойынша ғылыми жұмыстарды талдау, негізгі міндет қорғауды қаржыландырудың көлемін анықтауға бағытталғанын көрсетті.

Қаржыны қорғау нысандары арасында бөлу міндеттері кейбір жұмыстарда көрсетілген [2, 4]. Сонымен қатар, қолданыстағы нәтижелер (модельдер) [6], шабуылдаушының мүмкін әрекеттері мен олардың салдары жүйенің көрсеткіштері мен сипаттамаларының өзгеруіне әсерін тигізетіні сирек ескереді.

Осылайша, зерттеліп отырған тақырыптағы жұмыстарға жүргізілген талдау шаруашылық қызмет субъектілері мен оқу орындарының ақпаратын қорғау үшін шектеулі қаржы ресурстарын тиімді пайдалану міндеті аса маңызды және маңызды бола түсетінін көрсетті [7].

Сонымен қатар, шабуылдаушы тараптың іс- әрекеттері мен қаржы ресурстарын белгілі бір ықтималдықпен ғана болжауға болатын белгісіздік жағдайында, теориялық-ойын әдістерін пайдалану және қарама-қайшылық шарттарының өзгеру динамикасын ескере отырып қорғау нысандары арасында шектеулі ресурстарды оңтайлы бөлуді іздеу ақпараттың жайылып кетуінен болған қаржылай шығындарды барынша азайтуға мүмкіндік береді.

Компьютерлік жүйелер мен ақпараттық технологиялардың дамуы КҚау жүйесін инвестициялауды оңтайландыру бойынша жұмыстардың жеке тұжырымдамасын тудырды. Зерттеудің бұл тұжырымдамасы КҚау саласындағы инвестициялаудың рационалды стратегияларын анықтау есептерінде сараптамалық жүйелерді (СЖ) [2] және ШҚЖ-ны [6] кеңінен қолдануға негізделген. Біз осы салада көптеген жұмыстарды зерттеп, осы жарияланымдардың көпшілігінде [5, 8, 12] жоғары оқу орнының КҚау жүйесін өзара қаржылай инвестициялаудың рационалды стратегиясын таңдау бойынша нақты шешімдерді қарастырмаған деген қорытындыға келдік.

Сонымен қатар, [10, 11] және [12] жұмыстарының қорытындыларында КҚау-ға инвестициялауды басқарудың рационалды стратегияларын таңдау процедураларын автоматтандыру үшін СЖ-ны және ШҚЖ-ны қолдану кезінде нақты ұсыныстар берілмеген. Бұл жағдайлар жоғары оқу орнының КҚау жүйесін өзара қаржылай инвестициялаудың рационалды стратегияларын анықтау есептерінде ШҚЖ үшін жаңа модельдерді құру қажеттілігімен байланысты міндеттің туындауына себепші болды. Осы тақырып бойынша жасалған зерттеулердегі [13, 14] авторлардың баяндаған тәжірибе мен тәсілдеріне, сондай-ақ зерттеу әдістемелері ұқсас авторлардың жұмыстарына [15, 16] сүйене отырып, осындай міндеттер класын шешуде жеткілікті тиімді тәсіл: бірнеше терминалды беті бар дифференциалдық сапа ойындары теориясының әдістерін қолдану деп айта аламыз [7]. Осылайша, осы тақырып бойынша зерттеулерге жүргізілген талдау жоғары оқу орнының КҚау жүйесін үздіксіз өзара инвестициялау есептерінде ШҚЖ үшін модельдерді одан әрі дамыту міндетінің өзектілігін растады. Бұл тұжырым инвесторлар үшін нақты ұсыныстар құру қажет болған кезде өте маңызды. Бірақ күрделі математикалық есептеулерді қолданудың қажеті жоқ, себебі есептеулердің көп бөлігі компьютерлік бағдарламалармен орындалады.

Мына жұмыстарда [9] АН-нің КҚау қатерінің моделін сипаттау үшін Петри желілерін қолдануға арналған зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Бұл жұмыстар осы міндетінде айтарлықтай теориялық үлес қосса да, біздің ойымызша, авторлар ұсынған модельдерді, атап айтқанда АН-ді АҚ және КҚау бойынша ШҚИЖ-да және СЖ-да бағдарламалық жүзеге асыру (программалау) біршама қиынға соғады.

Мына зерттеу жұмыстарына [5-7] сүйене отырып, қатерлердің модельдерін АН-нің қорғалуын бағалау міндетін өзектендіру кезінде қатерлерді көрсетудің көрнекі кестелік формасын қолдана отырып құруға болады. Бірақ жоғарыда көрсетілгендей, бұл тәсілмен қатерлердің моделін жасау көп еңбекті қажет етеді. Сонымен қатар, қатерлер санының өсуі, әсіресе КҚау саласында жұмыс тәжірибесі аз мамандар үшін мұндай кестені құрды қиындатады.

Петри (Петри-Марков) желілері шабуылдаушының модельдерін сипаттау үшін де сәтті қолданылды [8]. Алайда, авторлар шабуылдаушының моделін түзету мүмкіндігін, атап айтқанда, оны графтар теориясының негізінде құрылған модельдермен біріктіру арқылы түзету мүмкіндігін қарастырмады, бұл нақты АН үшін киберқорғау периметрлерінен (шекарасы) шабуылдаушының еңсеру процесіндегі күйлердің ауысуын дәлірек сипаттауға мүмкіндік берер еді.

Қорытынды. Зерттеулерде [1-9] әр түрлі АН үшін АҚ жүйесінің модельдері Петри желісінде алдын ала іріктелген қарапайым операциялардың тізбегі ретінде қарастырылған, олардың ішінде кибершабуыл да болуы мүмкін. Модельдер берілген уақыт аралығында әртүрлі шабуылдардың жүзеге асу ықтималдығын есептеуге мүмкіндік береді. Алайда, [10-15] зерттеулерде қарастырылған модельдер жаңа киберқатерлерді жүзеге асыру процесінде уақытқа байланысты сипаттамаларды есептеуге мүмкіндік бермеді.

Зерттеулерде [8-16] Петри желілеріне негізделген және ақпараттық жүйелерде (АЖ) қатерлерді іске асыру процестерін сипаттайтын және модельдер ұсынылды. Бұл модельдер АН-ді қорғаудың көптеген параметрлерін атап айтқанда, қатерлердің орындалу ықтималдығын, қатерлердің орындалу уақытын бағалауға мүмкіндік бергеніне қарамастан, шабуылдаушының іс-қимылдарының реті соңына дейін толық аяқталмаған. Атап айтқанда, бұл жұмыстарда әртүрлі кластарға жататын шабуылдар барысында АЖ-ның жай- күйінің өзгеруі кезінде туындайтын қақтығыс жағдайларды шешу міндеті зерттелмеген. Бұл жағдай, біздің ойымызша, осы зерттеулердің практикада қолданылуына шектеу болады.

Осылайша, қатерлерді анықтау мен талдаудың қолданыстағы әдістерін, Петри желілерін алгоритмдеу және визуализациялау негізінде шабуылдаушылардың модельдерін толықтыру нақты АН үшін қорғалу жағдайы мен жаңа қатерлерді болжаудың тиімді құралы бола алады.

Бұл жаңа киберқатерлердің негізі қайда жатқанын және қандай салдар әкелетінін ұғуға мүмкіндік береді және болашақта әртүрлі ақпараттандыру нысандарының киберқауіпсіздігі мен АҚ қызметтерінің талдаушылары ұсынған тәсілдерді тиімді қолдануға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Korchenko A. Sistema otsenivaniya riskov informatsionnoy bezopasnosti / A. Korchenko, B. Akhmetov, S. Kazmirchuk, Ye. Chasnovskiy // Ukrainian Scientific Journal of Information Security. Kiev. – 2017. – V. 23. Iss. 2. – P. 145-152.
2. Котенко И.В. Перспективные направления исследований в области компьютерной безопасности / И.В. Котенко, Р.М. Юсупов // Защита информации. – Киев. – 2006. – № 2. – С. 46-57.
3. Применение математического аппарата сетей Петри-Маркова для определения временных и вероятностных характеристик системы управления высоконагруженными веб-порталами с повышенной отказоустойчивостью / Р.Н. Акиншин, А.Н. Ивутин, Д.О. Есиков, И.А. Страхов // Научный Вестник. – Москва. – 2014. – № 210. – С. 85-90.
4. Atighetchi M. Adaptive Cyberdefenese for Survival and Intrusion Tolerance / M. Atighetchi // Proccedins of 3 rd International Workshop Distributed Auto- adaptive and Reconfigurable Systems. – USA. – 2003. – P. 74-84.
5. Attack directories, not caches: Side channel attacks in a non-inclusive world / R.H. Campbell, M. Yan, R. Sprabery et al // IEEE Symposium on Security and Privacy. – 2019. – P. 888-904.
6. Dawkins J. A Framework for Unified Network Security Management: Identifying and Tracking Security Threats on Converged Networks / J. Dawkins, K. Clark, G. Manes // Journal of Network and Systems Management. – 2005. – V. 13, No. 3. – P. 253-267.
7. Chris D. Data Protection Law: An Overview / D. Chris // Congressional Research Service. – 2019. – P. 1-27.
8. The mobile hub concept: Enabling applications for the internet of mobile things / M. Endler, L. Talavera, I. Vasconcelos c // IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops. – 2015. – P.123-128.
9. Development of decision support system based on feature matrix for cyber threat assessment / T. Kartbayev, B. Akhmetov, A. Doszhanova et al // Intl Journal of Electronics and Telecommunications. – 2019. – V.65, № 4. – P. 545-550.
10. Ахметов Б.С. Технология ситуационного управления информационной безопасностью учебного процесса казну имени аль-Фараби / Б.С. Ахметов, У.А. Тукеев // Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. – Алматы. – 2009. – V. 63, №. 4. – P. 66-70.
11. Бияшев Р.Г. Применение непоозиционных систем счисления при криптографической защите информации. / Р.Г. Бияшев, В.М. Амербаев, С.Е. Нысанбаева // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – Алматы. – 2005. – № 3. – С. 84-89.
12. Хуторской А.В. Человек и его изменение в телекоммуникационных системах / А.В. Хуторский // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Москва. – 2004. – С. 145-152.
13. Puhakainen P. Improving employees' compliance through information systems security training: an action research study / P. Puhakainen, M. Siponen // MIS Quarterly. – 2010. – Vol. 34, Issue 4. – P. 767.
14. Ortalo R. Experimenting with Quantitative Evaluation Tools for Monitoring Operational Security / R. Ortalo, Y. Deswarte, M. Kaaniche // IEEE Transactions on Software Engineering. –1999. – V. 25. – P. 633-650.
15. Ахметов Б.С. Влияние методической системы обучения на разработку и применение средств информатизации в вузе / Б.С. Ахметов, Е.Ы. Бидайбеков, А.Г. Казмагамбетов // Международный конгресс конференций «Информационные технологии в образовании». – Москва. – 2003. – С. 112-113.
16. Ахметов Б.С. Моделирование информационной образовательной среды вуза: научное издание / Б.С. Ахметов, В.В. Яворский; М-во образования и науки РК, Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: КарГТУ, 2006. – 251 с.

References

1. Korchenko A. Sistema otsenivaniya riskov informatsionnoi bezopasnosti / A. Korchenko, B. Akhmetov, S. Kazmirchuk, Ye. Chasnovskiy // Ukrainian Scientific Journal of Information Security. Kiev. – 2017. – V. 23. Iss. 2. – P. 145-152. (In Russian).

2. Kotenko I.V. Perspektivnye napravleniya issledovaniy v oblasti komp'yuternoй bezopasnosti / I.V. Kotenko, R.M. Yusupov // Zashchita informatsii. – Kiev. – 2006. – № 2. – S. 46-57. (In Russian).
3. Primenenie matematicheskogo apparata setei Petri-Markova dlya opredeleniya vremennykh i veroyatnostnykh kharakteristik sistemy upravleniya vysokonagruzhennymi veb-portalami s povyshennoy otkazoustoichivost'yu / R.N. Akinshin, A.N. Ivutin, D.O. Esikov, I.A. Strakhov // Nauchnyi Vestnik. – Moskva. – 2014. – № 210. – S. 85-90. (In Russian).
4. Atighetchi M. Adaptive Cyberdefenese for Survival and Intrusion Tolerance / M. Atighetchi // Proceedins of 3 rd International Workshop Distributed Auto- adaptive and Reconfigurable Systems. – USA. – 2003. – P. 74-84. (In English).
5. Attack directories, not caches: Side channel attacks in a non-inclusive world / R.H. Campbell, M. Yan, R. Sprabery et al // IEEE Symposium on Security and Privacy. – 2019. – P. 888-904. (In English).
6. Dawkins J. A Framework for Unified Network Security Management: Identifying and Tracking Security Threats on Converged Networks / J. Dawkins, K. Clark, G. Manes // Journal of Network and Systems Management. – 2005. – V. 13, No. 3. – P. 253-267. (In English).
7. Chris D. Data Protection Law: An Overview / D. Chris // Congressional Research Service. – 2019. – P. 1-27. (In English).
8. The mobile hub concept: Enabling applications for the internet of mobile things / M. Endler, L. Talavera, I. Vasconcelos s // IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops. – 2015. – P. 123-128. (In English).
9. Development of decision support system based on feature matrix for cyber threat assessment / T. Kartbayev, B. Akhmetov, A. Doszhanova et al // Intl Journal of Electronics and Telecommunications. – 2019. – V.65, № 4. – P. 545-550. (In English).
10. Akhmetov B.S. Tekhnologiya situatsionnogo upravleniya informatsionnoi bezopasnost'yu uchebnogo protsessa kaznu imeni al'-Farabi / B.S. Akhmetov, U.A. Tukeev // Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. – Almaty. – 2009. – V. 63, №. 4. – P. 66-70. (In Russian).
11. Biyashev R.G. Primenenie nepozitsionnykh sistem schisleniya pri kriptograficheskoi zashchite informatsii. / R.G. Biyashev, V.M. Amerbaev, S.E. Nysanbaeva // Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. – Almaty. – 2005. – № 3. – S. 84-89. (In Russian).
12. Khutorskoi A.V. Chelovek i ego izmenenie v telekommunikatsionnykh sistemakh / A.V. Khutorskii // Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. – Moskva. – 2004. – S. 145-152. (In Russian).
13. Puhakainen P. Improving employees' compliance through information systems security training: an action research study / P. Puhakainen, M. Siponen // MIS Quarterly. – 2010. – Vol. 34, Issue 4. – P. 767. (In English).
14. Ortalo R. Experimenting with Quantitative Evaluation Tools for Monitoring Operational Security / R. Ortalo, Y. Deswarte, M. Kaaniche // IEEE Transactions on Software Engineering. –1999. – V. 25. – P. 633-650. (In English).
15. Akhmetov B.S. Vliyanie metodicheskoi sistemy obucheniya na razrabotku i primeneniye sredstv informatizatsii v vuze / B.S. Akhmetov, E.Y. Bidaibekov, A.G. Kazmagambetov // Mezhdunarodnyi kongress konferentsii «Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii». – Moskva. – 2003. – S. 112-113. (In Russian).
16. Akhmetov B.S. Modelirovaniye informatsionnoi obrazovatel'noi sredy vuza: nauchnoe izdanie / B.S. Akhmetov, V.V. Yavorskii; M-vo obrazovaniya i nauki RK, Karagandinskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet. – Karaganda: KaRGU, 2006. – 251 s. (In Russian).

Б.С. Ахметов¹, В.А. Лахно², Л.М. Кыдыралина³

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
050010, Республика Казахстан, город Алматы, проспект Достык, 13

²Национальный университет биоресурсов и природопользования,
030414, Украина, г. Киев, ул. Героев Оборона, 15

³Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А, *e-mail: lazat_75@mail.ru

ОБЗОР И АНАЛИЗ ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КИБЕРЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В статье рассмотрены предпосылки формирования безопасной информационной образовательной среды современного вуза. Проанализированы публикации

отечественных и ведущих зарубежных исследований. Проведен обзор и анализ предыдущих исследований в области киберзащиты информационного пространства учебных заведений. Проведен анализ опубликованных публикаций по данной теме. Проведенный анализ подтвердил актуальность проблемы дальнейшего развития моделей для ВКС в задачах непрерывного взаимного инвестирования системы КС вузов. Проведен анализ публикаций по результатам исследований по использованию сетей Петри для описания модели угроз объектов информатизации. Хотя эти работы вносят значительный теоретический вклад в эту задачу, на наш взгляд, программная реализация предложенных авторами моделей, в частности АН, в ВКИП и СС по ИБ и КБ, несколько затруднена. Это, в свою очередь, требует дополнительных исследований.

Ключевые слова: кибербезопасность, информационная образовательная среда вуза, моделирование, сеть Петри, защита информации, электронная информационная образовательная среда вуза, метод, модель.

B.S. Akhmetov¹, V.A. Lakhno², L.M. Kydyralina³

¹Abai atyndagi Kazakh ulttyk pedagogicalyq University,
050010, Republic of Kazakhstan, Almaty city, 13 Dostyk Avenue

²Bioresourstar zhane tabigatty paidalan ulttyk University,
030414, Ukraine, Kiev, Geroyev Oborona str., 15

³Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

*e-mail: lazat_75@mail.ru

REVIEW AND ANALYSIS OF PREVIOUS RESEARCH IN THE FIELD OF CYBER PROTECTION OF THE INFORMATION SPACE OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

The article considers the prerequisites for the formation of a secure information and educational environment of a modern university. Publications of domestic and leading foreign studies were analyzed. An overview and analysis of previous research in the field of cybersecurity of the information space of educational institutions was carried out. The analysis of publications published on this topic was carried out. The analysis confirmed the relevance of the problem of further development of models for VHS in the tasks of continuous mutual investment of the system of higher education institutions. Analysis of publications based on the results of research on the use of Petri nets to describe the model of cyber threats of informatization objects was carried out. Although these works make a significant theoretical contribution to this task, in our opinion, the programmatic implementation of the models proposed by the authors, in particular, The an in the ICIS and ICS on ICS, is somewhat difficult. This, in turn, requires additional research.

Key words: cybersecurity, University information and educational environment, modeling, Petri nets, information security, electronic information and educational environment of universities, method, model.

Авторлар туралы мәліметтер

Бахытжан Сражатдинович Ахметов – Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, техника ғылымдарының докторы, профессор, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: b_akhmetov@ntu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5622-2233>.

Валерий Анатольевич Лахно – Биоресурсстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті, техника ғылымдарының докторы, профессор, Киев қ., Украина. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9695-4543>.

Лазат Муктаровна Кыдыралина* – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті КеАҚ, PhD, Семей қ. Қазақстан, e-mail: lazat_75@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2836-0919>.

Сведения об авторах

Бахытжан Сражатдинович Ахметов – Казахский национальный педагогический университет имени Абая, доктора технических наук, профессор, г. Алматы, Казахстан, e-mail: b_akhmetov@ntu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5622-2233>.

Валерий Анатольевич Лахно – Национальный университет биоресурсов и природопользования, доктор технических наук, профессор, Г. Киев, Украина. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9695-4543>.

Лазат Муктаровна Кыдыралина* – Университет имени Шакарима г. Семей, PhD, г. Семей Казахстан, e-mail: lazat_75@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2836-0919>.

Information about the authors

Bakhytzhhan Bogatdinovich Akhmetov – Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Doctor of Technical Sciences, Professor, Almaty, Kazakhstan, e-mail: b_akhmetov@ntu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5622-2233>.

Valery Anatolyevich Lakhno – National University of Bioresources and Environmental Management, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kiev, Ukraine. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9695-4543>.

Lazat Muktarovna Kydyralina – Shakarim University, PhD, Semey K. Kazakhstan, e-mail: lazat_75@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2836-0919>.

Редакцияға енуі 01.03.2024

Өңдеуден кейін түсуі 03.03.2024

Жариялауға қабылданды 05.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-5

MPHTI: 50.43.15



А.П. Смирнов, Е.С. Риттер*, А.А. Савостин, Д.В. Риттер, С.С. Молдахметов

Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева,
150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86

*e-mail: esritter@ku.edu.kz

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ И ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ

Аннотация: В данной статье рассмотрен принцип работы потенциометрического уровнемера для измерения уровня электропроводной жидкости в резервуаре. Электропроводная жидкость измеряется уровнемером косвенным методом в заземленном резервуаре. Устройство состоит из сенсора с низким электрическим сопротивлением, генератора переменного тока, металлической стенки резервуара и усилителя слабого сигнала.

Нелинейность передаточной функции не позволяет использовать измеренные значения сенсора без предварительной линеаризации. Поэтому необходимо разработать модель сенсора в электропроводной жидкости и выявить факторы, влияющие на точность измерения уровня.

Для оценки точности измерений в статье представлена модель электрического поля внутри электролита, создаваемого сенсором потенциометрического уровнемера в резервуаре с цилиндрической стенкой. Используются численные методы, основанные на методе конечных элементов, для расчета потенциалов и токов внутри электролита. Модель конечного элемента и конечно-элементная сетка позволили рассмотреть передачу потенциалов между конечными элементами.

Показано, что погрешность измерения уровня в потенциометрическом уровнемере имеет недопустимую величину и зависит от уровня жидкости и от расположения измерителя уровня.

На основе полученной модели были определены факторы, влияющие на измеренное значение уровня жидкости, и выполнено вычисление абсолютной и относительной погрешностей измерения. Так же определены дальнейшие шаги по улучшению точности измерения уровнемера.

Ключевые слова: потенциометрический метод, измеритель уровня, уровнемер, численные методы моделирования, метод конечных элементов, погрешность измерения.

Введение

В современной промышленности датчики уровня играют ключевую роль в обеспечении эффективного контроля и управления процессами, связанными с жидкостями [1]. Уровнемеры обеспечивают прецизионный мониторинг и автоматизацию различных производственных процессов. Их важность обусловлена не только повышением производительности, но и снижением рисков аварийных ситуаций, контролем качества продукции, а также экономией ресурсов, таких как вода и сырье. Поэтому важно обеспечить точность измерения уровня на производстве [2, 3].

Принцип действия потенциометрического уровнемера известен давно [4, 5], но нелинейность передаточной функции измерителя не позволяет использовать измеренное значение сенсора без линеаризации передаточной функции. Поэтому необходимо построить модель сенсора в электропроводной жидкости и определить факторы, влияющие на точность измерения измерителя.

Принцип измерения уровня потенциометрическим уровнемером

Принцип измерения уровня потенциометрическим уровнемером показан на рисунке 1.

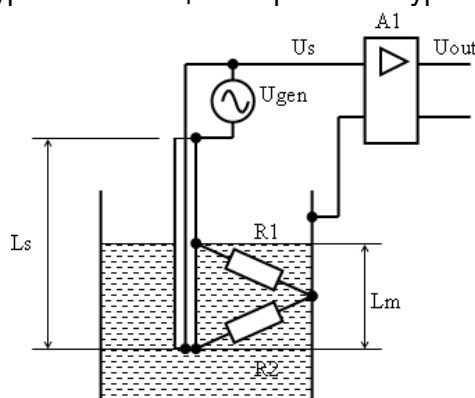


Рисунок 1 – Функциональная схема измерения уровня потенциометрическим уровнемером

Уровень электропроводной жидкости измеряется потенциометрическим уровнемером в заземленном резервуаре косвенным методом.

Уровнемер состоит из сенсора в виде трубы с низким электрическим сопротивлением, генератора переменного тока U_{gen} , металлической стенки резервуара и усилителя $A1$ слабого сигнала U_s .

Между трубой и стенкой резервуара соединены множество сопротивлений электропроводной жидкости. Так как они соединяются с нулевым потенциалом стенки резервуара, то они преобразованы в виде двух эквивалентных сопротивлений $R1$ и $R2$, соединённых со стенкой резервуара. Сопротивления $R1$ и $R2$ образуют делитель напряжения на части стержня, погруженного в жидкость.

Измеренное напряжение U_s в нижнем конце сенсора относительно стенки резервуара будет пропорционально уровню жидкости в резервуаре относительно нулевого потенциала стенки резервуара:

$$U_s = U_{gen} \frac{L_m}{L_s} \frac{R2}{R1 + R2} \quad (1)$$

где L_m – измеряемый уровень жидкости;

L_s – длина сенсора уровнемера.

Сопротивления резисторов $R1$ и $R2$ не равны из-за разных граничных условий в верхней части сенсора и в нижней части сенсора и, вследствие этого, различаются распределением электрических токов сверху и снизу сенсора.

Методы исследования

Метод моделирования электрического поля в электролите, созданного сенсором стержневого потенциометрического уровнемера внутри электропроводной цилиндрической стенки.

Для решения математической модели на микроуровне применяются численные методы, основанные на дискретизации независимых переменных. В результате дискретизации непрерывные области изменения значений заменяются множествами значений в узловых точках, которые рассматриваются как узлы некоторой сетки. Поэтому методы решения уравнений в частных производных называют также сеточными, наибольшее распространение из которых получили метод конечных разностей (МКР) и метод конечных элементов (МКЭ) [6, 7, 8].

Будем выполнять моделирование электрического поля в электролите в статическом режиме, то есть установившемся во времени [9, 10, 11].

Для моделирования электрического поля в электролите необходимо выполнить:

- создание модели конечного элемента,
- построение конечно-элементной сетки,
- расчёт потенциала в каждой точке объёма в электролите,
- и из этого получить картину потенциалов и токов.

Моделирование электрического поля в электролите с цилиндрической стенкой проще выполнить в полярных координатах. Распространение потенциалов и токов в концентрической конструкции одинаковое в любом радиальном направлении. Поэтому достаточно рассмотреть передачи потенциалов в одной вертикальной плоскости, чтобы получить картину потенциалов и токов во всем объёме в электролите.

Создадим модель конечного элемента и выполним построение конечно-элементной сетки. Разобьём тело электролита на равные кубики в полярных координатах с размером, равным радиусу сенсора $1R=5$ мм. Примем в модель условие, что удельная электропроводность электролита постоянная и одинаковая во всех конечных элементах электролита.

Схема передачи потенциалов между конечными элементами электролита в горизонтальном слое показана на рисунке 2. На рисунке изображен один сектор передачи потенциалов из шести. Другие секторы такие же и расположены радиально через каждые 60° .

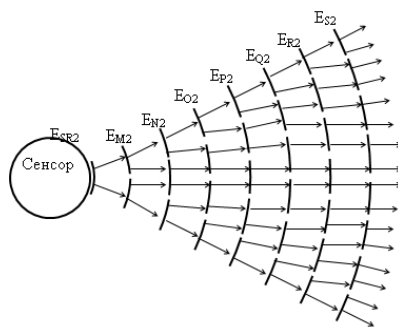


Рисунок 2 – Схема передачи потенциалов между каждым конечными элементами внутри электролита в горизонтальном слое

Каждый концентрический отрезок на рисунке 2 обозначает вертикальную грань конечных элементов цилиндрической поверхности с площадью $\frac{2\pi R}{6} \cdot R$, а количество отрезков, например, на линии равного потенциала EN2, обозначает сектор цилиндрической поверхности с площадью $3 \cdot \frac{2\pi R}{6} \cdot R$. Передачи потенциалов происходит через контактирующие грани соседних конечных элементов. Направление передачи потенциалов от одной вертикальной грани к следующей грани показано стрелками между поверхностями.

Передачи потенциалов в одном вертикальном слое показаны стрелками между конечными элементами на рисунке 3.

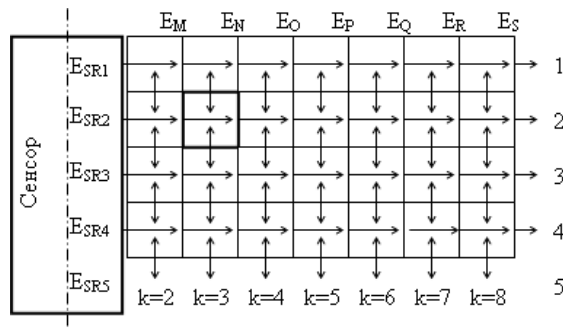


Рисунок 3 – Передачи потенциалов между конечными элементами в теле электролита в вертикальном слое

Число M, N, O означает порядковый номер концентрического слоя в электролите.

Число EM, EN означает потенциал дальней вертикальной грани конечных элементов.

Число k – количество контактирующих конечных элементов в горизонтальном слое.

Под действием электрического поля внутри электролита протекают электрические токи в направлении от большего потенциала к меньшему потенциалу перпендикулярно линиям равного потенциала. В результате протекания электрических токов внутри электролита образуется совокупность значений потенциалов электрического поля [12, 13].

Составим уравнение электрических токов в электролите по закону Кирхгофа [14], например, в конечном элементе N2, который выделен толстой линией на рисунке 3.

$$y_L(k-1)(E_{M2} - E_{N2}) + y_L k(E_{N1} - E_{N2}) + y_L k(E_{N3} - E_{N2}) + y_L(k+1)(E_{O2} - E_{N2}) = 0 \quad (1)$$

где y_L – удельная электропроводность электролита.

Решая уравнение, получим:

$$E_{N2} = \frac{\frac{k-1}{k}E_{M2} + E_{N1} + E_{N3} + \frac{k+1}{k}E_{O2}}{4} \quad (2)$$

Множители слагаемых в формуле учитывают увеличение конечных элементов в горизонтальном слое внутри электролита с увеличением радиуса от сенсора. Для остальных конечных элементов внутри электролита формула расчёта потенциала аналогична.

Результаты исследования

Выполним численное моделирование передачи потенциала между конечными элементами внутри электролита в одном вертикальном слое расчётом в программе MatLab методом итерации вычислений потенциалов конечных элементов. При этом введем в модель краевые условия, что потенциал электропроводной цилиндрической стенки равен 0 и что ток в электропроводную цилиндрическую стенку, помещённую в поле потенциалов, равен 0. Подключим к краям сенсора источник тока такой, чтобы напряжение между конечными элементами сенсора изменялось на единицу напряжения, для наглядности.

На рисунке 4 приведено моделирование электрического потенциала внутри электролита с электропроводной цилиндрической стенкой, удалённой на расстояние $8R$ от сенсора.

В центре таблицы помещён сенсор потенциометрического уровнемера на глубину от +20 до -20 единиц потенциала в сенсоре. Сенсор выделен в таблице серым цветом. Выше середины сенсора условно потенциал отрицательный, ниже середины сенсора условно потенциал положительный. Строка потенциалов на середине сенсора выделена зелёным цветом.

Слева, справа и ниже сенсора равномерно расположены секторы цилиндрической поверхности электролита. Шаг секторов цилиндрической поверхности электролита выбрано в единицах радиуса сенсора $1R=5$ мм.

Таблица 2 – Зависимость абсолютной и относительной погрешностей измерения уровня от глубины сенсора в электролите

Глубина сенсора в электролите L, мм	30	45	70	100	150	225	340	500	750	1100
Абсолютная погрешность измерения уровня Δm , мм	-3,70	-4,38	-5,14	-5,24	-5,50	-5,68	-5,82	-5,90	-5,96	-6,00
Относительная погрешность измерения уровня δ , %	12,33	9,73	7,34	5,24	3,67	2,52	1,71	1,18	0,79	0,55

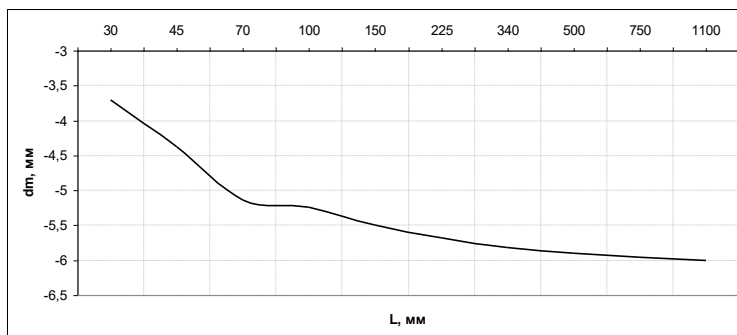


Рисунок 6 – Зависимость абсолютной погрешности измерения уровня от глубины сенсора в электролите внутри вертикальной электропроводной цилиндрической стенкой

Если помещать горизонтальную стенку на расстоянии $4R...30R$ ниже сенсора, то распределение поля потенциалов изменится. Влияние расстояния от сенсора до горизонтальной стенки в электролите на абсолютную и относительную погрешности измерения уровня приведено в таблице 3 и рисунке 7. Вычисления проводились при погружении зонда на глубину 200 мм.

Таблица 3 – Зависимость абсолютной и относительной погрешностей измерения уровня от расстояния сенсора до горизонтальной стенки

Расстояние от сенсора до горизонтальной стенки S, мм	20	30	45	70	100	150
Абсолютная погрешность измерения уровня Δm , мм	-38,56	-21,54	-11,02	-6,58	-5,72	-5,64
Относительная погрешность измерения уровня δ , %	19,28	10,77	5,51	3,29	2,86	2,82

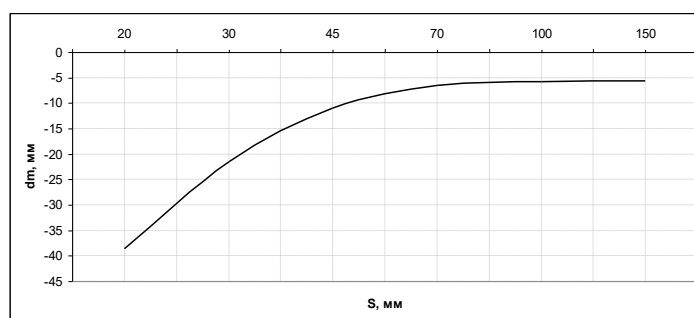


Рисунок 7 – Зависимость абсолютной погрешности измерения уровня от расстояния сенсора до горизонтальной стенки

Обсуждение научных результатов

В результате моделирования стержневого уровнемера в электролите выявлено, что:

1. Стержневой уровнемер имеет систематическую погрешность измерения уровня 3,7–6,0 мм, представленную в рисунке 6, что соответствует относительной погрешности измерения $\delta=0,55\text{--}12,3\%$. Систематическая погрешность измерения уровня проявляется в изменении поля потенциалов в электролите при изменении глубины стержневого уровнемера в электролите. Измеряемый уровень электролита возможно вычислить по формуле $L = k(U_s + \Delta s_{ist} + \Delta r_{and})$,

где k – масштабирующий коэффициент распределения потенциала в сенсоре в зависимости от длины сенсора;

U_s – измеренное напряжение в нижнем конце сенсора относительно стенки резервуара;

Δ_{sist} – систематическая погрешность измерения напряжения;

Δ_{rand} – случайная погрешность измерения напряжения.

Если ввести в вычислитель таблицу коррекции систематической погрешности, то погрешность измерения уровня уменьшится.

2. Стержневой уровнемер имеет дополнительную погрешность измерения уровня от положения уровнемера, представленную на рисунке 7. При условии, что положение уровнемера не будут регулировать, и это вероятно, то эта дополнительная погрешность измерения уровня становится случайной погрешностью измерения уровня. А эта дополнительная погрешность соответствует относительной погрешности измерения уровня $\delta=2,8-19,3\%$, что является не допускаемой величиной в сравнении с другими уровнемерами.

3. Уменьшить дополнительную погрешность измерения уровня и, следовательно, уменьшить случайную погрешность измерения уровня возможно введением экранирования и изолирования электрического поля от случайных факторов воздействия путем улучшения конструкции измерителя.

Заключение

Моделирование стержня в электролите методом конечных элементов позволяет моделировать любую конфигурацию среды с разными условиями электропроводности жидкости и расположения сенсора. Результаты моделирования позволяют оценить погрешность измерения устройства, основанного на потенциометрическом методе измерения. Описанный метод моделирования может быть применен для емкостного уровнемера с составлением уравнений диэлектрической проводимости измеряемой среды [15].

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP13268797).

Список литературы

1. Mohindru P. Development of liquid level measurement technology: A review / P. Mohindru // Flow Measurement and Instrumentation. – 2023. – № 89. – С. 30-43.
2. Седалищев В.Н. Методы и средства измерений неэлектрических величин: учеб. пособие / В.Н. Седалищев. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. – 160 с.
3. Бегунов, А.А. Выбор средств и методик измерений / А.А. Бегунов, В.Л. Иванов, Е.А. Травина. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 25 с.
4. Пат. US20190049282A1 США. Sensor array for the potentiometric measurement of a fill level in a container / Daniel B., Peter F.; заявитель и патентообладатель Baumer Electric AG.; опубл. 14.02.19. – 7 с.
5. Staff E. Potentiometric Level Measurement Principle [Электрон. ресурс] / E. Staff // Inst Tools. – 2017. URL: <https://instrumentationtools.com/potentiometric-level-measurement-principle> (дата обращения 02.09.23).
6. Алексеев, Г.В. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений: учеб. пособие / Г.В. Алексеев. – Владивосток: Владивосточный федеральный университет, 2010. – С. 19-29.
7. Абиев Р.Ш. Алгоритмизация расчетов технологического оборудования. Введение в метод конечных разностей: учеб. пособие / Р.Ш. Абиев. – СПб.: Изд-во НИИ химии СПбГУ, 2016. – С. 19-59.
8. Enriched finite element approach for modeling discontinuous electric field in multi-material problems / C. Narváez-Muñoz, M.R. Hashemi, P.B. Ryzhakov et al // Finite Elements in Analysis and Design. – 2023. – № 225.
9. Dimitrios G. Essentials of the Finite Element Method / G. Dimitrios // Academic Press/ – 2015. – P. 1-18.

10. Tan C.M. Applications of Finite Element Methods for Reliability Study of ULSI Interconnections / C.M. Tan, W. Li, Z. Gan // *Microelectronics Reliability*. – 2012. – № 8. – P. 1539-1545.
11. An improvement of the finite-element method for computing the electric field of waveguides with complex geometry / S. Rodríguez-Mattalia, L. Nuño, L. Jódar, J.V. Balbastre // *Mathematical and Computer Modelling*. – 2005. – № 41. – P. 791-805.
12. Гайдукова, Е.В. Численные методы в гидрологии: учеб. пособие / Е.В. Гайдукова, Н.В. Викторова. – СПб.: РГГМУ, 2019. – С. 18-24.
13. Калиткин Н.Н. Численные методы. Методы математической физики: учебник для студ. учреждений высш. проф. Образования / Н.Н. Калиткин, П.В. Корякин. – М: Академия, 2013. – С. 103.
14. Матвиенко В.А. Основы теории цепей: учеб. пособие для вузов / В.А. Матвиенко. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2016. – С. 42-32.
15. Датчики: Справочное пособие / В.М. Шарапов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой, Г.Г. Ишанин. – М: Техносфера, 2012. – 624 с.

References

1. Mohindru P. Development of liquid level measurement technology: A review / P. Mohindru // *Flow Measurement and Instrumentation*. – 2023. – № 89. – S. 30-43. (In English).
2. Sedalishchev V.N. Metody i sredstva izmerenii neelektricheskikh velichin: ucheb. posobie / V.N. Sedalishchev. – Barnaul: IzD-vo AITGTU, 2010. – 160 s. (In Russian).
3. Begunov, A.A. Vybór sredstv i metodik izmerenii / A.A. Begunov, V.L. Ivanov, E.A. Travina. – SPb: Universitet ITMO, 2019. – 25 s. (In Russian).
4. Pat. US20190049282A1 SSHA. Sensor array for the potentiometric measurement of a fill level in a container / Daniel B., Peter F.; заявитель i патентообладатель Baumer Electric AG.; opubl. 14.02.19. – 7 s. (In English).
5. Staff E. Potentiometric Level Measurement Principle [Ehlektron. resurs] / E. Staff // *Inst Tools*. – 2017. URL: <https://instrumentationtools.com/potentiometric-level-measurement-principle> (data obrashcheniya 02.09.23). (In English).
6. Alekseev, G.V. Vvedenie v chislennyye metody resheniya differentsial'nykh uravnenii: ucheb. posobie / G.V. Alekseev. – Vladivostok: Vladivostochnyi federal'nyi universitet, 2010. – S. 19-29. (In Russian).
7. Abiev R.SH. Algoritmizatsiya raschetov tekhnologicheskogo oborudovaniya. Vvedenie v metod konechnykh raznostei: ucheb. posobie / R.SH. Abiev. – SPb.: Izd-vo NII khimii SPBGU, 2016. – S. 19-59. (In Russian).
8. Enriched finite element approach for modeling discontinuous electric field in multi-material problems / C. Narváez-Muñoz, M.R. Hashemi, P.B. Ryzhakov et al // *Finite Elements in Analysis and Design*. – 2023. – № 225. (In English).
9. Dimitrios G. Essentials of the Finite Element Method / G. Dimitrios // *Academic Press*/ – 2015. – P. 1-18. (In English).
10. Tan C.M. Applications of Finite Element Methods for Reliability Study of ULSI Interconnections / C.M. Tan, W. Li, Z. Gan // *Microelectronics Reliability*. – 2012. – № 8. – R. 1539-1545. (In English).
11. An improvement of the finite-element method for computing the electric field of waveguides with complex geometry / S. Rodríguez-Mattalia, L. Nuño, L. Jódar, J.V. Balbastre // *Mathematical and Computer Modelling*. – 2005. – № 41. – R. 791-805. (In English).
12. Gaidukova, E.V. Chislennyye metody v gidrologii: ucheb. posobie / E.V. Gaidukova, N.V. Viktorova. – SPb.: RGGMU, 2019. – S. 18-24. (In Russian).
13. Kalitkin N.N. Chislennyye metody. Metody matematicheskoi fiziki: uchebnik dlya stud. uchrezhdenii vyssh. prof. Obrazovaniya / N.N. Kalitkin, P.V. Koryakin. – M: Akademiya, 2013. – S. 103. (In Russian).
14. Matvienko V.A. Osnovy teorii tsepei: ucheb. posobie dlya vuzov / V.A. Matvienko. – Ekaterinburg: UMTS UPI, 2016. – S. 42-32. (In Russian).
15. Datchiki: Spravochnoe posobie / V.M. Sharapov, E.S. Polishchuk, N.D. Koshevoi, G.G. Ishanin. – M: Tekhnosfera, 2012. – 624 s. (In Russian).

А.П. Смирнов, Е.С. Риттер*, А.А. Савостин, Д.В. Риттер, С.С. Молдахметов
Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
150000, Қазақстан Республикасы, Петропавл, Пушкин к-сі, 86
*e-mail: esritter@ku.edu.kz

ДЕҢГЕЙДІҢ ПОТЕНЦИОМЕТРИЯЛЫҚ ДАТЧИГИН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ АҚАУЫН БАҒАЛАУ

Бұл мақалада резервуардағы электр өткізгіш сұйықтықтың деңгейін өлшеу үшін Потенциометриялық деңгей өлшегіштің жұмыс принципі қарастырылған. Электр өткізгіш сұйықтық Жерге тұйықталған резервуардағы жанама әдіспен деңгей өлшегішпен өлшенеді. Құрылғы төмен электр кедергісі бар сенсордан, айнымалы ток генераторынан, металл резервуар қабырғасынан және әлсіз сигнал күшейткішінен тұрады.

Беріліс функциясының сызықтық значенястігі сенсордың өлшенген мәндерін алдынала сызықтандырусыз пайдалануға мүмкіндік бермейді. Сондықтан электр өткізгіш сұйықтықтағы сенсор моделін жасап, деңгейді өлшеу дәлдігіне әсер ететін факторларды анықтау қажет.

Өлшеу дәлдігін бағалау үшін мақалада цилиндрлік қабырғалы резервуардағы Потенциометриялық деңгей өлшегіш сенсоры жасаған электролит ішіндегі электр өрісінің моделі келтірілген. Электролит ішіндегі потенциалдар мен токтарды есептеу үшін ақырлы элементтер әдісіне негізделген сандық әдістер қолданылады. Ақырлы элемент моделі және ақырлы элемент торы ақырлы элементтер арасындағы потенциалдардың берілуін қарастыруға мүмкіндік берді.

Потенциометриялық деңгей өлшегіштегі деңгейді өлшеу қателігі жол берілмейтін мәнге ие және сұйықтық деңгейіне және деңгей өлшегіштің орналасуына байланысты болатындығы көрсетілген.

Алынған модель негізінде сұйықтық деңгейінің өлшенген мәніне әсер ететін факторлар анықталды және абсолютті және салыстырмалы өлшеу қателіктері есептелді. Деңгей өлшегіштің өлшеу дәлдігін жақсартудың келесі қадамдары да анықталды.

Түйін сөздер: *потенциометриялық әдіс, деңгей өлшегіш, модельдеудің сандық әдістері, ақырғы элементтер әдісі, өлшеу ақауы.*

A.P. Smirnov, E.S. Ritter*, A.A. Savostin, D.V. Ritter, S.S. Moldakhmetov
North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev,
150000, Kazakhstan, Petropavlovsk, st. Pushkin, 86
*e-mail: esritter@ku.edu.kz

MODELING OF A POTENTIOMETRIC LEVEL SENSOR AND ERROR ASSESSMENT

This article discusses the principle of operation of a potentiometric level meter for measuring the level of an electrically conductive liquid in a vessel. An electrically conductive liquid is measured by an indirect method in a grounded tank. The device consists of a sensor with low electrical resistance, an alternator, a metal vessel wall and a small signal amplifier.

The nonlinearity of the transfer function does not allow the measured values of the sensor to be used without preliminary linearization. Therefore, it is necessary to develop a sensor model in an electrically conductive liquid and determine factors affecting the accuracy of level measurement.

To assess the accuracy of measurements, the article presents a model of the electric field inside the electrolyte created by a sensor of a potentiometric level meter in a vessel with a cylindrical wall. Numerical methods based on the finite element method are used to calculate potentials and currents inside the electrolyte. The finite element model and the finite element grid allows to consider the transfer of potentials between finite elements.

It is shown that the level measurement error in a potentiometric level meter has an unacceptable value and depends on the liquid level and on the location of the level meter.

Based on the obtained model, the factors influencing the measured value of the liquid level were determined and the absolute and relative measurement errors were calculated. Further steps have also been identified to improve the accuracy of measuring the level gauge.

Key words: potentiometric method, level meter, level sensor, numerical modeling methods, finite element method, measurement error.

Сведения об авторах

Андрей Петрович Смирнов – докторант, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Республика Казахстан, e-mail: gprsboost03@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1220-2657>.

Екатерина Сергеевна Риттер* – PhD, доцент, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Республика Казахстан, e-mail: esritter@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1201-1247>.

Алексей Александрович Савостин – профессор, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Республика Казахстан, e-mail: asavostin@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5057-2942>.

Дмитрий Викторович Риттер – профессор, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Республика Казахстан, e-mail: dritter@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8574-5834>.

Саят Сайранович Молдахметов – PhD, доцент, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Республика Казахстан, e-mail: ssmoldahmetov@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2432-7983>.

Авторлар туралы мәліметтер

Андрей Петрович Смирнов – докторант, «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы, Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: gprsboost03@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1220-2657>.

Екатерина Сергеевна Риттер* – PhD, доцент, «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы, Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: esritter@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1201-1247>.

Алексей Александрович Савостин – профессор, «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: asavostin@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5057-2942>.

Дмитрий Викторович Риттер – профессор, «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: dritter@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8574-5834>.

Саят Сайранович Молдахметов – PhD, доцент, «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы, Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: ssmoldahmetov@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2432-7983>.

Information about the authors

Andrey Smirnov – doctoral student, «Energetic and radioelectronics» chair, Manash Kozybayev North Kazakhstan university, Kazakhstan, e-mail: gprsboost03@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1220-2657>.

Ritter Ekaterina* – PhD, associate professor, «Energetic and radioelectronics» chair, Manash Kozybayev, e-mail: esritter@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1201-1247>.

Alexey Savostin – professor, «Energetic and radioelectronics» chair, candidate of technical sciences, associate professor, Manash Kozybayev, e-mail: asavostin@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5057-2942>.

Dmitry Ritter – professor, «Energetic and radioelectronics» chair , candidate of technical sciences, associate professor, Manash Kozybayev, e-mail: dritter@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8574-5834>.

Sayat Moldakhmetov – PhD, associate professor, «Energetic and radioelectronics» chair, Manash Kozybayev, e-mail: ssmoldahmetov@ku.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2432-7983>.

Поступила в редакцию 27.02.2024

Принята к публикации 14.03.2024

G.A. Zhumadilova^{1*}, A.M. Muratbaev¹, B.A. Lobasenko², A.K. Bazanova¹

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Kemerovo State University,
650000, Russian Federation, Kemerovo, 6 Krasnaya Street

*e-mail: zhumadilovaga@mail.ru

PROSPECTS FOR THE USE OF PROBIOTIC ENCAPSULATION PROCESS

Abstract: *This article discusses the various types, encapsulation stages, and polymers for encapsulating probiotics. The article reflects several methods of encapsulation, such as spray drying, spray freezing, emulsification, extrusion method, etc. Encapsulation allows isolating the encapsulated material from the surrounding environment until its release occurs. The structure formed by the encapsulating agent around the encapsulated material can be tailored to protect the contents and ensure their release under certain conditions. The size of capsules can range from submicron to several millimeters, and their shape can vary. The content of the capsule can be released through various pathways: mechanical rupture of the capsule, dissolution of the capsule, melting of the capsule, or diffusion through the capsule wall.*

In our time, a large number of people suffer from gastrointestinal diseases. Encapsulation of dietary supplements (BAA) will help replenish the deficiency of microelements in the human body. The article demonstrates that the use of encapsulated forms of probiotic cultures in the food industry, especially in the production of dairy products, will not only preserve the viability of the applied microorganisms but also provide favorable conditions for their development in the human body.

Key words: *encapsulation, probiotics, viability, capsule, gastrointestinal tract, polymers*

Given the significant role of gut microbiota in shaping the immunobiological reactivity of the body, the exclusive importance lies in the creation and use of functional food products based on microorganisms belonging to the normal physiological inhabitants of a healthy human intestine.

According to modern requirements imposed on these products, probiotic bacteria must be present in quantities corresponding to the therapeutic dose (no less than 1·10⁸ CFU/g of the product), maintain viability throughout the product's shelf life, and survive in the human gastrointestinal tract [1]. However, to date, numerous studies indicate that a significant portion of probiotic cells loses its activity due to the death of microorganisms during the storage of products, as well as during the passage through the gastrointestinal tract. The reasons for this are low pH values of the stomach, the influence of gastric acid, and pepsin in the gastric juice, etc. The most promising direction for solving this problem is the use of a specific case of the bacterial cell immobilization process – encapsulation [2].

Encapsulation is a physico-chemical or mechanical process of enclosing small particles of a substance (solid, liquid, or gaseous) in a shell of a film-forming material to obtain particles with diameters ranging from several nanometers to several millimeters [3, 4].

The process of encapsulating microorganisms involves creating polymeric systems in the form of hydrogel matrices and microcapsules with immobilized microbial cells. The capsules have a dense outer shell that serves the role of a semi-permeable membrane, and an internal liquid content. Microorganism cells are localized within the matrix formed inside the capsules, where they can reproduce directly [5].

Initially, the encapsulation of biologically active substances was carried out to enhance their effectiveness, reduce toxicity, or for their stabilization, primarily – in the pharmaceutical industry and

pesticide production. Today, encapsulation is a rapidly developing technology that has found broad applications in various sectors of industry, serving as a notable example of utilizing microtechnologies in the fields of food science and biotechnology [6].

In the food industry, encapsulation of bioactive components is used to regulate oxidation-reduction reactions, adjust taste, color, and smell, and increase lifespan expiration date, etc. Currently, encapsulation of lactic acid bacteria, both starter cultures and probiotics, has become widespread to protect them in the gastrointestinal tract from acidic pH values, which makes it possible to increase the production of new technologies of functional food products [7].

The technology of encapsulation is gaining increasing interest in the field of biotechnology, because, in addition to increasing the survival rate of probiotic cultures in dairy products and in the gastrointestinal tract, it can protect cells from bacteriophages, increases their survival during drying and freezing, stabilizes quality indicators and increases expiration date of products. Moreover, encapsulated cultures provide greater stability of cells and high production of metabolites at a high agitation rate.

The encapsulating substance must be safe and capable of forming a barrier to protect probiotics.

There are various types of encapsulation, such as the «reservoir» type and the matrix type. In the first case, the encapsulating material forms a shell around the encapsulated material and, consequently, may be referred to as a capsule. In the matrix type, the active agent is dispersed in the carrier material but can also be present on the surface of the encapsulating substance. The combination of these two methods allows obtaining a third type of encapsulation – matrix, where the active agent is covered by a film [8].

The viability of encapsulated probiotic cells depends on the physicochemical properties of the capsules. For scientists conducting the encapsulation process, the following parameters are crucial: the type and concentration of the covering material, particle size, initial cell count, and the strain of certain bacteria. In the case of probiotic encapsulation, the task is not only to protect cells from adverse conditions but also to maintain them in a viable state with metabolic activity in the intestine. The obtained capsules should be insoluble in water and stable in foods and in the upper gastrointestinal tract, and the encapsulating polymer must allow for the gradual release of cell contents during intestinal digestion [9].

The encapsulation technology typically involves three stages.

The first stage involves incorporating bioactive components into a liquid or solid matrix. In the case where the base is a liquid, incorporation will occur through dissolution or dispersion in the matrix. If the base is a solid substance, introduction will be done through methods like agglomeration or adsorption.

In the second stage, the liquid matrix is dispersed, and the solution is sprayed onto the solid matrix.

Various materials are used for encapsulation, such as alginate, gellan gum, chitosan, pectin, etc.

Alginate hydrogels are widely used in cell encapsulation, and calcium alginate is preferred for encapsulating probiotics due to its simplicity of use, non-toxicity, biocompatibility, and low cost. The use of coating microcapsules with alginate during encapsulation is a popular research direction in the field of probiotic encapsulation. In addition to providing additional cell protection, such coatings can possess other beneficial properties, such as controlling the release of probiotic cells. The most popular material used for coating is the polysaccharide chitosan. Research has shown that a multilayer coating of chitosan on capsules enhances protective properties and can be applied to improve the survival of probiotic cells in highly acidic food systems, such as pomegranate juice.

Pectic substances, or pectins, are polysaccharides formed primarily from residues of galacturonic acid. They are present in all higher plants, especially in fruits, and some seaweeds. Serving as a structural element in plant tissues, pectins contribute to maintaining their rigidity, enhancing the resistance of plants to wilting, and the stability of vegetables and fruits during storage. Used in the food industry – as structuring formers (gelling agents), thickeners, as well as in the medical and pharmaceutical industries as physiologically active substances with beneficial properties for the human body. On an industrial scale, pectic substances are primarily obtained from apple and citrus pomace, sugar beet pulp, and sunflower husks.

Gelatin is a product of the destruction of collagen, the connective tissue protein in animals. The production of gelatin can be carried out through the following methods: acid, alkaline, enzymatic,

and steam extraction under high pressure. In the USA, food-grade gelatin is produced using acidic treatment of frozen pig skin, while in domestic food industry gelatin is obtained through alkaline treatment of bones and skins from pigs and cows.

Thus, the use of hydrophilic polymers for the encapsulation of probiotics is promising and contributes to the high viability of cells under the influence of aggressive conditions in the gastrointestinal tract.

An important aspect in the encapsulation process is the selection of the encapsulation method. Choosing the encapsulation method allows selecting the encapsulating material based on the morphological characteristics of the obtained capsules.

There are several encapsulation methods, such as spray drying, spray-freeze drying, emulsification, extrusion methods, and etc.

Spray drying is one of the oldest and most widely used methods of encapsulation employed in the industry. The use of this method provides flexibility and continuity in the process and contributes to obtaining capsules of high quality with a particle size of less than 40 micrometer. However, despite the widespread use of spray drying in the food industry, this method has several drawbacks, such as the need for complex and expensive equipment, uneven drying conditions in the drying chamber, as well as difficulties in controlling particle sizes.

Figure 1 shows a scheme for obtaining microcapsules.

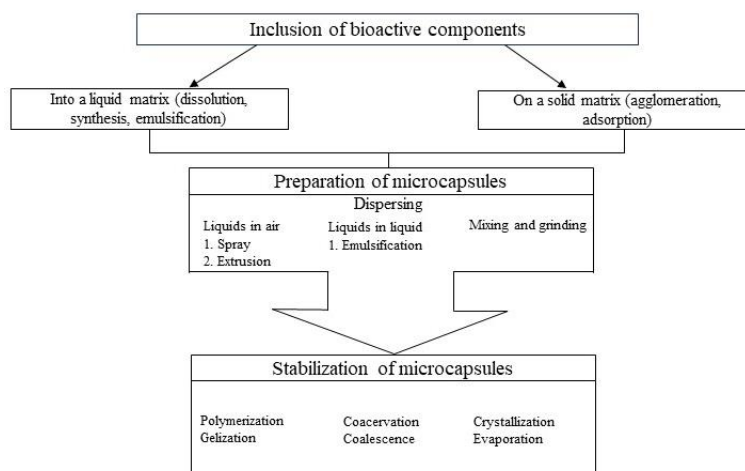


Figure 1 – Basic diagram describing the stages of obtaining microcapsules [11]

Vacuum or sublimation drying is very similar to the process of spray drying; however, it is faster and more cost-effective, as it occurs at a temperature above the freezing point of the solvent. The main drawback of sublimation drying is high energy consumption and the duration of the process.

Another commonly used method of encapsulation is emulsification. It is employed for encapsulating water-soluble components, is easily scalable, and ensures high cell survival for bacterial cultures. Capsules obtained through this method have a small diameter, but a major drawback is the production of capsules with a wide range of sizes and shapes.

The extrusion method is widely used in laboratory research. Extrusion is a physical method of encapsulating living probiotic cells using hydrocolloids (aqueous solutions of polymers) as encapsulating materials. The essence of the method is to obtain capsules by squeezing the polymer through a nozzle under pressure. The chosen method is simpler and cheaper, and also uses a gentle mode of operation and does not cause damage to probiotic cells and ensures their high vitality. However, this encapsulation method does not involve the use of harmful solvents and can be used both in aerobic and anaerobic conditions [12].

References

1. Gavrilova N.B. Eksperimental'noe issledovanie immobilizatsii kletok mikroorganizmov v gel' biopolimerov / N.B. Gavrilova // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* – 2012. – № 3. S.1-8.

2. Bepeeva A.E. Issledovanie i razrabotka tekhnologii proizvodstva kislomolochnogo produkta s inkapsulirovannymi probiotikami: dis. PhD: 6D072700: zashchishchena 17.11.2016 / Bepeeva Aigerim Ergalievna. – Semei, 2016. – 167 s. – reg.nomer 0616RK00092.
3. Chen M.J. Applications of probiotic encapsulation in dairy products / M.J. Chen, K.N. Chen // Encapsulation and Controlled Release Technologies in Food Systems. – USA: Wiley-Blackwell, 2007. – P. 83-107.
4. Il'yushenko E.V. Inkapsulirovanie biologicheski aktivnykh veshchestv s ispol'zovaniem obratnykh mikroemul'sii: avtoref. dis... kand.khim.n.: 02.00.11 / Il'yushenko Ekaterina Vyacheslavovna; RKHTU im. D.I. Mendeleeva. – M., – 2012. – 19 s.
5. Anan'eva N.V. Sovershenstvovanie tekhnologii probioticheskikh kul'tur pryamogo vneseniya dlya molochnykh produktov: diS.... kand. tekhn. nauk / Moskovskii gosudarstvennyi universitet prikladnoi biotekhnologii. – M., 2007. – 196 s.
6. Anan'eva N.V. Sovershenstvovanie tekhnologii probioticheskikh kul'tur pryamogo vneseniya dlya molochnykh produktov : diS...kand. tekhn. nauk : 05.18.07 / Anan'eva Natal'ya Valentinovna; GNU VNIMI ; nauch. ruk. V.I. Ganina. – M, 2007. – 196 s.
7. Microencapsulation in food science and biotechnology / Nazzaro et al. // Current Opinion in Biotechnology. – 2012. – Vol. 23. – P.182-186.
8. Champagne C.P. Encapsulation of probiotics / C.P. Champagne, K. Kailasapathy // Delivery and Controlled Release of Bioactives in Foods and Nutraceuticals. Woodhead publishing Ltd. – Cambridge: UK. – 2008. – P. 344-369.
9. Zuidam N.J. Overview of microencapsulates for use in food products or processes and methods to take them / N.J. Zuidam, E. Shimoni / Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing. – New York: Springer-Verlag, 2009. – P. 3-29.
10. Picot A. Encapsulation of Bifidobacteria in whey protein-based microcapsules and survival in stimulated gastrointestinal conditions and in yoghurt / A. Picot, C. Lacroix // International Dairy Journal. – Vol.14(6). – 2004. – P. 505-515.
11. Introduction aux techniques de microencapsulation / D. Poncelet, C. Dreffier, Subra- P. Paternault, T.F. Vandamme // Microencapsulation: des Sciences aux Technologies. – Paris: Tec& doc, 2007. – P. 3-7.
12. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications / J. Burgain, C. Gaiani, M. Linder, J. Scher // Journal of Food Engineering. – 2011. – Vol.104. – P. 467-483.
13. Kapculipovanie ppobiotikov v gidrofil'nye polimepy / ZH. KH. Kakimova, A.K. Kakimov, A.E. Bepeeva, V.V. Khutopyanckii // Biotekhnologiya i obshchestvo v XXI veke: sbornik statei. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2015. – С. 176-179.

Г.А. Жумадилова^{1*}, А.М. Муратбаев¹, Б.А. Лобасенко², А.К. Базанова¹

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20А

²Кемерово мемлекеттік университеті,
650000, Ресей Федерациясы, Кемерово, Красная к-сі, 9

*e-mail: zhumadilovaga@mail.ru

ПРОБИОТИКТАРДЫ ИНКАПСУЛДЕУ ПРОЦЕСІН ҚОЛДАНУ КЕЛЕШЕГІ

Бұл мақалада инкапсулдеудің әртүрлі типтері, стадиялары, сонымен қатар пробиотиктерді инкапсулдеуге арналған полимерлер қарастырылған. Мақалада инкапсулдеудің бірнеше әдістері көрсетілген, олар мыналар: бүріккіш кептіру, спрей-тоңазыту, эмульгирлеу, экструзионды және т.б. әдіс. Капсулаланып отырған материалдың айналасында капсулалық агент түзетін құрылым қабырғалар мазмұнын қорғайтын және белгілі бір жағдайларда оның босатылуын қамтамасыз ететін етіп таңдалуы мүмкін. Капсулалардың мөлшері субмикроннан бірнеше миллиметрге дейін өзгеруі мүмкін. Пішіні де әртүрлі болуы мүмкін. Капсуланың мазмұнын әртүрлі жолдармен шығаруға болады: капсуланың механикалық бұзылуы, капсуланың еруі, капсуланың еруі немесе капсула қабырғасы арқылы диффузия арқылы.

Қазіргі уақытта көптеген адамдар асқазан-ішек жолдарының ауруларымен ауырады. Диеталық қоспаларды капсулалау адам ағзасындағы микроэлементтердің жетіспеушілігін толтырады. Мақалада тамақ өнеркәсібінде, әсіресе ашытылған сүт өнімдерін өндіруде

пробиотикалық дақылдардың капсулаланған түрлерін қолдану қолданылатын микроорганизмдердің өміршеңдігін сақтап қана қоймай, олардың адам ағзасында дамуы үшін қолайлы жағдайларды қамтамасыз ететіндігі көрсетілген.

Түйін сөздер: инкапсулдеу, пробиотиктер, тіршілік қабілеттілігі, капсула, асқазан-ішек жолы, полимерлер.

Г.А. Жумадилова^{1*}, А.М. Муратбаев¹, Б.А. Лобасенко², А.К. Базанова¹

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул.Глинки 20А

²Кемеровский государственный университет,
650000, Россия, Кемерово, ул. Красная, д.6

*e-mail: zhumadilovaga@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ПРОБИОТИКОВ

В данной статье рассматриваются различные типы, стадии инкапсулирования, а также полимеры для инкапсулирования пробиотиков. В статье отражены несколько способов инкапсулирования, такие как распылительная сушка, спрей – заморозка, эмульгирование, экструзионный метод и т.д. Инкапсулирование позволяет отделить капсулируемый материал от окружающей среды до тех пор, пока не произойдет его высвобождение. Структура, которая образуется капсулирующим агентом вокруг капсулируемого материала стенки могут быть подобраны таким образом, чтобы защитить содержимое и обеспечить его высвобождение при определенных условиях. Размер капсул может варьировать от субмикронного до нескольких миллиметров. Форма также может быть различной. Содержимое капсулы может быть высвобождено различными путями: механическим разрушением капсулы, растворением капсулы, расплавлением капсулы, либо путем диффузии через стенку капсулы.

В наше время большое количество людей страдают болезнями желудочно-кишечного тракта. Капсулирование БАДов позволит восполнить нехватку микроэлементов в организме человека. В статье показано, что использование капсулированных форм пробиотических культур в пищевой промышленности, особенно при изготовлении кисломолочных продуктов, позволит не только сохранить жизнеспособность применяемых микроорганизмов, но и обеспечить благоприятные условия для их развития в организме человека.

Ключевые слова: инкапсулирование, пробиотики, жизнеспособность, капсула, желудочно-кишечный тракт, полимеры.

Information about the authors

Gulmira Amangaziyevna Zhumadilova* – PhD of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan, Semey; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-8860>.

Alibek Manarbekovich Muratbayev – PhD of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan, Semey; e-mail: great_mister@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

Boris Anatolyevich Lobasenko – doctor of technical sciences, professor, federal state budgetary educational institution of higher education «Kemerovo State University»; Russia, Kemerovo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Aray Kayratovna Bazanova – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey; Republic of Kazakhstan, Semey; email: arayka.bazanovak@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Гульмира Амангазыевна Жумадилова* – технологиялық жабдықтар және машина жасау кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы, Семей қ; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-8860>.

Алибек Манарбекович Муратбаев – технологиялық жабдықтар және машина жасау кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы, Семей қ; e-mail: great_mister@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

Борис Анатольевич Лобасенко – техника ғылымдарының докторы, «Кемерово мемлекеттік университеті» федералды мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесінің профессоры; Ресей, Кемерово қ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Арай Кайратовна Базанова – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы, Семей қ; e-mail: arayka.bazanovak@mail.ru

Сведения об авторах

Гульмира Амангазыевна Жумадилова* – PhD кафедрасы «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан, г.Семей; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-8860>.

Алибек Манарбекович Муратбаев – PhD кафедрасы «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан, г. Семей; e-mail: great_mister@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

Борис Анатольевич Лобасенко – доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»; Россия, г. Кемерово. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Арай Кайратовна Базанова – докторант кафедрасы «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан, г. Семей; e-mail: arayka.bazanovak@mail.ru

Received 24.01.2024

Revised 29.01.2024

Accepted 31.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-7

МРНТИ: 55.22.29



Н. Серікбекұлы^{1,2*}, К.Д. Орманбеков^{1,2}, А.Б. Шынарбек^{1,2}, А.Ж. Жасулан^{1,2}

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Научный центр «Модификация поверхности материалов»

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Физкультурная, 4в

*e-mail: nurzhan.serikbek@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОРШНЯ ГРУЗОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация: Научная статья посвящена исследованию и применению технологии микродугового оксидирования для восстановления рабочих поверхностей поршней грузовых транспортных средств. Исследование включает в себя анализ физико-химических процессов, происходящих во время микродугового оксидирования алюминиевых сплавов, из которых изготовлены поршни. Физическое воздействие МДО способствует формированию прочного и стойкого оксидного слоя, приводя к улучшению морфологии поверхности и закрытию микротрещин. Полученные результаты подтверждают, что данная технология способствует формированию твердых покрытий. Отмечается наличие микротрещин и поверхностных дефектов на исходной поверхности алюминиевого сплава, вызванных эксплуатацией. После применения процедуры микродугового оксидирования видна значительная улучшенная морфология поверхности, уменьшение

микротрещин и удаление дефектов, что свидетельствует о высокой эффективности процесса. Применение микродуговых оксидированных покрытий в машиностроении обещает повышение долговечности и эффективности грузовых транспортных средств, а также снижение затрат на ремонт и техническое обслуживание. Это исследование представляет важный вклад в область технологических решений для восстановления деталей транспортной техники, обеспечивая перспективные перспективы для промышленных приложений.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, поршень, технология восстановления, микротвердость, шероховатость, алюминий.

Введение

В современном мире автотранспорт является важным средством обеспечения мобильности и эффективности грузоперевозок. Работоспособность транспортной инфраструктуры зависит от надежности двигателей грузовых машин. Тем не менее, в процессе эксплуатации двигателей неизбежно возникают износ и повреждения, особенно на поверхности поршней. Восстановление и упрочнение изношенных поршней грузовых машин и сельскохозяйственной техники остаются актуальными на протяжении многих лет, поскольку это основной способ снижения затрат и повышения качества ремонта техники и оборудования [1-2].

Один из методов восстановления и упрочнения поршней для двигателей внутреннего сгорания, изготовленных из алюминиевых сплавов, представляет собой процесс микродугового оксидирования (МДО). Покрытия, получаемые при МДО, обладают высокой стойкостью к износу и коррозии, а также демонстрируют устойчивость к интенсивным тепловым воздействиям и значительным колебаниям температур [3-5]. При этом сохраняется прочность сцепления этих покрытий с основным материалом. Таким образом, улучшение эксплуатационных характеристик может быть достигнуто путем разработки новых составов электролитов или модификации упрочняющего покрытия, формируемого при процессе МДО [6-7].

Процесс МДО связан с образованием на поверхности детали множества микродуговых разрядов (МДР) в условиях высокого напряжения, апплицированного между активной деталью, находящейся в электролите, и металлическим катодом. Эти разряды, включая термические, плазмохимические и гидродинамические воздействия, обуславливают преобразование поверхностного слоя в керамическое покрытие с улучшенными механическими свойствами [8-10].

Технология МДО достаточно широко распространена, преимущественно в области алюминиевых сплавов. Покрытия, полученные с применением МДО, находят все более широкое применение в различных отраслях, включая производство товаров для дома и медицинских изделий, а также в области приборостроения и аэрокосмической промышленности, включая сферу двигателестроения. Особое внимание уделяется днищу поршня, являющемуся наиболее термически нагруженной частью. При увеличении диаметра поршня температура днища также увеличивается, что приводит к расширению пути отвода тепла к стенкам цилиндра. Также увеличивается соотношение между нижней поверхностью, получающей тепло, и поверхностью, через которую тепло отводится к стенкам цилиндра.

К примеру, толстые покрытия, нанесенные на алюминии в силикатно-щелочном электролите, структурированы в три слоя (рисунок 1): 1 – тонкий переходной слой; 2 – основной рабочий слой, обладающий максимальной твердостью и минимальной пористостью, состоящий преимущественно из корунда (Al_2O_3); и 3 – внешний технологический слой, обогащенный алюмосиликатами [11].

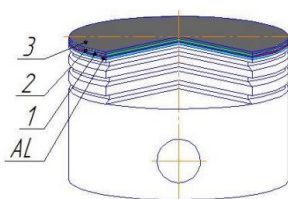


Рисунок 1 – Структура МДО-покрытий на поршне: 1 – тонкий переходный слой; 2 – основной рабочий слой; 3 – внешний технологический слой

Суть МДО заключается в следующем: деталь, находящаяся в электролитической ванне, подвергается воздействию тока от специального источника питания, что приводит к образованию микроплазменных разрядов на ее поверхности. Под воздействием этих разрядов поверхностный слой детали преобразуется в оксид алюминия. В результате образуется прочный оксидный слой на поверхности детали [12-14].

Цель данного исследования заключается в изучении процесса микродугового оксидирования алюминиевых сплавов, анализе физико-механических характеристик формируемых защитных покрытий, а также рассмотрении возможности применения микродуговых оксидированных покрытий в области машиностроения.

Методы

В рамках исследования технологии микродугового оксидирования (МДО) для восстановления рабочих поверхностей поршней грузовых транспортных средств было использовано оборудование импульсный источник питания – выпрямитель «КР-НН-F-40А600V». Это устройство для МДО представляет собой комплексное средство, включающее программируемый источник переменного тока, гальваническую охлаждающую ванну, набор электродов, а также программное обеспечение для контроля и управления параметрами электрофизического сжигания. Дополнительно предусмотрен цифровой осциллограф, обеспечивающий мониторинг кинетической зависимости в ходе процесса. Процесс МДО-покрытия реализуется в анодном потенциостатическом режиме. Установка для микродугового оксидирования, представленная на рисунке 2, демонстрирует использование вентильного металла (алюминия) в качестве анода, погруженного в перемешанный электролит. Контейнер из нержавеющей стали выполняет функцию электролитического элемента и катода. Электрический ток поступает от источника питания МДО. Регулирование температуры электролита до 40°C осуществляется с использованием конденсированной воды. Медная трубка, окружающая сосуд с электролитом и подключенная к системе охлаждения sl-1500/aurora-pro/, обеспечивает необходимую температурную стабильность для формирования высококачественного оксидного слоя [15-16].



Рисунок 2 – Установка МДО

С целью исследования технологии микродугового оксидирования (МДО) в восстановлении рабочих поверхностей поршня грузовых транспортных средств, в качестве объекта исследования была выбрана пластинка из алюминиевого сплава Алюминий 30. Эта пластинка была вырезана из поршня грузового автомобиля ГАЗ-53, пройденного расстояние в 60 000 км. Геометрические параметры пластинки составляют 25 мм в длину, 15 мм в ширину и 10 мм в высоту. Прежде чем приступить к процедуре микродугового оксидирования, пластинка была предварительно подготовлена. Это включало в себя шлифовку и полировочную обработку на станке GP-1А. Затем поверхность была очищена от стружек и абразивных материалов в ультразвуковой ванне Stegler, чтобы обеспечить оптимальные условия для нанесения покрытий. Состав и режимы использования электролита для проведения процедуры МДО на алюминиевой пластинке были подобраны с учетом влияния химического состава электролита на процесс пассивации металла и образование изолирующей пленки. Проведено использование силикатно-щелочного электролита с подробным описанием режимов и составов в таблице 1.

Таблица 1 – Состав электролита и режимы микродугового оксидирования алюминия

Состав электролита	Режимы МДО					
	Частота, Гц	Скважность, %	Напряжение, В	Время, мин	Плотность тока, А/см ²	Форма тока МДО
КОН (2г/л) + Na ₂ SiO ₃ (10 г/л)+CuO	50	10	300	30	0,17	Импульсный

Поверхностную морфологию было изучено при помощи тринокулярной инвертированной металлографической микроскопа «HL-102AW» с цифровой камерой 3.0 МП. Определение микротвердости проводилось с использованием твердомера «HLV-1DT» по Виккерсу. Образец выдерживался под нагрузкой 2 Н в течение 10 секунд для алюминия. Было выполнено по 10 измерений твердости в различных точках поверхности образца. Оценка шероховатости поверхности алюминия 30 до и после микродугового оксидирования осуществлялась с использованием профилометра модели «HY2300 Anytester».

Результаты и обсуждение

Тринокулярный инвертированный металлографический микроскоп «HL-102AW» с цифровой камерой 3.0 МП использовался для подробного анализа морфологии поверхности алюминия 30 до и после процедуры МДО. На рисунке 3 можно увидеть, что на поверхности исходного образца обнаружены микротрещины и поверхностные дефекты, связанные с эксплуатацией и износом поршня. А после МДО выявлено заметное улучшение в морфологии поверхности, сокращение количества микротрещин и удаление дефектов, свидетельствует о эффективности процедуры МДО. Потому что, Си в процессе МДО взаимодействует с алюминием и элементами электролита, способствуя образованию легированного оксидного слоя, который может обладать улучшенными механическими свойствами. Этот легированный оксидный слой может эффективно заполнять или закрывать микротрещины, обеспечивая дополнительную прочность и стойкость поверхности. Таким образом, физическое воздействие Си в процессе МДО может способствовать формированию более прочного и стойкого оксидного слоя, что в свою очередь приводит к улучшению морфологии поверхности и закрытию микротрещин [17-18].

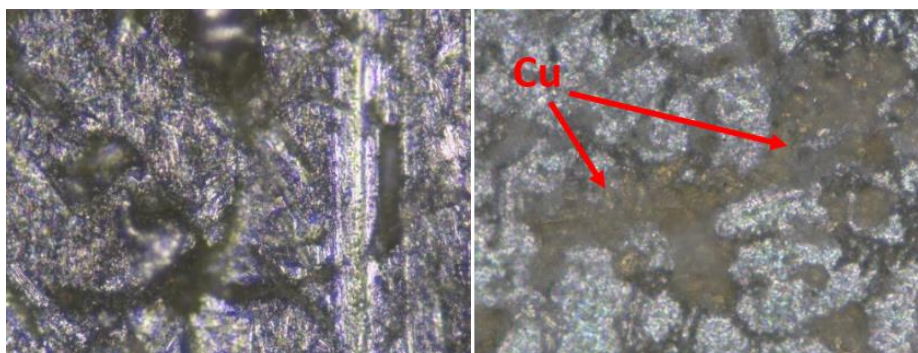


Рисунок 3 – Микроструктура морфологии поверхности алюминия-30 до и после микродугового оксидирования

Использование в электролите Си в процессе МДО продемонстрировало эффективность в улучшении морфологии и структуры поверхности, так как Си смог закрыть поверхности микротрещины. А уменьшение трещин и дефектов является ключевым моментом для восстановления поршней, обеспечивая повышенную надежность и долговечность. Отсюда можно увидеть что Си играет важную роль в формировании более стойких и качественных покрытий, способных выдерживать термические и механические нагрузки. Улучшенная морфология и структура поверхности после МДО обеспечивают увеличение долговечности и эффективности поршней в условиях эксплуатации [19].

Измерив микротвердость с использованием твердомера «HLV-1DT» по Виккерсу до и после процесса МДО (табл. 2) можно увидеть, что микротвердость улучшилась. Потому что процесс МДО приводит к образованию твердого оксидного слоя на поверхности алюминиевого сплава, что способствует увеличению его микротвердости. Повышенная

микротвердость после МДО свидетельствует о улучшении механических свойств образца, таких как твердость и стойкость к износу. Влияние Cu и других элементов электролита в процессе МДО может также оказать влияние на химический состав поверхностного слоя, влияя на его микротвердость. Увеличение микротвердости после МДО является важным фактором при рассмотрении технологии восстановления поверхностей поршней грузовых транспортных средств [20].

Таблица 2 – Микротвердость Al-30 до и после процесса МДО в разных режимах

До МДО	После МДО
75,1 HV	118 HV
83,7 HV	107 HV
74,5 HV	115 HV
72,6 HV	168 HV
70,7 HV	158 HV

Увеличение микротвердости в результате процесса микродугового оксидирования (МДО) можно объяснить тем, что в ходе МДО на поверхности алюминиевой детали происходит образование оксидного слоя, преимущественно оксида алюминия (Al_2O_3). Этот слой является твердым и обладает высокой твердостью. Оксид алюминия, образующийся в результате МДО, обладает более высокой кристаллическостью по сравнению с исходным материалом. Высокая кристаллическость влечет за собой увеличение микротвердости [21].

Таким образом, сочетание этих факторов приводит к повышению микротвердости в результате процесса МДО. Этот эффект является важным, особенно при восстановлении поверхностей деталей, таких как поршни грузовых транспортных средств, и может способствовать повышению прочности, стойкости и долговечности материала [22].

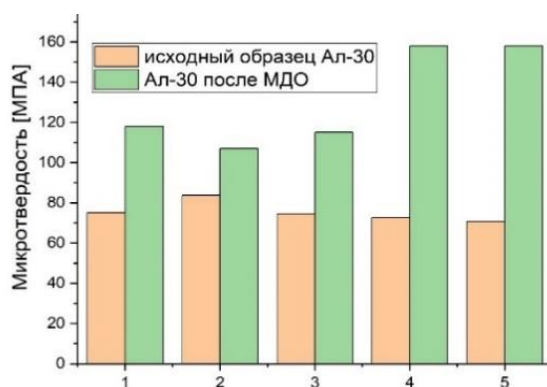
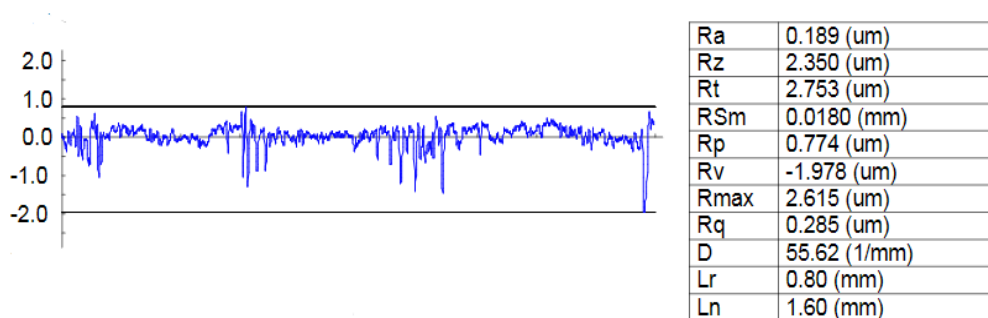


Рисунок 4 – Микротвердость алюминий-30 по Виккерсу до и после микродуговая оксидирования

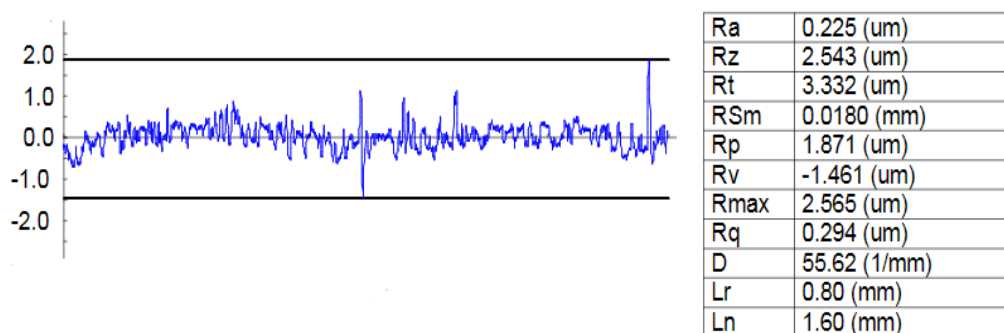
Измерив шероховатость до и после процесса МДО (таблица 4) с использованием профилометра модели «НУ2300 Anytester», можно увидеть, что шероховатость покрытий увеличилась (рис. 4), так как образование оксидного слоя в результате МДО может привести к созданию более пористой поверхности, что может увеличить шероховатость.

Таблица 3 – Шероховатость Al-30 до и после процесса МДО

Ra до МДО	Ra после МДО
0,257 мкм	0,224 мкм
0,189 мкм	0,201 мкм
0,177 мкм	0,267 мкм
0,156 мкм	0,255 мкм
0,169 мкм	0,225 мкм



Исходный образец Al-30



Обработанный образец Al-30

Рисунок 4 – Шероховатость поверхности Алюминий-30 до и после микродуговая оксидирования

Выводы

Исследование технологии микродугового оксидирования (МДО) для восстановления рабочих поверхностей поршней грузовых транспортных средств предоставляет следующие ключевые результаты и выводы: После процесса МДО наблюдается значительное увеличение микротвердости поверхности алюминиевого сплава, что свидетельствует о формировании прочного и твердого оксидного слоя; Легирование элементами электролита, такими как купрум, влияет на химический состав оксидного слоя, способствуя улучшению механических свойств. Результаты после проведения процедуры МДО свидетельствуют о заметном улучшении морфологии поверхности, сокращении числа микротрещин и удалении дефектов, что является показателем эффективности данной процедуры. Процесс взаимодействия меди с алюминием и элементами электролита в ходе МДО способствует формированию легированного оксидного слоя. Этот слой эффективно заполняет и закрывает микротрещины, придавая поверхности дополнительную прочность и стойкость.

Результаты исследования подтверждают перспективы использования микродугового оксидирования в машиностроении для восстановления поверхностей поршней с целью повышения долговечности и снижения затрат на техническое обслуживание. Для более глубокого понимания влияния МДО на микроструктуру и механические свойства рекомендуется провести дополнительные исследования. Исследование подчеркивает значимость технологии МДО в области восстановления деталей грузовых транспортных средств, обеспечивая перспективные решения для повышения долговечности и эффективности автотранспортной техники.

Список литературы

1. Гакрамов Р.Д. восстановление деталей микродуговым оксидированием / Р.Д. Гакрамов // Молодежь и наука. – 2017. – 4-2. – С. 106-106.
2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Черноиванова. М. – Челябинск : ЧГАУ, ГОСНИТИ, 2001.0
3. Increase of elements life by means of plasma electrolytic oxidation / K. Yu, A. Babenkov, A. Merkulov et al // Machines. Technologies. Materials. – 2014. – 8(5). P. 26-28.

4. Жужликов А.А. Исследование возможности применения микродугового оксидирования для восстановления поршней двигателей автотракторной техники / А.А. Жужликов, Д.И. Лаухин // Научный журнал молодых ученых. – 2016. – 1(6). Р. 131-134.
5. Свойства покрытий, сформированных на алюминиевых сплавах в анодно-катодном режиме способом микродугового оксидирования / И.Н. Кравченко, А.С. Алмосов, А.В. Коломейченко // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 62-64.
6. Коломейченко А.В. Повышение ресурса деталей машин с использованием микродугового оксидирования / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов // Технология машиностроения. – 2014. – № 9. – С. 34-38.
7. Кравченко И.Н. Свойства покрытий, сформированных на алюминиевых сплавах в анодно-катодном режиме способом микродугового оксидирования / И.Н. Кравченко, А.С. Алмосов, А.В. Коломейченко // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 62-64.
8. A review on the fatigue performance of micro-arc oxidation coated Al alloys with micro-defects and residual stress / W. Dai, C. Zhang, H. // Yue et al Journal of Materials Research and Technology. – 2023.
9. Zhang K. Preparation of wear and corrosion resistant micro-arc oxidation coating on 7N01 aluminum alloy / K. Zhang, & S. Yu // Surface and Coatings Technology. – 2020. – 388. P. 125453.
10. Кальций-фосфатные покрытия, полученные методом микродугового оксидирования / А.Ж. Жасулан, Ж.Б. Сагдолдина, Е.М. Мухаметов и др. // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. – 2023. № 2(10). С. 12-22.
11. Skryabin M.L. Promising methods for strengthening piston aluminum alloys of heat engines / M.L. Skryabin, & A.V. Grebnev // Journal of Physics: Conference Series. 2020. – Vol. 1515, No. 5. – P. 052052.
12. Ahmad I. Microalgae as a Renewable Energy Source for Biofuel Production // I. Ahmad // Journal of Pure and Applied Microbiology. 2016. – 10(1). P. 95-102.
13. Aydin F. Effects of using ethanol-biodiesel-diesel fuel in single cylinder diesel engine to engine performance and emissions / F. Aydin, H. Ogut // Renewable Energy. – 2017. – № 103. P. 688-694.
14. Лиханов В.А. Оценка интегральной токсичности отработавших газов дизеля, работающего на природном газе и спиртовых эмульсиях // В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Ecology and Industry of Russia. – 2019. – № 23(9). С. 60-65.
15. Шаталов В.К. Микродуговое оксидирование поверхностей изделий вне ванны / В.К. Шаталов, А.О. Штокал, А.А. Блатов // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2015. – № 3. – С. 1-14.
16. Дударева Н.Ю. Влияние режимов микродугового оксидирования на свойства формируемой поверхности / Н.Ю. Дударева // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т. 17, № 3(56). – С. 217-222.
17. Виноградов Г. Исследование микроструктуры и морфологии покрытий методом микродугового оксидирования алюминиевых сплавов / Г. Виноградов // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2015. – № 4. – С. 43-47.
18. Соколов А. Влияние режимов микродугового оксидирования на морфологию покрытий из алюминиевых сплавов / А. Соколов, П. Иванов // Труды института металлургии и материаловедения. – 2018. – № 2(15), С. 87-94.
19. Григорьев В. Морфологические особенности покрытий, полученных методом микродугового оксидирования / В. Григорьев, Н. Петров // Вестник технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 56-61.
20. Жуков С. Твердость и микроструктура оксидных покрытий на алюминиевых сплавах после микродугового оксидирования / С. Жуков, А. Козлов, А. 88 Металловедение и термическая обработка металлов. – 2019. – № 1. – С. 32-37.
21. Новиков П. Влияние параметров микродугового оксидирования на твердость покрытий / П. Новиков, А. Смирнов, А. Техническая физика. – 2017. № 5. С. 78-82.
22. Кузнецов Д. Исследование твердости и структуры покрытий, полученных методом микродугового оксидирования / Д. Кузнецов, И. Романов // Материаловедение и металлургия. – 2016. – № 3. С. 64-70.

References

1. Gakramov R.D. vosstanovlenie detalei mikro dugovym oksidirovaniem / R.D. Gakramov // Molodezh' i nauka. – 2017. – 4-2. – S. 106-106. (In Russian).
2. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v sel'skom khozyaistve / pod red. V.I. Chernovanova. M. – Chelyabinsk : CHGAU, GOSNITI, 2001.0. (In Russian).
3. Increase of elements life by means of plasma electrolytic oxidation / K. Yu, A. Babenkov, A. Merkulov et al // Machines. Technologies. Materials. – 2014. – 8(5). R. 26-28. (In English).
4. Zhuzhlikov A.A. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya mikro dugovogo oksidirovaniya dlya vosstanovleniya porshnei dvigatelei avtotraktornoi tekhniki / A.A. Zhuzhlikov, D.I. Laukhin // Nauchnyi zhurnal molodykh uchenykh. – 2016. – 1(6). R. 131-134. (In Russian).
5. Svoistva pokrytii, sformirovannykh na alyuminievykh splavakh v anodno-katodnom rezhime sposobom mikro dugovogo oksidirovaniya / I.N. Kravchenko, A.S. Almosov, A.V. Kolomeichenko // Mashinostroenie: setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal. – 2015. – T. 3, № 1. – S. 62-64. (In Russian).
6. Kolomeichenko A.V. Povyshenie resursa detalei mashin s ispol'zovaniem mikro dugovogo oksidirovaniya / A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, N.V. Titov // Tekhnologiya mashinostroeniya. – 2014. – № 9. – S. 34-38. (In Russian).
7. Kravchenko I.N. Svoistva pokrytii, sformirovannykh na alyuminievykh splavakh v anodno-katodnom rezhime sposobom mikro dugovogo oksidirovaniya / I.N. Kravchenko, A.S. Almosov, A.V. Kolomeichenko // Mashinostroenie: setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal. – 2015. – T. 3, № 1. – S. 62-64. (In Russian).
8. A review on the fatigue performance of micro-arc oxidation coated Al alloys with micro-defects and residual stress / W. Dai, C. Zhang, H. // Yue et al Journal of Materials Research and Technology. – 2023. (In English).
9. Zhang K. Preparation of wear and corrosion resistant micro-arc oxidation coating on 7N01 aluminum alloy / K. Zhang, & S. Yu // Surface and Coatings Technology. – 2020. – 388. R. 125453. (In English).
10. Kal'tsii-fosfatnye pokrytiya, poluchennyye metodom mikro dugovogo oksidirovaniya / A.ZH. Zhasulan, ZH.B. Sagdoldina, E.M. Mukhametov i dr. // Vestnik Universiteta Shakarima. Seriya tekhnicheskii nauki. – 2023. № 2(10). S. 12-22. (In Russian).
11. Skryabin M.L. Promising methods for strengthening piston aluminum alloys of heat engines / M.L. Skryabin, & A.V. Grebnev // Journal of Physics: Conference Series. 2020. – Vol. 1515, No. 5. – R. 052052. (In English).
12. Ahmad I. Microalgae as a Renewable Energy Source for Biofuel Production // I. Ahmad // Journal of Pure and Applied Microbiology. 2016. – 10(1). R. 95-102. (In English).
13. Aydin F. Effects of using ethanol-biodiesel-diesel fuel in single cylinder diesel engine to engine performance and emissions / F. Aydin, N. Ogut // Renewable Energy. – 2017. – № 103. R. 688-694. (In English).
14. Likhanov V.A. Otsenka integral'noi toksichnosti otrabotavshikh gazov dizelya, rabotayushchego na prirodnom gaze i spirtovykh ehmul'siyakh // V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // Ecology and Industry of Russia. – 2019. – № 23(9). S. 60-65. (In Russian).
15. Shatalov V.K. Mikro dugovoe oksidirovanie poverkhnosti izdelii vne vannы / V.K. Shatalov, A.O. Shtokal, A.A. Blatov // Mashinostroenie i komp'yuternyye tekhnologii. – 2015. – No. 3. – S. 1-14. (In Russian).
16. Dudareva N.YU. Vliyanie rezhimov mikro dugovogo oksidirovaniya na svoistva formiruemoi poverkhnosti / N.YU. Dudareva // Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta. – 2013. – T. 17, No. 3(56). – S. 217-222. (In Russian).
17. Vinogradov G. Issledovanie mikrostrukturnykh i morfologicheskikh pokrytii metodom mikro dugovogo oksidirovaniya alyuminievykh splavov / G. Vinogradov // Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov. – 2015. – № 4. – S. 43-47. (In Russian).
18. Sokolov A. Vliyanie rezhimov mikro dugovogo oksidirovaniya na morfologiyu pokrytii iz alyuminievykh splavov / A. Sokolov, P. Ivanov // Trudy instituta metallurgii i materialovedeniya. – 2018. – № 2(15), S. 87-94. (In Russian).
19. Grigor'ev V. Morfologicheskii osobennosti pokrytii, poluchennykh metodom mikro dugovogo oksidirovaniya / V. Grigor'ev, N. Petrov // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2016. – № 8. – S. 56-61. (In Russian).

20. Zhukov S. Tverdost' i mikrostruktura oksidnykh pokrytii na alyuminievykh splavakh posle mikrodogovogo oksidirovaniya / S. Zhukov, A. Kozlov, A. 88 Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov. – 2019. – № 1. – S. 32-37. (In Russian).
21. Novikov P. Vliyanie parametrov mikrodogovogo oksidirovaniya na tverdost' pokrytii / P. Novikov, A. Smirnov, A. Tekhnicheskaya fizika. – 2017. № 5. S. 78-82. (In Russian).
22. Kuznetsov D. Issledovanie tverdosti i struktury pokrytii, poluchennykh metodom mikrodogovogo oksidirovaniya / D. Kuznetsov, I. Romanov // Materialovedenie i metallurgiya. – 2016. – № 3. S. 64-70. (In Russian).

Н. Серікбекұлы*, К.Д. Орманбеков^{1,2}, А.Б. Шынарбек^{1,2}, А.Ж. Жасұлан^{1,2}

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

²«Материалдар бетінің түрлендіру» ғылыми орталығы,
Қазақстан Республикасы, Семей қ., дене шынықтыру к-сі, 4в

*e-mail: nurzhan.serikbek@gmail.com

ЖҮК КӨЛІКТЕРІНІҢ ПОРШЕНДЕРІНІҢ ЖҰМЫС БЕТТЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ҮШІН МИКРОТОТЫҚТЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ

Ғылыми мақала жүк көлігі поршендерінің жұмыс беттерін қалпына келтіру үшін микродоғалық тотығу технологиясын зерттеуге және қолдануға арналған. Зерттеу поршеньдер жасалатын алюминий қорытпаларының микродоғалық тотығуы кезінде болатын физикалық және химиялық процестерді талдауды қамтиды. МДТ-дың физикалық әсері күшті және тұрақты оксидті қабаттың пайда болуына ықпал етеді, бұл беттің морфологиясының жақсаруына және микрожарықтардың жабылуына әкеледі. Алынған нәтижелер бұл технологияның қатты жабындардың пайда болуына ықпал ететінін растайды. Алюминий қорытпасының бастапқы бетінде жұмыс нәтижесінде пайда болған микрожарықтар мен беттік ақаулардың болуы атап өтіледі. Микродоғалық тотығу процедурасын қолданғаннан кейін беттің морфологиясы айтарлықтай жақсарғаны, микрожарықшақтардың азаюы және ақаулардың жойылуы байқалады, бұл процестің жоғары тиімділігін көрсетеді. Машина жасауда микродоғалы тотыққан жабындарды пайдалану жүк көліктерінің беріктігі мен тиімділігін арттыруға, сонымен қатар жөндеу және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл зерттеу көлік бөлшектерін қайта өңдеуге арналған технологиялық мәселелер саласына маңызды рөл атқарады, бұл өнеркәсіптік қолданудың перспективаларын қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: микродоғалық тотығу, поршень, қалпына келтіру технологиясы, микроқаттылық, кедір-бұдырлық, алюминий.

N. Serikbekuly^{1,2*}, K.D. Ormanbekov^{1,2}, A.B. Shynarbek^{1,2}. A.Zh. Zhassulan^{1,2}

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

²Scientific center «Surface modification of materials»
Republic of Kazakhstan, Semey, Fizkulturnaya str., 4b

*e-mail: nurzhan.serikbek@gmail.com

RESEARCH AND APPLICATION OF MICROARC OXIDATION TECHNOLOGY FOR RESTORATION OF WORKING PISTON SURFACES OF FREIGHT VEHICLES

The scientific article is devoted to the study and application of micro-arc oxidation technology for the restoration of the working surfaces of truck pistons. The study includes an analysis of the physical and chemical processes occurring during microarc oxidation of aluminum alloys from which the pistons are made. The physical impact of MAO promotes the formation of a strong and stable oxide layer, leading to improved surface morphology and closure of microcracks. The results obtained confirm that this technology promotes the formation of hard coatings. The presence of microcracks and surface defects on the original surface of the aluminum alloy caused by operation is noted. After applying the micro-arc oxidation procedure, significant improved surface morphology, reduction of microcracks and removal of defects are visible, indicating the high efficiency of the

process. The use of micro-arc oxidized coatings in mechanical engineering promises to increase the durability and efficiency of freight vehicles, as well as reduce repair and maintenance costs. This research represents an important contribution to the field of technological solutions for the remanufacturing of vehicle parts, providing promising prospects for industrial applications.

Key words: microarc oxidation, piston, restoration technology, microhardness, roughness, aluminum.

Сведения об авторах

Айнур Жасуланқызы Жасулан – магистр естественных наук Университета имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; старший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5887-0135>.

Куаныш Даулетович Орманбеков – магистр технических наук Университета имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; младший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: ormanbekov_k@mail.ru.

Айбек Бақытжанұлы Шынарбек – магистрант специальности «Машиностроение» Университета имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; младший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: shinarbekov16@mail.ru.

Нұржан Серікбекұлы* – магистрант специальности «Техническая физика Университета имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; младший научный сотрудник НЦ «Модификация поверхности материалов»; e-mail: nurzhan.serikbek@gmail.com.

Авторлар туралы мәліметтер

Айнур Жасуланқызы Жасулан – жаратылыстану ғылымдарының магистрі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Материалдар бетінің түрлендіру» ҒО аға ғылыми қызметкері; e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5887-0135>.

Куаныш Даулетович Орманбеков – техника ғылымдарының магистрі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Материалдар бетін өзгерту» ҒО кіші ғылыми қызметкері; e-mail: ormanbekov_k@mail.ru.

Айбек Бақытжанұлы Шынарбек – «Машина жасау» мамандығының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Материалдар бетінің модификациясы» ҒО кіші ғылыми қызметкері; e-mail: shinarbekov16@mail.ru.

Нұржан Серікбекұлы* – «Техникалық физика» мамандығының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Материалдар бетінің модификациясы» ҒО кіші ғылыми қызметкері; e-mail: nurzhan.serikbek@gmail.com.

Information about the authors

Ainur Zhasulankyzy Zhasulan – Master of natural science; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; senior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: ainur.99.99.99@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5887-0135>.

Kuanysh Ormanbekov – Master of technical science; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Junior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: ormanbekov_k@mail.ru.

Aybek Shynarbek – Master's student of the specialty «Mechanical Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Junior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: shinarbekov16@mail.ru.

Nurzhan Serikbekuly* – Master's student of the specialty «Technical Physics»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Junior researcher of the NC «Modification of the surface of materials»; e-mail: nurzhan.serikbek@gmail.com.

Поступила в редакцию 06.02.2024

Принята к публикации 23.02.2024

R.A. Sovetbayev^{1*}, Y. Nugman¹, Y. Shayakhmetov², A. Kawalek³

¹Satbayev University

050013, Kazakhstan Republic, Almaty, 22A Satpayev str.

²Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka str.

³Czestochowa University of Technology,

Czestochowa, Poland, ul. J.H. Dąbrowskiego 69, 42-200 Częstochowa

*e-mail: rsovetbayev93@gmail.com

ANALYSIS OF METHODS FOR OBTAINING WIRE PRODUCTS, ADVANTAGES OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT RADIAL SHEAR MILLS

Abstract: *The production of wire products sets high demands in the field of assortment, quality, flexibility of technologies, efficiency and cost-effectiveness, as well as full automation of processes. This article is aimed at analyzing existing methods and identifying the most promising approach to the production of wire products among innovative highly efficient technological processes for the manufacture of rods and wire. The research is aimed at a highly specialized subject area sufficient for full coverage and disclosure of the objectives of this article. Within the framework of the article, a comparative analysis of the most effective modern technological processes for producing wire products is carried out. The authors' conclusions indicate that modern methods of producing wire products of various diameters through rolling processes (for example, on radial shear mills) often represent the most economically justified process. A significant advantage of this process is the possibility of obtaining high-quality wire products corresponding to the required dimensions, with minimal tolerances. To verify this conclusion, at this time, a radial shear mill was created on the basis of KazNRTU named after K. Satpayev, the main novelty of which is the location of the rolls. A number of practical experiments were carried out on the created radial shear mill to attract an aluminum rod of the alloy 6082 grade.*

Key words: *wire products, rod, rolling, mill, bed, deformation, radial shear, rolls.*

Introduction

The contemporary trajectory of scientific and technological advancement is inconceivable without the integration of metal products featuring diverse categories of conductive elements composed of various metals and vortices. It is imperative to underscore that domestic enterprises engaged in the production of machinery-related products lag significantly behind in terms of technological modernization, enhancement, and production expansion. Consequently, local manufacturers find themselves unable to effectively compete with their foreign counterparts, hindering their ability to secure a prominent position in the service market. This research has discerned the primary challenges and methodologies inherent in existing technological processes, thereby illuminating avenues for future development.

Literature Review

In the contemporary landscape of metal and vortex-based rod and wire production, several primary pressure treatment methods are employed, namely forging, stretching, compression, and rolling. Each of these methods plays a crucial role in shaping the final characteristics of the manufactured products. It is imperative to delve into a detailed examination of each method to discern their distinct contributions and impact on the overall production process.

The forging process is applied in the fabrication of rod and wire blanks derived from refractory metals and their challenging-to-deform alloys. This method involves subjecting the workpieces to periodic oscillatory forces utilizing a die, resulting in the comprehensive deformation of the entire surface area. Consequently, the cross-sectional dimensions of the workpiece are compressed, and the mold's configuration or the spacing between the workpieces undergo alterations in accordance with the principles governing the processing procedure. The die is strategically positioned on slides encircling the workpieces, facilitating a reversible translational motion in the radial direction. For

circular machining, rotary clamping machines prove effective for smaller workpieces such as rods and wires, while radial crimping machines are employed for larger workpieces like castings composed of low-stability, hard-to-deform materials [1].

The device or drive mechanism transporting the die and moving around the workpieces is implemented in rotary-clamping machines, whereas this movement is absent in radial-clamping machines. Depending on the method of movement of the working elements, rotary compression machines are categorized as rotary, annular, and drum machines, while radial compression machines are further classified as rotary, lever, and connecting rod machines. Regarding the orientation of workpiece feed to the deformation site, both rotary-clamping and radial-clamping machines are subcategorized into horizontal and vertical configurations [2].

On the basis of scientific research at the Kazakh National Research Technical University named after K. Satpayev, a radial shear mill has been developed. This technical unit is an innovative system that integrates radial and shear motion to optimize material processing processes. The result of the creation of this mill was the improvement of technological processes in metalworking, which contributes to increased production efficiency. The machine rollers are committed to a smooth transition from the calibration section to the helical crimping segment.

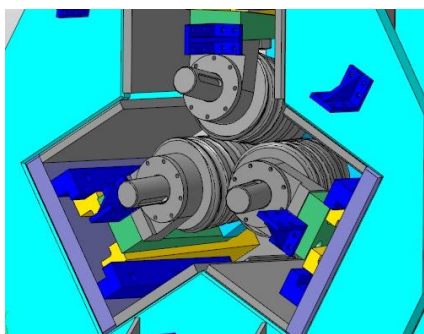


Figure 1 – Computer model of matrices with a working area

The mill itself is a matrix with an operational zone, the structure of which is characterized by sequentially arranged, the cross sections of which gradually decrease in the form of truncated cones with non-parallel bases. A notable aspect is the cruciform distribution of the great and small generators in these competitions, as well as the presence of a calibration site.



Figure 2 – The developed radial shear mill on the basis of KazNRTU named after K.Satpayev

The precision of rotation during the cold-state stretching of entire products is equivalent to that of the second category. According to experimental findings, the outer diameter of pipes processed on rotary forging machines maintains a tolerance threshold of 0.025 mm for each 6-10 mm diameter of forging.

Forging, as a rapid method of metal processing under pressure, involves the circular compression process wherein the active force is simultaneously applied from two or four opposing sides of the workpiece. In contrast to simple compression, the metal deformation transpires not under the influence of impact but rather under the substantial compression pressure exerted sequentially. Through the process of hot forging, wires adopt a coarse-grained structure. To produce flexible wire, the temperature is gradually reduced during metal processing. Rhodium sheets are prepared by sequential hot rolling using a 0.75 mm thick spatula, rendering the metal pliable enough for

subsequent cold rolling. Multiple intermediate heating steps are imperative during the cold rolling phase [3].

Despite its advantages, the circular forging process is associated with several drawbacks, including low machinability, challenging working conditions marked by vibration, intense noise, substantial heat generation, a significant reliance on manual labor, a substantial material requirement, and a relatively high level of unusable material. The unfavorable stress-strain state pattern leads to surface defects such as scratches and internal flaws on the rods [4].

Stretching represents a pressure-based metal processing method where the metal, in the form of a line with a consistent cross-section, is fed into the channel of the stretching tool and subsequently stretched or elongated. The channel mirrors the shape or cross-section of the malleable metal, featuring a horizontal section that gradually contracts from the tool's point of entry to its exit. The outlet section of the channel is consistently smaller than the cross-sectional area of the stretched portion. Consequently, the stretched segment undergoes deformation as it traverses the channel, assuming the shape and dimensions of the smallest section within the channel. The length of the wire increases in direct proportion to the reduction in cross-sectional area [5].

Preceding the stretching process on a specialized machine, the stud is front-faced, allowing easy insertion with a slight protrusion from the opposite side. Subsequently, the end is engaged and stretched using a designated mechanism, applying tension force to the front end of the workpiece. This approach ensures the production of wires, rods with highly accurate transverse dimensions, and pipes with diverse cross-sections. Metal stretching treatment finds widespread application in the metallurgical, cable, and machine-building industries, encompassing the manufacturing of rod metal, wire, pipes, and other products of normal and large cross-section [6].

The stretching process accommodates steel with various chemical compositions, as well as nearly all non-ferrous metals and their alloys, including gold, silver, copper, and aluminum. Products generated through stretching exhibit a high-quality outer surface, accompanied by precise cross-sectional dimensions. When the objective is to endow a product with these specific properties, the process is referred to as calibration.

Wire steel is utilized for tension rods ranging from 16 to 100 mm in diameter and pipes with diameters between 16 and 300 mm. In instances where a workpiece with a diameter of 0.1-60 mm is being stretched, a wire made of a hard alloy based on tungsten carbide is employed. For workpieces with diameters up to 2 mm, as well as non-ferrous metals and their alloys, steel with a diameter of up to 1 mm, nichrome, tungsten, and molybdenum with a diameter of up to 0.5 mm, or a diamond conductor, and wires made of composite materials are utilized.

To minimize external friction between the drawn metal and the cord channel, a thick lubricant is applied. This reduction in stretching energy costs serves to create a smoother surface for the pulled metal, prevent channel wear, and facilitate the process at higher levels of deformation [7].

In most cases, the metal subjected to stretching is not preheated; it is introduced into the wire channel at room temperature. The deformation formed in the channel and the heat generated through external friction are managed through continuous washing of the conductor with a cooling emulsion, water, and ambient air. Under these anhydrous stretching conditions, appropriately lubricated and equipped metal attains a smooth, glossy outer surface with precise cross-sectional dimensions. Stretching on a solid conductor stands out as the most prevalent method for producing wire products, involving the deformation of metal by pulling it through the channel of the stretching tool.

The channel's cross-section gradually diminishes from the point of metal entry into the conductor to its exit plane. Consequently, the workpiece, while traversing the conductor, assumes the shape and dimensions of the minimum (calibration) section within the conductor channel. Prior to stretching, the front part of the workpiece undergoes pre-cutting. According to established protocols, the wire stretching process is typically conducted in a cold state, occasionally involving heating when processing hard-to-deform metals and alloys.

Occasionally, the stretching process employs simultaneous force on the back end of the workpiece, aimed at reducing friction during the wire-metal connection, thereby enhancing the strength of the wire channel. The evolution of the process has led to the emergence of methods such as traction on rotating or oscillating conductors, traction in a liquid friction mode, multi-fiber extraction, and traction on roller conductors.

Theoretically and practically, the rotation of a solid wire is identified as a means to reduce tension gain. However, experimental findings indicate that achieving a significant reduction in this parameter at a standard stretching rate would necessitate rotating the conductor at an ultrahigh speed. Consequently, the use of a rotating wire is infrequent and is typically reserved for ensuring even wear of the wire channel when stretching thin wires.

Vibrating wire stretching finds application in the production of thin and ultrathin wires composed of hard-to-deform metals and alloys. The application of ultrasonic vibrations in various directions, within a frequency range of 17 to 20 kHz, to the conductor serves to decrease tractive effort, enhance conductor resistance, and improve the surface quality of the wire. Vibrations of the wire tool can be horizontal, transverse, or rotational. To maximize the efficacy of vibrational stretching, it is imperative that the vibration velocity of the conductor significantly exceeds the tension velocity. A piezoelectric or magnetostrictive irradiator serves as a source of mechanical ultrasonic vibrations.

The multi-frame stretching process is employed for the repeated stretching of thin wire through sliding. Stretching is conducted at relatively low speeds, and with the repetition of the stretching cycle (4 to 8 times), the thread is simultaneously stretched, thereby increasing productivity, reducing wire tool consumption, and enhancing product quality.

The prominent drawbacks of a solid conductor become evident, particularly during extensive and moderate stretching of wire, manifesting in low productivity, stringent requirements for initial workpieces, high costs associated with preparing its outer surface, the utilization of expensive lubricants, low strength, and challenges in tool development. Notably, difficulties arise in producing profiles with intricate patterns, and the method is unsuitable for obtaining thin-walled profiles and those with a small rolling radius, as reflected in insufficient processing of the cross-section of deformable metal obtained through casting methods.

The pressing process serves as the primary method for deforming spreading and cast blanks in the production of wire-derived semi-finished products. The essence of this process lies in imparting a specific shape by compressing the metal into a cavity created by a working tool. The stress state scheme in compression (complex compression) is deemed more favorable compared to rotation. The widespread use of compression is attributed to the advantageous stress state scheme of the deformable metal – complex and uneven compression.

The selection of temperature conditions for pressing is contingent upon the deformation resistance of the metal, exerting a significant influence on both the force dynamics during the compression process and the ultimate outcome. Heating the pressed workpiece reduces the metal's deformation resistance while enhancing its plastic properties. However, elevated temperatures adversely affect tool working conditions. Consequently, a key challenge in determining temperature conditions is achieving an optimal balance between the alleviation of power conditions and the detrimental impact of high temperatures on equipment. Based on temperature conditions, the pressing process is classified into the following types: hot, isothermal, cold.

The prevalent method in pressing processes is direct compression, where the friction force of the metal between the ingot necessitates additional energy consumption as it moves within the die press. In contrast, reverse compression involves the ejection of metal in the opposite direction to the movement of the die press washer when the container is stationary. In this scenario, the ingot does not shift more than the container, leading to a reduction in the overall compression force. The size of the product in reverse compression is constrained by the dimensions of the press stamp cavity. Compression with a side outlet offers convenience during product retrieval and enables the attainment of maximum length on a vertical press [8]. The matrix is positioned directly on the sleeve of the container at a 90° angle to the press protrusion, with the cast metal outputting at right angles to the direction of the press stamp's movement. In hydrostatic compression, extrusion takes place under the influence of a liquid under high pressure, with the compressible metal isolated in a liquid layer, resulting in a significant reduction in compressive strength.

Advancements in metal pressing processes have given rise to various types of continuous pressing, including non-contact, continuous hydrostatic, rolling-pressing, and friction force-based methods such as "Linex," "disk extruder," and "Conform." Continuous pressing methods offer advantages such as automation and mechanization, increased efficiency, reduced energy consumption, and seamless integration with continuous metal casting machines.

A key advantage of pressed products lies in their ability to amalgamate multiple components, each serving different functions, into a singular pressed product. For instance, panels, designed to provide structural strength and rigidity by riveting rolled sheets and angular or T-shaped profiles, can now be efficiently produced in a single pressing revolution, eliminating the labor-intensive process of riveting and potential drawbacks associated with prefabricated structures. Pressed panels form a unified entity where sheets and T-shaped profiles are seamlessly integrated, obviating the need for assembly work to combine them. Another notable advantage is the ability to fabricate intricately shaped pressed products, a feat unattainable through other processing methods or even cutting. An illustrative example is an aluminum alloy pipe, 15 meters in length, with a diameter of approximately 90 mm, featuring through holes along its entire length (4 mm thickness), a configuration achievable only through pressing. Numerous analogous examples underscore the versatility of pressed products.

The compression process, while effective in producing wire products, presents several disadvantages, including compromised mechanical properties of the section, heterogeneity of wire products along their length, and a substantial strain load. Additionally, the equipment for pressing necessitates a significant amount of metal and occupies a substantial portion of the production area. Intensive wear of the working tool and the generation of press waste often result in reduced efficiency of the pressing process.

Rolling, particularly with a rolling diameter suitable for rods and wires, stands out as one of the most favored methods for producing wire products up to 5 mm. Challenges associated with this approach are primarily linked to the difficulty in achieving the smallest wire sizes. When considering the precise dimensions and geometry of their cross-section, available equipment may not be suitable for rolling small profiles, and an increase in the size of a clean processing bag leads to an augmented need for steel devices and additional production space. Consequently, wire production via rolling is primarily directed towards obtaining hot-rolled wire billets (wire rods) or wire products from continuous casting billets. Continuous wire mills and casting and rolling complexes have become widely employed for this purpose.

Modern mills equipped with high-speed clean processing bag blocks, where cermets are rolled on a single thread without a screen, can achieve high-precision (with a tolerance of ± 0.1 mm) wire rod rolling. Morgan blocks from the USA are widely used abroad, featuring replaceable bags with cantilever rolls positioned at an angle of 90° to each other and at an angle of 45° to the horizontal plane. These blocks, designed for manufacturing 12.7 mm wire rods, contribute to the production of high-quality wire products. Blocks with a similar design are produced by companies such as "Siemag" and «SKET» in Germany.

For rolling tension wires, the triangle-triangle calibration scheme is employed in finishing bag blocks from Kocks. These blocks consist of bags with three windings located at an angle of 120° from each other and connected by conical gears. This block design allows for the rolling of wire made from hard-to-deform steel grades with a diameter of up to 5 mm, originating from a finely dispersed rolling-type billet with an elongation coefficient ranging from 1.10 to 1.25 [9].

An intriguing technology in wire production involves tubeless rolling using the RER process, patented by the Australian company Copper Ltd. This method contributes to the standardization of rolling rolls, enhances their efficiency, reduces the number of passes, simplifies the design of wire fittings, and facilitates machine installation. The paper also explores the feasibility of using flat rolls for rolling copper wire with a diameter of 6.35 mm from corrosion-resistant steel and wire with a diameter of 8 mm.

In recent times, the method of obtaining blanks through continuous or semi-continuous casting of metal has gained widespread use. This involves the use of casting machines equipped with a graphite crystallizer, enabling the production of billets closely matching the size of the finished wire. This approach reduces the overall duration of the technological cycle. However, the cast structure of the extracted metal is unsuitable for further stretching, and the process is generally considered less productive. Hence, in global practice, the prevalent approach is the combined process of casting and rolling metal, executed in foundry and rolling complexes. This integrated method has significantly increased productivity, enhanced product quality, and reduced production costs. For the production of blanks made of aluminum and copper, rotary-type casting machines with a vertically positioned circular crystallizer are commonly utilized, followed by rolling processes according to schemes such as «hexagon-triangle – circle», «circle – oval – circle», or «sharp square – sharp square – circle». In the production of zinc and brass wire rods, casting machines with a

horizontally positioned circular mold (carousel type) are employed, utilizing alternating box-shaped calibration systems. Leading companies engaged in the implementation of integrated casting and billet rolling processes abroad include Continuous Properzi (Italy), General Electric Co. (USA), and Speedem (France). The productivity of these combined processes has approached 70 t/h, with a wire rod exit speed from finishing bags of 10 m/s, and a minimum wire rod diameter ranging from 1.5 to 2.0 mm.

Cold rolling is a prevalent method in the production of rod and wire products. However, its extensive use in the production of round-section wire encounters technological challenges, primarily metal riveting during deformation, necessitating interruptions in the continuous deformation process and the implementation of heat treatment operations. Uneven deformation, more critical than in hot rolling, requires the development of a winding calibration to prevent excessive curvature of the strips and ensure proper gauge filling. In practice, combined wire production processes are often employed, incorporating various methods in conjunction with cold rolling. The choice of a technological scheme is determined by the shape and size of the profile, with an emphasis on minimizing costs and reducing technological retraining efforts. For instance, the Maschinenfabrik Gans Arnold mill in Germany facilitates cold deformation of round and reinforcing wires with a diameter of 4 to 7 mm in anhydrous and wet bags with a winding diameter of 180 mm. A single adjustable rolling speed (up to a volume of 12 m/s) ensures mill production ranging from 5 to 12.5 t/s in a hopper weighing 2.5 tons. Similar production processes have been implemented at the Cerepovets mizileumezavod for products in the range of 4 to 12 mm. LTP type lines from Impianti Industriali SpA (Italy) are currently utilized for cold rolling of wire with a diameter of 4 to 12 mm, offering the rolling of a three-chamber block at speeds up to 15 m/s. There is also information indicating the use of four-leaf caliber bags for cold rolling of circular wire [10]. Cold rolling finds application in the production of flattened strips, shaped bars, and wire, often incorporating prestressed double-frame bags and bags with a multi-frame caliber. The versatility and variety of metal products, along with their distinctive features, position them as fundamental and constructively complementary materials with widespread applications.

Conclusion

The rolling process stands out as a highly versatile, cost-effective, and quality-assuring method for manufacturing wire products. Its advantages in terms of thickness range, energy efficiency, quality outcomes, processing performance improvement, and enhanced productivity make it a preferred choice in the evolving landscape of steel profile manufacturing. Among the various methods considered for manufacturing wire products, the rolling process emerges as the most advantageous in terms of modernization and automation. In comparison with pressing and forging, rolling offers several key advantages:

1. **Versatility in Thickness Range:** Rolling provides the ability to obtain products across a wide thickness range, spanning from several microns to 200 mm. This expansive range enhances the versatility of steel rolling and widens its applicability.

2. **Energy and Cost Efficiency:** Rolling has the potential to significantly reduce energy consumption and costs. Hot rolling, in particular, involves high metal-plastic deformation during the process, leading to reduced electrical application for metal deformation. This, in turn, positively impacts the cost of finished products.

3. **Quality Assurance:** Cold rolling, in particular, yields products of the highest quality across various indicators, including dimensional accuracy, surface finish, and physical and mechanical properties. These advantages have contributed to the widespread adoption of cold rolling in both ferrous and non-ferrous metallurgy.

4. **Improvement in Processing Performance:** Hot rolling proves beneficial in enhancing the processing performance of metals and alloys. It facilitates the removal of large granules during cast production, healing of cracks, reduction or elimination of defects from casting, and transformation of the microstructure from a cast state to a deformed structure. This, in turn, improves the technological properties of the alloy.

5. **Increased Productivity:** The rolling process utilizes large castings and rolling equipment, leading to increased productivity. Moreover, it creates favorable conditions for elevating rolling speeds and establishing a continuous, automated rolling process.

References

1. Osnovy materialovedeniya (metalloobrootka) / V.N. Zaplatin, YU.I. Sapozhnikov, A.V. Dubov, E.M. Duhneev. – 8 izd., ster. – M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2017. – 272 s.
2. Kodzhaspirov G.Ye. Research of dynamic recrystallization of high-strength low-alloy steel by using physical modeling Materials / G.Ye. Kodzhaspirov, Ye.I. Kamelin // Physics and Mechanics. 2016. – № 27. P. 215-222.
3. Burdukovskij V.G. Tekhnologiya listovoj shtampovki: uchebnoe posobie / V.G. Burdukovskij // Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2019. – 224 s.
4. Jonsson M. An Investigation of Different Strategies for Thermomechanical Rolling of Structural Steel Heavy Plates / M. Jonsson // ISIJ International. – 2006. – Vol. 46, № 8. – P. 1192-1199.
5. Ahmetgalina N.V. Metalloobrabotka (po vidam): ucheb. posobie / N.V. Ahmetgalina, L.D. Lim, S.S. Ahmetgalin. – Nekommercheskoe akcionernoe obshchestvo «Talap», Nur-Sultan, 2020. – 302 s.
6. Stefanik A. Theoretical and experimental analysis of aluminium bars rolling process in three-high skew rolling mill / A. Stefanik, A. Morel, S. Mroz, R. Szota Archives of Metallurgy and Materials. – 2015. – Vol. 60, Issue 2. – P. 809-813.
7. Shatalov R.L. Algoritmy rascheta i proektirovaniya oborudovaniya prokatnyh proizvodstv: ucheb. posobie / R.L. Shatalov. – Izdatel'stvo Moskovskogo Politekha, 2019. – 260 s.
8. Gamin Yu.V. Features of broaching process of a small diameter short billets on a mini helical rolling mill / Yu.V. Gamin, B.A. Romanzhev // Rolling manufacture. – 2015. – № 11. – P. 25-312.
9. Konstantinov I.L., Osnovy tekhnologicheskikh processov obrabotki metallov davleniem / I.L. Konstantinov, S.B. Sidelnikov. – Izdatel'stvo: NIC INFRA. M., 2018. – 485 s.
10. Boess V. Ammermann CN ieder estberg D Den ena B. Contact one Analysis Based on Multidimensional Model and Detailed Tool Geometry Representation / V. Boess // Conference on Process Machine Interactions. – 2012. – P. 41-45.

P.A. Советбаев^{1*}, Е.З. Нугман¹, Е.Я. Шаяхметов², А. Kawalek³

¹Satbayev University,

050013, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Сәтбаев к-сі, 22а

²Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

³Ченстоховская политехника,

Ченстохова қ., Польша

*e-mail: rsovetbayev93@gmail.com

СЫМ ӨНІМДЕРІН АЛУ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ, РАДИАЛДЫ-ЫҒЫСУ БІЛДЕГІНДЕГІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

Сым өнімдерін өндіру технологияларына, яғни оның ассортиментіне, сапасына, икемділігіне, тиімділігі мен үнемділігіне, сондай-ақ процестерді толықтай автоматтандыру саласына жоғары талаптар қояды. Бұл мақала қолда бар әдістерді талдауға және шыбықтар мен сымдарды дайындаудың инновациялық тиімді технологиялық процестері арасында сым өнімдерін өндірудің перспективті тәсілін анықтауға бағытталған. Зерттеулер тар шеңберде мамандандырылған салаға бағытталған, дегенмен, осы мақаланың мақсаттарын толық жария ету үшін жеткілікті. Мақала аясында сым өнімдерін алудың ең тиімді, заманауи технологиялық процестеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Авторлардың тұжырымдары бойынша - илемдеу процестері арқылы әртүрлі диаметрлі сым өнімдерін өндірудің заманауи әдістері (мысалы, радиалды-ығысу білдегі) экономикалық тұрғыдан ең тиімді процестердің бірі болып саналады. Бұл процестің маңызды артықшылығы – қажетті өлшемдерге сәйкес келетін жоғары сапалы сым өнімдерін ең төмен шекті өлшемдермен алу мүмкіндігі. Осы тұжырымды қазіргі уақытта тексеру үшін, Қ. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ базасында радиалды-ығысу білдегі құрылды, және оның негізгі жаңалығы орамдардың орналасуы болып табылады. Жасалған радиалды-ығысу білдегінде 6082 маркалы алюминий қорытпасын тарту бойынша бірқатар практикалық тәжірибелер жүргізілді.

Түйін сөздер: сым өнімдері, шыбық, илемдеу, білдек, кереует, деформация, радиалды ығысу, роликтер.

Р.А. Советбаев^{1*}, Е. З. Нугман¹, Е.Я. Шаяхметов², Anna Kawalek³

¹Satbayev University,

Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатбаева, 22 а

²Университет имени Шакарима города Семей

Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

³Ченстоховская политехника,

Польша, г. Ченстохова,

*e-mail: rsovetbayev93@gmail.com

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА РАДИАЛЬНО-СДВИГОВЫХ СТАНАХ

Производство проволочной продукции ставит перед собой высокие требования в области ассортимента, качества, гибкости технологий, эффективности и экономичности, а также полной автоматизации процессов. Настоящая статья нацелена на анализ существующих методов и выявление наиболее перспективного подхода к производству проволочной продукции среди инновационных высокоэффективных технологических процессов изготовления прутков и проволоки. Исследования направлены на узкоспециализированную предметную область, достаточную для полного освещения и раскрытия целей настоящей статьи. В рамках статьи проведен сравнительный анализ наиболее эффективных современных технологических процессов получения проволочной продукции. Выводы авторов указывают на то, что современные методы производства проволочной продукции различных диаметров через процессы прокатки (например, на радиально-сдвиговых станах) часто представляют собой наиболее экономически обоснованный процесс. Существенным преимуществом данного процесса является возможность получения проволочной продукции высокого качества, соответствующей необходимым размерам, с минимальными допусками. Для проверки данного вывода в данное время на базе КазНТУ им.К.Сатпаева был создан радиально-сдвиговый стан, основной новизной которого является расположение валков. На созданном радиально-сдвиговом стане был проведен ряд практических экспериментов по притягиванию алюминиевого прутка марки сплава 6082.

Ключевые слова: проволочная продукция, пруток, прокатка, стан, станина, деформация, радиально-сдвиговый, валки.

Information about the authors

Rail Ayanovich Sovetbayev* – Satbayev University, Almaty, Kazakhstan Republic, e-mail: rsovetbayev93@gmail.com.

Yerik Nugman – PhD., Satbayev University, Almaty, Kazakhstan Republic, e-mail: e.nugman@satbayev.university.

Yerzhan Yarnarovich Shayakhmetov – PhD., Shakarim University of Semey, Kazakhstan Republic, e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru.

Anna Kawalek – Czestochowa University of Technology, Faculty of Production Engineering and Materials Technology, Czestochowa, Poland, e-mail: kawalek.anna@wip.pcz.pl.

Авторлар туралы мәліметтер

Раил Аянович Советбаев* – Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: rsovetbayev93@gmail.com.

Ерик Зеинелович Нугман – PhD., Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: e.nugman@satbayev.university.

Ержан Ярнарович Шаяхметов – PhD., Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru.

Anna Kawalek - Czestochowa University of Technology, Өндіріс технологиясы және материалтану факультеті, Ченстохова қ., Польша, e-mail: kawalek.anna@wip.pcz.pl.

Сведения об авторах

Раил Аянович Советбаев * – Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: rsovetbayev93@gmail.com.

Ерик Зеинелович Нугман – PhD, Satbayev University, Республика Казахстан, e-mail: e.nugman@satbayev.university.

Ержан Ярнарович Шаяхметов – PhD, Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан, e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru.

Anna Kawalek – Czestochowa University of Technology Czestochowa University of Technology, Факультет технологии производства и материаловедения, г. Ченстохова, Польша, e-mail: kawalek.anna@wip.pcz.pl.

Received 28.01.2024

Accepted 04.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-9

МРНТИ: 55.19.01



А.Б. Советканов*, Е.Я. Шаяхметов, Р.Б. Мейрбеков
Университет имени Шакарима города Семей
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: sovetkanov706@gmail.com

МСТО МЕН КЕСУДІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ КЕСУ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Мақалада МСТО (майлау-салқындату технологиялық ортасы) және температуралық кесу режимінің кесу процесінің тиімділігіне әсері қарастырылады. Мақалада оңтайлы МСТО қолдану және кесудің температуралық режимін реттеу кесу процесінің тиімділігін келесі бағыттарда арттыруға мүмкіндік беретіндігін көрсеткен эксперименттік зерттеулердің нәтижелері келтірілген:

– Құралдың беріктігін арттыру. МСТО қолдану Кесу аймағындағы температураны төмендетуге мүмкіндік береді, бұл құралдың тозуын азайтады.

– Өңделген беттің кедір-бұдырлығын азайту. МСТО қолдану Кесу аймағындағы температураны төмендетуге мүмкіндік береді, бұл өңделетін материалдың деформациясының төмендеуіне және нәтижесінде өңделген беттің сапасының жақсаруына әкеледі.

– Кесу күштерінің төмендеуі. МСТО қолдану Кесу аймағындағы температураны төмендетуге мүмкіндік береді, бұл құрал мен өңделетін материал арасындағы үйкелістің төмендеуіне және нәтижесінде кесу күштерінің төмендеуіне әкеледі.

Нәтижелер оңтайлы МСТО қолдану және кесу температурасын реттеу кесу процесінің тиімділігін арттырудың тиімді әдістері екенін көрсетеді.

Машина бөлшектерінің беткі қабатының дәлдігін арттыру үшін МСС (майлау-салқындатқыш сұйықтықтар) және МСС түрлері; экологиялық таза МСТО-ның жаңа түрлерін жасау бойынша ұсыныстар берілген.

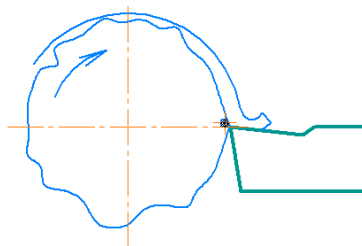
МСТО жаңа құрамдарын таңдаудың көп қырлы әдістемесі ұсынылды. Техника сәтсіз таңдау кезінде бөліктің материалы мен құралының химиялық құрамы, өңдеу әдістері, кесу режимдері, бөліктің беткі қабатының дәлдігі мен сапасына қойылатын талаптар ескерілетіндігіне негізделген.

Түйін сөздер: МСТО-майлау-салқындату технологиялық ортасы, температура режимі, кесу процесінің тиімділігі, құралдың беріктігі, өңделген беттің кедір-бұдырлығы.

Кіріспе

Кесу арқылы өңдеу кезінде беткі қабаттың қажетті сапа параметрлерін алу кейбір қиындықтар туғызады. Өйткені беттік қабат сапасының көптеген факторларының бөлшектің осындай қасиетіне әсері осы уақытта онша жақсы зерттелмеген.

МСТО металдарды кесуге әсер ету тетігін зерделеу кезінде аспап пен бөлшектің жанасуы кезінде беткі қабатта болатын физикалық-механикалық құбылыстар туралы көбірек білу маңызды. Жұмыста [1] майлау-салқындату сұйықтықтарынсыз (ауада) өңдеу кезінде құрал-беттік жүйедегі тұрақты байланыс кезінде өзінің физикалық-механикалық қасиеттерімен өңделетін бет пен құрал-сайманның қасиеттерінен ерекшеленетін қосымша үшінші дене құрылады деген болжам жасалған. Ол өңделетін бөлшектің үстіңгі қабатында құрал жиегінің бөлшектің үстіңгі қабатына оның микрожабының өзгеруімен кешенді деформациялық, жылулық және күштік әсер етуі кезінде пайда болады (1 сурет).



1 сурет – Кесу құралының «үшінші дене» деп аталатын бөлшектің үстіңгі қабатына өзара әрекеттесу схемасы

Бұдан басқа, МСТО құрамы және құрал-бөлшек жүйесіндегі физикалық және химиялық процестер ондағы механикалық ауытқулардың сипаттамасына жиі әсер етеді. МСТО жүйесіндегі кесу кезіндегі ауытқу мәселелері көптеген жұмыстарда зерттелген [2-3], өйткені олар кесу процесінде беткі қабаттың сапасы мен дәлдігіне әсер етеді. Жұмыстардың көпшілігінде кесу процесінде автоауытқу мүмкіндігі мейлінше аз екендігі айтылған, өйткені тәжірибелік жолмен өңделген беттің геометриялық дәлдігіне, оның кедір-бұдырлығына, аспаптың беріктігіне және т.б. әсер ететін негізгі параметрлер белгіленген.

Зерттеу әдістері

МСТО әсер ету тетігін станоктардағы эксперименттердің көмегімен зерделейді. Металл кесетін станоктардағы сынақтар беттің параметрлеріне және кесу режимдеріне МСТО әсерін талдайды. Мұндай сынақтар үшін МСТО үлкен көлемі мен білікті мамандар қажет.

Сынақтар ресурстар мен уақытты талап етеді. Жаңа МСТО әзірлеу және беткі қабаттың қасиеттеріне әсер ету және жылу алмасу саласында мамандарды тарту маңызды. Кездейсоқ факторлардың, деформациялардың, жоғары температуралардың және өңдеу кезіндегі қабат қалыңдығының аздығынан МСТО әсерінің күрделі тетігін түсіндіретін бір мәнді теория жоқ.

Қолда бар [1] сыныптама бойынша МСТО қасиеттерін экологиялық, санитарлық, технологиялық, пайдалану және функционалдық болып бөлуге болады.

– Санитарлық – бұл қасиеттерді бағалау жекелеген компоненттердің және МСТО барлық кешенінің адам ағзасына әсері, оның уыттылығы, тері жамылғысына, тыныс алу жүйесі органдарына әсері бойынша жүргізіледі;

– Технологиялық – бағалау келесі критерийлер бойынша жүргізіледі, бұл өңдеуден кейінгі беттің кедір-бұдырлығы; аспаптың тозуы және т.б.;

– Экологиялық – бұл МСТО қоршаған ортаның экологиясына әсері, оны қауіпсіз кәдеге жарату және қайта пайдалану мүмкіндігі;

– Пайдалану – экологиялық, санитарлық-гигиеналық нормалар және т.б. талаптарды ескере отырып, қандай да бір өндіріс жағдайында МСТО пайдалану мүмкіндігі бойынша бағалайды;

– Функционалдық – кесу процесінде құрал мен бөлшектің бетінің өзара әрекеттесуі кезіндегі КҚЖҚ қасиеттері: салқындату, майлау, кесу, сіңіру, сулау, коррозияға қарсы, жуу.

МСТО функционалдық қасиеттерін динамикада да (тікелей кесу процесінде), кесу процесін модельдеуге мүмкіндік беретін әртүрлі аспаптарда да бағалау оңай екенін көріп отырмыз. Сондықтан одан әрі МСТО-ның функционалдық қасиеттерінің әсерін егжей-тегжейлі қарастырамыз.

МСТО майлау әсері. МСТО-ның майлау әсерін арттыру жоңқаның аспаптың алдыңғы бетіне және бөлшектің аспаптың артқы бетіне үйкелу күшін төмендетеді, осылайша кесу кезінде бөлінетін жылу мөлшерін азайтады. Бұл қасиет аспапта өсу мүмкіндігін бермейді, бұл

өңдеудің дәлдігін арттыра отырып, кедір-бұдырлықты төмендетеді. Жұмыста [4] МСТО кешенді зерттеу кезінде, атап айтқанда МСТО майлау қасиеттерін қарау кезінде "үйкеліс коэффициентінің майлау пленкасының қалыңдығына тәуелділігінде майлау пленкасының қалыңдығынан үйкеліс коэффициентінің өзгеру диапазонын көрсететін шектеулі аумақ көрсетілген.

МСТО майлау әсерінің тетігі байланыс беттері арасындағы адгезиялық байланыстарды сандық және беріктік жағынан азайтудан тұрады; құрал-сайманның алдыңғы бетінің жоңқамен жанасу ұзындығының (ауданының) төмендеуі; құрал-саймандық және өңделетін материалдың жанасу аймағының бетін өңделетін және құрал-саймандық материалдардың механикалық, физикалық-химиялық жанасуынан физикалық-химиялық және механикалық тозудан қорғайтын түзілетін пленкада [10, 11].

Кесу процесінде құрал-сайман материалдары мен бөлшектердің үлкен пластикалық деформациясы кезінде әдетте бөлшек материалы беріктігі аз ретінде ұшырайды, бұл олардың алынуына және түпкі нәтижесінде бөлшектің үстіңгі қабатының едәуір кедір-бұдырлығына әкелуі мүмкін. Проблеманы шешу үшін әдетте антифрикциялық қоспалар ұсынылады, олардың міндеті МСТО пайдалану жағдайында үйкеліс коэффициентін азайту.

Бұл ретте МСТО майлау қасиеттерін жақсартудың өзінің плюстері мен минустары бар, плюстер мыналар:

- Өңделетін беттің кедір-бұдырлығы мен микротезектілігін азайту;
- Кесу құралымен ілінісу күшін, беріктігін және өсуін азайту;
- Кесу аймағындағы үйкелістен температура азаяды;
- Үйкелісті азайту салдары ретінде құралдың беріктігін арттыру; МСТО майлау қасиеттерінің ұлғаюының кемшіліктері де бар:
- Кейбір жағдайларда қоспалар коррозиялық тозуды ұлғайтуы мүмкін;
- құрал-бөлік жүйесінде жанасу кезінде шекаралық пленкалар пайда болуы мүмкін, олардың беріктігі бөлік материалының беріктігінен жоғары болуы мүмкін, бұл кесу күштерінің артуына мүмкіндік береді;
- майлау қасиеттерінің ұлғаюы өңдеу процесіне қатыспайтын дендер санының азаюы салдарынан абразивтік өңдеуге теріс әсер етеді.

Кесу кезіндегі құрал-бөлшек жүйесіндегі үйкеліс күші Боуден - Тейбор формуласы бойынша есептеледі:

$$F_t = F_m \alpha + F_c (1 - \alpha)$$

мұнда: F_m – құрал-бөлшек жүйесіндегі үйкеліс күші;

α – байланыс бетінің үлесі;

F_c – аспап-бөлшек жүйесіндегі шекті пленкалы аспаптың үйкелісі кезіндегі үйкеліс күші.

МСТО жүйесіне әртүрлі қоспалар мен модификаторлар қосу, біз анықтағандай, МСТО-ның функционалдық қасиеттерінің әсерін өзгертеді.

МСТО қолданғанда үйкеліс күшін теңдеуімен сипаттауға болады [6]:

$$f_{тр} = S_n \tau_n + S_y \tau_y + S_{пр} \tau_{пр}$$

мұнда: S_n – шекаралық пленкасы бар құрал-бөлшек жүйесіндегі байланыс алаңы;

τ_n – шекаралық пленканың жылжуы кернеуінің орташа мәні;

S_y – шекаралық пленкасыз, құрал-бөлшек жүйесіндегі байланыс алаңы;

τ_y – жылжытуға арналған бөлшек материалының ағымдылық шегінің мәні (нығайтуды ескере отырып);

$S_{пр}$ – бөлшек материалына кесу құралының жұмыс жиегінде пайда болған микроқақпалар мен өсінділер енгізілген учаскелердің ауданы;

$\tau_{пр}$ – бөлік бетінің "сыдырылуына" кедергінің мәні.

Үйкеліс күштерін азайту және қызмет ету мерзімін ұлғайту үшін антифрикциялық, тозуға қарсы қоспалар кеңінен пайдаланылады. Нақ осы трибологиялық сипаттамалар бойынша МСТО майлау қасиеттерін бағалайды, бұл майлаудың тозуға қарсы, тозуға қарсы, антифрикциялық қасиеттері. Кесу күші, айналу сәтінің шамасы және қуаты бойынша бағаланады. Егер майлау қасиеттерін неғұрлым терең зерттеу талап етілсе, онда құрал-сайманның тозуын, жоңқаның шөгуін және т.б. өлшеуді жүргізеді.

Сондай-ақ олардың құрамына енгізілетін беттік-белсенді заттардың (ББЗ) МСТО майлау қасиеттерін жақсартады, олар абсорбция жылуын арттырады және МСТО молекулалары мен дайындама мен құрал-сайман материалы арасындағы байланыстардың беріктігіне жауап береді. МСТО құрамындағы ББЗ тиімділігі (2-5%) жұмыстардағы эксперименттермен дәлелденеді [3, 5].

Қазіргі уақытта Қазақстанда тиімді МСТО әзірлеу қазіргі заманғы отандық қоспалардың (жуу, майлау және т.б.) болмауын мейлінше аз, сондай-ақ қатты тежейді. Сондай-ақ қазіргі заманғы МСТО-ны әзірлеуді тиімді телімдердің жоғары құны тежейді.

МСТО суландыру қасиеттері. МСТО өзінің қасиеттерін толық көрсетуі үшін (майлау, жуу, салқындату) бөлшектер мен құралдардың материалдарын жақсы суландыру қажет. Толық емес сулау МСТО-ның кесу аймағына әсерін іс жүзінде жояды. Қатты дененің бетін сулау дәрежесін тәуелділіктен анықтауға болады:

$$\cos\theta_c = \frac{\sigma_{т.г.} - \sigma_{т.ж.}}{\sigma_{ж.г.}}$$

мұндағы $\sigma_{т.г.}$ – жүйенің (фазаларды бөлудің) шекарасындағы беттік керілулер қатты дене – газ;

$\sigma_{ж.г.}$ – сұйықтық-газ жүйесінің шекарасындағы беттік керілулер;

$\sigma_{т.ж.}$ – жүйе шекарасындағы беттік керілулер қатты дене – сұйықтық;

$\cos\theta_c$ – суланудың шеткі бұрышы.

Кесу процесінде аспаптың және бөлшектің бетінің сулануы жоғары жылдамдықпен өтуі тиіс, оның жылдамдығын әдетте көлденең жазықтықта сұйықтық тамшысының ағуы бойынша бағалауға болады. Сұйықтықтың таралу жылдамдығы өңдеу бетінің кедір-бұдырлығына және құрал бетіне (оның геометриясына), сұйықтықтың беттік керілуіне және тұтқырлығына байланысты [11].

МСТО жазу әрекеті құрал мен бөлшектің жанасу аймағындағы Т температурасына, МСТО-ның микрожарықтағы молярлық көлеміне және жоғары температура салдарынан пайда болатын бу қысымына байланысты болады [53], оны мынадай формула бойынша есептеуге болады:

$$P_{PAC} = \frac{RT}{V_M} \ln \frac{P_s}{P_{II}}$$

где R – тұрақты газ;

V_M – молярлық көлем;

P_s – сұйықтық бетімен тепе-теңдікте болатын бу қысымы;

P_{II} – осы қалыңдықтағы пленкамен тепе-теңдікте болатын бу қысымы.

МСТО кесу қасиеттері. МСТО кесу қасиеттері бұл сұйық ортаның әсерінен өңделетін бөлшектің ең жұқа бетінің беріктік қасиеттерінің азаюы. Сұйық ортаның әсерінен өңделетін беттің үстіңгі энергиясы төмендейді, материалдың ағымдылық шегі азаяды, жылжуға кедергі және кесу күші азаяды.

МСТО салқындату қасиеттері. МСТО салқындату қасиеттері кесу аймағында жылу алмасуды бақылауға әсер етеді, бұл құралдың тозу қарқындылығына, геометриялық өлшемдердің дәлдігіне, өңделген беттің кедір-бұдырлығына және т.б. әсер етуге мүмкіндік береді. Осы параметрлердің барлығы МСТО құрамына, жекелеген компоненттердің қасиеттеріне байланысты. МСТО салқындату қабілеті тұтқырлығына, жылу өткізгіштігіне, меншікті жылу сыйымдылығының шамасына, МСТО компоненттерінің булану жылуына байланысты болады.

Судың салқындату қабілеті майларға қарағанда жоғары болғандықтан, тозуға қарсы, антифрикциялық және басқа да қасиеттерге әсер ететін белгілі бір ББЗ қоспалары бар су негізінде МСТО құру неғұрлым тиімді болып табылады [1].

Аспаптың бөлшекпен жанасу аймағындағы температурамен аспаптың беріктігінің дәрежелі тәуелділігі бар:

$$T = \frac{C}{t^n}$$

мұнда: C – коэффициент;

t – құрал мен бөлшектердің жанасу аймағындағы температура;

n – дәреже көрсеткіші.

Бөлінетін жылу МСТО дұрыс таңдау кезінде төмендейді, өйткені бұл байланыс аймағындағы үйкелісті және кесу күшін азайтады. Жылу бөлу кесу жылдамдығы ұлғайған кезде өседі, жылу бөлуге беру мен кесу тереңдігінің ұлғаюы аз әсер етеді, сондай-ақ пластикалық металдарды өңдеу кезінде жылу бөлу морт металдарға қарағанда көбірек екені белгілі.

Әрбір материал үшін оның беріктігін қамтамасыз ететін оңтайлы температура болады, сондықтан МСТО кесу режимін таңдау кезінде ескеру қажет.

МСТО жуу қабілеті. МСТО-ның жуу қабілеті – бұл құрал мен бөлшектердің бетіндегі ластануларды жою қабілеті.

МСТО жуу қасиеттерін анықтаудың сандық тәуелділігі жеткілікті түрде дәл мүмкін емес, өйткені МСТО жуу қасиеттеріне әсер ететін көптеген кездейсоқ факторлар бар, мысалы, жуылатын шламның құрамы, беттің кедір-бұдырлығы, өңдеу түрі, бөлшектер мен құрал-сайман материалы, МСТО беру тәсілі және т.б. Алайда физикалық және механикалық қасиеттері бойынша МСТО-ның жуу қасиеттерін жанама айқындау мүмкіндігі бар, бұл беттік керілу, эмульгирлеу қабілеті, диспергирлеу қабілеті; немесе белгілі бір уақыт кезеңінде ластану мөлшерін өлшеудің тікелей тәсілдері бар.

МСТО жуу қабілетін физикалық-химиялық қасиеттерімен, беттік керілу және беттік бойынша таралу жылдамдығы сияқты бағалауға болады. Сондай-ақ, мысалы, белгілі бір уақыт аралығында немесе өңделетін бетті тазалау дәрежесі бойынша алып тасталған ластанудың жиынтық мөлшерін өлшеуге негізделген тікелей әдістерді пайдалануға болады. Фотометрикалық әдісті де қолдануға болады.

Зерттеу нәтижелері.

МСТО таңдау қазіргі уақыттағы көптеген факторларды, оның ішінде бөлшек материалының қасиеттері мен құрамын, өңдеу түрін, кесу режимін, бөлшектің үстіңгі қабатының дәлдігі мен кедір-бұдырлығының қажетті параметрлерін, сондай-ақ МСТО-ның экологиялық, пайдалану, гигиеналық және қосымша қасиеттерін ескеруі тиіс.

МСТО-ны таңдау өңдеу түріне де байланысты. Мысалы, таза операциялар кезінде жақсы майлау қабілетінің есебінен бөлшек бетінің кедір-бұдырлығын қамтамасыз ете алатын майлы МСТО қолданған жақсы.

Өңделетін материалдардың өзінде де МСТО пайдалану бойынша шектеулер бар. Мысалы, мыс пен оның қорытпаларын белсенді күкірті бар МСТО пайдалана отырып өңдеуге болмайды, ал титан үшін құрамында хлоры бар компоненттерді пайдалану ұсынылмайды.

Минералды май, эмульгаторлар, коррозия ингибиторлары қосылған судың базалық негізі бар МСТО эмульсиялар деп аталады. Эмульсиялардағы май тамшыларының эмульгаторлар деп аталатын ББЗ молекулаларының қабықшасы болады. Май-су фазаларының шекарасындағы ББЗ молекулалары фазалардың шекарасында теріс зарядтар қабатын түзетіндей бағытталған, сондықтан тұрақты эмульсияда тамшыларға зарядталған қабықтардың элетростатикалық итерілуінің қосылуына жол бермейді.

МСТО-да синтетикалық және жартылай синтетикалық негізде жақсы көрсеткіштер бар. Олар жоғары температурада кесу кезінде жоғары біртектілік пен жақсы тұтқырлық беретін химиялық синтезден алынған. Синтетикалық МСТО негізінен ББЗ мен суда еритін полимерлерден (минералды майсыз) тұрады. Жартылай синтетикалық МСТО керісінше құрамында 15-30% минералды май бар. Синтетикалық және жартылай синтетикалық МСТО пайдалану тұйық циклда ауыстырмастан және іс жүзінде қымбат болғанымен, экологиялық тазалық есебінен олардың қызмет ету мерзімі ұзартылған жағдайда ғана өзін ақтайды.

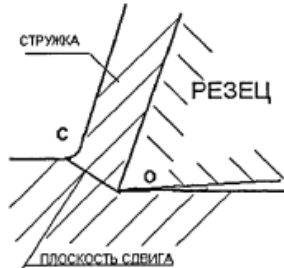
Әлемде жаңа МСТО әзірлеу кезінде олардың құнының төмендеуі функционалдық телімдерді пакеттеу қағидатын пайдалану есебінен болады. Базалық негізге (әдетте май) өздерін жақсы жағынан көрсеткен және функционалдық мақсаты оңтайлы болып табылатын телімдер пакетін (немесе кешенін) қосады.

Қазіргі уақытта жаңа телімдерді жасау кезінде станоктарда сынамай олардың МСТО құрамындағы тиімділігін анықтау мүмкін емес. Сондықтан осы құрамды кесу барысында бұл ретте МСТО ең аз санын пайдалана отырып, алдын ала бағалауға мүмкіндік беретін тиімді стандарттерде қажеттілік бар.

Үйкеліс машиналарындағы сынақтармен алынатын олардың трибологиялық сипаттамаларын назарға ала отырып, МСТО таңдау МСТО-ның жаңа құрамдары үшін бұрын тек мотор майлары үшін пайдаланылған телімдерді табуға және пайдалануға көмектеседі.

МСТО аспап материалы мен бөлшектердің, аспаптық және өңделетін материалдардың химиялық құрамына әсер етеді. Үйкеліс машиналарында құрал материалдары мен бөлшектердің әртүрлі нұсқаларының үйкелісін модельдеу кезінде МСТО майлау қасиеттерін байқау кезінде «айналмалы диск - қозғалмайтын саусақ» схемасы жиі пайдаланылады, схема шариктерді дайындаумен салыстырғанда дайындау қарапайымдылығына байланысты таңдалған.

МСТО салқындату қабілетін есептеу. Кесу кезінде энергияның көп бөлігі жылу энергиясына айналады [7-8]. Кесу кезінде жылу шығарудың негізгі көздері-жоңқалардың пайда болу аймағы және кескіштің алдыңғы және артқы бетінің бөлшектермен және жоңқалармен тікелей байланыста болатын бөліктері (2-сурет).

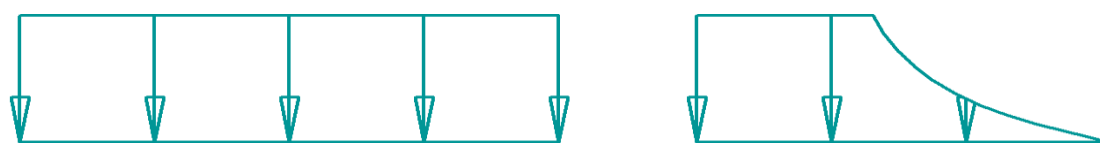


2 сурет – Кесу процесінде құрал мен өңделетін беттің жанасу аймағы

Кесу кезіндегі ең жоғары температура құрал-бөлшектің байланыс аймағында байқалады, онда ол пластикалық деформация аймағынан жоғары, жоғары температура кесу процесіне теріс де, оң да әсер етеді [9]. Кемшіліктерге аспаптың диффузиялық және шаршау тозу жылдамдығының ұлғаюын жатқызуға болады, артықшылықтары – үстіңгі қабаттың қыздырылуы, Іске асырудың оң әсері үстіңгі қабаттың жоғары температураға дейін қыздырылуында, олар материалдың металдың пластикалық ағымын жеңілдету салдарынан жылжуға кедергісін азайтады.

Өңдеудің әртүрлі түрлері кезінде кесу аймағындағы жылу көздері үшін $f(x_n, y_n, z_n, \tau)$ тәуелділік түрі күрделі және көбінесе белгісіз.

Эксперименттік жолмен құрал мен бөлшектердің түйісу аймағында үйкелістің екі түрі бар екені анықталды. Егер тікелей кесу жиегінің жанында, жоғары қысым аймағында ішкі үйкеліс орын алса, төменгі қысым аймағында жоңқа мен құрал арасында сыртқы үйкеліс болады. Сондықтан графикалық түрде жылу бөлу аймағын екі учаске түрінде көрсетуге болады, онда кескіш жиек аймағында жылу бөлу тығыздығын біркелкі бөлу заңы, ал қалғандарында - экспоненциалдық бөлу заңы қолданылады (3-сурет).



3 сурет – Жылу бөлу тығыздығы мен бөлу заңын графикалық түсіндіру

$f(x_n, y_n, z_n, \tau)$ функциясының түріне сүйене отырып, МСТО-ның осы функцияға әсері туралы біліп, кесу аймағындағы жылу мөлшерінің есебін жасауға болады. Алайда, жылу процестерін талдауды іс жүзінде жүргізе отырып, әдетте кері мәселені шешеді, яғни эксперименттік түрде Q жылу мөлшері немесе W жылу бөлудің орташа қуаты анықталады, t уақытында және одан әрі белгілі бөлу заңы кезінде q_0 жылу ағынының ең үлкен тығыздығын табады [1].

Егер жоңқаның пайда болу аймағында жылуды бөлу заңы t уақытына байланысты емес, яғни уақыт бойынша тұрақты болады деп қабылдасақ, онда тәуелділікті аламыз [1]:

$$q_0 = \frac{Q}{\tau} I = \frac{W}{I}$$

мұнда

$$I = \iiint_V f(x_{и}, y_{и}, z_{и}) dx_{и}, dy_{и}, dz_{и}$$

Бұл тәуелділік үш, екі, бір өлшемді көздерге қатысты жұмыс істейді. Көрінетін екі өлшемді көз үшін тек I интеграл ғана ерекшеленеді

$$I = \iint_F f(x_{и}, y_{и}) dx_{и}, dy_{и}$$

бір өлшемді үшін

$$I = \int_I f(x_{и},) dx_{и}$$

Екі өлшемді біркелкі таратылған көз жағдайында

$$f(x_{и}) = f(y_{и}) = 1$$

Кесу температурасын МСТО көмегімен негізінен кесу аймағына жанасатын жоңқамен толтырылмаған кескіш беттерінен жылуды бұру себебінен төмендетеді. МСТО көмегімен жоңқа арқылы жылуды бұру жоңқа мен кескіштің өте аз уақыт жанасу салдарынан кесу аймағындағы температураға қатты әсер етпейді.

Егер құрал-сайманның бөлшек материалымен жанасу аймағының жанында dV қарапайым көлемін бөліп көрсетсек, кескіштің $x_{и}, y_{и}, z_{и}$ бөлшек материалымен жанасу нүктесінің координаталарына белгі берсек, онда dx уақытында dV көлемінде dQ мөлшерінде жылу бөлінеді.

$$q(x_{и}, y_{и}, z_{и}, \tau) = dQ / (d\tau \cdot dV)$$

Алынған тәуелділік уақыт сәтінде M нүктесінде жылу бөлудің тығыздығын анықтайды τ . τ уақытында J саласында Q жылу мөлшерін табу үшін жоғарыда көрсетілген формуланы біріктіреміз

$$Q = \int_0^r d\tau \int_V q(x_{и}, y_{и}, z_{и}, \tau) dV$$

$$q(x_{и}, y_{и}, z_{и}, \tau) = q_0 f(x_{и}, y_{и}, z_{и}, \tau)$$

мұнда q_0 – бөлу тығыздығы (ең жоғары), Вт/м²

Өлшемсіз $f(x_{и}, y_{и}, z_{и}, \tau)$ функциясы J аумағының уақыт пен көлемде жылу бөлу тығыздығының бөлу заңын сипаттайды [1]. Кері (теріс) жылу ағыны (жылу ағыны) кескіш пен МСТО арасындағы α жылу беру коэффициентіне тура пропорционалды болады. МСТО салқындату әсерінің нәтижесі ретінде жоңқа мен құрал бетінің жанасу орнындағы температураның төмендеуін Релей формуласы бойынша есептеуге болады:

$$T(x, y) = -\frac{\alpha}{2\pi\lambda_p} \iint \frac{T(x_1 y_1) dx_1 dy_1}{((x - x_1)^2 + (z - z_1)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

мұнда $T(x, y)$ – аспаптың осы нүктесіндегі температура;

α - МСТО мен құрал арасындағы жылу беру коэффициенті.

Интеграциялау МСТО салқындатылатын барлық беті үшін жүргізілуі тиіс, МСТО өңделетін ауданы кескіш пен жоңқаның түйісу ауданынан әлдеқайда үлкен екені анық.

МСТО мен құрал-сайман үшін жылу беру коэффициенті кескіш пен МСТО беттері арасындағы конвективті жылу алмасуды анықтайтын формуладан Нуссельт саны бойынша есептеледі.

$$Nu = \frac{\alpha D_{\text{ЭКВ}}}{\lambda}$$

мұнда λ – МСТО жылу өткізгіштігі, Вт/(м*К);

K – Кельвин градустары.

Су және май негізінде МСТО салқындату қабілетін есептей отырып, су негізінде МСТО жылу өткізгіштігі майлы негізде МСТО-дан бірнеше есе жоғары екенін ескеру қажет. Мұндай айырмашылықтың мысалы 1-кестеде келтірілген.

1 кесте – Бөлме температурасында су және май негізіндегі КҚЖ жылу өткізгіштігінің шамалары [10]

Су МСТО	λ Вт/(м*К)	Майлы МСТО	λ Вт/(м*К)
5% эмульсия Укринол-1М	0,56	МР-1у	0,15
5% эмульсия НГЛ-205	0,58	МР-3	0,13
5% эмульсия Аквол-2	0,58	МР-6	0,14

Қорытынды

1. МСТО тиімді құрамдарын таңдау функционалдық қасиеттерін сынау нәтижелері бойынша тиімді жүзеге асыру: салқындату, майлау, кесу және т.б.;

2. МСТО жаңа құрамдарын іріктеудің көпжоспарлы әдістемесі ұсынылды. Әдістеме МСТО таңдау кезінде бөлшек материалы мен құрал-сайманның химиялық құрамы, өңдеу әдістері, кесу режимдері, бөлшектің үстіңгі қабатының дәлдігі мен сапасына қойылатын талаптар ескерілетініне негізделген;

3. Ашық дереккөздерде бар эксперименттік деректердің негізінде талдау жүргізілді және су және май негізінде МСТО салқындату қабілетін есептеу үшін әдістеме ұсынылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Шашин А.Д. Исследование влияния СОЖ на процесс взаимодействия инструмента и заготовки при обработке металлов резанием: дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Шашин Андрей Дмитриевич; ГОУ МГИУ; науч. рук. Э.М. Берлинер. – Москва, 2003. – 118 с.
2. Определение влияния колебаний режущих инструментов на точность механической обработки / Д.Т. Жайлаубаев, Е.М. Габбасов, А.М. Алимуратов, А.Г. Галимов // Молодой ученый. – 2022. – № 12(407).
3. Леонов С.Л. Влияние деформаций, износа инструментов и вибраций на шероховатость при растачивании / С.Л. Леонов, Е.Я. Шаяхметов // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по материалам LXI междунар. науч.-практ. конф. / Новосибирск: Изд. АНС «СИБАК», 2016. – №8(56). – 144 с.
4. Shokrani V. Dhaka Environmentally conscious machining of difficult-to-machine materials with regard to cutting fluids / S. Shokrani Newman // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2008. – vol. 57. – P. 83-101.
5. Influence of Cutting Fluid on Machining Processes: A Review / A.O. Araoyinboa, M.B. Eduna, A.U. Samuela et al // Jurnal Kejuruteraan. – 2022 – № 34(3). – P. 365-373.
6. Rothwell B. Kuhlchmieren C. Chlorfrei altol der problemlosung / B. Rothwell // Maschine und Wergsend, Fertiqstechnik. – 1986. – N.19, Vol. 87. – P. 56-58.
7. Лазюк Ю.Н. Влияние поверхностно-активных смазочно-охлаждающих технологических средств на механическую обработку кремния и арсенида галлия: автореферат дис. ... кандидата химических наук : 02.00.11 / МГУ им. М. В. Ломоносова. Хим. фак. – Москва, 1989. – 18 с.
8. Берлинер Э.М. Эффективность смазочно-охлаждающих жидкостей с химически активными элементами / Э.М. Берлинер // Станки и инструменты. – 2000. – № 3. – С.33-35.
9. Analysis of the surface roughness and cutting tool wear using a vapor compression assisted cooling system to cool the cutting fluid in turning operation / Araújo R.P., Rolim T.L., Oliveira C.A. et al // Journal of Manufacturing Processes. – 2019. – 44(May). – P. 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.05.040>.
10. Бердичевский У.Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов: Справочник / У.Г. Бердичевский. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
11. Ищук Ю.Л. Технология пластчных смазок / Ю.Л. Ищук; АН УССР, Ин-т физ.-орг. химии и углехимии, Отд-ние нефтехимии, Всесоюз. н.-и. нефтеперераб. и нефтехим. пром-сти. – Киев : Наук. думка, 1986. – 146 с.
12. Nazma Sultana A Review on Different Cooling/Lubrication Techniques in Metal Cutting / Nazma Sultana, Nikhil Ranjan Dhar, Prianka Binte Zaman // American Journal of Mechanics and Applications. – 2019. № 7(4). P. – 71-87.

References

1. Shashin A.D. Issledovanie vliyaniya SOZH na protsess vzaimodeistviya instrumenta i zagotovki pri obrabotke metallov rezaniem: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.03.01 / Shashin Andrei Dmitrievich; GOU MGIU; nauch. ruk. E.H.M. Berliner. – Moskva, 2003. – 118 s. (In Russian).
2. Opredelenie vliyaniya kolebaniy rezhushchikh instrumentov na tochnost' mekhanicheskoi obrabotki / D.T. Zhailaubaev, E.M. Gabbasov, A.M. Alimuratov, A.G. Galimov // Molodoi uchenyi. – 2022. – № 12(407). (In Russian).
3. Leonov S.L. Vliyanie deformatsii, iznosa instrumentov i vibratsii na sherokhovatost' pri rastachivanii / S.L. Leonov, E.YA. Shayakhmetov // Tekhnicheskii nauki – ot teorii k praktike: sb. st. po materialam LXI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Novosibirsk: Izd. ANS «SiBAK», 2016. – №8(56). – 144 s. (In Russian).
4. Shokrani V. Dhaka Environmentally conscious machining of difficult-to-machine materials with regard to cutting fluids / S. Shokrani Newman // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2008. – vol. 57. – P. 83-101. (In English).
5. Influence of Cutting Fluid on Machining Processes: A Review / A.O. Araoyinboa, M.B. Eduna, A.U. Samuela et al // Jurnal Kejuruteraan. – 2022 – № 34(3). – R. 365-373. (In English).
6. Rothwell V. Kuhlmieren C.Chlorfrei altol der problemlosung / V. Rothwell // Maschine und Wergsend, Fertiqstechnik. – 1986. – N.19, Vol. 87. – P. 56-58. (In English).
7. Lazyuk YU.N. Vliyanie poverkhnostno-aktivnykh smazочно-okhlazhdayushchikh tekhnologicheskikh sredstv na mekhanicheskuyu obrabotku kremniya i arsenida galliya : avtoreferat dis. ... kandidata khimicheskikh nauk : 02.00.11 / MGU im. M. V. Lomonosova. Khim. fak. – Moskva, 1989. – 18 s. (In Russian).
8. Berliner E.H.M. Ehffektivnost' smazочно-okhlazhdayushchikh zhidkosti s khimicheskimi aktivnymi ehlementami / E.H.M. Berliner // Stanki i instrumenty. – 2000. – № 3. – S.33-35. (In Russian).
9. Analysis of the surface roughness and cutting tool wear using a vapor compression assisted cooling system to cool the cutting fluid in turning operation / Araújo R.P., Rolim T.L., Oliveira C.A. et al // Journal of Manufacturing Processes. – 2019. – 44(May). – R. 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.05.040>. (In English).
10. Berdichevskii U.G. Smazочно-okhlazhdayushchie sredstva dlya obrabotki materialov: Spravochnik / U.G. Berdicheskii. – M.: Mashinostroenie, 1984. – 224 s. (In Russian).
11. Ishchuk YU.L. Tekhnologiya plastchnykh smazok / YU.L. Ishchuk; AN USSR, In-t fiz.-organ. khimii i uglekhimii, Otd-nie neftekhimii, Vsesoyuz. n.-i. neftepererab. i neftekhim. prom-sti. – Kiev : Nauk. dumka, 1986. – 146 s. (In Russian).
12. Nazma Sultana A Review on Different Cooling/Lubrication Techniques in Metal Cutting / Nazma Sultana, Nikhil Ranjan Dhar, Prianka Binte Zaman // American Journal of Mechanics and Applications. – 2019. № 7(4). R. – 71-87. (In English).

А.Б. Советканов*, Е.Я.Шаяхметов, Р.Б. Мейрбеков

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: sovetkanov706@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СОТС И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

В статье рассматривается влияние СОТС (Смазочно-охлаждающая технологическая среда) и температурного режима резания на эффективность процесса резания. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, которые показали, что применение оптимальной СОТС и регулирование температурного режима резания позволяют повысить эффективность процесса резания в следующих направлениях:

– Повышение стойкости инструмента. Применение СОТС позволяет снизить температуру в зоне резания, что приводит к уменьшению износа инструмента.

– Уменьшение шероховатости обработанной поверхности. Применение СОТС позволяет снизить температуру в зоне резания, что приводит к уменьшению деформации

обрабатываемого материала и, как следствие, к улучшению качества обработанной поверхности.

– Снижение сил резания. Применение СОТС позволяет снизить температуру в зоне резания, что приводит к уменьшению трения между инструментом и обрабатываемым материалом и, как следствие, к снижению сил резания.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение оптимальной СОТС и регулирование температурного режима резания являются эффективными способами повышения эффективности процесса резания.

Даны рекомендации по использованию СОЖ (Смазочно-охлаждающие жидкости) и виды СОЖ для повышения точности поверхностного слоя деталей машин; Рекомендации по созданию новых видов экологичных СОТС.

Предложена многоплановая методика подбора новых составов СОТС. Методика основана на том, что при выборе СОТС учитывается химический состав материала детали и инструмента, методы обработки, режимы резания, требования к точности и качеству поверхностного слоя детали.

Ключевые слова: СОТС – смазочно-охлаждающая технологическая среда, температурный режим, эффективность процесса резания, стойкость инструмента, шероховатость обработанной поверхности.

A. Sovetkanov*, Ye. Shayakhmetov, R. Meirbekov.

University named after Shakarim, Semey city,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20A, Glinka str.

*e-mail: sovetkanov706@gmail.com

REFINEMENT OF THE PARAMETRIC MODEL OF ROUGHNESS FORMATION BY CONDUCTING AN EXPERIMENT

The article deals with the influence of lubricating and cooling technological medium and cutting temperature regime on the efficiency of the cutting process. The article presents the results of experimental studies, which showed that the use of optimal lubricant and cutting temperature control allows to increase the efficiency of the cutting process in the following directions:

– Increase of tool durability. The application of coolant allows to reduce the temperature in the cutting zone, which leads to a decrease in tool wear.

– Reduction of roughness of the machined surface. The use of coolants allows to reduce the temperature in the cutting zone, which leads to a decrease in the deformation of the machined material and, as a consequence, to an improvement in the quality of the machined surface.

– Reduction of cutting forces. The application of coolants allows to reduce the temperature in the cutting zone, which leads to a decrease in friction between the tool and the processed material and, as a consequence, to a decrease in cutting forces.

The obtained results indicate that the use of optimal coolant and cutting temperature control are effective ways to improve the efficiency of the cutting process.

Recommendations on the use of coolants (lubricating and cooling liquids) and types of coolants to improve the accuracy of the surface layer of machine parts; Recommendations on the creation of new types of environmentally friendly coolants are given.

A multifaceted method of selecting new compositions of coolants is proposed. The method is based on the fact that the chemical composition of the part and tool material, machining methods, cutting modes, requirements to accuracy and quality of the surface layer of the part are taken into account when selecting coolants.

Key words: coolant – lubricating and cooling technological medium, temperature mode, efficiency of cutting process, tool durability, roughness of machined surface.

Сведения об авторах

Ержан Ярнарович Шаяхметов – PhD, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>.

Аслан Бекжанович Советканов – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: sovetkanov706@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1702-5590>.

Руслан Байронович Мейрбеков – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; r.meyrbekov@bk.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Ержан Ярнарлович Шаяхметов – PhD, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>

Аслан Бекжанович Советканов – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: sovetkanov706@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1702-5590>.

Руслан Байронович Мейрбеков – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: r.meyrbekov@bk.ru.

Information about the authors

Yerzhan Shayakhmetov– PhD, Professor of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>.

Aslan Sovetkanov – Master's student of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: sovetkanov706@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1702-5590>.

Ruslan Meirbekov – Master's student of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: r.meyrbekov@bk.ru.

*Редакцияға енуі 29.01.2024
Жариялауға қабылданды 29.02.2024*



Д.А. Акимова^{1,2}, А.К. Какимов¹, Ж.С. Есимбеков²

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Байтурсынова 29

*e-mail: akdilife@mail.ru

ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАРШЕВОЙ СИСТЕМЫ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Аннотация: Белки гидролизатов коллагенсодержащего сырья обладают полезными биологическими свойствами и могут быть использованы в качестве активных компонентов продуктов функционального питания. Разработка мясных рубленых полуфабрикатов с использованием гидролизатов коллагена вторичных продуктов птицеперерабатывающей промышленности является перспективным направлением пищевой промышленности. В работе приведены результаты исследования влияния белково-минеральной добавки из куриных ног (БМД) на качественные характеристики фаршевой системы мясных рубленых полуфабрикатов. БМД получена в результате тонкого измельчения куриных ног, различными способами обработки и высушиванием до порошкообразного состояния. Выработаны несколько видов образцов фаршевых систем. Проведен сравнительный анализ химического состава и функционально-технологических свойств фаршевых систем. Экспериментально подтверждена целесообразность механических и биотехнологических способов воздействия на вторичные продукты птицеводства с целью получения белково-минеральной добавки (БМД) и ее использования в производстве мясных продуктов. На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что замена пшеничного хлеба в рецептурах рубленых полуфабрикатов на БМД способствует повышению содержания белка. Образец с добавлением белково-минеральной добавки, содержащую льняную муку имеет наиболее высокое содержание белка 26, 83%, что превышает содержание белка в контрольном образце на 5,4%, добавление БМД с ячменной мукой превышает содержание белка в контрольном образце на 4,4%. Данные образцы полуфабрикатов имели меньшие потери при тепловой обработке, при органолептической оценке получили высокие баллы.

Ключевые слова: птица, вторичные продукты, куриные ноги, белково-минеральная добавка, фаршевые композиции, мясные рубленые полуфабрикаты.

Введение

Возникает необходимость улучшения существующих технологий и поиска новых методов производства мясных продуктов. За счет использования дополнительных ресурсов сырья, можно увеличить производство новых продуктов питания из мяса и снизить их себестоимость. Использование куриных ног в производстве мясных продуктов может открыть новые возможности мясоперерабатывающей отрасли. Куриные ноги могут быть использованы для получения ценных компонентов. Одним из способов является добавление переработанных куриных ног в фаршевые системы в составе белково-минеральной добавки. Использование таких белково-минеральных композиций позволит эффективно использовать

белки гидролизатов коллагенсодержащего сырья и расширить ассортимент мясных продуктов.

Цель данной работы получение белково-минеральных добавок на основе куриных ног, исследование их влияния на химический состав, функционально-технологические свойства, органолептические свойства мясных рубленых полуфабрикатов.

Куриные ноги применяются в изготовлении мясных продуктов. Существует способ производства полуфабрикатов мясорастительного происхождения, включающий смешивание мясных или растительных компонентов с добавлением белково-растительного наполнителя, полученного из бульона на основе куриных ног и пророщенной кукурузы [1]. Разработан метод создания структурообразователя, который включает в себя этап ферментации измельченных в куттере куриных ног. Это изобретение обеспечивает формирование структурообразователя с высокой адгезией, что позволяет его эффективно использовать при производстве формованных мясных продуктов [2]. Представлен метод улучшения питательных свойств нагетсов, включающий использование модифицированного крахмала и куриных ног [3].

В данной работе решается проблема рационального использования побочного сырья птицеводства за счет глубокой переработки в пищевую добавку. Научной гипотезой для решения данной проблемы является предположение о том, что глубокая переработка куриных ног и разработка способа получения белково-минеральной добавки позволят улучшить органолептические и функционально-технологические свойства, повысить пищевую и биологическую ценность мясных продуктов.

Материалы и методы

Объекты исследований: вторичные продукты убоя птицы куриные ноги, белково-минеральные добавки, фаршевые композиции, мясные рубленые полуфабрикаты.

Определение содержания влаги проводилось согласно ГОСТ 9793-2016 [4] и ГОСТ 33319-2015 [5]. Согласно ГОСТ 23042-2015 [6] определяли содержание жира. Содержание минеральных веществ (золы) определяется путем термической деминерализации образца, который предварительно обезвожен и обезжирен, при температуре 500-650 °С. Содержание белка определялось согласно ГОСТ 25011-2017 [7]. Активная кислотность среды (рН) измерялась потенциометрическим методом на приборе рН-метр-340 (Россия, 2015), погружением двух электродов в раствор с фиксацией значения рН на шкале прибора согласно ГОСТ 51478-99 [8]. Массовая доля хлористого натрия определялась согласно ГОСТ 9957-2015 [9]. Органолептическую оценку качества мясных изделий проводили по 5-балльной шкале по ГОСТ 9959-2015 [10]. Статистический анализ проводился с использованием программных пакетов Statistica 6.0 и Excel 2007.

Результаты исследований и их обсуждение

Процесс получения белково-минеральной добавки из куриных ног. Очищенные от чешуи, когтей и загрязнений куриные ноги выдерживаются в 10% растворе NaCl 12 часов при температуре 3-6 °С. Далее куриные ноги измельчаются на мясорубке МИМ-300 (Россия, 2019) с диаметром решетки 5 мм. После полученный фарш измельчается на коллоидной мельнице с зазором между ножами 0,1 мм.

Химический состав полученной пасты тонкоизмельченного фарша куриных ног (ПКН) показан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав куриных ног и пасты куриных ног (ПКН)

Показатели, %	Объект исследования	
	Куриные ноги	Паста куриных ног ПКН
Массовая доля белка	26,83	23,29
Массовая доля влаги	65,4	70,4
Массовая доля жира	2,3	0,03
Массовая доля золы	5,36	6,28

После механической обработки наблюдается незначительное снижение содержания белка и жира, а также увеличение массовой доли влаги в связи с особенностями проведения механической обработки (добавление льда при тонком измельчении) и повышение зольности.

Полученный тонкоизмельченный фарш куриных ног (ГПН) подвергается гидролизу несколько часов. Получаем гидролизат пасты куриных ног ГПН. После отделяется твердая часть ГПН от геля ГПН. Часть твердого остатка высушивается в шкафу в течении нескольких часов. Сухой твердый остаток далее измельчается для получения порошка ГПН. Белково-минеральные добавки БМД получают путем смешивания в разных пропорциях геля, твердого остатка и растительной муки – льняной (БМД лён) и ячменной (БМД ячмень).

Для разработки рекомендаций по использованию БМД в производстве рубленых полуфабрикатов изучены ее органолептические показатели (табл. 2) химический состав (табл.3), исследована пищевая безопасность (табл. 4) и функционально-технологические свойства.

Таблица 2 – Органолептические показатели белково-минеральной добавки с ячменной мукой (БМД ячмень)

Наименование показателя	НД на методы испытаний	Характеристика
Внешний вид	ГОСТ 9959-2015	Плотная масса серого цвета, без комочков
Консистенция	ГОСТ 9959-2015	Плотная
Запах и вкус	ГОСТ 9959-2015	Свойственны данному виду продукта без посторонних запаха и привкуса, слегка солоноватый

При органолептической оценке БМД ячмень имеет однородную мелкоизмельченную структуру, без костных частиц; плотную консистенцию, без постороннего запаха.

Таблица 3 – Химический состав белково-минеральной добавки с ячменной мукой (БМД ячмень)

Наименование показателей, единицы измерений	НД на методы испытаний	Фактически получено
Массовая доля белка, %, не более	ГОСТ 25011-2017	10,0
Массовая доля жира, %, не более	ГОСТ 23042-2015	9,6
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	ГОСТ 9957-2015	0,4

По химическому составу белково-минеральная добавка БМД ячмень содержит белка 10 г/100г, жира 9,6 г/100г, доля хлористого натрия не более 0,4%.

Таблица 4 – Пищевая безопасность белково-минеральной добавки БМД ячмень

Наименование показателей, единицы измерений	НД на методы испытаний	Нормы по НД	Фактически получено
Токсичные элементы мг/кг, не более:			
Свинец	ГОСТ 30178-96	0,6	Не обнаружено
Мышьяк	ГОСТ 31266-2004	1,0	Не обнаружено
Кадмий	ГОСТ 30178-96	1,0	Не обнаружено
Ртуть	МУК 4.1.1472-03	0,2	Не обнаружено
Пестициды, мг/кг, не более			
Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	МУ 2142-80	0,1	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	МУ 2142-80	0,1	Не обнаружено
Антибиотики, мг/кг, не более			
Левомецетин	СТ РК ИСО 13493-2014	Не допускается	Не обнаружено
Тетрациклиновая группа	СТ РК 1505-2006	Не допускается	Не обнаружено
Нитрозамины, мг/кг, не более			
Сумма НДМА и НДЭА	МУК 4.4.1.011-93	0,002	Не обнаружено
Радионуклиды Бк/кг, не более			
Цезий – 137	ГОСТ 32161-2013	200	4,3

По показателям пищевой безопасности белково-минеральной добавки БМД ячмень не обнаружены содержание токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов. Из радионуклидов содержание цезия- 137 составило 4,3 Бк/кг, что значительно ниже ПДК.

Состав белково-минеральных добавок используемых для дальнейших исследований: Порошок ГПКН содержит порошок; БМД ячмень – ячменную муку, гель ГПКН, порошок ГПКН; сырая ПКН; БМД лен-льняную муку, гель ГПКН, твердый остаток ГПКН.

Качество БМД зависит не только от химического состава, но и от ее технологических свойств. В связи с этим в работе были изучены функционально-технологические характеристики БМД. Выявлено, что БМД обладают достаточно высокой влагосвязывающей, влагоудерживающей и гелеобразующей способностями.

На основании проведенных исследований рекомендовано использование БМД в технологии рубленых мясных полуфабрикатов. Количество вводимых БМД составляет 13-15% к весу основного сырья, что соответствует замене хлеба пшеничного и части воды. За контрольный образец 1 приняты «Котлеты деревенские» ГОСТ 32951-2014; образец 2 – котлеты с добавлением сырой пасты куриных ног (сырая ПКН); образец 3 – котлеты с добавлением белково-минеральной добавки с ячменной мукой (БМД ячмень); образец 4 – котлеты с добавлением порошка гидролизата пасты куриных ног (порошок ГПКН); образец 5 – котлеты с добавлением белково-минеральной добавки с льняной мукой (БМД лен).

При проведении экспериментальных исследований полученных рубленых полуфабрикатов контрольного и образцов с добавлением БМД определяли следующие показатели: массовую долю влаги, жира, белка, золы, ВСС, рН, проводилась органолептическая оценка продуктов, потери при тепловой обработке (устойчивость фарша). Данные исследований отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав и функционально-технологические свойства рубленых полуфабрикатов контрольного и опытных образцов с добавлением белково-минеральных добавок

Показатели, %	Образец1 Контроль	Образец 2 Сырая ПКН	Образец 3 БМД лен	Образец 4 Порошок	Образец 5 БМД ячмень
Массовая доля белка	21,34	19,3	26,83	24,21	25,76
Массовая доля влаги	75,55	75,95	69,81	71,1	71,07
Массовая доля жира	1,31	2,43	0,21	0,26	0,19
Массовая доля золы	1,8	2,31	3,15	4,46	2,98
рН	5,47	5,8	5,56	5,59	5,49
ВСС	23	26	66	46	46
Потери при тепловой обработке	19	32,3	14	27,8	16,8

На основе таблицы 5 можно сделать вывод образец 3 БМД лен имеет наиболее высокое содержание белка 26, 83%, что превышает содержание белка в контрольном образце на 5,4%, образец 5 БМД ячмень на 4,4%, образец 4 Порошок на 2,8%. Добавление БМД лен и БМД ячмень показывают снижение общей влажности фарша на 5,7% и 4,4% соответственно, снижение экстракции жира, повышение содержания минеральных веществ. Замена пшеничного хлеба на сырую пасту куриных ног, подвергнутой только механической обработке вызвало снижение содержание белка на 2%, незначительно повысилось значение рН, снизилась жиросвязывающая способность, повысилось содержание минеральных веществ. При добавлении порошка ГПКН происходит снижение общей влажности фарша на 4%, снижается количество экстрагированного жира, увеличилось содержание белка на 3% и повысилось содержание минеральных веществ в сравнении с контрольным образцом. По результатам исследования влагосвязывающей способности модельных фаршей выявлено, что наиболее высокий показатель у образца с добавлением БМД лен 66%, затем образец с добавлением порошка ГПКН 46% и образец с добавлением БМД ячмень 46%, показатель ВСС контрольного образца 23% и образца с добавлением сырой ПКН 26%. Потери при тепловой обработке в образцах с добавлением сырой ПКН и порошка ГПКН выше контрольного образца 32% и 27% соответственно, в образцах с добавлением БМД лен 14% и с добавлением БМД ячмень 12%, что ниже показателя контрольного образца.

Органолептическая оценка модельных образцов котлет показала, что изменения потребительских свойств продукции значительно зависят от дозировки нетрадиционного сырья. Так, добавление сырой ПКН в количестве 13% изменила внешний вид изделий и

привнесла отдельные вкрапления мелких частиц. Полная замена пшеничного хлеба порошком ГПКН привело к образованию слишком плотной консистенции и снижению сочности, заметны отдельные очень мелкие вкрапления частиц светло - коричневого цвета. Добавление БМД лён слегка изменила цвет изделий, привнесла пикантный вкус, напоминающий молотые пряности. Добавление БМД ячмень незначительно изменила вкус и запах изделий, сохранилась сочность и консистенция котлет. В результате образец БМД лён и образец БМД ячмень набрали 48,7±0,3 балла и 47,8±0,2 балла, что соответствует категории «очень хорошее» качество.

Добавление сырой ПКН и порошка ГПКН способствовало большему изменению вкуса, консистенции и сочности готовой продукции, но с еще приемлемыми характеристиками внешнего вида, цвета и запаха. По итогам дегустационной оценки опытные образцы набрали 31,7±0,3 балла и 31,2±0,2, что соответствует категории «среднее» качество.

Выводы

Благодаря комплексному использованию белковых ингредиентов с высокими функциональными свойствами и биологической ценностью, удалось создать многокомпонентные белково-минеральные добавки. Это позволило расширить технологические возможности использования побочного коллагенсодержащего сырья, получаемого при глубокой переработке птицы. Экспериментально подтверждена целесообразность механических и биотехнологических способов воздействия на побочные продукты птицеводства с целью получения белково-минеральной добавки и ее использования в производстве мясных продуктов. Изучены функционально-технологические свойства гидролизатов, полученных из куриных ног. Обоснована эффективность использования БМД при производстве мясных рубленых полуфабрикатов. Установлено, что использование многокомпонентной БМД улучшает ФТС фаршевой системы котлет, понижает потери массы при тепловой обработке (в образце с добавлением БМД лён на 26%, в образце БМД ячмень на 11%), повышает качество готового продукта. Экспериментально обоснованы количество и способ введения гидролизатов куриных ног в составе БМД в рецептуре мясных рубленых полуфабрикатов. На основе анализа и обобщения экспериментальных данных разработаны:

- технология получения белково-минеральных добавок с достаточно высокими функциональными свойствами;
- рецептура и технология мясных рубленых полуфабрикатов с использованием БМД сложного состава.

Материалы подготовлены в рамках выполнения проекта «Разработка ресурсосберегающей технологии переработки вторичного сырья КРС и птицы в производстве мясных продуктов функциональной направленности» в рамках научно-технической программы BR10764970 «Разработка наукоемких технологий глубокой переработки с/х сырья в целях расширения ассортимента и выхода готовой продукции с единицы сырья, а также снижения доли отходов в производстве продукции» бюджетной программы 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» подпрограмма 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 годы.

Список литературы

1. Пат. KZ20305 Республика Казахстан, МПК A23L 1/312, A23L 1/317, A23L 1/314, A23L 1/056, A23L 1/05, A23L 1/0562. Способ производства мясорастительных полуфабрикатов / Нам В.И., Тулеуов Е.Т., Каймбаева Л.А., Казиханова С.Р.; заявитель РГКП «Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова»; заявл. 04.06.2007; опубл. 07.11.2008. – 3 с.
2. Пат. KZ 20759, Республика Казахстан, МПК A23L 1/315, A23L 1/314. Способ производства структурообразователя для получения мясных продуктов / Тулеуов Е.Т., Нам В.И., Казиханова С.Р., Каймбаева Л.А.; заявитель и патентообладатель РГКП «Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова»; заявл. 04.06.2007; опубл. 16.02.2009, Бюл. № 2. – 3 с.
3. Пат. BR102017021567A2 Бразилия, МПК A23B4/10. Процесс улучшения питательных свойств наггетсов с добавлением куриных субпродуктов и модифицированной крахмальной

пленки / Érica Da Costa MonçãoAntonia Lucivânia De Sousa MonteMarlene Nunes DamascenoAntônia Tanna Farias Da CruzEdilania Silva Do NascimentoBeth Sebna Da Silva Meneses; опубли. 24.04.2019.

4. ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. – Введ. 2018-01-01. – М.:Стандартинформ, 2018. – 6 с.
5. ГОСТ 33319-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. – Введ. 2016-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 6 с
6. ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 9 с.
7. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. – Введ. 2018-07-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 14 с.
8. ГОСТ 51478-99. Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН). – Введ. 2001-01-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 19 с.
9. ГОСТ 9957-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания хлористого натрия. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 23 с.
10. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 24 с.
11. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
12. Анохина О.Н. Исследования по разработке технологии мясорастительных кулинарных продуктов / О.Н. Анохина, Н.А. Притыкина // Известия КГТУ. – 2011. – № 23. – С. 214-221.
13. Васюкова, А.Т. Структурно-механические показатели качества рубленой и котлетной мясной массы с биологически активными добавками / А.Т. Васюкова, М.В. Васюков, П. Мушин // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2016. – № 2(2). – С. 15-20.
14. Разработка технологии мясных рубленых полуфабрикатов функционального назначения / М.Б. Данилов, Н.И. Гомбожапова, С.Ю. Лескова, Т.М. Бадмаева // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – Т. 1. – № 2. – С. 104-112.
15. Хуснидинова А.Р. Современные направления совершенствования качества мясных полуфабрикатов / А.Р. Хуснидинова, В.В. Котков // Молодежь и наука. – 2017. – № 4. – С. 79-83.
16. Novel Antihypertensive Peptides Derived from Chicken Foot Proteins / F.I. Bravo, Mas- A. Capdevila, M. Margalef et al // Molecular Nutrition and Food Research. – 2019. – № 63(12). – P. 1-8.
17. Meat protein based bioactive peptides and their potential functional activity: a review / L. Xing, R. Liu, S. Cao et al // International Journal of Food Science and Technology. – 2019. – № 54(6). – P. 1956-1966.
18. Tkaczewska J. Peptides and protein hydrolysates as food preservatives and bioactive components of edible films and coatings – a review / J. Tkaczewska // Trends in Food Science & Technology. – 2020. № 106. – P. 298-31
19. Lafarga T. Bioactive peptides derived from bovine and porcine co-products: a review / T. Lafarga, C. Álvarez, M. Hayes // Journal of Food Biochemistry. 2017. – № 41(6). – P. 1-18.
20. Литовкин А.Н. Вторичные продукты убоя птицы как сырье для функциональных препаратов животных белков / А.Н. Литовкин, И.А. Глотова, О.Ю. Кривцова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 189-189.

References

1. Pat. KZ20305 Respublika Kazakhstan, МПК А23L 1/312, А23L 1/317, А23L 1/314, А23L 1/056, А23L 1/05, А23L 1/0562. Sposob proizvodstva myasorastitel'nykh polufabrikatov / Nam V.I., Tuleuov E.T., Kaimbaeva L.A., Kazikhanova S.R.; zayavitel' RGKP «Pavlodarskii gosudarstvennyi universitet im. S. ToraigyrovA»; zayavl. 04.06.2007; opubl. 07.11.2008. – 3 s. (In Russian).
2. Pat. KZ 20759, Respublika Kazakhstan, МПК А23L 1/315, А23L 1/314. Sposob proizvodstva strukturoobrazovatelya dlya polucheniya myasnykh produktov / Tuleuov E.T., Nam V.I., Kazikhanova S.R., Kaimbaeva L.A.; zayavitel' i patentoobladatel' RGKP «Pavlodarskii gosudarstvennyi universitet im. S. ToraigyrovA»; zayavl. 04.06.2007; opubl. 16.02.2009, Byul. № 2. – 3 s. (In Russian).
3. Pat. BR102017021567A2 Braziliya, МПК А23В4/10. Protsess uluchsheniya pitatel'nykh svoistv naggetsov s dobavleniem kurinykh subproduktov i modifitsirovannoi krakhmal'noi plenki /

Érica Da Costa MonçãoAntonia Lucivânia De Sousa MonteMarlene Nunes DamacenoAntônia Tanna Farias Da CruzEdilania Silva Do NascimentoBeth Sebna Da Silva Meneses; opubl. 24.04.2019. (In English).

4. GOST 9793-2016. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya vlagi. – Vved. 2018-01-01. – M.: Standartinform, 2018. – 6 s. (In Russian).
5. GOST 33319-2015. Myaso i myasnye produkty. Metod opredeleniya massovoi doli vlagi. – Vved. 2016-07-01. – M.: Standartinform, 2016. – 6 s. (In Russian).
6. GOST 23042-2015. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya zhira. – Vved. 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2017. – 9 s. (In Russian).
7. GOST 25011-2017. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya belka. – Vved. 2018-07-01. – M.: Standartinform, 2018. – 14 s. (In Russian).
8. GOST 51478-99. Myaso i myasnye produkty. Kontrol'nyi metod opredeleniya kontsentratsii vodorodnykh ionov (pH). – Vved. 2001-01-01. – M.: Standartinform, 2018. – 19 s. (In Russian).
9. GOST 9957-2015. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya sodержaniya khloristogo natriya. – Vved. 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2018. – 23 s. (In Russian).
10. GOST 9959-2015. Myaso i myasnye produkty. Obshchie usloviya provedeniya organolepticheskoi otsenki. – Vved. 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2018. – 24 s. (In Russian).
11. Antipova L.V. Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. – M.: Kolos, 2001. – 376 s. (In Russian).
12. Anokhina O.N. Issledovaniya po razrabotke tekhnologii myasorastitel'nykh kulinarnykh produktov / O.N. Anokhina, N.A. Pritykina // Izvestiya KGTU. – 2011. – № 23. – S. 214-221. (In Russian).
13. Vasyukova, A.T. Strukturno-mekhanicheskie pokazateli kachestva rublenoi i kotletnoi myasnoi massy s biologicheski aktivnymi dobavkami / A.T. Vasyukova, M.V. Vasyukov, P. Mushin // Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noi Rossii. – 2016. – № 2(2). – S. 15-20. (In Russian).
14. Razrabotka tekhnologii myasnykh rublenykh polufabrikatov funktsional'nogo naznacheniya / M.B. Danilov, N.I. Gombozhapova, S.YU. Leskova, T.M. Badmaeva // Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii. – 2015. – T. 1. – № 2. – S. 104-112. (In Russian).
15. Khusnidinova A.R. Sovremennye napravleniya sovershenstvovaniya kachestva myasnykh polufabrikatov / A.R. Khusnidinova, V.V. Kotkov // Molodezh' i nauka. – 2017. – № 4. – S. 79-83. (In Russian).
16. Novel Antihypertensive Peptides Derived from Chicken Foot Proteins / F.I. Bravo, Mas- A. Capdevila, M. Margalef et al // Molecular Nutrition and Food Research. – 2019. – № 63(12). – P. 1-8. (In English).
17. Meat protein based bioactive peptides and their potential functional activity: a review / L. Xing, R. Liu, S. Cao et al // International Journal of Food Science and Technology. – 2019. – № 54(6). – P. 1956-1966. (In English).
18. Tkaczewska J. Peptides and protein hydrolysates as food preservatives and bioactive components of edible films and coatings – a review / J. Tkaczewska // Trends in Food Science & Technology. – 2020. № 106. – P. 298-31 (In English).
19. Lafarga T. Bioactive peptides derived from bovine and porcine co-products: a review / T. Lafarga, C. Álvarez, M. Hayes // Journal of Food Biochemistry. 2017. – № 41(6). – P. 1-18. (In English).
20. Litovkin A.N. Vtorichnye produkty uboia ptitsy kak syr'e dlya funktsional'nykh preparatov zhivotnykh belkov / A.N. Litovkin, I.A. Glotova, O.YU. Krivtsova // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2014. – № 5-1. – S. 189-189. (In Russian).

Д.А. Акимова^{1,2}, А.К. Какимов¹, Ж.С. Есимбеков²

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты»

Семей филиалы

Казахстан, 071412, Семей қ., Байтурсынова к. 29

*e-mail: akdilife@mail.ru

АҚУЫЗ-МИНЕРАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ӨҢДЕЛГЕН ЕТ ҰНТАҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ САПАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫНА ӨСЕРІ.

Құрамында коллаген бар шикізаттың гидролизат ақуыздары пайдалы биологиялық қасиеттерге ие және оларды Функционалды тамақтану өнімдерінің белсенді

компоненттері ретінде пайдалануға болады. Құс өңдеу өнеркәсібінің қайталама өнімдерінің коллаген гидролизаттарын пайдалана отырып, ет тартылған жартылай фабрикаттарды әзірлеу тамақ өнеркәсібінің перспективалы бағыты болып табылады. Жұмыста тауық етінен алынған ақуыз-минералды қоспаның (АМҚ) туралған ет жартылай фабрикаттарының тартылған ет жүйесінің сапалық сипаттамаларына әсері туралы зерттеу нәтижелері келтірілген. АМҚ тауықтың аяқтарын ұсақ ұнтақтау, әртүрлі өңдеу және ұнтақ күйіне дейін кептіру арқылы алынады. Тартылған ет жүйелерінің бірнеше түрлері жасалды. Тартылған ет жүйелерінің химиялық құрамы мен функционалдық-технологиялық қасиеттеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Ақуыз-минералды қоспаны (АМҚ) алу және оны ет өнімдерін өндіруде пайдалану мақсатында құс шаруашылығының қайталама өнімдеріне әсер етудің механикалық және биотехнологиялық әдістерінің орындылығы эксперименталды түрде расталды. Жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, туралған жартылай фабрикаттардың құрамындағы бидай нанын АМҚ ға ауыстыру ақуыздың жоғарылауына ықпал етеді деген қорытынды жасауға болады. Құрамында зығыр ұны бар ақуыз-минералды қоспаны қосатын үлгіде ақуыздың ең жоғары мөлшері 26, 83% құрайды, бұл бақылау үлгісіндегі ақуыздан 5,4%-ға, арпа ұнымен АМҚ қосылуы бақылау үлгісіндегі ақуыздан 4,4%-ға асып түседі. Бұл жартылай фабрикаттардың үлгілері термиялық өңдеу кезінде аз шығынға ұшырады, органолептикалық бағалау кезінде жоғары балл алды.

Түйін сөздер: құс еті, қайталама өнімдер, тауықтың аяқтары, ақуыз-минералды қоспалар, тартылған ет композициялары, туралған ет жартылай фабрикаттары.

A.D. Akimova^{1,2}, A.A. Kakimov¹, Zh.S. Yessimbekov²

¹Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Kazakh research institute of processing and food industry Semey branch

Kazakhstan, 071412, Semey, Baytursinov str. 29

*e-mail: akdilife@mail.ru

INFLUENCE OF PROTEIN-MINERAL ADDITIVES ON THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE MINTING SYSTEM OF MINUTE SEMI-FINISHED MEAT PRODUCTS

Proteins from hydrolysates of the collagen-containing component have the properties of biological substances and can be used as active components of functional food products. The development of chopped semi-finished meat products using collagen hydrolysates from secondary products of the poultry processing industry is a promising direction in the food industry. The paper presents the results of a study of the influence of a protein-mineral additive from chicken legs (BMD) on the quality characteristics of the minced meat system of minced semi-finished meat products. BMD is obtained by finely grinding chicken legs, using various processing methods and drying to a powdery state. Several types of minced meat systems have been developed. A comparative analysis of the chemical composition and functional and technological properties of minced meat systems was carried out. The feasibility of mechanical and biotechnological methods of influencing secondary poultry products in order to obtain a protein-mineral additive (PMD) and its use in the production of meat products has been experimentally confirmed. Based on the conducted research, we can conclude that replacing wheat bread in the recipes of chopped semi-finished products with BMD helps to increase the protein content. The sample with the addition of a protein-mineral additive containing flax flour has the highest protein content of 26.83%, which exceeds the protein content in the control sample by 5.4%; the addition of BMD with barley flour exceeds the protein content in the control sample by 4.4%. These samples of semi-finished products had lower losses during heat treatment and received high scores during organoleptic evaluation.

Key words: poultry, secondary products, chicken legs, protein-mineral additive, minced compositions, minced meat semi-finished products.

Сведения об авторах

Айтбек Калиевич Какимов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан; e-mail: ezhanibek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Динара Акимбаевна Акимова – докторант кафедры «Технологии пищевых производств и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: akdilife@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Авторлар туралы мәліметтер

Айтбек Калиевич Какимов – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдық және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD, «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Семей филиалы, Қазақстан Республикасы; e-mail: ezhanibek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Динара Акимбаевна Акимова – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: akdilife@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Information about the authors

Aitbek Kalievich Kakimov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Zhanibek Serikbekovich Yesimbekov – PhD, Semey branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Republic of Kazakhstan; e-mail: ezhanibek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Dinara Akimbaevna Akimova – Doctoral student of the Department of "Food Production Technologies and Biotechnology"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: akdilife@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Поступила в редакцию 11.01.2024
Поступила после доработки 19.01.2024
Принята к публикации 22.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-11

FTAXP: 65.33.29



Л.Ж. Алашбаева^{1*}, А.С. Боранкулова¹, Ш.А.Турсунбаева², Ж.К. Нургожина², А.А. Баялы¹

¹М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
080000, Қазақстан Республикасы, Жамбыл облысы, Тараз қ., Төле би к-сі 60

²Алматы технологиялық университеті,
050002, Қазақстан Республикасы, Алматы қ. Төле би к-сі 100

*e-mail: orken-lilia@mail.ru

ФУНКЦИОНАЛДЫ БАҒЫТТАҒЫ НАН ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аңдатпа: Тұтас дәнді бидай наны мен глютенсіз нан өнімдері әдетте ұсақталған текстурамен, нашар түспен, кіші көлеммен, қанағаттанарлықсыз дәммен және қысқа сақтау мерзімімен байланысты, мүмкін глютен түзетін тұтқыр тордың әлсіз немесе болмауына байланысты. Осылайша, функционалды бағыттағы диеталық нанның кейбір ақаулары газдарды тиімсіз ұстаумен және қамырды қопсыту кезінде кеңеюмен байланысты, бұл нан үгіндісінің көлемі мен жұмсақтығының төмендеуіне әкеледі. Жұмыстың қазіргі міндеті - осы шектеулерді жеңу.

Тұтас дәнді бидай наны мен глютенсіз нан өнімдерінің жаңа ассортименттеінің рецептурасы жасалынды. Құрама ұн негізінде тұтас дәнді бидай наны мен глютенсіз нан өнімдерінің технологиясы жетілдірілді. Зерттеуге алынған ұндардың физикалық-химиялық құрамындағы қажетті заттардың пайыздық көрсеткіштерінің адам ағзасына пайдалылығына ғылыми шолу жүргізілді. Тәжірибе жүзінде зертханалық жағдайда сынама нан пісіру жұмыстары жүргізілді, нәтижесінде математикалық моделдеу арқылы рецептура бойынша ең оңтайлы үш түрлі сынама нан өнімдері іріктелінді. Бұл жұмыста іріктелген сынама нан өнімдерінің рецептурасы, жаңа өнімді әзірлеу барысында қарастырылған технологиялық режимдері, дайын өнімнің органолептикалық және физикалық-химиялық қасиеттері анықталынып, талқыланды. Үлгілердің түсі біркелкі, өнім бетінің түсі қоңыр, жұмсақ, орташа кеуекті, нан жұмсағы серпімді, бөгде иістерсіз және дәмі бағытталған нан өніміне үйлесімді түрде сәйкес келеді. Нан қолданыстағы нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес келеді.

Түйін сөздер: тұтас дәнді бидай ұны, глютенсіз нан, функционалды бағыт, нан өнімдері, сапа көрсеткіштері.

Кіріспе

Жоғарғы сұрыпты ұннан дайындалған нан өнімдері – органолептикалық қасиеттеріне байланысты бүкіл әлемде тұтынушылар ұнататын, күнделікті тұтынатын, кең таралған негізгі өнім болып табылады. Дегенмен, қазіргі уақытта тұтынушылар диета мен денсаулықтың маңыздылығы туралы түсінік жарнама және ғылыми зерттеулердің нәтижелері туралы үнемі хабардар болатындықтан, табиғи тағамдарға көбірек көңіл бөлуде. Бұл тенденция тағамдық қоспалар мен өсімдік тектес шикізаттар сияқты табиғи ингредиенттерге сұраныстың артуына және функционалды тағам ретінде белгілі болды. Тұтас дәнді бидай наны, дәнді нан өнімдері қарт және кез келген адамдардың профилактикасы үшін өте қолайлы, өйткені ол қант диабеті, қатерлі ісік және жүрек – қан тамырлары ауруларының қауіпін азайтады. Дегенмен тұтас дәнді бидай наны өмірлік маңызды лизин және треонин сияқты амин қышқылдардың мөлшері аз. Өнімге қосымша дәстүрлік емес өсімдік шикізаттарын қосу арқылы жоғарылатуға болады [1].

Бидай ұны нан-тоқаш өнімдерін өндіруде негізгі ингредиент болып табылады және оның ұсақтылық дисперстігі соңғы өнімнің сапасына әсер етеді. Дисперстілік деп ұн бөлшектерінің гранулометриялық құрамы болып табылады және оның фцнкционалдық қасиеттеріне әсер етеді. Ұнның бөлшектерінің өлшемдері түрлі деңгейде болады. Олардың таралуын лазерлік диафракция немесе електен өткізу арқылы өлшейді. Бидай ұнының дисперстігі өнім сапасына айтарлықтай әсер етеді. Ұнның өте ірі немесе тым ұсақ бөлшектері қамырдың серпімділігі мен созылмалығына әсер етіп, нан жұмсағының құрылымы мен текстурасына бұзады. Өртүрлі дисперсиялық бидай ұнының технологиялық сипаттамалары айтарлықтай ерекшеленеді. Ұнның бөлшектері тым ұсақ болса суды сіңіру қабілеті артады да қамырдың серпімділігін арттырады. Бұндай ұндарды кондитер өндірісінде (торт, печенье және т.б.) қолданылады. Гранулометриялық құрамы аса ірі ұндар суды аз сіңіреді де, қамырдың созылғыштығын арттырады. Бұндай ұндар нан және нан –тоқаш өнімдерін өндіруде, нан жұмсағының құрылымын кеңейту үшін және жағымды текстура беру үшін қолданылады.

Нан өнімдері халық үшін ыңғайлы, оңай дайындалатын және денсаулыққа қажетті тағам өнімі болып табылады. Үнемі қолданыстағы және нарықтағы нан өнімі десе, ойға қолжетімді, реңі сарғыш- алтын түстес, өте серпімді, жоғарғы сұрыпты бидай ұндарынан дайындалған нан өнімі келеді. Бұндай нан және нан-тоқаш өнімдерінде қолданылатын рафинирленген немесе жоғарғы сұрыпты ұнның құрамында крахмал мен желімшеден басқа адамның басты нан өнімдерінен алатын минералдық және дәрумендік құрамдары нашар болады. Қазіргі таңда өнімнің тағамдық құрамы мен сапасына қарағанда өнімнің сатылымы жоғары болу үшін және тұтынушылардың сұранысына ықпал ету үшін, сыртқы түр түсіне көп акцент жасайды. Нан өнімдерінің реологиялық қасиеттерінің жақсы болуы, яғни, өнімнің серпімді болуы мен көлемінің ірі болуы және нанның сыртқы түрі мен үгінділердің құрылымына глютен мен глиадин амин қышқылдары жауапты. нің күшіне байланысты [2].

Дегенмен глютенге бай тағамдарды жеу кейбір генетикалық сезімтал адамдарда целиак ауруы немесе глютенге төзбеушілік деп аталатын тұқым қуалайттын иммундық энтеропатия деген ауруды тудырады. Бұл бүкіл әлемде таралған және жиі кездесетін аурулардың бірі. Әсіресе балалар мен жасөспірімдер арасында созылмалы дамудың тежелуін туғызатын бұзылыстарға алып келеді. Орташа есеппен жалпы халықтың 1% құрайды [3].

Глиадин мен глютенге бай өнімдермен тұтыну ішектің шырышты қабығына қатты зақым келтіреді және тағамның ішекте дұрыс қорытылуына кедергі жасайды, тағамның қорытылу қабілетсіздігіне ұшыратады. Целиак ауруы бар науқастарды емдеудің бірден бір жолы глютенсіз диеталық өнім болып табылады. Бұндай өнімдердің құрамында глютен немесе проламині бар бидай, қарабидай, арпа және сұлы сияқты дәнді дақылдар қатаң түрде болмауы қажет. Нан өнімдерінен пайда болатын целиак ауруы жиі кездеседі. Ал, глютенсіз нан өндіру бидай ақуызының қызметін атқара алатын балама ингредиенттердің болмауы наубайханашылардың алдындағы қиын міндет. Қазіргі таңда глютенге төзбеушілігі бар адамдар үшін нан желімшесіне балама ретінде дәстүрлі емес көздерден глютенсіз нан жасау бойынша әртүрлі зерттеу жұмыстары жүргізілуде [4]. Глютенсіз нан өнімдерінде майдың мөлшері ұсынылған май мөлшерімен салыстырғанда жоғары, ал, ағуыздың мөлшері аз болады. Бұның өзі ағзада ақуыздың тапшылығына әкелуі мүмкін. Глютенсіз тағамдардың тағамдық сапасының төмендігі олардың органолептикалық қасиеттерін жақсартуға әкелетін дәстүрлі емес шикізат көздерін пайдалану дарқылы тағамдық құндылығын жақсартуға болады. Глютенсіз нан өнімдері үшін күріш, жүгері, қарақұмық, және бұршақ дақылдары сияқты өнімдер жиі қолданылады. Кейде, нандағы желімшені түзетін ақуыздарды балама ингредиенттер ретінде жұмыртқа, гидроколлоидтар және бұршақ ақуыздарының изоляттары қолданылады. Глютенсіз нандағы ақуыздың құрамы ақ нанмен салыстырғанда төмен, бірақ, көп дәнді нан өндірудің жаңа тәсілі глютенсіз нандағы ақуыздың төмен мөлшерін өтей алады. Дәстүрлі емес дәнді дақылдар (амарант, квиноа, қарақұмық және т.б.), бұршақ дақылдары, сүт ингредиенттері және жұмыртқа сияқты ақуызға бай шикізаттарды қолдану арқылы ақуыз құрамы және амин қышқылды профилі жақсартылған глютенсіз нан жасау үшін ғалымдар түрлі зерттеулер жүргізді [5].

Нан өнімдерін өндіру барысында олардың органолептикалық, физикалық-химиялық және реологиялық қасиеттерін қалыптастыратын негізгі шикізаттың түрлерінің бірі нанның ашытқысы. Себебі, ашытқы жасушаларын өсіру барысында құрамында глютені бар қоректік ортаны пайдаланады. Бұны пайдаланар алдында қорапқа мұқият назар аударған жөн. Онда глютенді не глютенсіз қоректік ортада дақылданған ашытқы екені таңбаланады.

Жұмыстың мақсаты - дәстүрлі емес шикізаттарды қолдану арқылы функционалдық бағыттағы диеталық нан өнімдерінің асортименттерін кеңейту мақсатында математикалық моделдеудің көмегімен рецептураға қосылатын ингредиенттердің оңтайлы мөлшерлерін іріктеу.

Зерттеу нысандары мен әдістері

Жаңадан дайындалған функционалды бағыттағы нан өнімінің шикізаты ретінде тұтас дәнді бидай ұны, зығыр, жүгері ұндары (арнайы LM3310 зертханалық диірменде өткізілген, орташа ұнтақталған) және өнімнің тағамдық құндылығы мен органолептикалық сипатын жақсарту үшін итмұрын (СТ-ЖШС-131141026615-01-2018 сәйкес) және чиа (ТУ 9721-001-5426329-2014) өсімдік шикізаттары қолданылды. Қамырға одан басқа, су, ас тұзы және өсімдік майы қосылады. Қолданылатын шикізаттар мен дайын нан өнімдерінің сапа көрсеткіштері Дулати университетінің «Тағам өндірісі және биотехнология» кафедрасының зертханаларында және «Наноинжинерлік зерттеу әдісі» ғылыми зерттеу зертханасында анықталынды. Ал, химиялық құрамы бойынша ақуыз мөлшері мен аминқышқылдар құрамы Алматы технологиялық университетінің тамақ қауіпсіздігі ғылыми зерттеу институтының азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігін бағалау ғылыми-зерттеу зертханасында жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.

Функционалды бағыттағы нан өнімдерінің ингредиенттерінің салыстырмалы оңтайлы арақатынасы сынама нан пісіру әдісі бойынша математикалық жолмен анықталынды. М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университетке қарасты аккредиттелген «Наноинжинерлік зерттеу әдісі» ғылыми зерттеу зертханасында сынама нандарға, көп компонентті рецептура құрамының математикалық модельдену жүйесі жүргізілді және нәтижелері талданып, төмендегі 1-ші кестеге түсірілді.

1 кесте – Тәжірибе барысында дайындалған функционалдық бағыттағы нан өнімдері

Шикізат атауы	100 г ұнға шикізат шығыны, өнімнің қосылатын мөлшері		
	№ 1	№ 2	№ 3
Тұтас дәнді бидай ұны, г	70	-	-
Амарант ұны,	-	80	50
Жүгері ұны, г	-	20	25
Зығыр ұны, г	15	-	25
Сұлы ұнтағы, г	15	-	-
Итмұрын ұнтағы, %	2,86	2,86	2,86
Чи дәнi, %	7,13	7,13	7,13
Сұйық май, мл	10	20	20
Ас тұзы, г	1,5	1,5	1,5
Су	Есеп бойынша		
Престелген ашытқы, г	-	2,5	-
Бидай ұнынан жасалған ашытпа	200	-	200
Барлығы	101,5	104	101,5

Зерттеуге алынған ұн өнімдері арнайы зертханалық диірменмен гранулометриялық құрамы ірі дисперсті мөлшерде тартылды. Себебі, тұтас дәнді бидай ұндарының кеуектілігі нашар болғандықтан, ірі дисперсті ұндар кеуек кеңістігін ұстап тұрады да өнім көлемін арттырады [6].

Өндірістің кезеңдері:

Зерттеуге алынған негізгі және қосымша шикізаттар арнайы шикізатты дайындау технологиясы бойынша мемлекеттік стандартқа сәйкес дайындалды [7]. Қамыр дайындалатын құрғақ заттар араластырылды. Бірақ, чи мен итмұрын бөлек араластырылды. Себебі, өнімнің суды сору қасиеті төмен болуына байланысты, қамыр кезінде қосылған дұрыс. Қамыр көтерілу барысында бөлінген артық суды күнжіт сіңіріп 5-6 есе ұлғаяды. Ал, итмұрын құрамындағы С дәрумені қамырдағы протейндік байланыстарды қатайтады. Нәтижесінде, қамырдың көлемінің ұлғаюына әкеледі [8].

Қамыр илеу барысында үш түрлі сынама өнімдердің рецептуралары бойынша чи мен кунжуттен басқа қосымша және негізгі шикізаттар қамыр илегіш машинаға салынып араластырылады. Тек араластырудың 5 минутынан бастап итмұрын ұнтағы мен кунжут дәні қосылады, 7-8 минутта біркелкі формаға келгенде ғана үстіне күнбағыс майы құйылады.

Дайын болған қамыр қалыпқа салынады, себебі, құрамында желімшесі аз немесе мүлде болмағандықтан, берілген пішінді ұстай алмайды. Тегістеліп салынған қалыптағы сынама нандарды 30-32 °С термостатқа орналастырады.

Қамырдың ашу ұзақтығы №1 сынама нұсқасында 170-180 мин құраса, № 2 және № 3 сынама нұсқаларында 140-150 мин құрайды және осы аралықта бір рет доғалданады.

2 кесте – Тәжірибе барысында дайындалған функционалдық бағыттағы нан өнімдерінің технологиялық режимдері

Көрсеткіш атаулары	Көрсеткіштің мәндері		
	№ 1	№ 2	№ 3
Қамырды илеу ұзақтығы, мин	8-9	8-9	8-9
Қамырдың ашу ұзақтығы, мин	170-180	140-150	140-150
Қамырды доғалау ұзақтығы, мин	5-10	5-10	5-10
Қамыр дайындамасының салмағы, г	300	300	300
Қамыр дайындамасын жетілдіру ұзатығы, мин	35	25-30	25-30
Жетілдіру шкафындағы температурағ °С	35-40	35-40	35-40
Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, %	70-80	70-80	70-80
Нан пісіру ұзақтығы, °С	45	35	35

Қамыр қалыпқа тегістеліп салынғаннан кейін, жетілдіру шкафына 35-40 мин қойылады. Сынама нандарды бастапқы 20 мин булау арқылы 180 °С пісірсе, одан кейін температураны 210 °С дейін көтереді. Будың әсерінен нан жұмсақ және сыртқы беті және ортасы жақсы піседі.

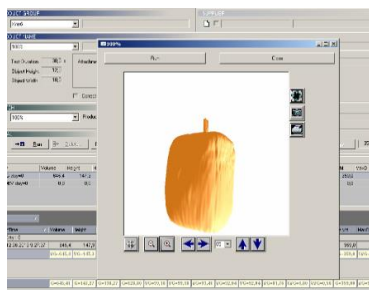
Сынама нан өнімдерінің сапа көрсеткіші бойынша органолептикалық, физикалық-химиялық сипаттарын пісірілгеннен кейін 4 және 24 сағат аралығында тексеріледі. Сынама

нан өнімдерінің органолептикалық көрсеткішінің салыстырмалы мәндері төмендегі 3 –ші кестеде келтірілген.

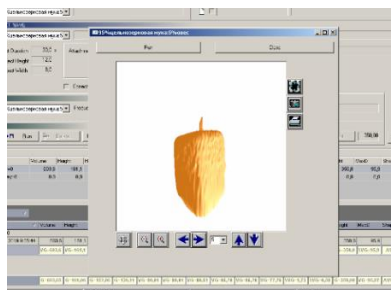
3 кесте – Дайын сынама нан өнімдерінің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы	Сынама нан өнімдерінің нұсқалары		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сыртқы түрі			
Пішіні	Дұрыс пішінді	Дұрыс пішінді	Дұрыс пішінді
Беткі жағы	Кедір бұдырлы, жарылмаған, ойыссыз	Кедір бұдырлы, жарылмаған, ойыссыз	Кедір бұдырлы, жарылмаған, ойыссыз
Түсі	Қоңыр	Ақшыл қоңыр	Ақшыл қоңыр
Нан жұмсағының күйі			
Піскендігі	Піскен, аздап ылғалды	Піскен, аздап ылғалды	Піскен, аздап ылғалды
Кеуектілігі	Біркелкі орташа, жұқа қабырғалы	Аздап кеуекті	Аздап біркелкі кеуекті, жұқа қабырғалы
Дәмі	Өнімнің түріне тән, жағымды	Өнімнің түріне тән,	Өнімнің түріне тән, жағымды
Иісі	Өнімнің түріне тән, бөтен иіс жоқ	Өнімнің түріне тән, бөтен иіс жоқ	Өнімнің түріне тән, бөтен иіс жоқ

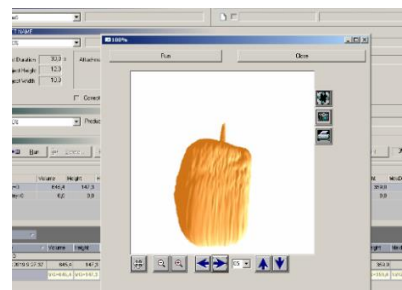
3 кестедегі зерттеуге алынған үш түрлі сынама нан өнімдерінің өзіндік функционалдық бағыты бойынша құрамындағы негізгі және қосымша шикізаттарға сәйкес органолептикалық көрсеткіштер көрсетті. №1 сынама нан тұтас дәнді бидай наны болғандықтан құрамында желімше мөлшері аздап кездесетіндіктен №2 мен №3 ші глютенсіз нан өнімдеріне қарағанда кеуектілігі ірірек болды. Ол өнімнің физикалық және химиялық көрсеткіштеріне әсер етті. Дегенмен, зерттеуге алынған сынама нан өнімдері жақсы нәтижелер көрсетті. Өнімдердің физикалық – химиялық қасиеттері бойынша салыстырмалы нәтижелер төмендегі 4 кестеде келтірілген. Өнімнің физикалық қасиеттері, оның ішінде сынама өнімнің көлемі мен меншікті көлемі «BVM-370LC нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен өлшеп, нәтижелері төмендегі кестеде келтірілген.



№ 1



№ 2



№ 3

1 сурет – Сынама нан өнімдерінің «BVM-370LC нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен жасалған 3D көрінісі

Бұл өнімдерді бірінші сұрыпты бидай ұнымен салыстыруға келмейді. Себебі, ондағы желімшенің болмауына байланысты сапа көрсеткіштері төмен. Дегенмен, оның сапасын жақсарту үшін құрамындағы қосымша шикізаттың көмегімен қамырдағы түзілген кеуектердің қаңқасын қатайтып, органолептикалық және физикалық-химиялық қасиеттерін жақсартуға көмектеседі [9].

4 кесте – Дайын нан өнімдерінің физикалық-химиялық қасиеттері бойынша салыстырмалы көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы	Сынама нан өнімдерінің нұсқалары		
	№ 1	№ 2	№ 3
Нан жұмсағының ылғалдылығы, %	43,2	44,7	45,1
Қышқылдылығы, град	6,5	4	
Кеуектілігі, %	65	57	59
Көлемі, см	864	671	673
Меншікті көлемі, см ³ /г	2,6	2	2

Диеталық өнім ретінде және профилактика үшін қолданылатын функционалды бағыттағы нанды жетілдіру немесе басқа ассортименттерімен толықтыру қазіргі таңның өзекті мәселесі [10]. Жұмыста функционалық бағыт ретінде таңдалған үш түрлі нұсқада тұтаас дәнді бидай наны мен глютенсіз нандарды жетілдіру үшін дәстүрлі емес өсімдік шикізаттарымен толықтыру жүргізілген. Органолептикалық, физикалық-химиялық және реологиялық қасиеттері бойынша сапа көрсеткіштері дәстүрлі нан өнімдерінен кем түспейтін жаңа өнім жасауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Функционалды бағыттағы нан өнімдері, соның ішінде тұтас дәнді бидай наны және глютенсіз нан өнімдерін циалик ауруымен ауыратын адамдар және жалпы профилактика үшін сұраныстағы басты өнімнің бірі. Жергілікті аймақта осы бағыттағы нан өнімдерінің ассортименттері аз тіпті жоқтың қасы деуге болады. Осы бағыттағы нан-тоқаш өнімдерін тапқанның өзінде Алматы обл әкелінеді және олардың сапа көрсеткіштері айтарлықтай жақсы емес. Тұтас дәнді бидай наны болғандықтан, онда термотұрақты нанның картоп ауруының қоздырғыштарын басу үшін өнімнің қышқылдылығын аса жоғарылатқан. Ондай өнімдер микробиологиялық тұрғыда тұрақты блғанымен, асқазанында жарасы бар, гастрит ауруына шалдыққан адамдар үшін жарамсыз.

Дегенмен, қазіргі таңда функционалды бағыттағы нан өнімдерінің сапасын жақсарту үшін дәстүрлі емес ұндарды қолдану арқылы технологиялық мәселелерді шешу үрдісі байқалады. Нанның рецептурасында бидай ұнын глютенсіз компоненттермен алмастыру арқылы сапасы жағынан дәстүрлі өнімдерден кем түспейтін және алмастырылмайтын амин қышқылдардың жоғары болуына байланысты сапалы жаңа өнім түрлерін дайындауға мүмкіндік береді.

Тұтас дәнді бидай наны мен глютенсіз нанның болашақ аспектісі целиак ауруы бар адамдар үшін немесе денсаулығын ойлаған әрбір азамат үшін олардың тағамдық профилін және тиімді диетасын өзгерту үшін теңдестірілген қоректік ингредиенттері бар нанды әзірлеу бойынша көбірек зерттеулерді қажет етеді.

References

1. The innovative technology of dough preparation for bread by the accelerated ion-ozone cavitation method / A. Iztayev, T. Kulazhanov, G. Iskakova et al // *Scientific Reports*, 2023. – 13(1). – 17937 p.
2. Justification of safe shelf life of whole wheat flour of various sizes, depending on the processing method / F. Makhmudov, S. Azimova, M. Kizatova et al // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. – 5(11-119). – 2937 p.
3. Highly Efficient Technology for Making Bread Using an Ion-ozone Mixture / A. Iztayev, S. Tursunbayeva, S. Zhiyenbayeva, et al // *International Journal of Technology*, 2023. – 14(4). – P. 695-704.
4. Accelerated technology for bread preparation using activated water / I.S. Akkozha, A. Iztayev, B.A. Iztayev et al // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2023. – 17. – P. 484-502.
5. Study of the effect of cabbage juice (*Brássica olerácea*), as a source of inhibition of microorganisms of the genus *Bacillus* in the preparation of whole grain wheat bread / L.Zh. Alashbayeva, D.A. Shansharova, H. Luděk et al // *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2020. – 13(11). – P. 3691-3698.
6. Preparation and examination of the quality of gingerbread made with composite flour and sugar beet / B. Muldabekova, G. Zhazykbayeva, P. Maliktayeva et al // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2023. – 17. – P. 514-528.
7. Development of technology for bakery products / L. Alashbayeva, D. Shansharova, A. Mynbayeva et al // *Food Science and Technology (Brazil)*, 2021. – 41(3). – P. 775-781.
8. Nutritional Quality of Gluten-Free Breads / A. Shafia, S. Sajad, M. Khalid et al // *Gluten-free Bread Technology*, 2021. – pp 89–99. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73898-3_6.
9. Experiences with Gluten-Free Bread: A Qualitative Study Amongst People with Coeliac Disease Participating in a Randomised Controlled Trial / L. Garnweidner-Holme, M. Hellmann, C. Henriksen et al // *Foods*, 2023. – 12. – 4338 p. <https://doi.org/10.3390/foods12234338>.
10. Development of a methodology for determining the critical limits of the critical control points of the production of bakery products in the republic of Kazakhstan / U. Tungyshbayeva, S. Mannino, R. Uazhanova et al // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021. – 3(11-111). – P. 57-69.

Л.Ж. Алашбаева^{1*}, А.С. Боранкулова¹, Ш.А. Турсунбаева², Ж.К. Нургожина², А.А. Баялы¹

¹Таразский региональный университет им М.Х. Дулати,
080000, Республика Казахстан, Жамбылская обл., г. Тараз, ул. Толе би 60

²Алматинский технологический университет
050002, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 100

*e-mail: orken-lilia@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАПРАВЛЕНИЮ

Цельнозерновой хлеб и хлебные изделия без глютена обычно ассоциируются с рассыпчатой текстурой, плохим цветом, небольшим объемом, неудовлетворительным вкусом и коротким сроком хранения, возможно, из-за слабой или отсутствия когезионной сети, образующей глютен. Таким образом, некоторые дефекты диетического хлеба в функциональном направлении связаны с неэффективным удерживанием газов и расширением при замесе, что приводит к уменьшению объема и мягкости мякиша. Текущей задачей работы является преодоление этих ограничений.

Создана рецептура нового ассортимента цельнозернового хлеба и безглютеновых хлебобулочных изделий. Усовершенствована технология цельнозернового хлеба и безглютеновых хлебобулочных изделий на основе смесевой муки. Проведена научная оценка процентного содержания необходимых веществ в физико-химическом составе взятой для исследования муки. Экспериментальная выпечка хлеба проводилась в лабораторных условиях, в результате чего путем математического моделирования были выбраны три вида образцов хлебных изделий, наиболее оптимальные по рецептуре. В данной работе определены и обсуждены рецептура выбранных образцов хлебобулочных изделий, технологические режимы, учитываемые при разработке нового продукта, органолептические и физико-химические свойства готового продукта. Цвет образцов однородный, цвет поверхности изделия коричневый, хлеб мягкий, среднепористый, хлеб мягкий и эластичный, без посторонних запахов, вкус гармонично соответствует хлебному изделию. Хлеб соответствует требованиям действующих нормативных документов.

Ключевые слова: *цельнозерновая пшеничная мука, безглютеновый хлеб, функциональное направление, хлебобулочные изделия, показатели качества.*

**L.Zh. Alashbayeva^{1*}, A.S. Borankulova¹, Sh.A. Tursunbayeva², Zh.K. Nurgozhina²,
A.A. Bayaly¹**

¹Taraz Regional University named after M.H. Dulati,
080000, Republic of Kazakhstan, Zhambyl region, Taraz, st. Tole bi 60

²Almaty Technological University
050002, Republic of Kazakhstan, Almaty, st. Tole bi 100

*e-mail: orken-lilia@mail.ru

TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS BY FUNCTIONAL DIRECTION

Whole grain breads and gluten-free bread products are commonly associated with crumbly texture, poor color, low volume, poor flavor, and short shelf life, possibly due to a weak or absent cohesive network that forms gluten. Thus, some defects in dietary bread in the functional direction are associated with ineffective gas retention and expansion during kneading, which leads to a decrease in the volume and softness of the crumb. The current challenge of the work is to overcome these limitations.

The recipe for a new range of whole grain bread and gluten-free bakery products has been created. The technology for whole grain bread and gluten-free bakery products based on mixed flour has been improved. A scientific assessment of the percentage of necessary substances in the physical and chemical composition of the flour taken for research was carried out. Experimental baking of bread was carried out in laboratory conditions, as a result of which, through mathematical modeling, three types of samples of bread products were selected, the most optimal in terms of recipe. In this work, the recipes of selected samples of bakery products, technological regimes taken

into account when developing a new product, organoleptic and physicochemical properties of the finished product are determined and discussed. The color of the samples is uniform, the surface color of the product is brown, the bread is soft, medium-porous, the bread is soft and elastic, without foreign odors, the taste harmoniously matches the bread product. The bread meets the requirements of current regulatory documents.

Key words: whole grain wheat flour, gluten-free bread, functional direction, bakery products, quality indicators.

Авторлар туралы мәліметтер

Лилия Жанабаевна Алашбаева* – PhD, «Тамақ өндірісі және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан; e-mail: orken-lilia@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>.

Асел Сарсенбаевна Боранкулова – PhD, «Тамақ өндірісі және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан; e-mail: aselboor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9696-5303>.

Шолпан Арыстанбекқызы Турсунбаева – PhD, «Астық өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының лекторы, Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, e-mail: sholpan_venera02@mail.ru . ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>.

Жулдыз Канатовна Нургожина– докторант, «Астық өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының аға оқытушысы, Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, e-mail: juldyz_900@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6576-4445>.

Айдана Аширқызы Баялы– «Тамақ өндірісі және биотехнология» кафедрасының магистранты, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан; e-mail: g.meken@mail.ru.

Сведения об авторах

Лилия Жанабаевна Алашбаева* – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Пищевое производство и биотехнология»; Таразский региональный университет им М.Х.Дулати, Казахстан; e-mail: orken-lilia@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>.

Асел Сарсенбаевна Боранкулова – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры «Пищевое производство и биотехнология»; Таразский региональный университет им М.Х.Дулати, Казахстан; e-mail: aselboor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9696-5303>.

Шолпан Арыстанбекқызы Турсунбаева – PhD, лектор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств», Алматинский технологический университет, Казахстан, e-mail: sholpan_venera02@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>.

Жулдыз Канатовна Нургожина– докторант, старший преподаватель кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств», Алматинский технологический университет, Казахстан, e-mail: juldyz_900@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6576-4445>.

Айдана Аширқызы Баялы – магистрант кафедры «Пищевое производство и биотехнология»; Таразский региональный университет им М.Х. Дулати, Казахстан; e-mail: g.meken@mail.ru.

Information about the authors

Liliya Alashbayeva* – Doctor PhD, Associate Professor of the Department of Food Production and Biotechnology; Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Kazakhstan; e-mail: orken-lilia@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>.

Assel Borankulova – Doctor PhD, Associate Professor of the Department of Food Production and Biotechnology; Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Kazakhstan; e-mail: aselboor@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9696-5303>.

Шолпан Арыстанбекқызы Тұрсынбаева – PhD Doctor, Lecturer at the Department of “Technology of Bakery Products and Processing Industries”, Almaty Technological University, Kazakhstan, e-mail: sholpan_venera02@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>

Жулдыз Канатовна Нургожина – doctoral student, senior lecturer at the Department of Technology of Bakery Products and Processing Industries, Almaty Technological University, Kazakhstan, e-mail: juldyz_900@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6576-4445>.

Айдана Аширқызы Баялы– Master's student of the Department of Food Production and Biotechnology; Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Kazakhstan; e-mail: g.meken@mail.ru.

Редакцияға енуі 18.01.2024

Өңдеуден кейін түсуі 14.02.2024

Жариялауға қабылданды 16.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-12

МРНТИ: 65.63.33



М.К. Алимарданова, В.М. Бакиева*, Д.А. Тлевлесова

Алматинский технологический университет,
050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

*e-mail: venerabakieva@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫБОР БИОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БОЯРЫШНИКА, РЯБИНЫ И ПУСТЫРНИКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Аннотация: Ускоренное развитие урбанизации несет с собой проблемы для окружающей среды и оказывает отрицательное воздействие на здоровье людей. Загрязнение воздуха, воды и ограниченный доступ к природным ресурсам становятся серьезными вызовами. Тем не менее, инновационные продукты, включающие технологии энтеросорбции, представляют потенциальное решение для улучшения общественного здоровья. Эти продукты способствуют эффективному удалению токсичных веществ из организма, смягчая негативное воздействие урбанизации на здоровье.

В контексте йогурта с LABR было выявлено, что он более стабилен к отделению сыворотки и сохранению влаги. Пребиотики оказывают положительное воздействие на водоудерживающую способность, хотя этот эффект может уменьшаться со временем. Оптимальная концентрация бактерий LABR также подчеркивает важность точного баланса, после которого дополнительное увеличение не приносит значительных улучшений. Эти результаты могут быть использованы для оптимизации производства йогурта, учитывая его структуру и свойства на протяжении срока годности.

С учетом данных исследования можно сделать вывод, что для достижения максимальной эффективности биоудаления тяжелых металлов необходимо оптимальное сочетание концентрации бактерий *L. acidophilus* и концентрации металлов, достигаемое на четвертый день после добавления пребиотиков. Эти результаты имеют практическое значение для процессов очистки водных сред от тяжелых металлов, предоставляя основу для оптимизации условий биоудаления в промышленных и экологических приложениях.

Ключевые слова: рябина, боярышник, пустырник, кисломолочный продукт, кадмий, свинец.

Введение

Молочнокислые бактерии, присутствующие в кисломолочных продуктах, не только участвуют в смягчении воздействия окружающей среды на организм человека, но также способствуют выведению токсинов из организма. Это дополнительное свойство,

направленное на поддержание здоровья в условиях экологического давления, может быть важным аспектом рассмотрения кисломолочных продуктов как средства для поддержания здоровья. При сравнении различных сорбентов по их воздействию и взаимодействию с металлами можно выявить оптимальный состав для достижения поставленных целей. Сравнительный анализ выбранных сорбентов по их действию и взаимодействию с металлами предоставляет возможность определить оптимальный состав для достижения поставленных целей.

Сообщается, что *Lactobacillus acidophilus* обладают высокой способностью к биосорбции тяжелых металлов [1]. Биоудаление тяжелых металлов представляет собой процесс, в основе которого лежит взаимодействие катионов металлов с анионными функциональными группами. Этот поверхностный процесс зависит от емкости штаммов бактерий и электроотрицательности металла [2]. Среди лактобактерий выделяются определенные полимеры, такие как липотейхоевая кислота, которые могут играть ключевую роль в взаимодействии между тяжелыми металлами и отрицательным зарядом поверхности бактерий. Это свойство указывает на потенциальное влияние полимеров на эффективность биоудаления тяжелых металлов лактобактериями [3, 4].

Исследование выявило, что увеличение концентрации металла приводит к повышению поглощения бактериальными рецепторами, что увеличивает уровни биосорбции [5]. Наши результаты подтверждают, что эффективность биосорбции свинца и кадмия возрастает при росте концентрации металлов (от 40 до 100 мкг/л). Ключевыми факторами, влияющими на биоудаление, являются концентрация *L. acidophilus*, а также концентрации Pb и Cd. Оптимальные уровни для достижения максимальной биосорбции (75%) составляют 100 мкг/л и 1×10^{12} КОЕ. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями [6,7], подчеркивая, что поглощение увеличивается с увеличением биомассы бактерий. Кроме того, увеличение концентрации металлов усиливает биоудаление, что соответствует данным [8,9]. Таким образом, эффективность биосорбции Pb и Cd повышается с увеличением концентрации металлов (от 40 до 100 мкг/л).

Кисломолочные продукты имеют множество полезных свойств для организма, можно сделать вывод о многофункциональности кисломолочных продуктов. Учитывая их популярность среди населения, целесообразно рассмотреть возможности использования данных продуктов для оздоровления и придания дополнительной функциональности.

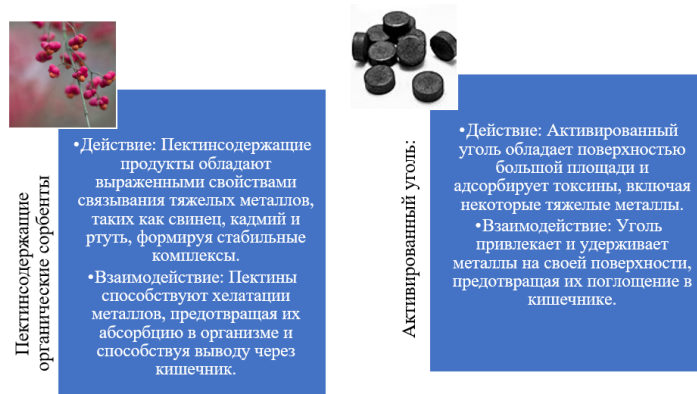


Рисунок 1 – Сравнительный анализ сорбентов

Каждый из этих сорбентов имеет свои уникальные характеристики, и их использование может усилить общий эффект. Тяжелые металлы стали серьезной проблемой в результате урбанизации и индустриализации. Эти токсичные металлы загрязняют воду, почву, растения и, в конечном счете, продукты питания и наш организм. Pb и Cd являются токсичными тяжелыми металлами для человека, которые можно найти в воздухе, почве, воде и даже продуктах питания. Они относятся к группе опасных тяжелых металлов [10, 11].

Обеззараживание пищевых продуктов с помощью микробной биомассы – это дешевый, простой, эффективный и экологичный метод, известный как биоудаление. Пробиотики способны снижать доступность тяжелых металлов и токсинов в пищевых продуктах.

Сообщается, что в мире ежегодно микотоксинами загрязняется почти 30% сельскохозяйственных культур [12, 13]. Кроме того, различные виды человеческой деятельности, такие как добыча полезных ископаемых, строительство, пестициды, химикаты и промышленные стоки, загрязняют окружающую среду и пищевую цепь различными тяжелыми металлами [14].

Для детоксикации и дезактивации опасных загрязняющих веществ в пищевой матрице применяются различные микроорганизмы [15].

Сообщается, что мертвые и живые молочнокислые бактерии способны выводить токсины. Считается, что этот процесс происходит за счет физического связывания с компонентами клеточной стенки, а не ковалентного связывания [16]. Согласно исследованиям [17], S-слои принимают участие в связях между молочнокислыми бактериями и микотоксинами. Бактериальные S-слои обладают несколькими связующими сайтами, способными привязываться к токсинам через нековалентные взаимодействия, как указано в работе [18]. Отмечается, что заряд S-слоя молочнокислых бактерий отрицательный из-за наличия пептидогликанов. Это означает, что эти слои способны адсорбировать ионы металлов с положительным зарядом, что было отмечено в исследовании [19]. Таким образом, S-слои могут взаимодействовать с микотоксинами и ионами металлов, играя ключевую роль в биосорбции и других биохимических процессах.

S-слои непосредственно участвуют в связях молочнокислые бактерии-микотоксинов [20]. Бактериальные S-слои имеют несколько связующих сайтов, которые способны прикрепляться к токсинам посредством нековалентных взаимодействий. Заряд S-слоя LAB отрицательный из-за наличия пептидогликанов, поэтому они могут адсорбировать ионы металлов с положительным зарядом [17, 20].

Стабильность сгустка и влагоудерживающая способность являются важными показателями качества кисломолочных продуктов, таких как йогурты. Сгусток влияет на текстуру и консистенцию продукта, а его стабильность важна для предотвращения спонтанной синерезиса, т.е., выделения сыворотки. Спонтанный синерезис происходит из-за ослабления гелевой структуры продукта, что может произойти из-за различных факторов, таких как изменения температуры, времени хранения или воздействия ферментов. Контроль этого процесса важен для поддержания желаемых текстурных характеристик продукта.

Влагоудерживающая способность также важна для качества кисломолочных продуктов. Эта характеристика связана с способностью продукта удерживать влагу, что влияет на его сочность, текстуру и общую восприимчивость потребителя.

Контроль этих параметров в процессе производства и хранения помогает обеспечивать стабильное качество кисломолочных продуктов, улучшая их вкусовые и текстурные свойства.

Методы

Концентрации адсорбированных ионов металлов количественно определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра.

Кисломолочные продукты с добавлением энтеросорбентов, предоставляют уникальную возможность совмещать приятность и пользу для здоровья. Они могут быть доступными и эффективными способами защиты организма от вредных воздействий окружающей среды и помочь в борьбе с последствиями загрязнения.

Исследования кинетики и равновесия биосорбции могут содействовать созданию оптимальных формул продуктов и обеспечить максимальную эффективность детоксикации. Такие продукты могут быть востребованы как среди здоровых людей, так и среди тех, кто подвергся воздействию загрязненной окружающей среды и нуждается в дополнительной защите для своего организма.

Для запланированного эксперимента по биоудалению Pb и Cd в данном исследовании бактериальная биомасса (1×10^{11} и 1×10^{12} КОЕ) добавляли в стерильное молоко при температуре 37°C ; Затем образцы выдерживали в течение 20 мин, после чего добавляли металлы (40 и 100 мкг/л) и помещали на шейкер. В 1-й и 4-й сутки (в соответствии с определенным временем контакта) бактериальные клетки центрифугировали (при концентрации $8 \times \text{г}$ в течение 000 мин). Наконец, надосадочную жидкость анализировали на остаточные концентрации Pb и Cd с помощью ИСП-МС.

Все эксперименты проводились в трех экземплярах. Способность *L. Acidophilus* поглощать Pb и Cd оценивалась следующим образом:

$$\% \text{Удаление} = 100 \times [(C_0 - C_1) / C_0] \quad (1)$$

где C_0 – начальный и C_1 остаточная концентрация ртути [21].

Собранные данные были проанализированы статистическим программным обеспечением Statistica (версия 12). Согласно результатам, основные переменные были следующими: концентрация *L. acidophilus*, время контакта и концентрация металла, доза внесения BR (порошка высушенных и измельченных боярышника и рябины, собранных в Мангышлаке), BP (порошок из высушенных и измельченных боярышника и пустырника). Для экспериментальной оптимизации данного исследования был выполнен дробный факторный дизайн.

Методология поверхности отклика – это математический метод, который помогает анализировать влияние переменных процесса на отклики [22]. Результаты Плаккетта-Бермана (Plackett–Burman design) показали, что переменные: концентрация металла, время контакта и концентрация *L. Acidophilus* оказывают значительное влияние на биоудаление Pb и Cd. RSM был разработан для оптимизации переменных уровней биоудаления Pb и Cd, а также для минимизации количества тестов. В данном проекте была применена матрица для исследования оптимальных условий биосорбции с помощью экспериментальных факторов, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технологические переменные и уровни биоудаления Pb и Cd *Lactobacillus acidophilus* с помощью ПЗС-матрицы

Диапазон и уровень					
Независимая переменная	$-\alpha (-1.68)$	-1	0	+1	$+\alpha (+1.68)$
Концентрация <i>L. Acidophilus</i> (КОЕ)	1×10^{10}	10×10^{11}	1×10^{12}	10×10^{13}	10×10^{14}
Время контакта (день)	0	1	2	3	4
Концентрация металла (мкг/л)	40	50	70	90	100
доза добавления сорбентов BP, %	0	2	3	4	5
доза добавления сорбентов BR, %	0	2	3	4	5

Результаты

Во всех образцах йогурта наблюдалась различная степень отделения сыворотки со значениями 18,58-31,23% в начале эксперимента ($p > 0, 05$). Как показано на рисунке 2, чем дольше срок хранения йогуртов, тем больше процент синерезиса для всех образцов йогурта. На 14-е сутки процентные значения синерезиса увеличивались в образцах. Как правило, йогурт LABR сохранял в своей структуре значительно больший процент сыворотки ($p < 0,05, 1$), что характеризовалось самым низким синерезисом среди всех образцов в течение всего времени хранения. Напротив, йогурты с включением LABP и LAK демонстрировали визуальное отделение сыворотки даже с 1-го дня. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями и может быть объяснено присутствием длинноцепочечных полисахаридов, которые могут препятствовать созданию трехмерной сети казеина, что приводит к более слабому гелю с повышенной сывороткой. Синерезис был несколько ниже для LABR, чем для K и LAC, LABP ($p > 0,05$). Более низкая восприимчивость йогурта, содержащего пектина,инулин, к синерезису ранее сообщалось для йогурта с пониженным содержанием жира, и это было связано с взаимодействием гидроксильных групп инулина с заряженной группой на поверхности молочного белка [25].

Важным свойством йогурта является его способность удерживать воду. Когда добавляют в йогурт пребиотики (в данном случае инулин и полисахариды), это положительно влияет на его способность удерживать воду, что делает йогурт более сочным и влажным.

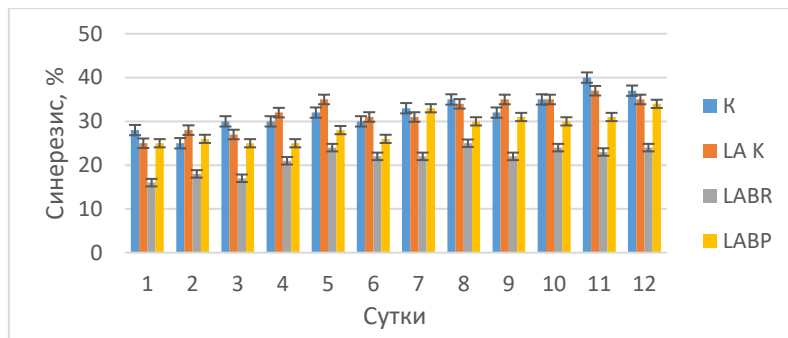


Рисунок 2 – Контроль синерезиса:
 где K – контроль, LAK – контроль с добавлением *L. Acidophilus*,
 LABR – образец с добавлением *L. acidophilus* и смеси боярышника и рябины,
 LABP – образец с добавлением *L. acidophilus* и смеси боярышника и пустырника

Водоудерживающая способность является желательным свойством йогурта и связана со способностью белков и полисахаридов удерживать воду в структуре геля йогурта. Обогащение пребиотиками оказало заметное влияние на ВУС, составив значения от 45,98% до 55,19% соответственно в течение первых суток (рис. 3) Однако с течением времени (или срока хранения) эффект улучшения водоудерживающей способности уменьшается. Например, йогурт LABR оказался более стойким к изменениям и сохранял свою водоудерживающую способность дольше.

Это происходит из-за того, что LABR, добавленный в йогурт, создает дополнительные места для удерживания воды, что делает йогурт более густым. Также, уменьшив молекулярный вес LABR, удастся добиться лучшей устойчивости во времени.

В общем, добавка пребиотиков, таких как LABR, делает йогурт влажным и сохраняет это свойство на протяжении длительного времени.

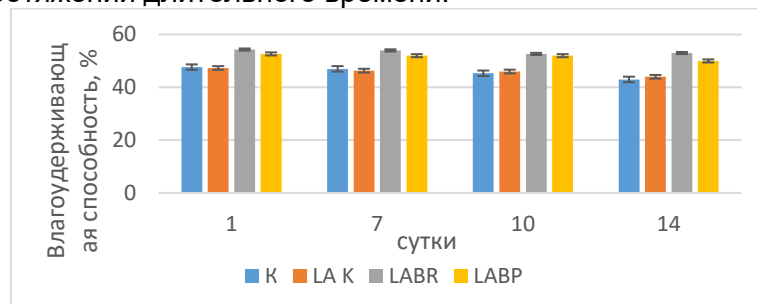


Рисунок 3 – Водоудерживающая способность кисломолочных продуктов в разрезе продолжительности хранения в холодильных условиях

В соответствии с представленной в таблице 1 матрицей проведены эксперименты, извлечены соответствующие данные.

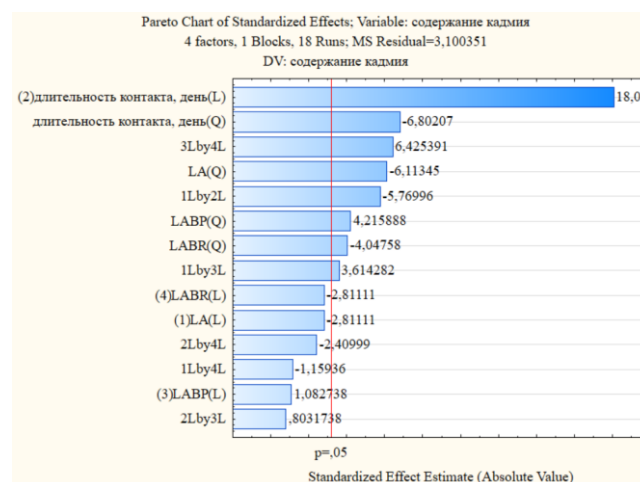


Рисунок 4 – Диаграмма Паретто

Согласно диаграмме Парето (рис. 4) выявлено, что ключевыми факторами являются продолжительность контакта, дозы внесения LABR и LA. На рисунке 5 показаны поверхности откликов в зависимости от значимых показателей.

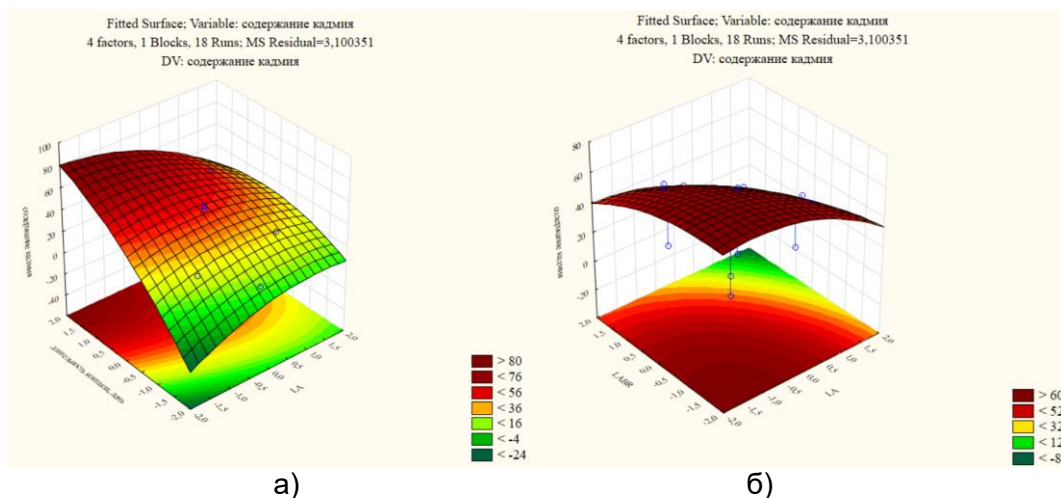


Рисунок 5 – Поверхность отклика удаления тяжелых металлов:

А – в зависимости от продолжительности контакта и добавления *L. Acidophilus*,
Б – в зависимости от дозы внесения LABR и добавления *L. Acidophilus*

Как видно из рисунка 5 изначально эффективность очистки от этих тяжелых металлов увеличивалась с увеличением количества бактерий и времени контакта, достигала максимума, а затем, при дальнейшем увеличении количества бактерий, наблюдалось небольшое снижение эффективности очистки. Это говорит о том, что есть оптимальная точка, где эффективность максимальна, и превышение этой точки может не привести к дополнительному улучшению, а даже к небольшому снижению эффективности.

Обсуждение

Результаты исследования позволяют сделать несколько важных выводов. Во-первых, наблюдаемое отделение сыворотки в йогуртах с различными добавками указывает на влияние примесей на структуру продукта. Продолжительность хранения является ключевым фактором, влияющим на процент синерезиса, что соответствует ранее проведенным исследованиям.

Йогурт с бактериями LABR демонстрирует значительно меньший синерезис в течение всего периода хранения по сравнению с LABP и LAK. Это объясняется возможным присутствием длинных полисахаридов, которые могут воздействовать на трехмерную сеть казеина, обеспечивая более стабильный гель с меньшим выделением сыворотки.

Отмечается, что йогурты с добавленными пребиотиками (инулин и полисахариды) обладают лучшей водоудерживающей способностью, что делает их более сочными и влажными. Однако, с течением времени, этот положительный эффект уменьшается. Интересно отметить, что йогурт с бактериями LABR сохраняет влажность продукта на более продолжительный срок, что подчеркивает его стойкость к изменениям во времени.

В контексте исследования удаления тяжелых металлов из среды с использованием бактерий *L. acidophilus* и пребиотиков, ключевым моментом стало определение оптимальных условий для эффективного удаления металлов. Результаты указывают на то, что максимальная эффективность удаления свинца (Pb) и кадмия (Cd) достигается на четвертый день после добавления пребиотиков.

Процесс биоудаления тяжелых металлов, как показали результаты, зависит от нескольких факторов, включая концентрацию бактерий *L. acidophilus*, концентрацию металлов и продолжительность контакта. Важно отметить, что результаты согласуются с предыдущими исследованиями и позволяют утверждать, что биоудаление эффективно в определенных условиях, которые включают определенные уровни концентрации бактерий и металлов.

Заключение

В заключении, результаты исследования подтверждают влияние добавок на структуру и свойства йогурта. Йогурт с LABR оказался более устойчивым к отделению сыворотки и сохранению влаги в продукте. Добавка пребиотиков оказывает положительное воздействие на водоудерживающую способность, но этот эффект уменьшается со временем. Оптимальная концентрация бактерий LABR также подтверждает, что существует оптимальная точка, после которой дополнительное увеличение не приносит существенных улучшений. Эти результаты могут быть использованы для оптимизации производства йогурта с учетом его структуры и свойств в течение срока хранения.

На основе полученных данных можно заключить, что для достижения максимальной эффективности биоудаления тяжелых металлов, необходимо оптимальное сочетание концентрации бактерий *L. acidophilus* и концентрации металлов, достигаемое на четвертый день после добавления пребиотиков. Эти результаты представляют практическую значимость для процессов очистки водных сред от тяжелых металлов с использованием микроорганизмов и пребиотиков, предоставляя основу для оптимизации условий биоудаления в промышленных и экологических приложениях.

Список литературы

1. Biosorption of heavy metals by lactic acid bacteria and identification of mercury binding protein / H. Kinoshita, Y. Sohma, F. Ohtake and etc. // *Researches in Microbiology*. – 2013. – Vol. 164(7), P. 701709. DOI: 10.1016/j.resmic.2013.04.004.
2. Kang C.H. Bioremediation of heavy metals by using bacterial mixtures / C.H. Kang, Y. Kwon, J.S. So // *Ecological Engineering*. – 2016. – Vol. 8. – P. 64-69. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.01.023.
3. Characterization of the binding capacity of mercurial species in *Lactobacillus* strains / C. Alcántara, C. Jadán-Piedra, D. Vélez and etc. // *Journal of Science Food Agriculture*. – 2017. – Vol. 97. – P. 5107-5113. DOI: 10.1002/jsfa.8388.
4. Zoghi A. Surface binding of toxins and heavy metals by probiotics / A. Zoghi, K. Khosravi-Darani, S. Sohravandi // *Mini Reviews in Medical Chemistry*. – 2014. – Vol. 14. – P. 84-98.
5. Studies of cadmium (II) lead (II) nickel(II) cobalt(II) and chromium(VI) sorption on extracellular polymeric substances produced by *Rhodococcus opacus* and *Rhodococcus rhodochrous* / R. Dobrowolski, A. Szcześ, M. Czemińska, A. Jarosz-Wikolazka // *Bioresources Technology*. – 2017. – Vol. 225. – P. 113–120. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.11.040.
6. The role of probiotic bacteria in removal of heavy metals / N.G. Allam, E.M. Ali, S. Samya, E. Abd-Elrahman // *Egyptian Journal of Environmental Research*. – 2015. – Vol. 3. – P. 1-11. DOI: 10.1016/j.jgpt.2005.11.024.
7. New insight into effective biosorption of lead from aqueous solution using *Ralstonia solanacearum*: Characterization and mechanism studies / A. Pugazhendhi, G.M. Boovaragamoorthy, K. Ranganathan and etc. // *Journal of Clean Production*. – 2018. – Vol. 174. – P. 1234-1239. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.061.
8. Bioremoval by *Saccharomyces cerevisiae* in Milk / R. Massoud, K. Khosravi-Darani, A. Sharifan and etc. // *Journal of Medicine Microbiological Infectious Disease*. – 2020. – Vol. 1. – P. 169-176. DOI: 10.20944/preprints202007.0264.v1.
9. Characterization of lactic acid bacteria-based probiotics as potential heavy metal sorbents / J.N. Bhakta, K. Ohnishi, Y. Munekage and etc. // *Journal of Applied Microbiology*. – 2012. – Vol. 112(6). – P. 1193-1206. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2012.05284.x.
10. Development and optimization of an immunoassay for the detection of Hg (II) in lake water / X. Jin, R. He, X. Ju and etc. // *Food Science Nutrition*. – 2019. – Vol. 12. – P. 1-8. DOI: 10.1002/fsn3.991.
11. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25 / M. Eskola, G. Kos, C.T. Elliott and etc. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2020. – Vol. 60. – P. 2773-2789. DOI: 10.1080/10408398.2019.1658570.
12. Decontamination of aflatoxins by lactic acid bacteria / A. Liu, Y. Zheng, L. Liu and etc. // *Current Microbiology*. – 2020. – Vol. 77. – P. 3821-3830. DOI: 10.1007/s00284-020-02220-y.
13. Ayangbenro A.S. A new strategy for heavy metal polluted environments: a review of microbial biosorbents / A.S. Ayangbenro, O.O. Babalola // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2017. – Vol. 14. – P. 94. DOI: 10.3390/ijerph14010094.

14. Lead and cadmium biosorption from milk by *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 / R. Massoud, K. Khosravi-Darani, A. Sharifan and etc. // *Food Science & Nutrition*. – 2020. – Vol. 8. – P. 5284-5291. DOI: 10.1002/fsn3.1825.
15. Decontamination of aflatoxins with a focus on aflatoxin B1 by probiotic bacteria and yeasts: a review / K. Khosravi Darani, A. Zoghi, S. Jazayeri, A.G. Cruz // *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020. – Vol. 10. – P. 424-435. DOI: 10.15414/jmbfs.2020.10.3.424-435.
16. Surface binding of toxins and heavy metals by probiotics / A. Zoghi, K. Khosravi-Darani S. Sohrabvandi // *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2014. – Vol. 14. – P. 84-98. DOI: 10.2174/1389557513666131211105554.
17. Effect of probiotics on patulin removal from synbiotic apple juice / A. Zoghi, K. Khosravi-Darani, S. Sohrabvandi and etc. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2017. – Vol. 97. – P. 2601-2609. DOI: 10.1002/jsfa.8082.
18. Patulin removal from synbiotic apple juice using *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 / A. Zoghi, K. Khosravi-Darni, S. Sohrabvandi // *Journal of Applied Microbiology*. – 2018. – Vol. 126. – P. 1149-1160. DOI: 10.1111/jam.14172.
19. Role of the lactobacilli in food bio-decontamination: friends with benefits / A. Zoghi, R. Massoud, S.D. Todorov, and etc. // *Enzyme and Microbial Technology*. – 2021. – Vol. 150. DOI: 10.1016/j.enzmictec.2021.109861.
20. In vitro removal of deoxynivalenol and T-2 toxin by lactic acid bacteria / Z.Y. Zou, Z.F. He, H.J. Li and etc. // *Food Science and Biotechnology*. – 2012. – Vol. 21. – P. 1677-1683. DOI: 10.1007/s10068-012-0223-x.
21. Production of yogurt from goat and sheep milk with a fruit and berry concentrate / S. Velyamov, A. Ospanov, D. Tlevlessova, and etc. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2023. – Vol. 1(11(121)). – P. 23-30.

М.Қ. Алимарданова, В.М. Бакиева*, Д.А. Тілевлесова

Алматы технологиялық университеті,
050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., көш. Төле би, 100
*e-mail: venerabakieva@mail.ru

СҰТ ҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМІНІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTU ҮШІН ДОЛАНА, ШЕТЕН ЖӘНЕ АНАЛЫҚ ШӨП НЕГІЗІНДЕГІ БИОСОРБЕНТТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯНЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Урбанизацияның үдемелі дамуы қоршаған ортаға проблемаларды алып келеді және адам денсаулығына кері әсерін тигізеді. Ауа мен судың ластануы және табиғи ресурстарға қолжетімділіктің шектелуі күрделі мәселелерге айналууда. Дегенмен, энтеросорбциялық технологияларды қамтитын инновациялық өнімдер қоғамдық денсаулықты жақсартудың әлеуетті шешімі болып табылады. Бұл өнімдер урбанизацияның денсаулыққа тигізетін теріс әсерін азайта отырып, ағзадан улы заттарды тиімді жоюға көмектеседі.

LABR йогурты контекстінде сарысуды бөлу және ылғалды ұстауда тұрақтырақ екені анықталды. Пребиотиктер суды ұстау қабілетіне оң әсер етеді, дегенмен бұл әсер уақыт өте келе төмендеуі мүмкін. LABR бактерияларының оңтайлы концентрациясы сонымен қатар нақты тепе-теңдіктің маңыздылығын атап көрсетеді, оның шегінен тыс қосымша ұлғайту айтарлықтай жақсартуларды әкелмейді. Бұл нәтижелерді сақтау мерзімі бойына оның құрылымы мен қасиеттерін ескере отырып, йогурт өндірісін оңтайландыру үшін пайдалануға болады.

*Зерттеу мәліметтерін ескере отырып, ауыр металдарды биоревизиялаудың максималды тиімділігіне қол жеткізу үшін *L. acidophilus* бактерияларының концентрациясы мен металдар концентрациясының оңтайлы үйлесімі қажет, оны қосқаннан кейін төртінші күні қол жеткізіледі деп қорытынды жасауға болады. пребиотиктер. Бұл нәтижелер сулы ортадағы ауыр металдарды қалпына келтіру процесіне практикалық әсер етеді, бұл өнеркәсіптік және қоршаған ортаны қорғау салаларында биотазалау шарттарын оңтайландыруға негіз береді.*

Түйін сөздер: шетен, долана, аналық, ашытылған сүт өнімі, кадмий, қорғасын.

M.K. Alimardanova, V.M. Bakieva*, D.A. Tlevlessova
Almaty Technological University,
050000, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tolebi str. 100
*e-mail: venerabakieva@mail.ru

OPTIMISATION OF TECHNOLOGY AND SELECTION OF BIOSORBENTS BASED ON HAWTHORN, MOUNTAIN ASH AND MOTHERWORT TO IMPROVE THE QUALITY OF FERMENTED MILK PRODUCT

The accelerated development of urbanisation brings with it environmental problems and adverse effects on human health. Air pollution, water pollution and limited access to natural resources are becoming serious challenges. However, innovative products incorporating enterosorption technologies present a potential solution to improve public health. These products contribute to the effective removal of toxic substances from the body, mitigating the negative health effects of urbanisation.

In the context of yoghurt with LABR, it has been found to be more stable to whey separation and moisture retention. Prebiotics have a positive effect on water retention, although this effect may diminish over time. The optimal concentration of LABR bacteria also emphasises the importance of a precise balance, after which additional increases do not bring significant improvements. These results can be used to optimise the production of yoghurt, taking into account its structure and properties over its shelf life.

*Considering the study data, it can be concluded that an optimal combination of *L. acidophilus* bacterial concentration and metal concentration, reached on the fourth day after the addition of prebiotics, is necessary to maximise the efficiency of heavy metal bioremediation. These results have practical implications for heavy metal removal processes in aqueous media, providing a basis for optimising bioremediation conditions in industrial and environmental applications.*

Key words: mountain ash, hawthorn, motherwort, sour-milk product, cadmium, lead.

Сведения об авторах

Мариям Калабаевна Алимарданова – доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология продуктов питания»; Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: alimardan.m.atu4@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4861-7862.

Венера Маратжановна Бакиева* – докторант кафедры «Технология продуктов питания» Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: venerabakieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4801-7173.

Динара Абаевна Тлевлесова – PhD, ассоциированный профессор кафедры ТПП Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5084-6587.

Авторлар туралы мәліметтер

Мариям Қалабайқызы Алимарданова – т.ғ.д., профессор, тамақ өнімдерінің технологиясы кафедрасы; Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: alimardan.m.atu4@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4861-7862.

Венера Маратжанқызы Бакиева* – Алматы технологиялық университетінің «Тамақ өнімдері технологиясы» кафедрасының докторанты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: venerabakieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4801-7173.

Динара Абайқызы Тілевлесова – PhD, Алматы технологиялық университеті ТПП кафедрасының доценті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5084-6587.

Information about the authors

Mariyam Kalabaevna Alimardanova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of "Food Technology"; Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: alimardan.m.atu4@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4861-7862.

Venera Maratzhanovna Bakiyeva* – Doctoral student of the Department of "Food Technology" Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: venerabakieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4801-7173.

Dinara Tlevlessova – PhD, Associate Professor of the Department of Food Technology, Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5084-6587.

Поступила в редакцию 12.12.2023
Принята к публикации 10.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-13

FTAXP: 65.63.03



**А.Б. Рахматулина¹, Ф.Т. Диханбаева^{1,2,3}, А.Б. Абуова^{1,3}, Б. Калемшарив^{1,3,4},
А.Б. Есенова^{1,2,3*}**

¹Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, 050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Шевченко көшесі, 28

²Алматы технологиялық университеті,

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100

³Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті,

050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Өл-Фараби даңғылы, 89/21

⁴С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 010011, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс көшесі, 62

*e-mail: essenova_06.07@mail.ru

БИЕ СҮТІ МЕН ҚЫМЫЗДЫҢ САПАСЫ

Аңдатпа: Қазіргі уақытта бие сүті мен қымыз Қазақстан тұрғындары тарапынан кең сұранысқа ие болуда. Сондықтан оның сапалық көрсеткіштерін зерттеу өзекті.

Мақалада Алматы облысының шаруа қожалықтарынан алынған бие сүті мен одан жасалған қымыз үлгілерінің күз және қыс мезгіліндегі физика-химиялық көрсеткіштері мен витаминдер (В тобы мен С) мөлшері салыстырмалы түрде зерттелді.

Зерттеу нәтижесі бойынша бие сүті үлгілерінде күз және қыс мезгілдерінде жалпы ақуыздың массалық үлесінде айтарлықтай айырмашылық болмады. Майдың массалық үлесі бойынша күзде алынған үлгіде қыста алынған үлгіге қарағанда май 2,18% жоғары болды. Ал керісінше лактозаның массалық үлесі күзде алынған үлгіде қыста алынған үлгіге қарағанда 0,14% жоғары болды.

Қымыздың күз және қыс мезгіліндегі алынған үлгілерінің физика-химиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері бойынша ақуыздың массалық үлесі 1,86-1,89% аралығында құрады. Май мөлшері бойынша күз мезгілінде әзірленген қымыз үлісінің құрамында 1,84% құраса, қыс мезгілінде әзірленген қымыз үлісінің құрамында 2,19% құрады, ал лактозаның орташа массалық үлесі 3,64-3,98% аралығында болды.

Бие сүті мен қымыз үлгілерінің құрамындағы суда еритін В тобы мен С витаминдер мөлшері зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша күз және қыс мезгілдеріндегі бие сүті мен одан алынған қымыз құрамындағы В₁, В₂, В₃, В₅, В₆ және С витаминдерінің мөлшері анықталды.

Жалпы зерттеу нәтижелері бойынша Алматы облысының шаруа қожалықтарынан алынған бие сүті мен одан жасалған қымыз үлгілерінің сапа көрсеткіштері жоғары, тағамдық құндылығы бойынша құнарлы, адам ағзасына жеңіл сіңетін өнімдер екені дәлелденді.

Түйін сөздер: бие сүті, қымыз, сапа, химиялық құрамы, витаминдер.

Кіріспе

Жылқы шаруашылығы – Қазақстанның мал шаруашылығының дәстүрлі саласы. Соңғы жылдары елімізде жылқы шаруашылығының ауқымы мен танымалдығы артып келеді.

Байырғы тұрғындар ежелден-ақ құнды ет және сүт өнімдерін алу үшін, жұмыс күші, көлік құралы, ат спорты үшін жылқы өсірумен айналысқан.

Әсіресе сүтті жылқы шаруашылығының болашағы зор. Қымыз өндіру мен тұтыну жылқы шаруашылығының басым бағытына айналуға және маңыздылығы жағынан басқа мал шаруашылығы салаларымен салыстыруға тиіс.

Қазақстанда жылқы шаруашылығы саласы бойынша да (79,5%), сондай-ақ оның асыл тұқымды бөлігінде (77,2%) сүтті бағыттағы жылқылар мал басының үлкен үлесін алады [1].

Табиғи жайылымдардың үлкен массивтері бар Қазақстанда жылқы шаруашылығы да дәстүрлі, өйткені жылқылар тек көлік құралы ғана емес, сонымен қатар азық – түлік-ет және қымыз алу көзі болып табылады [2].

Шикі сүт – сүт өнімдерінің негізгі шикізаты болып табылады. Жануарлар мен өсімдіктерден алынатын көптеген өнімдердің ішінде ең жетілдірілген, яғни тағамдық және биологиялық тұрғыдан ең құнды – сүт және сүт өнімдері. Сүттің тағамдық құндылығы – оның құрамында адам ағзасына қажетті барлық қоректік заттар теңдестірілген қатынаста және оңай қорытылатын түрінде болады. Сүтқышқылды өнімдердің тағамдық және биологиялық құндылығы сүт компоненттерінің құрамы мен қасиеттеріне байланысты. Сүтқышқылды өнімдерінде сүттің барлық құрамдас бөліктері бірдей мөлшерде сақталады, лактозаның ғана бір бөлігі ашыту процесінде сүт қышқылы мен спирттің түзілуіне жұмсалады [3].

Сүтті жылқы шаруашылығының негізгі өнімі – бие сүті – қымыз сүтқышқылды сусынын өндіру үшін маңызды шикізат болып табылады.

Бие сүті басқа жануарлардың сүтінен май мен ақуыздың мөлшері төмен, ал лактозаның мөлшері жоғары болуымен ерекшеленеді [4].

Сүттің тағамдық құндылығы негізінен лактозамен ұсынылатын көмірсулардың құрамымен анықталады, ол маймен бірге организмнің энергетикалық "отыны" болып табылады. Лактоза энергетикалық функциялардан басқа белгілі бір рөл атқарады – метаболизмге, ми қабықтарының құрылысына қатысады деп саналады. Сонымен қатар, лактоза кальций, фосфор, магний, барий, марганецтің сіңуіне ықпал етеді; ішектің құрамындағы рН мәнін төмендетеді; сүт қышқылының лактозасы ыдыраған кезде түзілуіне байланысты ішектің патогенді микрофлорасының өсуін тежейді; ішекте бифидобактериялардың өсуін ынталандырады; кариестің даму қаупін азайтады (сахарозамен салыстырғанда); семіздіктің даму қаупін азайтады (сахароза мен фруктозамен салыстырғанда). Сахарозаға қарағанда ерігіштігі аз болғандықтан, лактоза ас қорыту жолдарының тітіркенуін азайтады. Лактоза басқаларға қарағанда баяу ішек қабырғалары арқылы қанға енеді, ішекте ұзағырақ болады және дамуы адам ағзасына сауықтыратын әсер ететін сүт қышқылы бактерияларын тамақтандыру үшін пайдаланылуы мүмкін. Ішектегі гидролиздің баяу жүруіне байланысты ашыту процестері шектеледі, пайдалы ішек микрофлорасының тіршілік әрекеті қалыпқа келеді, шіру процестері мен газ түзілуі баяулайды [5,6].

Лактоза ағзаға толығымен дерлік сіңеді және тағамдық құндылығы жағынан сахарозадан кем түспейді [7].

Бие сүтінде лактозаның мөлшері сиырға қарағанда 1,5 есе көп [8]. Сүттегі лактозаның жоғары мөлшері қымыз өңдеу кезінде оның технологиялық қасиеттерінің ерекшелігін анықтайды, өйткені лактоза қымыз ашытудың негізгі материалы және ашыту процестерінің жоғары деңгейін қамтамасыз ететін тамаша энергия көзі болып табылады. Сүт қышқылы және спирт, нәтижесінде қымыз ерекше дәм мен емдік қасиеттерге ие болады.

Ақуыздар сүттің тағамдық құндылығы мен технологиялық жарамдылығына әсер ететін негізгі компоненті болып табылады [9].

Әдеби деректер бойынша бие сүтінің ақуыздары 50-55% казеин мен 45% глобулиндер мен альбуминдерден тұрады. Сондықтан бие сүтінің ақуыздары ағзаға жеңіл сіңеді. Альбумин типті ана сүтіне ұқсас болып келеді [10,11].

Бие сүтінің ақуыздары организмде басқа заттардан синтезделмейтін алмастырылмайтын аминқышқылдарына (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан және фенилаланин) бай [12].

Сиыр сүтінен бие сүті майдың сандық және химиялық құрамымен ерекшеленеді. Бие сүтінің май түйіршіктері көлемі жағынан сиыр сүтінің май түйіршіктерінен сәл кішірек, олардың орташа диаметрі 2,1 мкм, диаметрі 3 мкм-ге дейінгі түйіршіктер 89%, 3-6 мкм-ге дейін 9%

құрайды. Сиыр сүтінің май түйіршіктерінің диаметрі 0,5-тен 22 мкм-ге дейін, олардың негізгі мөлшері 2-3 мкм. Сондықтан, бие сүті ешқашан тұнбаға түспейді, яғни қаймақ шықпайды, майға айналмайды. Бие сүтінің май түйіршіктері шағын болғандықтан, бие сүтінің майы тезірек гидролизденіп, ағзаға жақсы сіңеді. Бие сүтінің майының сапасы сиыр сүтінің майынан жоғары. Бие сүтінің майы қанықпаған қышқылдарға бай, олардың ішінде линол, арахидон және әсіресе линолен қышқылдары басым [13].

Ғалымдардың зерттеулері бойынша бие сүті құрамында А, D₃, Е, К₂, С, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂ витаминдері кездесетіндігі дәлелденген [14]. Бие сүті сиыр сүтімен салыстырғанда С дәруменіне айтарлықтай бай, оның тотығуға төзімділігі мен қабынуға қарсы қасиеттеріне байланысты тағамдық құндылығы жоғары [15].

Бие сүтінде ана және сиыр сүтімен салыстырғанда В₁₂ мөлшері жоғары бірақ В₂ және В₉ витаминдерінің мөлшері төмен [16].

Қазіргі уақытта дұрыс тамақтану және адамның табиғи иммунитетін сақтау мәселесіне көп көңіл бөлінеді. Қымыз функционалды өнімнің барлық қасиеттеріне ие, өйткені оның құрамында пробиотиктер, антиоксиданттар, дәрумендер, маңызды аминқышқылдары сияқты өнімдерге тән көптеген компоненттер бар. Оның құрамында жеңіл сіңімді ақуыздар мен майлар, сүт қант, сүт қышқылы, көмірқышқыл газы, көптеген дәрумендер, ферменттер, минералдар, полиқанықпаған май қышқылдары және басқа да биологиялық белсенді заттар бар. Қымыз танымалдылығының артуы оны өндірудің негізгі шикізаты ретінде бие сүтін өндіру көлемінің ұлғаюына алып келеді [17].

Қымыз асқазанның және басқа ас қорыту органдарының секреторлық қызметін қалыпқа келтіреді. Қымыз емдеу процестің әлсіреу сатысында асқазан мен он екі елі ішектің ойық жарасына өте тиімді, сонымен қатар дизентерия мен іш сүзегіне жақсы нәтиже береді. Қымыз бактерицидтік қасиетке ие, оның ішінде ішек таяқшасы мен басқа да патогенді микробтарға. Қымызбен емдеу қанға өте пайдалы әсер етеді: гемоглобин мөлшері артады, лейкоциттер формуласын жақсартады. Қымыз асқину синдромын жеңілдетеді, қатерлі ісіктің дамуын баяулатады. Қымыз туберкулез, цинга, гастрит, ұйқы безі аурулары, анемия, жүйке жүйесі, жүрек-қан тамырлары аурулары және іш сүзегі үшін қолданылады. Сонымен қатар, қымыз ішек микрофлорасын жақсартады, тағамдағы, әсіресе ет құрамындағы майлар мен ақуыздардың сіңімділігін арттыруға ықпал етеді.

Сүт қышқылы және спирттік ашыту арқылы бие сүтінен жасалған қымыз құнды қосымша тамақ өнімін ғана емес, сонымен қатар организмдегі метаболизмнің бұзылуымен, атап айтқанда өкпе туберкулезімен байланысты бірқатар ауруларға емдік-профилактикалық құрал ретінде де белгілі [18].

Осындай функционалдық қасиеттеріне байланысты бие сүті мен қымызға сұраныс күн сайын артып келеді. Сондықтан олардың сапалық көрсеткіштерін зерттеу өзекті. Осыған орай жұмыстың мақсаты Алматы облысының шаруа қожалықтарынан алынған бие сүті мен одан әзірленген қымыздың сапасын зерттеу.

Зерттеу нысаны мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде 2023 жылдың күз және қыс мезгілдеріндегі бие сүті мен одан жасалған қымыз үлгілері алынды. Бие сүті Алматы облысында орналасқан шаруа қожалықтарынан алынды.

Бие сүтінен қымыз зертхана жағдайында дайындалды. Қымыз алу технологиясы төмендегідей процестерден тұрады: сүтті қабылдау → сүтті сүзу → сүтті пастерлеу → сүтті ашыту температурасына дейін салқындату → сүтке ашытқы салу → сүтті ашыту → араластыру → салқындату → жетілдіру → қымызды араластыру → ыдысқа құю → сақтау және тұтынушыға жеткізу.

Бие сүті сүті мен қымыз үлгілеріндегі ақуыздың массалық үлесі МЕМСТ 34454-2018 бойынша Кбельдал әдісімен, майдың массалық үлесі – МЕМСТ 5867-90 сәйкес қышқылдық әдіспен, лактозаның массалық үлесі МЕМСТ Р 54760-2011 өнімділігі жоғары сұйық хроматография әдісімен анықталды.

Титрлеу қышқылдығы МЕМСТ 3624-92 бойынша анықталды. Әдіс фенолфталеин индикаторының қатысуымен өнімнің құрамындағы қышқылдар мен олардың тұздарын күйдіргіш сілтінің ерітіндісімен бейтараптандыруға негізделген. Белсенді қышқылдық зертханалық рН метрдің көмегімен анықталды.

Бие сүті мен қымыз құрамындағы суда еритін витаминдер яғни В тобы витаминдерінің В₁, В₂, В₃, В₅, В₆ мөлшері М-04-41-2005 әдістемесі бойынша «Капель-105М» құрылғысында, ал аскорбин қышқылы С мөлшері МЕМСТ 30627.2-98 бойынша анықталды.

Зерттеу жұмысына талдаулар жалпы зерттеудің стандартты және жалпы қабылданған әдістерін қолдана отырып, Алматы технологиялық университетінің «Тамақ қауіпсіздігі» ғылыми зерттеу институтының аккредиттелген зертханасында жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері 3-5 рет қайталана отырып орындалып, орташа арифметикалық мәндері алынды.

Зерттеу нәтижелері

Бие сүтінің күз және қыс мезгіліндегі физика-химиялық көрсеткіштеріне талдаулар жүргізілді, нәтижесі төмендегі 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Бие сүтінің физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Күз	Қыс
Ақуыздың массалық үлесі, %	1,78±0,03	1,79±0,02
Майдың массалық үлесі, %	1,84±0,03	2,18±0,02
Лактозаның массалық үлесі, %	6,08±0,06	5,94±0,05
Титрлеу қышқылдығы, °Т	6	6,2
pH	6,8	6,9

1 кесте нәтижесі бойынша мәліметтерінен бие сүтінің жыл мезгілдері бойынша биохимиялық көрсеткіштерінің ауыспалы екендігін көруге болады. Бие сүті үлгілерінде күз және қыс мезгілдерінде жалпы ақуыздың массалық үлесінде айтарлықтай айырмашылық болмады. Майдың массалық үлесі бойынша күзде алынған үлгіде, қыста алынған үлгіге қарағанда май мөлшері 2,18% жоғары болды. Ал керісінше лактозаның массалық үлесі күзде алынған үлгіде қыста алынған үлгіге қарағанда 0,14% жоғары болды.

Бие сүтінің титрлеу қышқылдылығының жалпы мәні біздің зерттеуімізде 6-6,2°Т құрады.

Сүт өндірісінде pH соңғы өнімнің сапасын анықтауда маңызды рөл атқарады. 1-кестеден бие сүтінің күз және қыс мезгілдеріне байланысты pH 6,6-ден 6,9-ге дейін өзгергенін көруге болады.

2 кестеде зертханалық жағдайда алынған қымыздың физика-химиялық көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Кесте 2 – Қымыздың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Күз	Қыс
Ақуыздың массалық үлесі, %	1,86±0,03	1,89±0,02
Майдың массалық үлесі, %	1,84±0,04	2,19±0,01
Лактозаның массалық үлесі, %	3,98±0,81	3,64±0,04
Титрлеу қышқылдығы, °Т	78	82
pH	4,23	4,20

Қымыздың күз және қыс мезгіліндегі үлгілерінің физика-химиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері бойынша ақуыздың массалық үлесі 1,86-1,89% аралығында құрады. Жалпы бие сүтіндегі ақуыз мөлшеріне қарағанда қымызда ақуыз мөлшерінің артқанын байқауымызға болады.

Май мөлшері бойынша күз мезгілінде әзірленген қымыз үлгісінің құрамында 1,84% құраса, қыс мезгілінде әзірленген қымыз құрамында 2,19% құрады.

Қымыз үлгілерінің құрамындағы лактозаның массалық үлесі 3,64-3,98% аралығында болды.

Күз мезгілінде сынауға алынған қымыз үлгісінің титрлеу қышқылдылығы 78°Т құраса, қыс мезгілінде алынған қымыз үлгісінің титрлеу қышқылдылығы 82°Т құрады. Алынған нәтижелер нормативті құжатта көрсетілген нормалардан аспайды.

Витаминдер тамақтанудың алмастырылмайтын факторлары болып саналады. Олар адам ағзасында синтезделмейді, сондықтан ол тамақпен бірге түсіп тұруы керек.

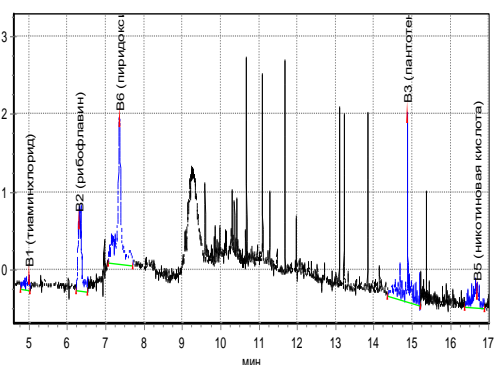
Күз және қыс мезгілдеріндегі бие сүті мен қымыз үлгілерінің құрамындағы суда еритін В тобы және С витаминдерінің мөлшерін анықтауға талдаулар жүргізілді, нәтижесі төмендегі 3-4 кесте мен 1, 2 суреттерде келтірілген.

Кесте 3 – Бие сүті құрамындағы витаминдер мөлшері

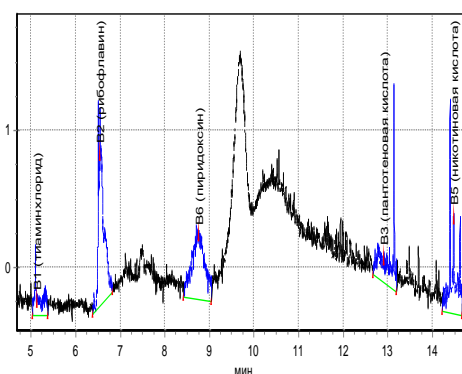
Көрсеткіштер, мг/100г	Күз	Қыс
Тиаминхлорид (В ₁)	0,341±0,06	-
Рибофлафин (В ₂)	0,262±0,05	0,104±0,044
Пиродоксин (В ₆)	0,086±0,017	0,113±0,023
Пантотен қышқылы (В ₃)	0,883±0,37	0,306±0,055
Никотин қышқылы (В ₅)	0,956±0,49	0,052±0,010
Аскорбин қышқылы (С)	8,81±0,19	4,59±0,05

Кесте 4 – Қымыз құрамындағы витаминдер мөлшері

Көрсеткіштер, мг/100г	Күз	Қыс
Тиаминхлорид (В ₁)	0,265±0,05	-
Рибофлафин (В ₂)	0,205±0,04	0,174±0,073
Пиродоксин (В ₆)	0,025±0,05	0,071±0,014
Пантотен қышқылы (В ₃)	0,687±0,28	0,040±0,007
Никотин қышқылы (В ₅)	0,694±0,29	0,028±0,006
Аскорбин қышқылы (С)	8,36±0,18	4,35±0,04

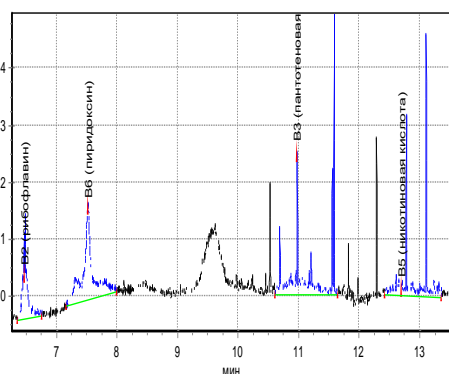


А

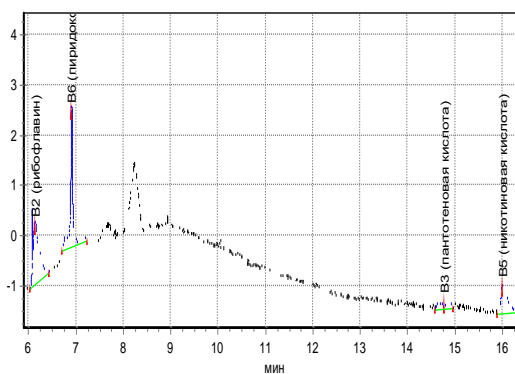


Б

Сурет 1 – Күз мезгіліндегі бие сүті (А) мен қымыздың (Б) құрамындағы В тобындағы витаминдердің хроматограммасы



А



Б

Сурет 2 – Қыс мезгіліндегі бие сүті (А) мен қымыздың (Б) құрамындағы В тобындағы витаминдердің хроматограммасы

Бие сүті үлгісінің құрамындағы суда еритін витаминдерді зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 3) күз мезгіліндегі бие сүті үлгісінде В₂, В₃, В₅ және С витаминдерінің мөлшері қыс мезгілінде алынған бие сүті үлгісіне қарғанда жоғары екенін байқауға болады. Ал керісінше В₆ витамині күз мезгіліне қарағанда қыс мезгілінде алынған бие сүті үлгісінде көбірек екенін байқауға болады. В₁ витамині күз мезгілінде алынған бие сүтінде 0,341 мг/100г құраса, қыс мезгілінде алынған бие сүті үлгісінде табылмады.

4-кестедегі қымыздың құрамындағы суда еритін витаминдерді зертеу нәтижесі бойынша күз мезгілінде алынған қымыз үлгісінің құрамында В₂, В₃, В₅ және С витаминдері, ал қыс мезгілінде алынған қымыз үлгісінде В₆ витамині жоғары. В₁ витамині күз мезгілінде дайындалған қымыздың құрамында ғана анықталғанын байқауға болады.

Жалпы алынған мәліметтерден бие сүті мен одан әзірленген қымыз құрамындағы витаминдердің өзгеріске ұшырағанын көруге болады.

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Бие сүтінің жыл мезгілдері бойынша биохимиялық көрсеткіштері ауыспалы екендігін көрсетті. Бұл өзгерістер жылқының азығына байланысты болуы мүмкін. Яғни күз мезгілінде алынған бие сүтінің сапасының қыс мезгілінде алынған сүтке қарағанда жоғары болуы жылқылардың қыс мезгілінде берілетін жем-шөптің сапасы мен ассортиментінің деңгейінің төмендеуінен болуы мүмкін [19].

Титрлеу қышқылдылығы жалпы 6-дан 6,2^oT құрады. Алынған мәліметтер ресейлік ғалымдардың зерттеу нәтижелерімен сәйкес келді [20].

Бір шаруашылықтан алынған бие сүтінің рН мен титрлеу қышқылының өзгеруі сауу барысындағы гигиеналық шаралар мен сүттегі микроорганизмдердің жалпы санына байланысты болады.

Зерттеу барысында алынған қымыздың күз және қыс мезгілдерінде құрамы яғни физика-химиялық көрсеткіштерінің өзгеруінің басты себебі қымыз алуға қолданған шикізат ретіндегі бие сүтінің физика-химиялық көрсеткіштеріне тікелей байланысты.

Сонымен қатар ферментация процесі кезінде сүтке қарағанда қымызда ақуыздың мөлшері аз да болса жоғарылайтынын көруге болады, ол микроорганизмдер тудыратын амиқшқылдарынан есебінен болады. Майдың массалық үлесінде айырмашылық байқалмады, себебі ол шикізатта қанша болса, өнімге сол күйінде өтеді. Қымызды ашыту кезінде ашытқы микроорганизмдеріндегі ферменттердің әсерінен сүт көмірсулары үлкен өзгеріске ұшырайды. Сүт қышқылды және спирттік ашу процесі кезінде лактоза азайып, ашыту процесінің өнімдері – сүт қышқылы, этил спирті мен көмірқышқыл газы көбейеді. Сондықтан сүтке қарағанда қымызда лактозаның мөлшері азаяды.

Витаминдер тамақтанудың алмастырылмайтын факторлары болып саналады. Олар адам ағзасында синтезделмейді, сондықтан ол тамақпен бірге түсіп тұруы керек.

Қыс және күз мезгілдерінде сынауға алынған бие сүті құрамындағы витаминдердің әртүрлі көрсеткіштер көрсету себебі жылқылардың азықтану сапасына тікелей байланысты екенін атап өткен жөн.

Біздің зерттеуімізде В тобының витаминдерінің (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆.) бие сүтіне қарағанда қымызда мөлшерінің азайғанын байқауға болады. Бұл қымызды ашыту барысында қолданылатын сүтқышқылды бактериялар мен ашытқылар өздерінің дамуы үшін сүттегі В тобы витаминдерін пайдаланып нәтижесінде осы витаминдердің мөлшерінің қымызда азаюуына алып келеді. Ал В₂ қыс мезгілінде алынған бие сүті құрамына қарағанда, одан алынған қымызда аз мөлшерде көбейгені байқалады. Бұл қымыз құрамындағы ашытқының аз мөлшерде В₁ витаминін синтездейтінімен түсіндіріледі [21].

Әдеби деректерге сүйенсек, ашыған сүтті сусындарда С витаминінің көбеюі байқалады, біз күзгі-қысқы кезеңдегі бие сүтінде қымызға қарағанда С дәрумені көп екенін көреміз. Бұның себебін қымыз дайындауда пастерлеу процесі жүргізілгендігімен түсіндіруге болады. Яғни бие сүтін жылумен өңдеу нәтижесі оның құрамындағы С витаминінің мөлшерінің төмендеуіне алып келді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде бие сүті шикізаты мен одан жасалған қымыздың күз және қыс мезгілдеріндегі сапа көрсеткіштері бойынша алынған мәліметтер құнды болып саналады.

Жалпы зерттеу нәтижелері бойынша Алматы обылысының шаруа қожалықтарынан алынған бие сүті мен одан жасалған қымыз үлгілерінің сапа көрсеткіштері жоғары, тағамдық құндылығы бойынша құнарлы, адам ағзасына жеңіл сіңетін өнімдер екені дәлелденді.

Бұл мақаладағы зерттеулер «BR21881957 Бие мен түйе сүтін терең өңдеу технологиясын және вакуумды-мұздатып кептіру жабдығын әзірлеу жобасы аясында жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

1. Жунусов А.Е. Перспективные направления селекционно-племенной работы в молочном коневодстве КХ «Аркалык» Мамлютского района Северо-Казахстанской области / А.Е. Жунусов, Н.С. Барлубаев, Д.А. Жантлеуов // Актуальные проблемы животноводства в условиях импортозамещения. – 2018. – С. 228-232.
2. Сеитова М.С. Статистическое исследование и анализ отрасли животноводства РК / М.С. Сеитова, К.Ж. Садуакасова // Международная научно-практическая конференция, Астана, 2021. – С. 194-196.
3. Айлярова М.К. Биотехнологические аспекты приготовления кумыса из коровьего молока / М.К. Айлярова // Известия Горского госуд-го аграрн. унив-та. – 2011. – Т. 48. – №. 1. – С. 308-309.
4. Nutritional Value and Health-Promoting Properties of Mare's Milk-a Review / E. Jastrzębska et al // Czech Journal of Animal Science. – 2017. – Т. 62. – №. 12.
5. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits / WL. Claeys, S. Cardoen, G. Daube et al // Food Control. – 2013. – 31(1). P. 251-262.
6. Rahimi E. Detection of Helicobacter pylori in bovine, buffalo, camel, ovine, and caprine milk in Iran / E. Rahimi, EK. Kheirabadi // Foodborne Pathog Dis. – 2012. – 9(5). P. 453-6. DOI: 10.1089/fpd.2011.1060.
7. Гильмутдинова Л.Т. Уникальный состав кобыльего молока – основа лечебных свойств кумыса / Л.Т. Гильмутдинова, Р.Р. Кудаярова, Н.Х. Янтурина // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – №. 3. – С. 74-80.
8. A comprehensive review on bioactive peptides derived from milk and milk products of minor dairy species / S. Guha et al. // Food production, processing and nutrition. – 2021. – Т. 3. – №. 1. – P. 1-21.
9. Review on medicinal and nutritional values of camel milk / A. Gizachew et al. // Nature and Science. – 2014. – Т. 12. – №. 12. – С. 35-41.
10. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk / M. Malacarne et al // International Dairy Journal. – 2002. – Т. 12. – №. 11. – P. 869-877.
11. Sarwar A. Influences of parity, age and mineral and trace element mixture on lysozyme activity in mare's milk during early lactation period / A. Sarwar, H. Enbergs, E. Klug // Veterinarski arhiv. – 2001. – Т. 71. – №. 3. – P. 139-147.
12. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and β -carotene in late lactation mares' milk / M. Markiewicz-Kęszycka et al. // International Dairy Journal. – 2014. – Т. 38. – №. 1. – P. 31-36.
13. Fermented mare milk product (Qymyz, Koumiss) / A. Kondybayev et al // International Dairy Journal. – 2021. – Т. 119. – P. 105065.
14. Mare's milk: Composition, properties, and application in medicine / A. Musaev et al // Archives of Razi Institute. – 2021. – Т. 76. – №. 4. – P. 1125.
15. Sheng Q. Bioactive components in mare milk / Q. Sheng, X. Fang // Bioactive components in milk and dairy products. – 2009. – P. 195-213.
16. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects / M. Collomb, A. Schmid, R. et al // Sieber Int Dairy J. – 2006. – 16(11). – P.1347–61.
17. Кудаярова Р.Р. Основы лечебных свойств кобыльего молока и кумыса / Р.Р. Кудаярова, Л.Т. Гильмутдинова, Е.С. Карпова // Медицинская реабилитация и санаторно-курортное. – 2022. – С. 128.
18. Назарова Е.Н. Кумыс и его лечебные свойства / Е.Н. Назарова, И.А. Калашников // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. ВР Филиппова. – 2015. – №. 1. – С. 46-50.
19. Канарейкина С.Г. Динамика химического состава кобыльего молока по сезонам года / С.Г. Канарейкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 3. – №. 27-1. – С. 105-107.
20. Физико-химические показатели молока кобылиц разных генотипов в Забайкалье / Б.З. Базарон и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 6. – С. 139-143.
21. Кумыс. Шубат / З.С. Сеитов, К.И. Дуйсембаев, А.Н. Хасенов и др. – 3-е изд., доп. и перераб. – Алма-Ата : Кайнар, 1979. – 203 с., 9 л. ил. : ил.; 16 см.

References

1. Zhunusov A.E. Perspektivnye napravleniya selektsionno-plemnoi raboty v molochnom konevodstve KKH «Arkalyk» Mamlyutskogo raiona Severo-Kazakhstanskoi oblasti / A.E. Zhunusov, N.S. Barlubayev, D.A. Zhantleuov // Aktualnye problemy zhivotnovodstva v usloviyakh importozameshcheniya. – 2018. – S. 228-232. (In Russian).
2. Seitova M.S. Statisticheskoe issledovanie i analiz otrasli zhivotnovodstva RK / M.S. Seitova, K.ZH. Saduakasova // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Astana, 2021. – S. 194-196. (In Russian).
3. Ailyarova M.K. Biotekhnologicheskie aspekty prigotovleniya kumysa iz korov'ego moloka / M.K. Ailyarova // Izvestiya Gorskogo gosud-go agrarn. univ-ta. – 2011. – T. 48. – №. 1. – S. 308-309. (In Russian).
4. Nutritional Value and Health-Promoting Properties of Mare's Milk-a Review / E. Jastrzębska et al // Czech Journal of Animal Science. – 2017. – T. 62. – №. 12. (In English).
5. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits / W.L. Claeys, S. Cardoen, G. Daube et al // Food Control. – 2013. – 31(1). R. 251-262. (In English).
6. Rahimi E. Detection of Helicobacter pylori in bovine, buffalo, camel, ovine, and caprine milk in Iran / E. Rahimi, EK. Kheirabadi // Foodborne Pathog Dis. – 2012. – 9(5). R. 453-6. DOI: 10.1089/fpd.2011.1060. (In English).
7. Gil'mutdinova L.T. Unikal'nyi sostav kobyly'ego moloka – osnova lechebnykh svoystv kumysa / L.T. Gil'mutdinova, R.R. Kudayarova, N.KH. Yanturina // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – №. 3. – S. 74-80. (In Russian).
8. A comprehensive review on bioactive peptides derived from milk and milk products of minor dairy species / S. Guha et al. // Food production, processing and nutrition. – 2021. – T. 3. – №. 1. – R. 1-21. (In English).
9. Review on medicinal and nutritional values of camel milk / A. Gizachew et al. // Nature and Science. – 2014. – T. 12. – №. 12. – S. 35-41. (In English).
10. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk / M. Malacarne et al // International Dairy Journal. – 2002. – T. 12. – №. 11. – R. 869-877. (In English).
11. Sarwar A. Influences of parity, age and mineral and trace element mixture on lysozyme activity in mare's milk during early lactation period / A. Sarwar, H. Enbergs, E. Klug // Veterinarski arhiv. – 2001. – T. 71. – №. 3. – R. 139-147. (In English).
12. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and β -carotene in late lactation mares' milk / M. Markiewicz-Kęszycka et al. // International Dairy Journal. – 2014. – T. 38. – №. 1. – R. 31-36. (In English).
13. Fermented mare milk product (Qymyz, Koumiss) / A. Kondybayev et al // International Dairy Journal. – 2021. – T. 119. – R. 105065. (In English).
14. Mare's milk: Composition, properties, and application in medicine / A. Musaev et al // Archives of Razi Institute. – 2021. – T. 76. – №. 4. – R. 1125. (In English).
15. Sheng Q. Bioactive components in mare milk / Q. Sheng, X. Fang // Bioactive components in milk and dairy products. – 2009. – R. 195-213. (In English).
16. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects / M. Collomb, A. Schmid, R. et al // Sieber Int Dairy J. – 2006. – 16(11). – R.1347–61. (In English).
17. Kudayarova R.R. Osnovy lechebnykh svoystv kobyly'ego moloka i kumysa / R.R. Kudayarova, L.T. Gil'mutdinova, E.S. Karpova // Meditsinskaya reabilitatsiya i sanatorno-kurortnoe. – 2022. – S. 128. (In Russian).
18. Nazarova E.N. Kumys i ego lechebnye svoystva / E.N. Nazarova, I.A. Kalashnikov // Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. VR Filippova. – 2015. – №. 1. – S. 46-50. (In Russian).
19. Kanareikina S.G. Dinamika khimicheskogo sostava kobyly'ego moloka po sezonam goda / S.G. Kanareikina // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – T. 3. – №. 27-1. – S. 105-107. (In Russian).
20. Fiziko-khimicheskie pokazateli moloka kobylyts raznykh genotipov v Zabaikal'e / B.Z. Bazaron i dr. // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – №. 6. – S. 139-143. (In Russian).
21. Kumys. Shubat / Z.S. Seitov, K.I. Duisembaev, A.N. Khasenov i dr. – 3-e izd., dop. i pererab. – Alma-Ata : Kainar, 1979. – 203 s., 9 l. il. : il.; 16 sm. (In Russian).

**А.Б. Рахматулина¹, Ф.Т. Диханбаева^{1,2,3}, А. Б. Абуова^{1,3}, Б. Калемшарив^{1,3,4},
А.Б. Есенова^{1,2,3*}**

¹Институт механики и машиноведения им. академика У. А. Жолдасбекова,
050000, Республика Казахстан, город Алматы, улица Шевченко, 28

²Алматинский технологический университет,

050012, Республика Казахстан, город Алматы, улица Толе би, 100

³Международный инженерно-технологический университет,
050060, Республика Казахстан, город Алматы, проспект Аль-Фараби, 89/21

⁴Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сейфуллина,
010011, Республика Казахстан, город Астана, улица Женис, 62

*e-mail: essenova_06.07@mail.ru

КАЧЕСТВО КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА И КУМЫСА

В настоящее время кобылье молоко и кумыс пользуются большим спросом среди жителей Казахстана. Поэтому изучение его качественных показателей актуально.

В статье в сравнительной форме исследованы физико-химические показатели и содержание витаминов (группы В и С) образцов кобыльего молока и кумыса, взятые из крестьянских хозяйств Алматинской области в осенне-зимний период.

Исследование показало, что образцы кобыльего молока не имели значительной разницы по массовой доле общего белка осенью и зимой. По массовой доле жира в образце, полученное осенью содержание жира было на 2,18% выше, чем в образце, полученной зимой. А массовая доля лактозы в образце полученной осенью была на 0,14% выше, чем в образце, полученной зимой.

По результатам исследований физико-химических показателей полученных образцов кумыса в осенние и зимние периоды массовая доля белка составляла 1,86-1,89%. По содержанию жира доля кумыса, приготовленного в осенний период, составляла 1,84%, в зимний период-2,19%, а средняя массовая доля лактозы составляла от 3,64 до 3,98%.

Исследовано содержание водорастворимых витаминов группы В и С в образцах кобыльего молока и кумыса. По результатам исследования установлено содержание витаминов В1, В2, В3, В5 В6 и С в составе кобыльего молока и полученного из него кумыса в осенние и зимние периоды.

По результатам общего исследования доказано, что образцы кобыльего молока и кумыса, полученные из крестьянских хозяйств Алматинской области являются продуктами высокого качества, питательными по пищевой ценности и легко усваиваемыми организмом человека.

Ключевые слова: кобылье молоко, кумыс, качество, химический состав, витамины.

**A.B. Rakhmatulina¹, F.T. Dikhanbayeva^{1,2,3}, A.B. Abuova^{1,3}, B. Kalemshariv^{1,3,4},
A.B. Yessenova^{1,2,3*}**

¹U. Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering,
050000, Republic of Kazakhstan, Almaty, Shevchenko Street, 28

²Almaty Technological University,

050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi street, 100

³International University of Engineering and Technology,
050060, Republic of Kazakhstan, Almaty 89/21 Al-Farabi Avenue

⁴S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University,
010011, Republic of Kazakhstan, Astana, Zhenis street 62,

*e-mail: essenova_06.07@mail.ru

QUALITY OF MARE'S MILK AND KOUMISS

Nowadays mare's milk and koumiss are in great demand in Kazakhstan. Therefore, the study of its qualitative indicators is relevant.

In the article the physical and chemical parameters and vitamin content (B and C groups) of mare's milk and koumiss samples taken from peasant farms of Almaty region in the fall-winter period are studied in a comparative form.

The study showed that mare's milk samples had no significant difference in total protein mass fraction in the fall and winter. In mass fraction terms of fat in the sample obtained in the fall the fat content was 2.18% higher than in the sample obtained in winter. And the mass fraction of lactose in the sample obtained in the fall was 0.14% higher than in the sample obtained in winter.

According to the study results of obtained koumiss samples' physical and chemical parameters in the fall and winter periods, the mass fraction of protein was 1.86-1.89%. Fat content of koumiss proportion prepared in the fall period was 1.84%, in the winter period-2.19%, and the average mass fraction of lactose was from 3.64 to 3.98%.

The content of water-soluble vitamins B and C in samples of mare's milk and koumiss was investigated. According to the study results the content of vitamins B1, B2, B3, B5 B6 and C in the composition of mare's milk and koumiss obtained in the fall and winter periods was established.

According to the general research results samples of mare's milk and koumiss products obtained from peasant farms of Almaty region have proven high quality, nutritious in food value and easily assimilated by human body.

Key words: mare's milk, koumiss, quality, chemical composition, vitamins.

Авторлар туралы мәліметтер

Аяулым Багдатовна Рахматулина – PhD, доцент, академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: kazrah@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6670-749>.

Фатима Токтаровна Диханбаева – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының профессоры; Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы; e-mail: fatima6363@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4257-3774>.

Алтынай Бурхатовна Абуова – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті; «Тамақ өндірісінің техникасы мен технологиясы» кафедрасының меңгерушісі, Алматы, Қазақстан Республикасы e-mail: a_burkhatovna@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1987-8417>.

Бегжан Калемшарив – докторант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: begjan.ae@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8036-9718>.

Айдана Болатовна Есенова* – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының лекторы; Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы; e-mail: essenova_06.07@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6101-1446>.

Сведения об авторах

Аяулым Багдатовна Рахматулина – PhD, доцент, Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: kazrah@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6670-7496>.

Фатима Токтаровна Диханбаева – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология продуктов питания», Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан; e-mail: fatima6363@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4257-3774>.

Алтынай Бурхатовна Абуова – доктор сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой «Техника и технология пищевых производств» ТОО «Международный инженерно-технологический университет» Алматы, Республика Казахстан; e-mail: a_burkhatovna@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1987-8417>.

Бегжан Калемшарив – докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: begjan.ae@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8036-9718>.

Айдана Болатовна Есенова* – магистр технических наук, лектор кафедры «Технология продуктов питания», Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан; e-mail: essenova_06.07@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6101-1446>.

Information about the authors

Ayaulym Bagdatovna Rakhmatulina – PhD, Associate Professor, U. Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: kazrah@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6670-7496>.

Fatima Toktarovna Dikhanbayeva – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Food Technology»; Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: fatima6363@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4257-3774>.

Altynai Burkhatovna Abuova – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department «Technology and Technology of Food Production»; LLP "International University of Engineering and Technology", Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: a_burkhatovna@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1987-8417>.

Begzhan Kalemshariv – Doctoral student, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: begjan.ae@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8036-9718>.

Aidana Bolatovna Yessenova* – Master of Technical Sciences, Lecturer of the Department of «Food Technology», Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: essenova_06.07@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6101-1446>.

Редакцияға енуі 22.01.2024

Өңдеуден кейін түсуі 19.02.2024

Жариялауға қабылданды 20.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-14

МРНТИ: 65.09.33



А.Ә. Жанболат*, У.О. Тунғышбаева

Алматынський технологический университет,
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, Толе би 100

*e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ УПАКОВОК В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Аннотация. *Качество и безопасность пищевых продуктов является одним из наиболее важных аспектов пищевой промышленности. Одним из ключевых факторов для обеспечения безопасности пищевых продуктов предоставляет упаковка. Увеличение количества упаковочных материалов для пищевых продуктов создает спрос на продвижение продуктов и брендов, безопасных для употребления. Порча пищевых продуктов из-за низкого качества вида упаковки приносит огромный убыток не только предприятиям, но также и потребителям. Несмотря на эффективность существующих практик, перед розничной торговлей все еще стоит множество проблем, включая используемые материалы и их возможное взаимодействие с продуктами питания. К тому же все еще актуальна проблема переноса вредных материалов из упаковочных материалов в продукты питания. При этом имеет важность использования правильного материала для определенного вида продукта. В данном обзоре рассматриваются последние исследования в области применения активных упаковок, используемых в различных видах упаковок пищевых продуктов для повышения показателей безопасности и продления срока годности различных пищевых продуктов путем использования противогрибковых пептидов, этанола и растительных экстрактов. Это ответ на спрос потребителей на продукты без консервантов, а также на более натуральные, одноразовые, биоразлагаемые и перерабатываемые упаковочные материалы для пищевых продуктов.*

Ключевые слова: *упаковка, безопасность, срок годности, активная упаковка, консервант.*

Введение

Безопасные продукты питания являются основным фактором, определяющим здоровье человека. Это одно из основных прав человека – иметь доступ к безопасной, питательной и здоровой пище. Для обеспечения показателей качества и безопасности пищевых продуктов упаковка играет важную роль. Упаковка пищевых продуктов обеспечивает также удобство обращения и транспортировки, предотвращая химическое загрязнение и увеличивая срок хранения, что обеспечивает удобство для потребителей. Несмотря на увеличение количества упаковочных материалов для пищевых продуктов и эффективность существующих практик, перед розничной торговлей все еще стоит множество проблем, включая используемые материалы и их возможное взаимодействие с продуктами питания. Также все еще актуальна проблема переноса вредных материалов из упаковочных материалов в продукты питания, особенно при повторном использовании пищевого пластика.

В последнее время имеет тенденция использования уникальных видов упаковочного материала, таких как активная упаковка. Активная упаковка предполагает включение в упаковку агентов, которые могут взаимодействовать либо непосредственно с упакованным продуктом, либо с атмосферой внутри упаковки [2]. Активные упаковки, помимо обеспечения инертного барьера для внешних условий, играют определенную роль в сохранении продуктов питания [3].

В данном исследовании освещаются последние разработки и исследования в области применения уникальных материалов, используемых в упаковке пищевых продуктов.

Материалы и методы

При подготовке настоящего обзора использовались преимущественно источники литературы в изданиях, включенных в базах Scopus и Web of Science. Предпочтение было отдано источникам, опубликованным в последние 10 лет.

Поиск осуществлялся по ключевым словам: «active packaging», «packaging», «food preservation», «antimicrobial packaging», «food safety», «antifungal activity», в результате были просмотрены 82 исследований.

Результаты и обсуждение

Под порчей пищевых продуктов понимаются процессы или реакции, вызванные рядом внутренних и внешних факторов, которые отрицательно влияют на вкусовые качества, качество и безопасность продуктов, в частности на их внешний вид, аромат и вкус, а также могут сделать их полностью несъедобными [1]. Такими факторами являются: 1) свойства продуктов (пищевой состав, содержание кислорода, влаги, активность воды (a_w), pH, ингредиенты); 2) условия обработки (время выпечки/охлаждения, температура выпечки, гигиена среды обработки); 3) условия хранения (температура хранения, содержание микроорганизмов, относительная влажность, свет); 4) свойства упаковки (газонепроницаемость, УФ-барьер, термостойкость, механические свойства, газовый состав воздушного пространства, антиоксидантная и антимикробная активность).

Свойства продуктов. Мучные кондитерские изделия являются скоропортящимися товарами, требующими надлежащего вмешательства для предотвращения порчи и продления сроков хранения, и особенно для предотвращения роста порчи и патогенных микроорганизмов. Основными свойствами продукта, влияющими на микробную контаминацию, являются пищевой состав, содержание кислорода, влаги, активность воды (a_w), pH, а также добавки. Белки, липиды и углеводы являются источниками энергии и питательных веществ для роста микроорганизмов. Во время хранения микроорганизмы разлагают и утилизируют данные питательные вещества. Рост плесени, дрожжей и строго аэробных микроорганизмов также связан с содержанием кислорода. Активность воды является одним из важнейших свойств продукта, влияющих на микробную порчу мучных кондитерских изделий. По имеющимся данным, почти все бактерии, дрожжи и плесени могут расти в продуктах с высокой влажностью (a_w 0,90-0,99), но в продуктах с промежуточной влажностью, таких как фруктовые торты (a_w 0,6-0,85), основными микроорганизмами порчи являются осмофильные дрожжи и плесени. Использование таких ингредиентов, как сахар и соль, способствуют ингибированию роста микроорганизмов и эффективно продлевают срок годности мучных кондитерских изделий.

Условия обработки. Наиболее распространенными параметрами обработки мучных кондитерских изделий являются время/температура выпечки, время охлаждения и окружающая среда на линии выпечки. Известно, что недостаточная температура и время выпечки приводят к выживанию большого количества микроорганизмов, таких как плесени и дрожжи, что в значительной степени влияют на черствение изделий. Кроме того, важную роль в процессе выпечки играет период охлаждения перед упаковкой готовых изделий. Из-за высокой температуры возможна конденсация паров в упаковке, что создает условия для роста микроорганизмов. При высоком уровне влажности (a_w 0,94-0,99) стимулируется рост практически всех бактерий, дрожжей и плесеней [8]. Кроме того, наличие соответствующих уровней гигиены обслуживающего персонала и производственной среды является основным залогом сохранности пищевых продуктов и оказывает существенное влияние на качество готовых мучных кондитерских изделий.

Условия хранения. Другим аспектом, влияющим на сроки хранения мучных кондитерских изделий, являются условия хранения, которые имеют решающее значение для разработки стратегий их сохранения. Содержание микроорганизмов в среде хранения напрямую влияет на срок годности мучных кондитерских изделий, что приводит к их порче. Также, свет, кислород и температура могут вызвать обесцвечивание мучных кондитерских изделий, поскольку они содержат такие молекулы, как жиры, чувствительные к воздействию любого из вышеперечисленных факторов [6]. Температура и влажность в значительной степени влияют на выработку токсинов плесенью, поскольку эти микроорганизмы растут преимущественно при температуре 25-30 °С и относительной влажности выше 90% [7]. Таким образом, свет, относительная влажность окружающей среды и температура хранения являются факторами, влияющим на скорость черствения и микробную порчу, ограничивая срок хранения изделий.

Свойства упаковки. Одним из крайне важных при реализации и хранении средств защиты пищевых продуктов от внешних загрязнений, является упаковка [5]. К свойствам, предъявляемым к упаковочным материалам для пищевых продуктов, относятся газонепроницаемость, УФ-барьер, термостойкость, механические свойства, газовый состав пространства и функциональные свойства (антимикробная и антиоксидантная активность) [2]. Торты более подвержены повреждению при раздавливании, поэтому их обычно упаковывают в жиростойкие картонные пакеты с прозрачными целлофановыми окнами. Для печенья и других продуктов с длительным сроком хранения традиционной упаковкой являются пленки из регенерированной целлюлозы (RCF), покрытые сополимером PE-LD или PVC/PVDC. С другой стороны, методы упаковки также играют важную роль в продлении срока годности мучных кондитерских изделий. Вакуумная упаковка, упаковка с азотной промывкой и упаковка в модифицированной атмосфере позволяют существенно снизить рост микроорганизмов, вызывающих порчу.

Принципы активной упаковки для пищевых продуктов. Активная упаковка предполагает включение в упаковку агентов, которые могут взаимодействовать либо непосредственно с упакованным продуктом, либо с атмосферой внутри упаковки [2]. Активные упаковки, помимо обеспечения инертного барьера для внешних условий, играют определенную роль в сохранении продуктов питания [3]. Она является хорошей альтернативой как использованию консервантов, так и упаковок с модифицированной атмосферой (УМА).

УМА использовался для увеличения срока хранения хлебобулочных изделий, таких как пшеничный хлеб, ржаной хлеб, горячий хлеб и соевый хлеб [4]. Большое количество пор в матрице хлеба обычно задерживает кислород, что затрудняет снижение содержания кислорода в упаковке. Решением проблемы является использование поглотителей кислорода внутри упаковки. Однако УМА стоит дорого, а в зерновых продуктах не удается успешно подавить рост плесени и дрожжей, что приводит к резкому снижению сенсорных характеристик. Различные формы активной упаковки представлены на рисунке 1.

Активная упаковка обеспечивает дополнительные функции, такие как поглощение или рассеивание кислорода, углекислого газа, влаги, вкусовых веществ, запахов и ультрафиолетового света; выделение или освобождение углекислого газа, этанола, SO₂, адсорбция вкусовых добавок, высвобождение антиоксидантов для антимикробной активности; контроль температуры (самонагревание, самоохлаждение); антимикробные и контроль качества (ультрафиолет и ПАВ). В настоящее время жизнеспособными и

перспективными активными упаковочными системами являются поглотители/абсорберы, в частности, системы поглощения кислорода.

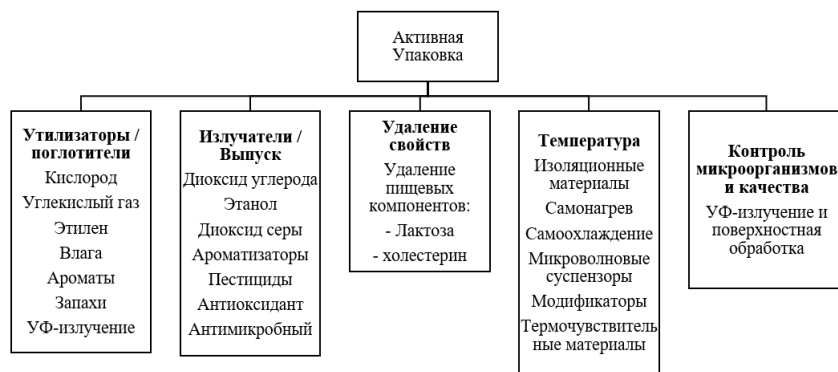


Рисунок 1 – Виды активной упаковки

Функциональность антимикробных препаратов для активной упаковки пищевых продуктов.

Антимикробные препараты в пищевых продуктах используются для повышения качества и безопасности продуктов питания путем снижения поверхностного загрязнения переработанных продуктов питания; однако они не должны использоваться вместо надлежащей санитарной практики [5]. Технологии активной упаковки, предназначенные для защиты пищевых продуктов от порчи и роста микроорганизмов, могут включать в себя использование синтетических или природных антимикробных агентов [6].

Синтетические противомикробные препараты. Одними из самых распространенных синтетических противомикробными материалами являются органические кислоты и их соли, сульфиты, нитриты, антибиотики и спирты. Антимикробные препараты уменьшают максимальную популяцию микроорганизмов путем снижения скорости роста, они могут быть введены в упаковочные материалы для последующего медленного высвобождения на продукты питания или могут использоваться в виде паров.

Органические и неорганические материалы или их соли, такие как бензоат натрия и сорбат калия могут быть использованы в качестве антимикробных агентов в упаковке пищевых продуктов. Многие исследователи сообщали, что сорбат калия является наиболее эффективным консервантом для использования в хлебобулочных изделиях. Так как хлебобулочные изделия обычно хранятся при комнатной температуре (25°C), и при комфортной pH и активность воды способствует росту ксерофилов. Гайно и др. [7] сообщили, что сорбат калия (0,3%, pH 4,5) был наиболее эффективен для предотвращения грибковой порчи хлебобулочных изделий независимо от активности воды.

Природные антимикробные соединения. Многие виды живицы специй и эфирных масел, добываемых из специй, широко используются в пищевой промышленности в качестве ароматизаторов. Сообщалось, что некоторые экстракты из виноградных косточек, специй (корица, чеснок, гвоздика, и орегано) или их эфирных масел и семян лимона способны подавлять рост бактерий в растворе, на культуральных средах или на различных продуктах питания [8].

Эфирное масло горчицы использовалось для ингибирования роста грибов на хлебе. Эфирное масло семян горчицы содержит активное соединение под названием аллил изотиоцианат (АИТС). АИТС существует в форме предшественника и при разрушении клеток он ферментативно гидролизуется, высвобождая активной формы [9]. Предшественник АИТС содержится в таких распространенных растениях, как горчица, брокколи, хрен, капуста, цветная капуста, кейл и репа, и его парообразная форма более эффективна как противомикробное средство, чем жидкая форма [10].

Антимикробные пленки. Типичная многослойная пленка, проявляющая антимикробные свойства, обычно состоит из четырех слоев, включая внешний слой, барьерный слой, матричный слой и контрольный слой (рис. 2). В этой структуре антимикробное вещество внедряется в матричный слой. Его высвобождение из матричного слоя на поверхность пищи контролируется контрольным слоем, расположенным рядом с матричным слоем.

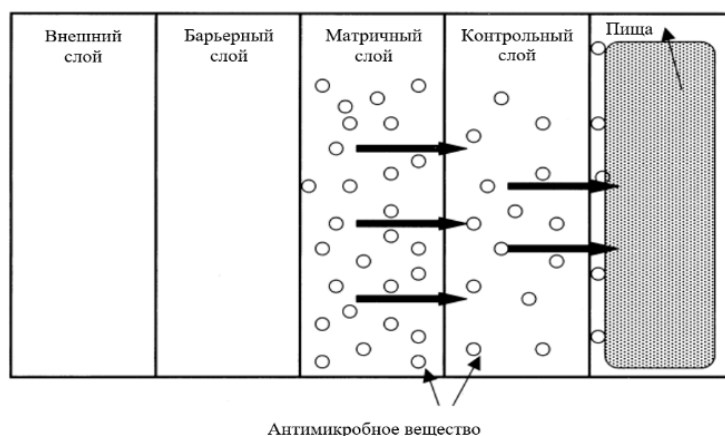


Рисунок 2 – Структура антимикробной пленки

В последние два десятилетия были проведены множества исследования по использованию растительных экстрактов или эфирных масел использованы в активных антимикробных упаковках.

Циннамальдегид, который является основным компонентом эфирного масла корицы, был использован для улучшения антигрибковой активности *in vitro* против *P. expansum* и *A. Niger*. В данном исследовании для получения антимикробных пленок были использованы глидиновые пленки [11]. Через месяц грибковый рост полностью отсутствовал на хлебных ломтиках.

Полимеры из целлюлозы с содержанием 5% коричневого альдегида [12], и полипропилен с основой из этилацетатного растворителя, покрытый нитроцеллюлозой, содержащей эфирное масло корицы [13], также являются успешно использованными для продления срока годности безглютенового и пшеничного хлеба. При использовании биоразлагаемых пленок на основе крахмала маниоки с порошком корицы и гвоздики [14] срок хранения пшеничного хлеба не увеличился.

Противогрибковая эффективность наноэмульсии эфирного масла орегано и бутонов гвоздики в съедобных пленках из метилцеллюлозы/металлизированных полипропиленовых пакетов проявилось против ряда бактерий благодаря уменьшению градиента протонов через клеточную мембрану. Снижение протонного градиента, а также истощение пула АТФ приводит к гибели микробных клеток. В тестах *in vitro* эфирные масла ингибировали прорастание спор *A. niger* и *Penicillium sp.* при использовании концентрации 20 мг/мл [15].

На общие органолептические и физико-химические качества хлеба и съедобных продуктов могут влиять ароматические соединения (коричный альдегид или тимол) несмотря на очень низкий уровень содержания в продуктах. Несмотря на заметный аромат корицы при высоком уровне концентрации, не было обнаружено существенных различий во вкусе корицы между контрольными и рабочими образцами [13]. Однако, антимикробные пакетики с содержанием 5% эфирного масла орегано, несмотря на снижении скорости роста плесени на нарезанном хлебе, содержание γ -терпинена и p -цимена увеличилось в течение всего периода хранения, а его товарные качества снизилось [16]. Эфирные масла майорана и шалфея также показали ингибирование плесени на хлебных ломтиках в модельной системе активной упаковки, однако вкус и запах были оценены от странного до неприятными [17].

Активная упаковка имеет большой потенциал в продлении срока хранения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Тем не менее, требуются дальнейшие исследования в плане оптимизации технологии приготовления упаковок. Методы получения упаковок легко реализовать в лабораторных масштабах, однако они не подходит для крупномасштабного непрерывного производства. Таким образом, многие результаты, опубликованные в научных журналах, не могут быть напрямую применены в коммерческих целях.

Одна из проблем, возникающих при использовании противомикробных пленок, заключается в том, что активный агент может частично или полностью потерять свою противомикробную активность при включении в пленку. Кроме того, необходимы дальнейшие эксперименты по снижению влияния на аромат, вкус и сенсорных свойств продукта при этом сохраняя эффективность антимикробных упаковок.

Сенсорные свойства, безопасность и стоимость антимикробных пленок влияют на их принятие потребителями. В настоящее время стоимость антимикробных пленок примерно в 3-5 раз выше, чем стоимость упаковок, используемых на рынке, что ограничивает их широкое применение. Следовательно, необходимы исследования для снижения стоимости ингредиентов и производственных затрат, связанных с созданием антимикробных пленок.

В ближайшее десятилетие можно ожидать расширения разработки и использования активных упаковочных систем в виде тонких пленок. Ожидается, что дальнейшие инновации в области активной упаковки приведут к дальнейшему улучшению качества пищевых продуктов, безопасности и стабильности.

Заключение

Активная упаковка – это инновация в секторе упаковки пищевых продуктов. Эта технология способна обеспечить потребителей продуктами питания лучшего качества благодаря внедрению таких полезных устройств, как поглощение либо выделение различных соединений; удаляющие свойства; самонагревание и самоохлаждение, микроволновые суспензоры, а также антимикробные и индикаторы контроля качества.

С развитием технологий будущее активных упаковок представляется весьма радужным. В настоящее время, на смену существующим системам активных упаковок разработано множество новых систем, обладающих высоким потенциалом для биоконсервирования пищевых продуктов. Следующим шагом будет расширение использования таких биоконсервантов на рынке, возможно, в сочетании с другими технологиями, такими как интеллектуальная упаковка, а также проведение комплексных исследований в области их применения в различных областях пищевой промышленности.

Список литературы

1. FAO. (2022). FAT Stat [WWW Document]. FAOSTAT Crops Production. URL <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
2. New antimicrobial active packaging for bakery products / L. Gutierrez, C. Sanchez, R. Batlle, C. Nerin // Trends Food Sci. Technol. – 2009. – № 20. – P. 92-99.
3. Hutton T. Food packaging: An introduction / T. Hutton // Key topics in food science and technology. Chipping Campden, Gloucestershire, UK: Campden and Chorleywood Food Research Association. – 2003. – Group 7:108.
4. Extended shelf-life of soy bread using modified atmosphere packaging / F. Fernandez, Y. Vodorotz, P. Courtney, M.A. Pascall // J. Food Prot. – 2006. – № 69. – P. 693-698.
5. Cooksey K. Effectiveness of antimicrobial food packaging materials / K. Cooksey // Food Addit. Contam. – 2005. № 22(10). – P. 980-987.
6. Essential oils and their principal constituents as antimicrobial agents for synthetic packaging films / K.K. Kuorwel, M.J. Cran, K. Sonneveld, and etc. // Food Sci. – 2011. – № 76(9). – P. 164-177.
7. Study of benzoate, propionate, and sorbate salts as mould spoilage inhibitors on intermediate moisture bakery products of low pH (4.5–5.5) / M.E. Guynot, A.J. Ramos, V. Sanchis, S. Marin // Int. J. Food Microbiol. – 2005. – № 101. – P. 161-168.
8. Effect of lemon extract on food-borne microorganisms / A. Conte, B. Speranza, M. Sinigaglia, M.A. Del Nobile // J. Food Prot. – 2007. – № 70. – P. 1896-1900.
9. Nielsen, P.V. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil / P.V. Nielsen, R. Rios // Int. J. Food Microbiol. – 2000. – № 60. – P. 219-229.
10. Active packaging of fresh chicken breast, with allyl isothiocyanate (AITC) in combination with modified atmosphere packaging (MAP) to control the growth of pathogens / J. Shin, B. Harte, E. Ryser, S. Selke // J. Food Sci. – 2010. – № 75. – P. 65-71.
11. Antifungal properties of gliadin films incorporating cinnamaldehyde and application in active food packaging of bread and cheese spread foodstuffs / M.P. Balaguer, G. Lopez-Carballo, R. Catala and etc. // Int. J. Food Microbiol. – 2013. – № 166. – P. 369-377. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.08.012.
12. Conservation of Bakery Products Through Cinnamaldehyde Antimicrobial Films / F.A. Lopes, N.F.F. Soares, C.C.P. Lopes, and etc. // Packag. Technol. Sci. – 2014. – № 27. – P. 293-302. doi: 10.1002/pts.

13. Evaluation of antimicrobial active packaging to increase shelf life of gluten free sliced bread / B.L. Gutierrez, R. Batlle, S. Andujar and etc. // Packag. Technol. Sci. – 2011. – № 24. – P. 485-494. doi: 10.1002/pts.
14. Natural antimicrobial ingredients incorporated in biodegradable films based on cassava starch / V. Kechichian, C. Ditchfield, P. Veiga-Santos, C.C. Tadini // LWT Food Sci. Technol. – 2010. – № 43. – P. 1088-1094. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.014>.
15. Edible films from methylcellulose and nanoemulsions of clove bud (*Syzygium aromaticum*) and oregano (*Origanum vulgare*) essential oils as shelf life extenders for sliced bread / C.G. Otoni, S.F.O. Pontes, E.A.A. Medeiros, N.D.F. Soares // F.J. Agric. Food Chem. – 2014. № 62. – P. 5214-5219. doi: 10.1021/jf501055f.
16. Sliced bread preservation through oregano essential oil-containing sachet / A.T.P. Passarinho, N.F. Dias, Camilloto, and etc. // J. Food Process. Eng. – 2014. – № 37. – P. 53-62. Doi: 10.1111/jfpe.12059.
17. Activity of essential oils in vapor phase against bread spoilage fungi / J. Krisch, T. Rentskenhand, G. Horvath, C. Vagvolgyi // Acta Biologica Szegediensis. – 2013. – № 7. – P. 9-12.

А.Ә. Жанболат*, У.О. Тунгышбаева

Алматы Технологиялық Университеті

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би 100

*e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com

АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНІМДЕРІНДЕ БЕЛСЕНДІ ҚАПТАМАЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ЗАМАНАУИ СТРАТЕГИЯЛАРЫ

Азық-түлік сапасы мен қауіпсіздігі тамақ өнеркәсібінің маңызды аспектілерінің бірі болып табылады. Азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі факторларының бірі қаптамамен қамтамасыз етіледі. Азық-түлік орау материалдарының көбеюі тұтынуға қауіпсіз өнімдер мен брендтерді жылжытуға сұраныс тудырады. Қаптаманың сапасыз түріне байланысты азық-түліктің бұзылуы тек кәсіпорындарға ғана емес, тұтынушыларға да үлкен шығын әкеледі. Қолданыстағы тәжірибелердің тиімділігіне қарамастан, бөлшек саудада әлі де көптеген мәселелер бар, соның ішінде қолданылатын материалдар және олардың азық-түлікпен өзара әрекеттесуі. Сонымен қатар, зиянды материалдарды ораушы материалдардан азық-түлікке тасымалдау мәселесі әлі де өзекті. Сонымен қатар, өнімнің белгілі бір түрі үшін дұрыс материалды пайдалану маңызды. Бұл шолуда саңырауқұлаққа қарсы пептидтерді, этанолды және өсімдік сығындыларын қолдану арқылы әртүрлі тағам өнімдерінің қауіпсіздік көрсеткіштерін арттыру және жарамдылық мерзімін ұзарту үшін әртүрлі тағам қаптамаларында қолданылатын белсенді қаптамаларды қолдану саласындағы соңғы зерттеулер қарастырылады. Бұл тұтынушылардың консервантсыз өнімдерге, сондай-ақ табиғи, бір реттік, биологиялық ыдырайтын және қайта өңделетін азық-түлік орау материалдарына деген сұранысына жауап.

Түйін сөздер: қаптама, қауіпсіздік, жарамдылық мерзімі, белсенді қаптама, консервант.

A.A. Zhanbolat*, U.O. Tungyshbaeva

Almaty Technological University

Kazakhstan, 050012, Almaty қ., Төле би 100

*e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com

CURRENT STRATEGIES FOR THE USE OF ACTIVE PACKAGING IN FOOD PRODUCTS

Food quality and safety is one of the most important aspects of the food industry. One of the key factors to ensure food safety is packaging. Increasing number of food packaging materials is creating a demand for promoting products and brands that are safe for consumption. Food spoilage due to poor quality packaging causes huge loss not only to businesses but also to consumers. Despite the effectiveness of existing practices, retailers still face many challenges, including the materials used and their possible interaction with food. In addition, the transfer of harmful materials from packaging materials to food is still an issue. It is important to use the right material for the right type of product. This review discusses the recent research on the application of active packaging

used in various types of food packaging to enhance the safety performance and shelf life of various food products by using antifungal peptides, ethanol and plant extracts. This is in response to consumer demand for preservative-free products as well as more natural, disposable, biodegradable and recyclable food packaging materials.

Key words: *packaging, safety, shelf life, active packaging, preservative.*

Сведения об авторах

Алмас Әсетұлы Жанболат – докторант кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов», АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы, Республика Казахстан; E-mail: zhanbolatalmas@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7983-3245>.

Улбала Облбековна Тунгышбаева – PhD, ассоц. проф. кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов», АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы, Республика Казахстан; E-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Авторлар туралы мәліметтер

Алмас Әсетұлы Жанболат – «Тағам өнімдерінің сапасы және қауіпсіздігі» кафедрасының докторанты, «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7983-3245>.

Улбала Облбековна Тунгышбаева – PhD, «Тағам өнімдерінің сапасы және қауіпсіздігі» кафедрасының ассоц. проф., «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

Information about the authors

Almas Asetuly Zhanbolat – doctoral student of the department "Food safety and quality", JSC "Almaty Technological University", Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanbolatalmas@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7983-3245>.

Ulbala Oblbekovna Tungyshbaeva – PhD, Associate Professor, Department of "Food safety and quality", JSC "Almaty Technological University", Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: ulbala_84@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-0528>.

*Поступила в редакцию 14.12.2023
Поступила после доработки 22.12.2023
Принята к публикации 12.01.2024*

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-15

MPHTI: 77.05.13



**К.С. Жарыкбасова¹, Е.С. Жарыкбасов², Ж.Х. Какимова², Г.Н. Раимханова²,
А.М. Байкадамова²**

¹Alikhan Bokeikhan University,
071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Мәңгілік Ел, 11
²Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
e-mail: klara_zharykbasova@mail.ru

КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩИЙ КОНЦЕНТРАТ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Аннотация: *В статье обоснована актуальность применения коллагенсодержащего концентрата при производстве творожных продуктов для спортивного питания. Включение в состав рациона питания спортсменов творожных продуктов с высоким содержанием коллагена способствует укреплению хрящевой ткани суставов, улучшению восстановления соединительной ткани связочного аппарата и снижению болевого порога за счет увеличения выработки коллагена. На основании исследования химического состава вторичных продуктов птицеперерабатывающей*

промышленности для получения коллагенсодержащего концентрата подобраны такие, части курицы, как кожа, костная ткань и лапки. Разработан способ получения сухого коллагенсодержащего концентрата. Для получения коллагенсодержащего концентрата выбран способ, основанный на ферментативном процессе с применением фермента папаина для гидролиза сырья. Данный метод позволяет сохранить биологическую ценность коллагена за счет мягкой обработки сырья. В результате экспериментальных исследований установлено, что коллагенсодержащий концентрат содержит полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, омега-6 и омега-9, обладающие антиоксидантными свойствами. Результат исследования пищевой и биологической ценности подтверждает обоснованность использования коллагенсодержащего концентрата в производстве творожного продукта для спортивного питания. Творожный продукт, обогащенный коллагеном, может быть предназначен не только для спортсменов, но и для лиц, которые занимаются спортом в оздоровительных целях.

Ключевые слова: коллаген, концентрат, творожный продукт, спортивное питание, химический состав.

Введение

Одним из инновационных и перспективных направлений развития индустрии спортивного питания является разработка и внедрение в производство новых молочных продуктов для спортсменов, обогащенных функциональными ингредиентами [1,2]. Обогащенные биологически активными добавками продукты питания для спортсменов способствуют укреплению мышц, снятию усталости, повышению иммунитета, то есть восстановлению функциональных показателей организма после высоких физических нагрузок [3, 4].

Среди пищевых продуктов для спортивного питания особое место занимают молочные продукты. Молоко и молочные продукты являются хорошими источниками белка, минеральных веществ, витамина D, жира и углеводов, которые оказывают благотворное влияние на самочувствие спортсменов [5-8]. Применение коллагенсодержащего концентрата при разработке рецептуры и технологии молочных продуктов для спортивного питания с направленной эффективностью является одним из актуальных направлений. Включение в состав рациона питания спортсменов молочных продуктов с высоким содержанием коллагена способствует укреплению хрящевой ткани суставов, улучшению восстановления соединительной ткани связочного аппарата и снижению болевого порога за счет увеличения выработки коллагена. Вместе с тем, исследования зарубежных ученых за последние 12-18 месяцев подтверждают, что пищевые продукты, содержащие коллаген, активизируют метаболические пути, связанные с ростом мышц и сухожилий, а также они необходимы для укрепления опорно-двигательного аппарата после полученных травм в период реабилитации. Такие специализированные молочные продукты будут востребованы не только среди спортсменов, но и среди населения, занимающихся активно физической культурой и спортом. Производство творожных продуктов, содержащих коллагенсодержащие концентраты, будут являться альтернативой дорогостоящим биологически активным добавкам необходимых для спортивного питания [9-12].

Коллаген благодаря специфическим структурным, био- и физико-химическим свойствам находят широкое применение в пищевой промышленности. Для получения коллагенсодержащего концентрата применяют вторичные продукты мясной, рыбной и птицеперерабатывающей промышленности. Особый акцент в последние годы учеными сделан на вторичное белковое сырье птицеперерабатывающей промышленности (куриные лапки, перья, гребешки, кости и кожа). Коллаген, полученный из вторичных продуктов птицеперерабатывающей промышленности, содержит наибольшее количество пролина и оксипролина (около 20%), и кожа курицы практически не содержит ароматических, гетероциклических и серосодержащих аминокислот [12-15].

Отличительная особенность проводимого исследования заключается в применении коллагенсодержащего концентрата из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности в производстве творожных продуктов. Как показывает анализ литературных источников, коллаген применяется в молочной промышленности при производстве напитков. За 2023 год опубликованы результаты научных исследований, направленные на изучение

влияния коллагена на структурно-механические свойства сметанных продуктов и плавленого сыра [16, 17].

Таким образом, разработка специализированных творожных продуктов для адаптивного питания спортсменов является актуальным и перспективным направлением. Применение же коллагенсодержащего концентрата позволит получить творожный продукт для укрепления опорно-двигательного аппарата спортсменов в период высоких физических нагрузок, а также быстрого их восстановления после полученных травм.

На основании вышеизложенного в работе поставлена цель – разработка способа получения коллагенсодержащего концентрата для его применения в производстве творожных продуктов.

Методы исследования

Для проведения экспериментальных исследований применены следующие методы.

1) Определение массовой доли коллагена в объектах исследования.

Для проведения исследования в коническую колбу вместимостью 250 см³ вносят 1 г пробы и добавляют 100 мл соляной кислоты с дальнейшим проведением гидролиза в течение 8 часов. Полученный гидролизат подвергают фильтрации и помещают в мерную колбу вместимостью 250 см³. Содержимое колбы охлаждают, доводят до метки дистиллированной водой с дальнейшим перемешиванием. В мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят 1 мл гидролизата и 60 мл дистиллированной воды, нейтрализуют раствором NaOH до значения pH 6,0 по индикаторной бумаге. Содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. 4 мл раствора гидролизата переливают в пробирку и добавляют 2 мл приготовленного реактива для окисления с дальнейшим перемешиванием и выдержкой в течение 20 минут при комнатной температуре. 2 мл приготовленного цветного реактива добавляют в пробирку с раствором гидролизата, закрывают пробирку алюминиевой фольгой с последующей выдержкой в водяной бане при температуре 60 °С в течение 15 минут. Одновременно готовят два контрольных раствора на дистиллированной воде вместо гидролизата. Пробирки с опытным и контрольными образцами подвергают охлаждению и через 30 минут измеряют оптическую плотность на спектрофотометре.

По построенному градуировочному графику определяют концентрацию оксипролина.

А) Массовую долю оксипролина в % вычисляют по формуле 1:

$$X = \frac{C \times 250 \times 100 \times 100}{m \times V \times 10^6}, \quad (1)$$

где:

C – концентрация оксипролина в растворе пробы, найденная по градуировочному графику, мкг/см³;

250 – объем гидролизата, см³;

100 – объем раствора, полученный после разбавления гидролизата, см³;

100 – коэффициент перерасчета в проценты;

m – масса пробы, г;

V – объем гидролизата, отобранный для нейтрализации, см³;

10⁶ – коэффициент пересчета мкг в г.

Б) Массовую долю коллагена (X₁) в % вычисляют по формуле 2:

$$X_1 = K - X, \quad (2)$$

где:

K – коэффициент перерасчета оксипролина на коллаген (8,07);

X – массовая доля оксипролина, рассчитанная по формуле 1.

2) Определение массовой доли влаги, жира, белка в сырье птицеперерабатывающей промышленности по ГОСТ 33692-2015 «Белки животные соединительнотканые. Общие технические условия».

Результаты исследования

На основе анализа литературных источников для получения коллагенсодержащего концентрата подобраны такие, части курицы, как кожа, костная ткань и лапки. Подобренные вторичные продукты птицеперерабатывающей промышленности характеризуются наибольшим содержанием коллагена. Куриная кожа практически не содержит ароматических, гетероциклических и серосодержащих аминокислот в сравнении с другими частями курицы, используемые для получения коллагена [13-15]. Полученный коллагенсодержащий концентрат будет применен при разработке рецептуры и технологии творожных продуктов для спортивного питания.

На первом этапе исследований установлено содержание коллагена, массовая доля влаги, белка и жира в исследуемых объектах (кожа, костная ткань и лапки).

Результаты исследования представлены на рисунке 1.

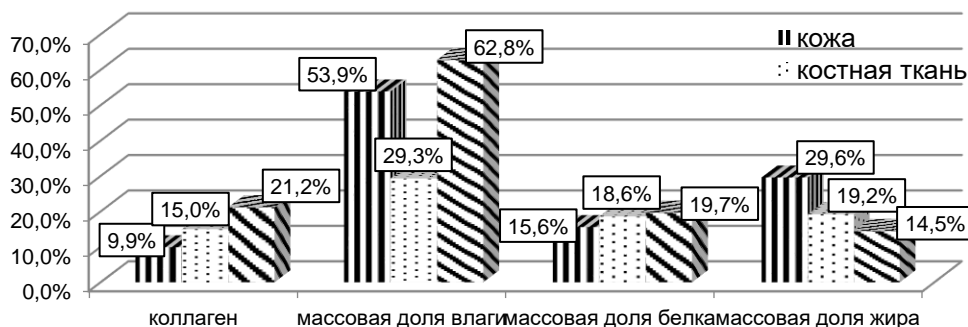


Рисунок 1 – Химический состав вторичных продуктов птицеперерабатывающей промышленности

На следующем этапе исследований разработан способ получения сухого коллагенсодержащего концентрата. На основе анализа литературных источников для получения коллагенсодержащего концентрата выбран способ, основанный на ферментативном процессе с применением фермента папаина для гидролиза сырья. Данный метод позволяет сохранить биологическую ценность коллагена за счет мягкой обработки сырья.

Учитывая, физико-химические свойства подобранных для исследования вторичных продуктов птицеперерабатывающей промышленности на первом этапе из куриной кожи получают гель, из смеси костной ткани и лапок получают пастообразный коллагенсодержащий концентрат. На втором этапе гель из куриной кожи и пастообразный коллагенсодержащий концентрат из смеси костной ткани и лапок тщательно перемешивают и направляют на сушку.

Способ переработки куриной кожи состоит из следующих стадий: разрезание куриной кожи размером 2-3 см; варка куриной кожи при температуре 65°C в течение 3 часов; охлаждение смеси с куриной кожей до температуры 36°C; внесение фермента папаина в смесь с куриной кожей в соотношении 1:10, соответственно; термостатирование смеси при температуре 36°C в течение 24 часов; охлаждение смеси до температуры 20-25°C; отстаивание смеси при температуре 20-25 °C в течение 60 минут; отделение твердой фазы от гели; центрифугирование для отделения жира от гели при 1000 об/мин; охлаждение гели из куриной кожи до 5-6°C.

Способ переработки куриной костной ткани и лапок состоит из следующих стадий: тепловая обработка исходного сырья в течение 3-4 часа при температуре 65°C; охлаждение смеси куриной костной ткани и лапок (соотношение 40:60 соответственно) до температуры 25°C; тонкое измельчение смеси; внесение фермента папаина в смесь куриной костной ткани и лапок в соотношении 1:10, соответственно; термостатирование смеси при температуре 36°C в течение 24 часов; охлаждение полученного коллагенсодержащего концентрата до 5-6°C.

Гель из куриной кожи и коллагенсодержащий концентрат из смеси костной ткани и лапок смешивают в соотношении 1:1. Тщательно перемешивают до получения композиции равномерно распределенного коллагенсодержащего концентрата. Полученную композицию сушат в аппарате сублимационной сушки при температуре минус 44°C до влажности не более 8-10%.

На основании проведенных исследований установлено, что полученный коллагенсодержащий концентрат можно хранить не более 48 часов при температуре не выше 8°C и относительной влажности не более 70%.

Пищевая и биологическая ценность коллагенсодержащего концентрата исследована в испытательной лаборатории ТОО «Нутритест» (г. Алматы, Казахстан). Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пищевая и биологическая ценность коллагенсодержащего концентрата

№	Наименование показателей, единица измерений	Показатели
1	Физико-химические:	
	Массовая доля белка, %	74,7±7,47
	Массовая доля жира, %	2,1±0,21
2	Витамины, в 100 г:	
	Витамин А, мг	0,942±0,094
	Витамин Е, мг	2,825±0,283
	Витамин С, мг	3,184±0,319
3	Минеральные вещества:	
	Кальций, мг/100 г	1,33±0,16
	Цинк, мг/кг	3,4±0,72
	Селен, мг/кг	0,022±0,009
	Марганец, мг/кг	0,085±0,025
4	Аминокислотный состав, в 100 г:	
	Валин, мг	13,0±1,3
	Изолейцин, мг	146,0±14,6
	Лейцин, мг	1306,0±130,6
	Лизин, мг	11879,0±1187,9
	Метионин+цистин, мг	53,0±5,3
	Треонин, мг	540,0±54,0
	Триптофан, мг	6403,0±640,3
	Фенилаланин+тирозин, мг	2791,0±279,1
	5	Жирнокислотный состав, %:
Сумма полиненасыщенных жирных кислот, в том числе		33,4±3,34
Сумма полиненасыщенных жирных кислот омега-3		3,5±0,35
Сумма полиненасыщенных жирных кислот омега-6		29,9±2,99
Сумма полиненасыщенных жирных кислот омега-9		38,8±3,88
Полиненасыщенные жирные кислоты, %:		33,4±3,34
Линолевая		28,6±2,86
Линоленовая		3,5±0,35
Арахидоновая		0,34±0,034
Миристиновая		0,63±0,063
Эйкозатриеновая	0,49±0,049	

Обсуждение результатов исследования

На основании экспериментальных исследований химического состава вторичных продуктов птицеперерабатывающей промышленности наибольшее содержание коллагена обнаружено в лапках (21,2%), в костной же ткани 15% коллагена, в куриной коже – 9,9%. Учитывая высокое содержание коллагена и белка, для получения коллагенсодержащего концентрата использованы все три части курицы: лапки, костная ткань и кожа.

Как видно из рисунка 1 куриная кожа содержит наибольшее количество жира (29,6%) и влаги (53,9%) в сравнении с другими частями курицы. В связи с этим, из куриной кожи коллагенсодержащий концентрат получают в виде геля. При разработке способа получения коллагенсодержащего концентрата в виде геля, предусмотрено разрезание куриной кожи на кусочки размером 2-3 см с последующим отвариванием в течение 3 часов при температуре 65°C для понижения массовой доли жира. После отделения твердой фазы от геля проводится также центрифугирование при 1000 об/мин для отделения жира от геля.

При разработке способа получения коллагенсодержащего концентрата предусмотрен процесс ферментации. Фермент папаин вносят в смесь костной ткани и лапок, а также в полученную смесь куриной кожи в соотношении 1:10, соответственно. Внесение фермента

папаина в процессе ферментации в меньшем количестве снижает выход коллагенсодержащего концентрата.

Полученный коллагенсодержащий концентрат вносят в творожный продукт в сухом виде для того, чтобы сохранить потребительские свойства и качество готового продукта.

Как видно из таблицы 1 коллагенсодержащий концентрат содержит полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, омега-6 и омега-9, обладающие антиоксидантными свойствами. Исследования последних лет показывают, что для понижения избыточного количества свободных радикалов необходимо наличие в организме антиоксидантов. Использование же в рационе питания спортсменов творожных продуктов, содержащих антиоксиданты, способствует понижению уровня повреждения тканей и ускорению их восстановления после высоких физических нагрузок в период тренировок и соревнований необходимо отметить, что полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 не синтезируются организмом человека и поступает только с пищей [18, 19]. Вместе с тем, коллагенсодержащий концентрат характеризуется содержанием всех незаменимых аминокислот.

Заключение

На основании проведенных исследований разработан способ получения сухого коллагенсодержащего концентрата для дальнейшего его применения при разработке рецептуры и технологии творожного продукта для спортивного питания. Результат исследования пищевой и биологической ценности подтверждает обоснованность использования коллагенсодержащего концентрата в производстве творожного продукта для спортивного питания. Творожный продукт, обогащенный коллагеном, может быть предназначен не только для спортсменов, но и для лиц, которые занимаются спортом в оздоровительных целях.

Статья подготовлена в рамках научного проекта грантового финансирования ИРН AP19679638 «Научно-практические основы применения коллагенсодержащего концентрата в производстве специализированных творожных продуктов для питания спортсменов».

Список литературы

1. Advances in sports food: Sports nutrition, food manufacture, opportunities and challenges / P. Cui, M. Li, M. Yu et all // Food Research International. – 2022. – Vol. 157. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111258>.
2. Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations / K.A. Malsagova, A.T. Kopylov, A.A. Sinityna et all // Nutrients. – 2021. – No. 13 (11). <https://doi.org/10.3390/nu13113771>.
3. Асафов В.А. Специализированные пищевые продукты для спортивного питания / В.А. Асафов, Н.Л. Танькова, Е.Л. Искакова // Пищевая индустрия. – 2019. - № 4. – С. 64-66.
4. Гаврилова Н.Б. Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов / Н.Б. Гаврилова, М.П. Щетинин, Е.А. Молибога // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 100-106.
5. Knowledge and acceptance of functional foods: a preliminary study on influence of a symbiotic fermented milk on athlete health / M.M. Coman, M.C. Verdenelli, S. Silvi et all // International Journal of Probiotics and Prebiotics. – 2017. – Vol.12, No.1. – P.33-41.
6. Cows milk as a post-exercise recovery drink: implications for performance and health / L.J. James, E.J. Stevenson, L.S. Rumbold et all // European Journal of Sport Science. – 2019. – Vol. 19, No. 1. – P.40-48.
7. Давыдова Е.В. Использование молочных продуктов в спортивном питании / Е.В. Давыдова // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 102-2. – С.58-60.
8. Дуанбекова Г.Б. Исследование и анализ потребления спортивного питания студентами-спортсменами факультета ФК и С КарГУ им. Е.А. Букетова / Г.Б. Дуанбекова, Р.С. Дуванбеков, А.Е. Дуванбеков // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19, № 7. – С.109-112.
9. Effects of BioCell Collagen on connective tissue protection and functional recovery from exercitese in healthy adults: a pilot study / Hector L.Lopez, Habowski S.M., Sandrock J.E. et all // Journal of the International Society of Sports Nutrion. – 2014. – № 11. – Article number: P48.
10. Collagen peptide supplementation for pain and function: is it effective? / Kviatkovsky Shiloah A., Hickner Robert C., Ormsbee Michail J. // Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. – 2022. – Vol. 25, No. 6. – P. 401-406.

11. Update on Collagen Peptide in Sports Nutrition / Jianlie Zhou // *Hans Journal of Food and Nutrition Science*. – 2017. – No. 6(4). – P. 209-214.
12. Collagen and its derivatives: From structure and properties to their applications in food industry / Tang C., Zhou K., Zhu Y. et al // *Food Hydrocolloids*. – 2022. – Vol. 131. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107748>.
13. Aşşegül Gündem Collagen/Gelation Extraction from Poultry Skin and Mechanically Deboned Meat (MDM) Residues / Aşşegül Gündem, Özgür Tarhan // *Akademik Gıda® (Academic Food Journal)*. – 2021. – No. 19(2). – P.116-125.
14. Valorization of Chicken Feet By-Product of the Poultry Industry: High Qualities of Gelatin and Biofilm from Extra / José C.C. Santana, Roberta B. Gardim, Poliana F. Almeida et al // *Polymers*. – 2020. – No. 12(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12030529>.
15. Глубокая переработка вторичных продуктов птицеводства для разных направлений использования / Фисинин В.И., Исмаилова Д.Ю., Волик В.Г. и др. // *Сельскохозяйственная биология*. – 2017. – Т. 52, № 6. – С. 1105-1115.
16. Гинзбург М.А. Влияние вида коллагена на структурно-механические свойства сметанных продуктов / Гинзбург М.А., Дунченко Н.И. // *Молочная промышленность*. – 2023. – № 4. – С. 25-27.
17. Мусина О.Н. Влияние коллагена на структурно-механические характеристики плавленого сыра / Мусина О.Н., Нагорных Е.М. // *Ползуновский вестник*. – 2023. – № 2. – С.112-118.
18. Антиоксиданты в спортивном питании / Штерман С.В., Сидоренко М.Ю., Штерман В.С. и др. // *Пищевая промышленность*. – 2019. – № 5. – С.60-64.
19. Impairment between Oxidant and Antioxidant Systems: Short- and Long-term Implications for Athletes Health / Noccella C., Cammisotto V., Pigozzi F. et al // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, No. 6. DOI <https://doi.org/10.3390/nu11061353>.

References

1. Advances in sports food: Sports nutrition, food manufacture, opportunities and challenges / P. Cui, M. Li, M. Yu et al // *Food Research International*. – 2022. – Vol. 157. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111258>. (In English).
2. Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations / K.A. Malsagova, A.T. Kopylov, A.A. Sinitsyna et al // *Nutrients*. – 2021. – No. 13 (11). <https://doi.org/10.3390/nu13113771>. (In English).
3. Asafov V.A. Spetsializirovannyye pishchevyye produkty dlya sportivnogo pitaniya / V.A. Asafov, N.L. Tan'kova, E.L. Iskakova // *Pishchevaya industriya*. – 2019. - № 4. – S. 64-66. (In Russian).
4. Gavrilova N.B. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya proizvodstva spetsializirovannykh produktov dlya pitaniya sportsmenov / N.B. Gavrilova, M.P. Shchetinin, E.A. Moliboga // *Voprosy pitaniya*. – 2017. – Т. 86, № 2. – S. 100-106. (In Russian).
5. Knowledge and acceptance of functional foods: a preliminary study on influence of a symbiotic fermented milk on athlete health / M.M. Coman, M.C. Verdenelli, S. Silvi et al // *International Journal of Probiotics and Prebiotics*. – 2017. – Vol.12, No.1. – R.33-41. (In English).
6. Cows milk as a post-exercise recovery drink: implications for performance and health / L.J. James, E.J. Stevenson, L.S. Rumbold et al // *European Journal of Sport Science*. – 2019. – Vol. 19, No. 1. – R.40-48. (In English).
7. Davydova E.V. Ispol'zovanie molochnykh produktov v sportivnom pitanii / E.V. Davydova // *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. – 2023. – № 102-2. – S.58-60. (In Russian).
8. Duanbekova G.B. Issledovanie i analiz potrebleniya sportivnogo pitaniya studentami-sportsmenami fakul'teta FK i S KaRGU im. E.A. Buketova / G.B. Duanbekova, R.S. Duvanbekov, A.E. Duvanbekov // *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. – 2017. – Т. 19, № 7. – S.109-112. (In Russian).
9. Effects of BioCell Collagen on connective tissue protection and functional recovery from exerciese in healthy adults: a pilot study / Hector L.Lopez, Habowski S.M., Sandrock J.E. et al // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. – 2014. – № 11. – Article number: P48. (In English).
10. Collagen peptide supplementation for pain and function: is it effective? / Kviatkovsky Shiloah A., Hickner Robert C., Ormsbee Michail J. // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. – 2022. – Vol. 25, No. 6. – R. 401-406. (In English).

11. Update on Collagen Peptide in Sports Nutrition / Jianlie Zhou // *Hans Journal of Food and Nutrition Science*. – 2017. – No. 6(4). – R. 209-214. (In English).
12. Collagen and its derivatives: From structure and properties to their applications in food industry / Tang C., Zhou K., Zhu Y. et al // *Food Hydrocolloids*. – 2022. – Vol. 131. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107748>. (In English).
13. Ayssegül Gündem Collagen/Gelation Extraction from Poultry Skin and Mechanically Deboned Meat (MDM) Residues / Ayssegül Gündem, Özgür Tarhan // *Akademik Gıda® (Academic Food Journal)*. – 2021. – No. 19(2). – R.116-125. (In English).
14. Valorization of Chicken Feet By-Product of the Poultry Industry: High Qualities of Gelatin and Biofilm from Extra / José C.C. Santana, Roberta B. Gardim, Poliana F. Almeida et al // *Polymers*. – 2020. – No. 12(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12030529>. (In English).
15. Glubokaya pererabotka vtorichnykh produktov pitsevodstva dlya raznykh napravlenii ispol'zovaniya / Fisinin V.I., Ismailova D.YU., Volik V.G. i dr. // *Sel'skokhzyaistvennaya biologiya*. – 2017. – T. 52, № 6. – S. 1105-1115. (In Russian).
16. Ginzburg M.A. Vliyanie vida kollagena na strukturno-mekhanicheskie svoystva smetannykh produktov / Ginzburg M.A., Dunchenko N.I. // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2023. – № 4. – S. 25-27. (In Russian).
17. Musina O.N. Vliyanie kollagena na strukturno-mekhanicheskie kharakteristiki plavlenogo syra / Musina O.N., Nagornyykh E.M. // *Polzunovskii vestnik*. – 2023. – № 2. – S.112-118. (In Russian).
18. Antioksidanty v sportivnom pitanii / Shterman S.V., Sidorenko M.YU., Shterman V.S. i dr. // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2019. – № 5. – S.60-64. (In Russian).
19. Impairment between Oxidant and Antioxidant Systems: Short- and Long-term Implications for Athletes Health / Noccella C., Cammisotto V., Pigozzi F. et al // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, No. 6. DOI <https://doi.org/10.3390/nu11061353>. (In English).

**К.С. Жарыкбасова¹, Е.С. Жарыкбасов², Ж.Х. Какимова², Г.Н. Раимханова²,
А.М. Байқадамова²**

¹Alikhan Bokeikhan University,

071400, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Мәңгілік Ел көшесі, 11

²Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

^{e-mail}: klara_zharykbasova@mail.ru

СҮТ ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚҰРАМЫНДА КОЛЛАГЕН БАР КОНЦЕНТРАТ СПОРТТЫҚ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ӨНІМДЕР

Мақалада даулы тамақтану үшін сүзбе өнімдерін өндіруде құрамында коллаген бар концентратты қолданудың өзектілігі негізделген. Спортшылардың диетасына жоғары коллагенді сүзбе өнімдерін қосу буындардың шеміршек тінін нығайтуға, байлам аппаратының дәнекер тінін қалпына келтіруді жақсартуға және коллаген өндірісін ұлғайту арқылы ауырсыну шегін төмендетуге көмектеседі. Құс өңдеу өнеркәсібінің қайталама өнімдерінің химиялық құрамын зерттеу негізінде құрамында гені бар концентрат алу үшін тауықтың терісі, сүйек тіндері және аяқтары сияқты бөліктері таңдалды. Құрғақ коллаген-байытатын концентрат алу тәсілі әзірленді. Құрамында коллаген бар концентратты алу үшін шикізатты гидролиздеу үшін папаин ферментін қолдану арқылы ферментативті процеске негізделген әдіс. Бұл әдіс шикізатты жұмсақ өңдеу арқылы коллагеннің био-логикалық құндылығын сақтауға мүмкіндік береді. Эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде құрамында коллаген бар концентраттың құрамында антиоксиданттық қасиеттері бар омега-3, омега-6 және омега-9 полиқанықпаған май қышқылдары бар екендігі анықталды. Тағамдық және биологиялық құндылығын зерттеу нәтижесі даулы тамақтану үшін сүзбе өнімін өндіруде құрамында коллагені бар концентратты пайдаланудың негізділігін растайды. Коллагенмен байытылған сүзбе өнімі тек спортшылар үшін ғана емес, сонымен қатар сауықтыру мақсатында спортпен айналысатын адамдар үшін де маңызды болуы мүмкін.

Түйін сөздер: коллаген, концентрат, сүзбе өнімі, спорттық тамақтану, химиялық құрамы.

**K.S. Zharykbassova¹, Y.S. Zharykbassov², Zh.Kh. Kakimova², G.N. Raimkhanova²,
A.M. Baikadamova²**

¹Alikhan Bokeikhan University

071400, Republic of Kazakhstan, Semey, Mangilik El str., 11

²Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

*e-mail: klara_zharykbassova@mail.ru

COLLAGEN-CONTAINING CONCENTRATE IN THE PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS SPORTS NUTRITION PRODUCTS

The article substantiates the relevance of the use of collagen-containing concentrate in the production of cottage cheese products for sports nutrition. The inclusion of cottage cheese products with a high content of collagen in the diet of athletes helps to strengthen the cartilage tissue of joints, improve the restoration of connective tissue of the ligamentous apparatus and reduce the pain threshold by increasing collagen production. Based on the study of the chemical composition of secondary products of the poultry processing industry, such chicken parts as skin, bone tissue and paws were selected to obtain a collagen-containing concentrate. A method for producing a dry collagen-containing concentrate has been developed. To obtain a collagen-containing concentrate, a method based on an enzymatic process using the papain enzyme for the hydrolysis of raw materials was chosen. This method allows you to preserve the biological value of collagen due to the gentle processing of raw materials. As a result of experimental studies, it was found that the collagen-containing concentrate contains polyunsaturated omega-3, omega-6 and omega-9 fatty acids with antioxidant properties. The result of the study of nutritional and biological value confirms the validity of the use of collagen-containing concentrate in the production of cottage cheese product for sports nutrition. A curd product enriched with collagen can be intended not only for athletes, but also for people who play sports for recreational purposes.

Key words: collagen, concentrate, curd product, sports nutrition, chemical composition.

Сведения об авторах

Клара Сауыковна Жарыкбасова* – доктор технических наук, ассоциированный профессор; Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан; e-mail: klara_zharykbassova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2027-3183.

Ерлан Сауыкович Жарыкбасов – кандидат технических наук кафедры «Технология пищевых производств и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: erlan-0975@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9707-0539.

Жайнагуль Хасеновна Какимова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технология пищевых производств и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3501-3042.

Гүлдана Нұрланқызы Раимханова – докторант кафедры «Технология пищевых производств и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; Na19681968ae@mail.ru.

Асемгуль Мадениетовна Байкадамова – PhD кафедры «Технология пищевых производств и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: asemgul93@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0062-6997.

Авторлар туралы мәліметтер

Клара Сауыковна Жарыкбасова* – техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор; Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: klara_zharykbassova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2027-3183.

Ерлан Сауыкович Жарыкбасов – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының техника ғылымдарының кандидаты; Семей қаласы Шәкәрім атындағы Университет, Қазақстан Республикасы; e-mail: erlan-0975@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9707-0539.

Жайнагуль Хасеновна Какимова – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3501-3042.

Гүлдана Нұрланқызы Раимханова – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; Na19681968ae@mail.ru.

Асемгуль Мадениетовна Байкадамова – «Тамақ өндірісі және биотехнология технологиясы» кафедрасының PhD докторы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: asemgul93@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0062-6997.

Information about the authors

Klara Sauykovna Zharykbassova* – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Alikhan Bokeikhan University, Republic of Kazakhstan; e-mail: klara_zharykbassova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2027-3183.

Yerlan Sauykovich Zharykbassov – Candidate of Technical Sciences, Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: erlan-0975@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9707-0539.

Zhainagul Khassenovna Kakimova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3501-3042.

Guldana Nurlankyzy Raimkhanova – doctoral student of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Na19681968ae@mail.ru.

Assemgul Madeniyetovna Baikadamova – PhD of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: asemgul93@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0062-6997.

Поступила в редакцию 19.02.2024
Поступила после доработки 27.02.2024
Принята к публикации 28.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-16

FTAXP: 65.33.35



Ж.Ә. Жарылқасынова*, Г.К. Исакова, М.П. Байысбаева, Н.Б. Батырбаева

Алматы технологиялық университеті,
050012, Қазақстан, Алматы қ., Төле би к., 100
e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru

ҰЗАҚ МЕРЗІМДЕ САҚТАУҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ПЕКТИН ҚОСЫЛҒАН ГАЛЕТАЛАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ

Аңдатпа: Жұмыстың мақсаты «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының бірінші сортты бидай ұнынан жасалынған галеталар сапасына әсерін зерттеу болып табылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, бірінші сортты бидай ұнынан қамыр илеу барысында пектин концентратын қолдану галеталардың органолептикалық, физика-химиялық қасиеттерінің, пектин концентраты қосылмаған сынамаға қарағанда әлдеқайда жоғарылататынын көрсетті. Галеталардың ең жақсы сапасына, бірінші сұрыпты бидай ұнының массасына 10% пектин концентратын қолдану арқылы қол жеткізілді. Галеталардың тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігін зерттеу, галеталарды өндіру технологиясында шикізаттың жаңа түрлерін қолданудың орындылығы мен негізділігін айқындайды. Жаңа рецептура бойынша шығарылған галеталардың тағамдық және биологиялық құндылығы бақылау үлгісімен салыстырғанда анағұрлым жоғары екендігі анықталды, сонымен қатар алынған өнім қауіпсіздік

көрсеткіштері бойынша «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» Кедендік одақтың техникалық регламенті КО ТР 021/2011 барлық талаптарына сай. Алынған зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану арқылы жасалынатын галета өндірудің технологиялық схемасы ұсынылды. Галет өндірісінде төмен этерификациялы пектинді қолдану, функционалдық қасиеттері жоғары, биологиялық толыққанды жаңа қауіпсіз тағам өнімдерін шығаруда кең перспективаларды ашады.

Түйін сөздер: пектин концентраты, галеталар, сапа, қауіпсіздік, технологиялық схема.

Кіріспе

Кондитерлік өнеркәсіп – ел экономикасының маңызды салаларының бірі, ол халықты физиологиялық тұрғыдан ұсынылатын тұтыну нормалары деңгейінде дұрыс, жан-жақты теңдестірілген тамақтану рационын қалыптастыру үшін қажетті көлемде және ассортиментте жоғары сапалы азық-түлікпен тұрақты қамтамасыз етуге арналған [1].

Кондитерлік өнімдер өзінің құрамы бойынша және тұтынушылық сипаттамалары айтарлықтай айырмашылықтары бар, тағам өнімдері тобының кең ассортиментін қамтиды [2]. Кондитерлік өнімдер нарқының жартысын ұнды кондитерлік өнімдер құрайды (ҰКӨ). Олар өзінің дәмдік қасиеттеріне, қол жетімділігіне, қолдануға ыңғайлылығына және халықтың тамақтану дәстүріне байланысты тұрақты сұранысқа ие. ҰКӨ халықтың әртүрлі жас топтарының, әсіресе балалар мен жастардың тамақтану рационына айтарлықтай үлес қосады. Бірақта көпке белгілі болғандай, ұнды кондитерлік өнімдер – көбінесе диеталық қасиетке ие емес, биологиялық құндылығы төмен тағам өнімдері болып табылады. Олардың құрамында майдың, көмірсулардың көп мөлшері кездеседі, сонысына қарамастан ҰКӨ өзінің дәмдік қасиетіне байланысты халық арасында өте сұранысқа ие. Өнімнің алуан түрлілігіне әртүрлі шикізатты әртүрлі ара-қатынаста, әртүрлі ылғалдылықпен және әртүрлі технологиялық параметрлерді қолдану арқылы қол жеткізіледі [3-5].

Тамақтану туралы заманауи ғылым тағамды тек қана күш-қуат көзі және пластикалық зат ретінде ғана қарастырмайды, сонымен қатар тағамды күрделі фармакологиялық кешен ретінде қарастырады. Бұл өмір сүру ортасының аса ластануының адамға әсер етуіне байланысты өте өзекті [6].

Тағам өнімдерінде тағамдық талшықтардың жетіспеушілігі адам денсаулығына кері әсер етеді, ол адам ағзасының қаршаған ортаның кері әсерлеріне қарсы тұра алу қабілетін төмендетеді. Тағамдық талшықтар арасында маңызды орын пектиндік заттарға беріледі. Пектиннің ауыр металдар мен радионуклейдтерді байланыстыру және ағзадан шығару сияқты физиологиялық қасиеті, оны диеталық тағам өндіру өндірісінде қолдануға мүмкіндік береді. Пектинді заттардың ауыр және радиоактивті заттарды ағзадан шығару қабілеті жалпыға белгілі.

Пектиндер сонымен қатар кейбір дәрілік заттардың әсерін ұзартуға және күшейтуге, олардың уыттылығын төмендетуге және жанама әсерлерін жоюға қабілетті. Сонымен қатар өте жақсы комплекстүзуші қасиетке төмен этерификациялы пектинді заттар жатады, сондай пектинді заттардың біріне қант қызылшасынан алынған пектин жатады [7-12]. Пектиннің этерификация дәрежесі оның иммунопотенциалды әсерін анықтайды [13]. Осыған байланысты, пектинді заттар профилактикалық және емдік тамақтанудың маңызды компонентінің бірі болып табылады.

Галеталар – әр түрлі шикізаттарды қосу немесе қоспау арқылы бидай ұнынан жасалынатын, ұнды кондитерлік өнім. Қамыр қопсытқыш ретінде ашытқыларды немесе химиялық қопсытқыштарды қолданады. Галеталар – өзінің тағамдық құндылығын және дәмдік қасиеттерін жоғалтпай екі жылға дейін сақтауға мүмкіндік беретін, өте құрғақ және тығыз печенье. Галетаның осы танымалдылығына байланысты оны әскери және далалық тамақтануда нанның орнына қолданылады. Мұндай галеталарға Қорғаныс министрлігінің, Ішкі істер министрлігінің қажеттіліктері үшін жеке тамақтану рационы, паектар жасақталады. Сонымен қатар, галеталар теңізде жүзу, туристік жорықтар мен экспедициялар барысында кеңінен қолданылады [14, 15].

Соңғы уақытта халықтың ұнды кондитерлік өнімдерге деген сұраныстарының артуы байқалуда. Сонымен қатар, тұтынушылар басымдылықты ұзақ сақтауға негізделген, дәмдік тұтынушылық қасиеттері жоғары, отандық шикізаттардан дайындалған өнімдерге беруде.

Осыған байланысты, галет өндірісінде функционалдық қасиеттері айқын көрінетін биологиялық толық қанды жаңа қауіпсіз өнім шығару үшін төменәтерификациялы пектинді қолдану кең перспективалар береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Галетаның органолептикалық көрсеткіштері (түсі, беткі жағдайы, пішіні, сынығы, дәмі және исі) МЕМСТ 5897-90 бойынша анықталды.

Физика-химиялық көрсеткіштерін – ылғалдылығы, қышқылдылығы, су сіңіргіштігі анықталды.

Ылғалдылығы МЕМСТ 5900-2014 бойынша анықталды. Әдістің мәні өнімнің талданатын үлгісін белгілі бір температурада кептіру және кептіруге дейін талданатын үлгінің массасына қатысты массаның жоғалуын есептеу болып табылады.

Қышқылдылығы МЕМСТ 5898-87 бойынша анықталды. Бұл әдіс қызғылт түс пайда болғанға дейін фенолфталеиннің қатысуымен натрий гидроксидімен (калий гидроксиді) суспензиядағы қышқылды бейтараптандыруға негізделген.

Су сіңіргіштігі МЕМСТ 10114-80 бойынша анықталды. Бұл әдіс белгілі бір уақытқа 20°C температурада суға батырылған кезде ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің массасын арттыруға негізделген. Су сіңіргіштігі ылғалданған өнімдердің құрғақ өнімдердің массасына қатынасымен сипатталады және пайызбен көрсетіледі.

Печеньдегі күлді заттардың мөлшері МЕМСТ 5901-2014 бойынша анықталды. Әдістің мәні температурада талданатын өнімнің сынамасын 500°C-600°C күйдіру, күлдендіру, содан кейін жалпы күлдің массалық үлесін анықтауға негізделген.

Галетаның құрамындағы майдың мөлшері МЕМСТ 31902-2012 бойынша анықталды. Әдіс зерттелініп отырған сынамадан майды еріткішпен экстракциялауға және еріткіш жоғалғаннан кейін майдың массалық үлесін есептеуге негізделген.

Ақуыздың мөлшері МЕМСТ 10846-91 бойынша анықталды. Әдістің мәні аммоний сульфатын түзу үшін катализатордың қатысуымен органикалық заттарды күкірт қышқылымен минералдандыру, аммиактың бөлінуімен аммоний сульфатын сілтімен жою, аммиакты күкірт немесе бор қышқылының ерітіндісіне су буымен айдау, содан кейін титрлеуге негізделген.

Кальций мен магний мөлшерін анықтау, сынаманы 450°C температурада минералдауға, ары қарай күлді еріту, трилон Б ерітіндісімен күлді ерітіндіні хром қышқылының қатысында қою-көк түске дейін титрлеуге негізделген.

Темірдің мөлшері – МЕМСТ-26928-86 бойынша анықталды. Әдіс эквивалентті темірдің қызыл ортофенантролинмен күрделі қосылысы ерітіндісінің түс қарқындылығын өлшеуге негізделген.

С дәруменінің мөлшері – МЕМСТ 24556-89 бойынша, Е дәруменінің мөлшері – МЕМСТ Р 54634-2011 бойынша, β-каротин мөлшері – МЕМСТ Р 54058-2010, К дәруменінің мөлшері – МЕМСТ EN 14148-2015 бойынша анықталды.

МЕМСТ 30178-96 бойынша токсинді (кадмий, қорғасын және мырыш) элементтердің мөлшері анықталды.

Мезофилді аэробты және факультативті-анаэробты микроағзаларды (КМАФАНМ) анықтау үшін МЕМСТ 10444.15-94 қолданылды. Ішек таяқшалары бактерияларының топтары (колиформды бактериялар) МЕМСТ 31747-2012 бойынша анықталды.

V₁ афлотоксин мөлшері МЕМСТ 33780-2016 бойынша анықталды. Пестицидтердің мөлшері (α, β және γ-ГХЦГ, ДДТ және оның метоболиттері, ГХБ, Нг - пестицидтер, 2,4 Д к-та) МемСТ 32689-2014 бойынша газдысұйықтықты хроматография әдісі бойынша анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

«Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының бірінші сортты бидай ұнынан жасалынған галеталарға әсерін зерттеу барысында қамыр ашытпа әдісімен дайындалды. Бақылау сынамасы ретінде пектин концентраты қосылмаған бірінші сортты бидай ұнынан жасалынған галеталар алынды. Қант қызылшасынан алынған пектин концентратының галеталар сапасына әсерін зерттеу нәтижелері 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Қант қызылшасынан алынған пектин концентратының галеталар сапасына әсері

Пектин концентратының мөлшері, %	Түсі	Сыртқы беті	Ылғалдылығы, %	Қышқылдылығы, град	Су сіңіргіштігі, %
Бақылау	бидай түсті сары	тесігі бар тегіс, бөтен дақтары және сынықтары жоқ	10,0	2,0	205,0
5,0	ашық-қоңыр	тесігі бар тегіс, сынықтары жоқ	10,0	2,0	190,0
10,0	ашық-қоңыр	тесігі бар тегіс, сынықтары жоқ	10,0	2,5	180,0
15,0	ашық-қоңыр	азғантай кедір-бұдырлы	10,0	2,5	162,0
20,0	қою-қоңыр	азғантай кедір-бұдырлы	10,0	3,0	153,0

Құрғақ ашытқылар 35-40°C температурадағы су мөлшерімен араластырылды, рецептура массасынан 10-25% мөлшерлемедегі ұн қосылды, құм-қант қосылды және 7-8 мин. аралығында біркелкі кілегей тәріздес масса болғанға дейін араластырылды. Галет үшін ашытпа 32-35°C температурада 1 сағатқа қалдырылды. Ашытпаның дайын болғандығы, оның көлемінің 2,5-3 есе артқандығымен белгілі болады. Галетаға арналған ашытпаның ылғалдылығы 52-60% болуы қажет. Дайын ашытпаны қолдану арқылы, қамыр илеу машинасында қалған суды және ұннан басқа шикізаттарды қосу арқылы 5 мин. аралығында қамыр иленді, одан кейін қалған ұн қосылды және қамыр илеу ары қарай 25-60 минут аралығында жалғасады. Қамыр илеу процесінің соңында галет қамырының температурасы 30-31°C болуы тиіс.

Алынған зерттеу нәтижелері, қамыр илеу барысында «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану, пектин концентраты қосылмаған сынамамен салыстырғанда галетаның органолептикалық және физика-химиялық сапалық көрсеткіштерін жоғарылататындығын көрсетті. Галеталардың ең жақсы сапасына, бірінші сұрыпты бидай ұнының массасына 10% пектин концентратын қолдану арқылы қол жеткізілді.

Галеталардың тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігін зерттеу, галеталарды өндіру технологиясында шикізаттың жаңа түрлерін қолданудың орындылығы мен негізділігін айқындайды. Жаңадан шығарылған галеталардың химиялық құрамын зерттеу нәтижелері 2 кестеде келтірілген.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қызылшадан алынған пектин концентраты қосылып жасалынған галеталардың химиялық құрамы бақылау сынамасымен бір дәрежеде қалған.

Қант қызылшасынан алынған пектин концентраты галеталар өндірісі үшін жаңа шикізат түрі болып табылады, сондықтан алынған өнімнің қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелінді. Қауіпсіздік көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері 3 кестеде келтірілген.

Зерттеу нәтижелерін талдау, қызылшадан алынған пектин концентраты қосылып жасалынған галеталардың қауіпсіз екендігін және КО ТР 021/2011 талаптарына сай екендігін көрсетті.

Ұзақ мерзімде сақтауға негізделген галет дайындаудың технологиялық схемасы келесі этаптарды қамтиды: өндіріске шикізаттарды дайындау; ашытпа дайындау; ашытпаны ашыту; қамыр илеу; галетаға арналған қамырды ашу және ферментация процестері жүру үшін қойып қою; қамыр қабаттарын илеу арқылы көп қабатты қамыр дайындау; көп қабатты қамырды калибрлеу және қамыр дайындамаларын қалыптау; қамыр дайындамаларын пісіру және салқындату; буып-түю, сақтау.

Иленген қамыр тындыруға ұшырайды. Галет қамыры серпімді, иілмелі- тұтқыр. Сондықтан ол ішкі кернеулерді жою және оның икемділігін арттыру үшін тындырылды. Қамырды тындыру цехтың ішінде дежада жүргізілді. Оның ұзақтығы – 25-35°C температурада, 75-85% ауаның салыстырмалы ылғалдылығында 20-30 минут. Қамырды жаю екі роликті реверсивті қамыр жаю машиналарында немесе ламинаторда жүргізілуі мүмкін, нәтижесінде серпімді деформациялар ішкі кернеулердің релаксациясымен бірге икемді деформацияларға ауысады.

Қамыр дайындамаларын пісіру торлы болат таспалары бар туннельдік пештерде жүзеге асырылуы мүмкін, онда бір минуттан кейін қамыр дайындамасының беткі қабаттарында температура 100°C дейін, ал пісірудің соңында – 170-180°C дейін жетеді. Екінші пісіру кезеңі наубайхана камерасының температурасы 250-ден 290°C-қа дейін біртіндеп жоғарылауымен

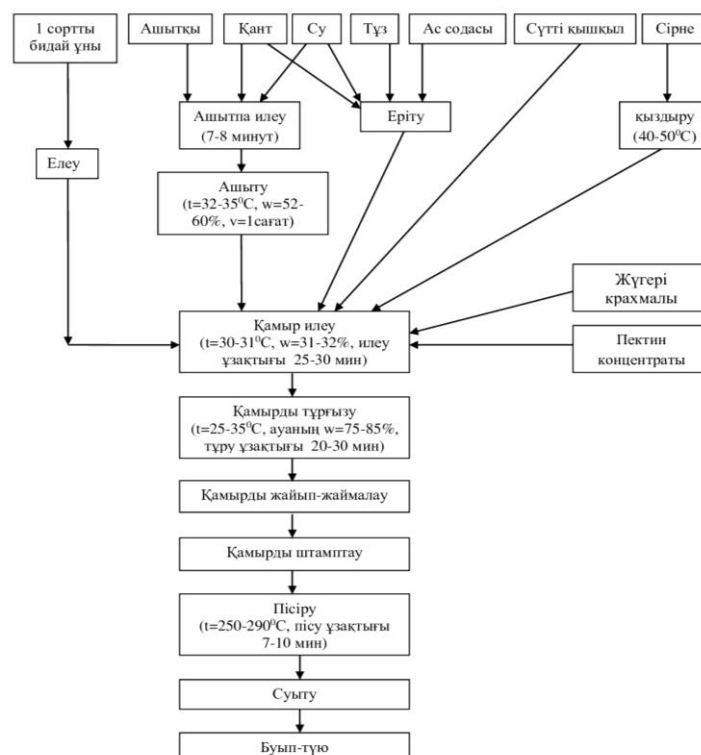
сипатталады. Дайын өнім тасымалдағыштың пештен шығатын бөлігінде 50-70°C температураға дейін, одан кейін салқындатқыш тасымалдағышта 6-8 минут аралығында 35-45°C температураға дейін салқындатылды.

Кесте 2 – Пектин концентратын қолдану арқылы жасалынған галеталардың химиялық құрамы

Тағамдық заттар	100 г өнімнің құрамы	
	1 сортты бидай ұнынан жасалынған галеталар (бақылау)	Құрамында пектин бар галеталар
Ақуыз, г	9,8	9,71
Алмастырылмайтын аминқышқылдар, мг		
изолейцин	493	492
валин	501	500
лейцин	804	800
лизин	229	225
метионин	131	128
треонин	317	315
триптофан	114	110
фенилаланин	580	567
Майлар, г	1,17	1,12
Көмірсулар, г	67,8	67,0
Күлді заттар, г	0,78	0,77
Минералды заттар, мг		
Са	20,1	20,5
Mg	45,0	45,9
Fe	1,65	1,81
К	161,0	162,2
Дәрумендер, мг		
β-каротин	-	-
Е	2,50	2,50
С	-	0,11
РР	1,02	1,17

Кесте 3 – Қант қызылшасынан алынған пектин концентраты қосылған галеталардың қауіпсіздік көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы, өлшем бірлігі	Нақты нәтижелер	
	1 сортты бидай ұнынан жасалынған галеталар (бақылау)	Құрамында пектин бар галеталар
Микробиологиялық көрсеткіштері;		
МАФАНМС, КОЕ/г, көп емес	0,08×10 ¹	1×10 ¹
ІТБТ, 1,0 г өнімде	анықталмады	анықталмады
Ауыр металдар, мг/кг:		
қорғасын	0,100	0,093
кадмий	0,020	0,015
сынап	анықталмады	анықталмады
мышьяк	0,020	0,015
Пестицидтер, мг/кг:		
ГХЦГ (α-, β-, γ- изомерлері)	анықталмады	анықталмады
гептахлор	анықталмады	анықталмады
ДДТ және оның метаболиттері	анықталмады	анықталмады
Микотоксиндер, мг/кг:		
афлатоксин В ₁	анықталмады	анықталмады
дезоксиниваленол	анықталмады	анықталмады
зеараленон	анықталмады	анықталмады
Т-2 токсин	анықталмады	анықталмады



Сурет 1 – Қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану арқылы жасалынған галеталардың технологиялық схемасы

Қорытынды

Алынған зерттеу нәтижелері, қамыр илеу барысында «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану, пектин концентраты қосылмаған сынамамен салыстырғанда галетаның органолептикалық және физика-химиялық сапалық көрсеткіштерін жоғарылататындығын көрсетті. Галеталардың ең жақсы сапасына, бірінші сұрыпты бидай ұнының массасына 10% пектин концентратын қолдану арқылы қол жеткізілді. Галеталардың тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігін зерттеу, галеталарды өндіру технологиясында шикізаттың жаңа түрлерін қолданудың орындылығы мен негізділігін айқындайды. Жаңа рецептура бойынша шығарылған галеталардың тағамдық және биологиялық құндылығы бақылау үлгісімен салыстырғанда анағұрлым жоғары екендігі анықталды, сонымен қатар алынған өнім қауіпсіздік көрсеткіштері бойынша «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» Кедендік одақтың техникалық регламенті КО ТР 021/2011 барлық талаптарына сай. Алынған зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану арқылы жасалынатын галеталар өндірудің технологиялық схемасы ұсынылды. Осы технологиялық схема бойынша жасалынған, яғни «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының 10% мөлшерлемесін және бірінші сұрыпты бидай ұнын қолдану арқылы жасалынған галеттің сақтау мерзімі – 2 жыл 6 ай болып бекітілді.

Қорытындалай келе, галет өндірісінде төмен этерификациялы пектинді қолдану, функционалдық қасиеттері жоғары, биологиялық толыққанды жаңа қауіпсіз тағам өнімдерін шығаруда кең перспективаларды ашады деген нәтиже алдық.

Әдебиеттер тізімі

1. Кондитерская промышленность. https://ozlib.com/850704/ekonomika/konditerskaya_promyshlennost
2. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности / И.Ю. Резниченко, Т.В. А.Н. Рензьева и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 149-162.
3. Матвеева Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина // Научные основы, технология, рецептуры. – СПб.: ГИОРД, 2016. – 360 с.

4. Использование тонко дисперсных порошков овощей в технологии крекера / С.Я. Корячкина, Т.Н. Лазарева, Т.В. Бронникова, О.А. Годунов // Хлебопродукты. – 2015. – № 9. – С. 57-59.
5. Расширение ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с функциональной направленностью / В.Ф. Винницкая, С.И. Данилин, Д.В. Акишин и др. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 – С. 82-85.
6. Герасименко Н.Ф. Методологические аспекты полноценного, безопасного питания: значение в сохранении здоровья и работоспособности / Н.Ф. Герасименко, В.М. Позняковский, Н.Г. Челнакова // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 79-86.
7. The introduction of pectin-containing foods for the competitiveness of enterprises / M.Zh. Kizatova, S.T. Azimova, G.K. Iskakova, et al // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – 2020. – 7(4). – P. 3191-3199.
8. Establishment of mode parameters of extraction of pumpkin pectin-containing extract by enzyme method / M.Zh. Kizatova, G.K. Iskakova, S.T. Azimova et al // Eurasia J Biosci. – 2020. – 14. – P. 4261-4269.
9. Кондратенко В.В. Особенности формирования сорбционных свойств пектиновых веществ из разных видов тыквы / В.В. Кондратенко, Т.Ю. Кондратенко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевая технология, 2019. – № 4. – С.5-12.
10. Кенийз Н.В. Влияние пектина как криопротектора на водопоглотительную способность теста и дрожжевые клетки / Н.В. Кенийз // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2013. – № 29, Т.3. – С.67-69.
11. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. – Краснодар: КГАУ, 2006. – 279 с.
12. Хрундин Д.В. Некоторые аспекты применения пектиновых веществ в технологии пищевых производств / Д.В. Хрундин // Вестник технологического университета, 2015. – Т.18, № 24. – С. 143-147.
13. Gelgay M.K. Innovative technology of pectin from secondary sources of raw material after processing coffee / M.K. Gelgay, L.V. Donchenko, A.I. Reshetnyak // New Technologies, 2008. – Vol. 6. – P. 15-18.
14. Магомедов Г.О. Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, Т.А. Шевякова. – М: ДеЛипринт, 2009. – 296 с.
15. Медведев П.В. Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие / П.В. Медведев, В.А. Федотов – Оренбург: ОГУ, 2019. – 96 с.

References

1. Konditerskaya promyshlennost'. https://ozlib.com/850704/ekonomika/konditerskaya_promyshlennost. (In Russian).
2. Formirovanie assortimenta muchnykh konditerskikh izdelii funktsional'noi napravlenosti / I.YU. Reznichenko, T.V. A.N. Renzyaeva i dr. // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2017. – Т. 45. – № 2. – S. 149-162. (In Russian).
3. Matveeva T.V. Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya / T.V. Matveeva, S.YA. Koryachkina // Nauchnye osnovy, tekhnologiya, retseptury. – SPb.: GIORD, 2016. – 360 s. (In Russian).
4. Ispol'zovanie tonko dispersnykh poroshkov ovoshchei v tekhnologii krekerov / S.YA. Koryachkina, T.N. Lazareva, T.V. Bronnikova, O.A. Godunov // Khleboprodukty. – 2015. – № 9. – S. 57-59. (In Russian).
5. Rasshirenie assortimenta khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdelii s funktsional'noi napravlenosti'yu / V.F. Vinnitskaya, S.I. Danilin, D.V. Akishin i dr. // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 2 – S. 82-85. (In Russian).
6. Gerasimenko N.F. Metodologicheskie aspekty polnotsennogo, bezopasnogo pitaniya: znachenie v sokhranении zdorov'ya i rabotosposobnosti / N.F. Gerasimenko, V.M. Poznyakovskii, N.G. Chelnakova // Chelovek. Sport. Meditsina. – 2017. – Т. 17, № 1. – S. 79-86. (In Russian).
7. The introduction of pectin-containing foods for the competitiveness of enterprises / M.Zh. Kizatova, S.T. Azimova, G.K. Iskakova, et al // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – 2020. – 7(4). – P. 3191-3199. (In English).
8. Establishment of mode parameters of extraction of pumpkin pectin-containing extract by enzyme method / M.Zh. Kizatova, G.K. Iskakova, S.T. Azimova et al // Eurasia J Biosci. – 2020. – 14. – P. 4261-4269. (In English).

9. Kondratenko V.V. Osobennosti formirovaniya sorbtionnykh svoistv pektinovykh veshchestv iz raznykh vidov tykvy / V.V. Kondratenko, T.YU. Kondratenko // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevaya tekhnologiya, 2019. – № 4. – S.5-12. (In Russian).
10. Keniiz N.V. Vliyanie pektina kak krioprotektora na vodopoglotitel'nuyu sposobnost' testa i drozhzhevye kletki / N.V. Keniiz // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013. – № 29, T.3. – S.67-69. (In Russian).
11. Donchenko L.V. Tekhnologiya pektina i pektinoproductov / L.V. Donchenko, G.G. Firsov. – Krasnodar: KGAU, 2006. – 279 s. (In Russian).
12. Khrundin D.V. Nekotorye aspekty primeneniya pektinovykh veshchestv v tekhnologii pishchevykh proizvodstv / D.V. Khrundin // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta, 2015. – T.18, № 24. – S. 143-147. (In Russian).
13. Gelgay M.K. Innovative technology of pectin from secondary sources of raw material after processing coffee / M.K. Gelgay, L.V. Donchenko, A.I. Reshetnyak // New Technologies, 2008. – Vol. 6. – P. 15-18. (In English).
14. Magomedov G.O. Tekhnologiya muchnykh konditerskikh izdelii: uchebnoe posobie / G.O. Magomedov, A.YA. Oleinikova, T.A. Shevyakova. – M: DELiprint, 2009. – 296 s. (In Russian).
15. Medvedev P.V. Tekhnologiya muchnykh konditerskikh izdelii: uchebnoe posobie / P.V. Medvedev, V.A. Fedotov – Orenburg: OGU, 2019. – 96 s. (In Russian).

Ж.Ә. Жарылқасынова*, Г.К. Искакова, М.П. Байысбаева, Н.Б. Батырбаева

Алматинский технологический университет,
050012, Казахстан, Алматы қ., Төле би к., 100
*e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩИХ ГАЛЕТ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ

Целью работы было исследование влияния пектинового концентрата из сахарной свеклы сорта «Ардан» на качество галет из пшеничной муки первого сорта. Полученные результаты исследований показывают, что использование пектинового концентрата при замесе теста из пшеничной муки первого сорта улучшает органолептические и физико-химические показатели качества галет в сравнении с образцами без пектинового концентрата. Наилучшее качество галет достигалось при применении 10 % пектинового концентрата к массе пшеничной муки первого сорта. Исследование пищевой ценности и безопасности галет определяет целесообразность и обоснованность применения новых видов сырья в технологии производства галет. Установлено, что пищевая и биологическая ценность разработанных галет не уступает контрольному образцу, а также полученные изделия соответствуют по показателям безопасности требованиям ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». На основании полученных результатов предложена технологическая схема производства галет с применением свекловичного пектинового концентрата. Использование низкоэтерифицированного пектина при производстве галет открывает широкие перспективы для создания биологически полноценных принципиально новых безопасных продуктов питания с выраженными функциональными свойствами.

Ключевые слова: пектиновый концентрат, галеты, качество, безопасность, технологическая схема.

Zh.A. Zharylkasynova*, G.K. Iskakova, M.P. Baiysbayeva, N.B. Batyrbaeva

Almaty technological university,
050012, Kazakhstan, Almaty c., Tole bi st., 100
*e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PECTIN-CONTAINING GALETS WITH LONG SHELF LIFE

The aim of the work was to study the effect of pectin concentrate from sugar beet of the «Ardan» variety on the quality of galets made from wheat flour of the first grade. The obtained

research results show that the use of pectin concentrate when kneading dough from wheat flour of the first grade improves the organoleptic and physico-chemical quality indicators of galets in comparison with samples without pectin concentrate. The best quality of galets was achieved by applying 10% pectin concentrate to the weight of wheat flour of the first grade. The study of the nutritional value and safety of galets determines the expediency and validity of the use of new types of raw materials in the production technology of galets. It was found that the nutritional and biological value of the developed galets is not inferior to the control sample, and the products obtained comply with the safety requirements of TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union "On food safety". Based on the results obtained, a technological scheme for the production of galets using beetroot pectin concentrate is proposed. The use of low-esterified pectin in the production of galets open up wide prospects for the creation of biologically complete fundamentally new safe food products with pronounced functional properties.

Key words: pectin concentrate, galets, quality, safety, technological scheme.

Авторлар туралы мәліметтер

Жұлдыз Әділқызы Жарылқасынова* – докторант, «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасы» кафедрасының ассистенті; АҚ «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к., 100, e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru.

Галия Куандыковна Искакова – техника ғылымдарының докторы, «Астық өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының профессоры; АҚ «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к., 100, e-mail: iskakova-61@mail.ru.

Меруерт Пернебаевна Байысбаева – «Астық өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының профессоры; АҚ «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к., 100, e-mail: meruert_80@mail.ru.

Нургуль Базиловна Батырбаева – «Астық өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; АҚ «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к., 100, e-mail: alua_01.02.03@mail.ru.

Сведения об авторах

Жұлдыз Әділқызы Жарылқасынова* – докторант, ассистент кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Төле би 100, e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru.

Галия Куандыковна Искакова – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Төле би 100, e-mail: iskakova-61@mail.ru.

Меруерт Пернебаевна Байысбаева – профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Төле би 100, e-mail: meruert_80@mail.ru.

Нургуль Базиловна Батырбаева – ассоциированный профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Төле би 100, e-mail: alua_01.02.03@mail.ru.

Information about the authors

Zhuldyz Adilkyzy Zharylkasynova* – doctoral student, assistant of the department of «Food safety and quality»; JSC «Almaty technological university», Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi str. 100, e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru.

Galiya Kuandykovna Iskakova – doctor of technical sciences, professor of the department «Technology of bread products and processing industries»; JSC «Almaty technological university», Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi str. 100, e-mail: iskakova-61@mail.ru.

Meruert Pernebayevna Baiysbayeva – professor of the department «Technology of bread products and processing industries»; JSC «Almaty technological university», Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi str. 100, e-mail: meruert_80@mail.ru.

Nurgul Bazilovna Batyrbaeva – associate professor of the department «Technology of bread products and processing industries»; JSC «Almaty technological university», Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi str. 100, e-mail: alua_01.02.03@mail.ru.

Редакцияға енуі 01.02.2024
Өңдеуден кейін түсуі 20.02.2024
Жариялауға қабылданды 21.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-17

ISTIR: 65.51.29; 62.09.37



M.A. Issaliyeva^{1*}, Z.B. Yessimsiitova¹, Y.A. Sinyavskiy², D.N. Tuigunov²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71/19 Al-Farabi Avenue

²Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry,
050060, Republic of Kazakhstan, Almaty, st. Gagarina 238G,

*e-mail: mariyam.isalieva@gmail.com

DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF TEA DRINKS WITH TARGETED PREVENTIVE PROPERTIES

Annotation: Recently, interest in the production of tea and tea drinks has increased due to its nutritional and medicinal properties. The composition of tea is complex and is still not fully understood. Therefore, the development of new technology of tea and functional tea drinks opens a unique opportunity for domestic manufacturer to produce competitive products.

In this study the technology of three types of tea drinks based on raw components of fruits, berries and medicinal plants «Antioxidant», «Immunostimulating», «Cardiovascular» with targeted preventive properties was developed, where the physicochemical, mineral composition and organoleptic parameters were studied.

The results of the analysis showed that the highest concentrations of vitamin C (mg/100 g) were found in sea buckthorn fruits (215.7±18.4), black currant fruits (196.5±14.3), melissa leaves (100.1±9.9), lemon peel (90.5±8.4) and Goji berries (49.5±3.8). High β -carotene content (mg/100 g) was observed in Goji berries, lemon balm leaves and sea buckthorn fruits – 91.3±7.6; 47.2±3.6 and 33.7±2.9 mg/100 g, respectively. In addition, fruits, berries and medicinal plants selected as raw components had high levels of flavonoids, xanthophylls, tocopherols, phenolic compounds and other biologically active substances. Cranberry berries (44.8±3.2), Goji berries (31.0±2.6), black tea leaves (25.4±1.9), black currant fruits (21.6±1.2) and peppermint leaves (15.2±1.1) had high levels of total antioxidants (mg/100 g) due to the increased content of catechins, anthocyanins, carotenoids, vitamin C, tannin and bioflavonoids, contributing to the reduction of oxidative stress and protecting cells from the destructive effects of free radicals. Prophylactic tea blends have been studied and shown to have high taste, fine exquisite aroma and actively stimulating and therapeutic properties, according to the created formulations, taking into account antioxidant immunostimulating activity.

Key words: tea beverages, fruit raw materials, medicinal plants, antioxidant properties, immunostimulating properties, cardiovascular system.

Introduction

The history of tea has evolved over several centuries. Tea is the best known and most commonly used plant. Since ancient times it has been used as a medicinal remedy. Tea quickly spread throughout the country and won the love of different segments of the population, and it is gradually becoming a favorite drink in people's daily lives. Ancient medicine believed that when taken internally, tea gives strength, strengthens the spirit, stomach, cures belching, dissolves mucous matter, drives away sweat, urine, and quenches thirst. Tea (*Camellia sinensis* L.) is the most complex and diverse plant in its chemical composition. The total number of compounds included in

its composition, isolated to the beginning of the XXI century, is about 300, some of them have not yet been identified, and the biochemical role of some of them is defined only in general terms. It should be borne in mind that the chemical composition of tea is relatively well studied. About 300 biologically active substances have been found in tea. In terms of caffeine content, tea surpasses coffee (up to 4%). It also contains a large amount of tannins, tannin essential oil, alkaloids. Determined, inorganic acids, starch, fiber, pigment chlorophyll, xanthophyll, carotene. Enzymes, glycosides have also been identified. Tea is very rich in phytoncides. In terms of protein content, tea is not inferior to legumes. Tea contains up to 7% of mineral substances – salts of Mg, I, F, Au, Fe, Cu, Ca, Mn [1].

Modern research has confirmed the views of the ancients on this valuable product. It is determined that tea intake, due to its antioxidant properties, has antitumor, antisclerotic effect. Green tea increases the secretion of digestive glands, improves digestion of proteins, fats, carbohydrates, slows down the absorption of cholesterol, has a pronounced antimicrobial effect [2]. People's taste preferences for tea drinking have changed in recent years. There is a constant increase in demand for green, fruit and herbal teas, which are associated with a healthy lifestyle.

In recent years, chronic nutritionally related diseases and immunodeficiency states have become one of the most important medical and social problems of world health care, due to their high prevalence and serious threats to public health [3]. One of the solutions to this problem is to rationalize the nutrition of the population by introducing specialized and functional food products for a healthy diet. Plant raw material one species or mixture of whole or crushed fruits, berries, buds, leaves, flowers, shoots, roots and other parts of plants other than plants belonging to any species of the genus *Camellia* of the family *Theaceae*.

The results of numerous applied scientific and technical studies indicate that various specialized food products based on fruit, berry and medicinal plant raw materials can have a directed tonic, immune stimulating and generally preventive effect. And yet the main struggle for the consumer is inextricably linked to the quality of tea, which is a complex category that includes a set of chemical, visual, organoleptic parameters, as well as processes associated with the collection, storage and brewing of this drink. The basis of high-quality tea is, of course, the raw material.

In this connection, it is urgent to develop scientifically substantiated and innovative in recipe and technological execution of tea drinks on fruit and vegetable basis of polyfunctional purpose for replenishing the deficit of a number of essential nutrients and improving the structure of nutrition of the population. Taking into account the above-mentioned, the aim of the present study was the design of recipe compositions on the basis of fruits, berries, medicinal raw materials of local growth for the development of tea drinks of preventive action.

Materials and methods of research

The objects of the present study were black and green tea leaves, freeze-dried fruits and berries, as well as medicinal plants with increased content of biologically active substances.

Physico-chemical and technological methods of research were used in the work. Acceptance of tea was carried out in accordance with the Interstate Standard (GOST) 1936-85 [4] «Acceptance rules and methods of analysis». Black and green tea leaves were accepted in batches. According to the mentioned normative document, the batch is considered to be the number of packing units with tea of one or several brands. Sampling was carried out in a closed room in accordance with GOST ISO 1839-2018 «Tea. Sampling» [5].

Mass fraction of moisture, protein, lipids, ash, vitamins and minerals were determined using chemical and physicochemical methods of analysis according to generally accepted methods of testing. Determination of mineral substances was carried out using the method of atomic adsorption spectrometry. Analysis of water- and fat-soluble vitamins in the composition of tea drinks was carried out using high-performance liquid chromatography.

Determination of beta-carotene content was carried out in accordance with GOST 8756.22-80 [6] «Fruit and vegetable processing products. Method for determination of carotene». Determination of the total content of antioxidants in products of plant origin was carried out on the device «TsvetYauza-01-AA» with amperometric detection. Amperometric detection consists in measuring the electric current in the cell, arising from the oxidation (reduction) of the analyzed substance on the surface of the working electrode when a certain potential is applied to it [7].

The estimation of the level of dry matter and moisture in dried fruits and vegetables was carried out in accordance with GOST 28561-90 [8] «Fruit and vegetable processing products. Methods for determination of dry matter or moisture».

Vitamin C level in fruit and vegetable raw materials, as well as in finished tea drinks was estimated in accordance with GOST 24556-89 [9] «Fruit and vegetable processing products. Methods of determination of vitamin C». Determination of vitamin E content in tea drinks was carried out in accordance with GOST EN 12822-2014 [10] «Food products. Determination of vitamin E (alpha-, beta-, gamma- and delta-tocopherols) by high-performance liquid chromatography».

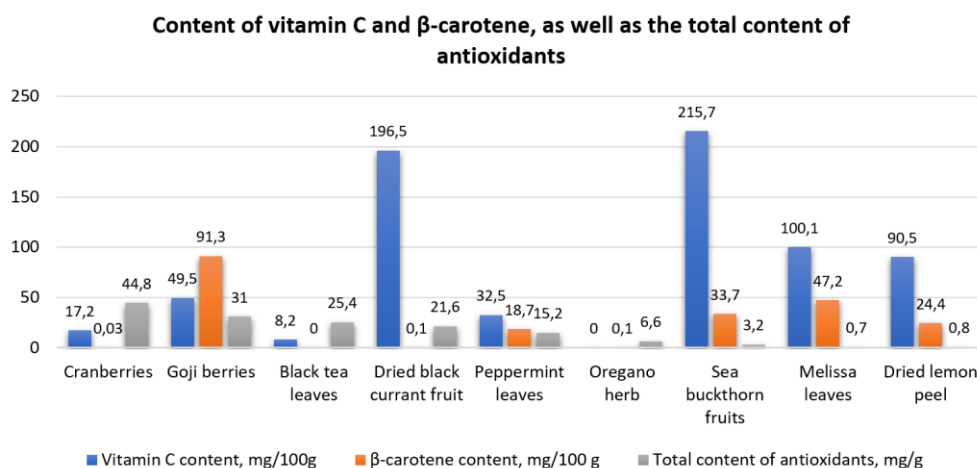
The mineral composition of tea drinks was analyzed in accordance with GOST 26928-86 [11] «Food products. Method for determination of iron» and GOST 26934-86 [12] «Raw materials and food products. Method for determination of zinc».

The level of bioflavonoids and organic acids in the composition of tea drinks was evaluated in accordance with R 4.1.1672-03 «Guidance on methods of quality control and safety of biologically active food additives».

Results and their discussion

As a result of designing new composite tea drinks «Antioxidant», «Immunostimulating» and «Cardiovascular» with pronounced preventive properties the selection of raw material sources with increased content of biologically active substances providing directed antioxidant and immunostimulating properties was carried out. To determine the scientific and experimental justification of the choice of plant components in the development of tea drink with targeted antioxidant properties, the content of vitamin C, β -carotene, total antioxidants in the used fruit and vegetable raw materials was studied. The analysis of the study showed that the high level of total antioxidants in cranberries, Goji berries, black tea leaves and freeze-dried black currant fruits is due to the high content of catechins, anthocyanins, carotenoids, vitamins C, E, tannin and bioflavonoids that regulate the protective functions of the body from free radical damage and prevent the development of oxidative stress in the body [13-14]. The results are summarized in Table 1.

Table 1 – Content of vitamin C and β -carotene, as well as the total content of antioxidants in the fruit and vegetable raw materials included in the tea drink.



It has been found that sea buckthorn fruits included in the formulation of tea drink have a high content of flavonols, xanthophylls, carotenes, tocopherols, vitamins A, C, E and β -carotene [15]. It has been shown that leaves of *Melissa medicinalis* contain substances of antioxidant nature including flavonoids, quercetin, rutin, rosmarinic polyphenols, caffeic acid and carotenoids. These phytochemical components are powerful antioxidants that help protect body cells from the harmful effects of free radicals and reduce oxidative stress [16].

The developed and designed formulation for the preparation of tea drink based on green tea, fruit and vegetable raw materials increases the protective functions of the body to the impact of external environmental factors, promotes nutritional support of the immune system of the body and prevention of nutrient-related diseases. It is revealed that immunostimulating properties of green tea leaves are associated with the content of polyphenols, catechins and epigallocatechins, vitamins,

amino acids and carbohydrates. Green tea leaves are rich in alkaloids, saponins, tannins, terpenoids, flavonoids, phenols and sterols [17]. Also, lemon peel (*Citrus limon*) is characterized by its high content of vitamin C, phenolic compounds and bioflavonoids [18]. Goji berries, having a favorable effect on the immune system and promoting the activation of T-lymphocytes, NK cells and immunoglobulins Lg G and LgA. According to the literature, ginseng root and eleuthero coccus herb contain tetracyclic triterpenoid saponins (ginsenosides), polyacetylenes, polyphenolic compounds and various polysaccharides [19,20].

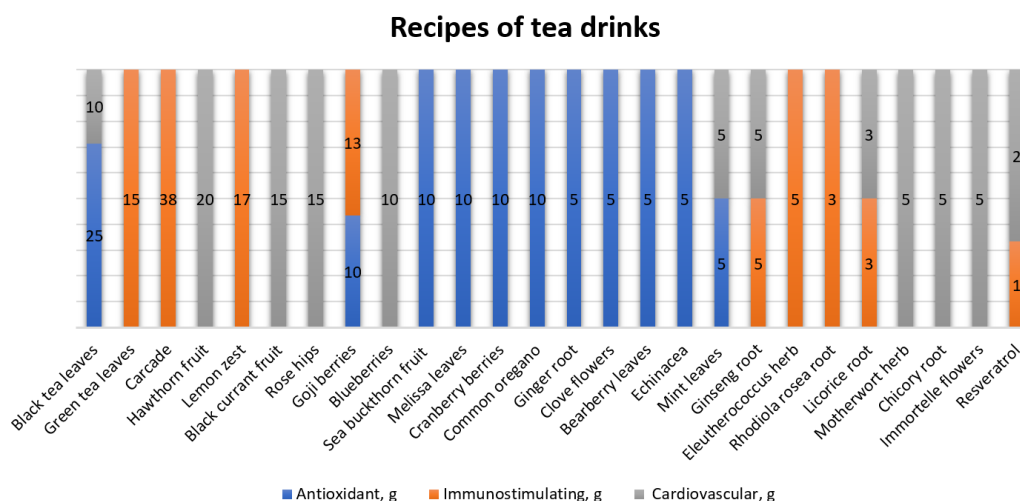
It is known that one of the widely used medicinal plants in the food industry is licorice root, which has pronounced immunostimulant and antioxidant properties. Licorice root is used for the prevention of a number of non-infectious diseases and antiviral conditions [21]. Resveratrol is a polyphenol contained in grape seeds, which has pronounced antioxidant and immunostimulant properties [22]. For use in the prevention of cardiovascular diseases, a composite tea drink has been developed, containing black tea leaves with the addition of a complex of freeze-dried berries and medicinal plants that have a favorable effect on the cardiovascular system.

Black currant hawthorn and rosehip fruits characterized by high content of vitamin A, C and E, phenolic compounds, anthocyanins, catechins, as well as macro- and microelements increase antioxidant capacity of the body, contribute to the reduction of blood cholesterol levels, improve heart muscle function and reduce blood pressure and the risk of arrhythmias [23,24]. Blueberries are also a good source of phenolic compounds, especially anthocyanins, which help to reduce blood pressure and high-density lipoprotein (HDL) cholesterol levels, which are potential predictors of cardiovascular disease [25].

Motherwort herb is of particular interest in the prevention of cardiovascular diseases due to its favorable effect on the functioning of a number of individual body systems [26]. The wide use of immortelle flowers in the prevention of cardiovascular diseases is due to the high content of polyphenolic compounds such as arzanol, homodimeric α -pyrone, phenolic acids and flavonoids [27].

Based on the uniqueness of the chemical composition and high biological value of the above-mentioned fruit and vegetable raw materials, the formulations of tea mixtures «Antioxidant», «Immunostimulating» and «Cardiovascular» were designed. Component compositions of tea drinks are given in Table 2.

Table 2 – Recipes of tea drinks



During the research, indicators of the nutritional value of dry tea drink blends were identified, as well as the content of minor and bioactive substances, including vitamins, minerals, bioflavonoids, tannins, etc.

The results of studies regarding the physico-chemical characteristics of the developed tea blends indicate their high nutritional and energy value, which is attributed to the low protein and fat content, coupled with a high level of carbohydrates.

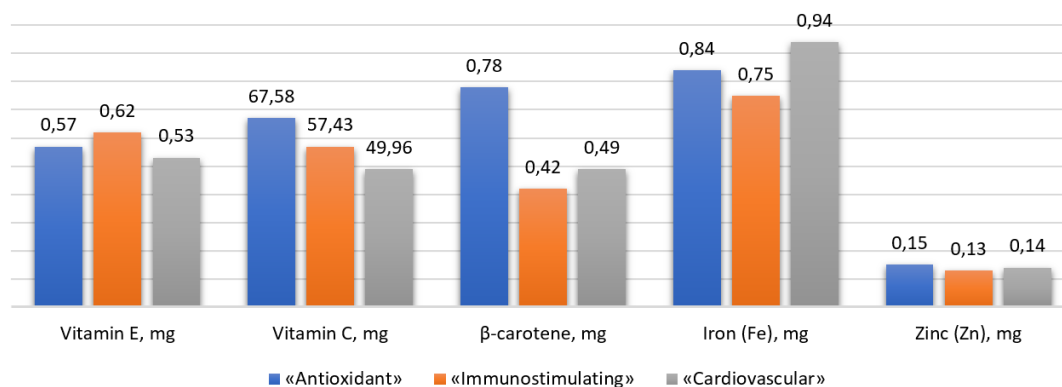
The results for the content of vitamins and macroelements in tea blends based on fruit and herbal ingredients are presented in Table 4.

Table 3 – presents the physicochemical characteristics of the developed tea beverages, calculated per 100 g of dry tea mixture.

Indicators	«Antioxidant»	«Immunostimulating»	«Cardiovascular»
Protein, g	0,76±0,05	2,91±0,05	1,49±0,09
Fats, g	0,92±0,06	1,56±0,06	1,02±0,06
Carbohydrates, g	82,05±4,1	76,18±3,8	79,34±3,98
Moisture, %	9,16±0,46	8,49±0,42	8,79±0,44
Ash, %	7,11±0,36	10,86±0,54	9,36±0,47
Energy value, kcal/KJ	339/1418	330/1380	332/1389

Table 4 – Vitamin and mineral composition of tea beverages, per 100 g of dry tea blend.

Vitamin and mineral composition of tea beverages, per 100 g of dry tea blend

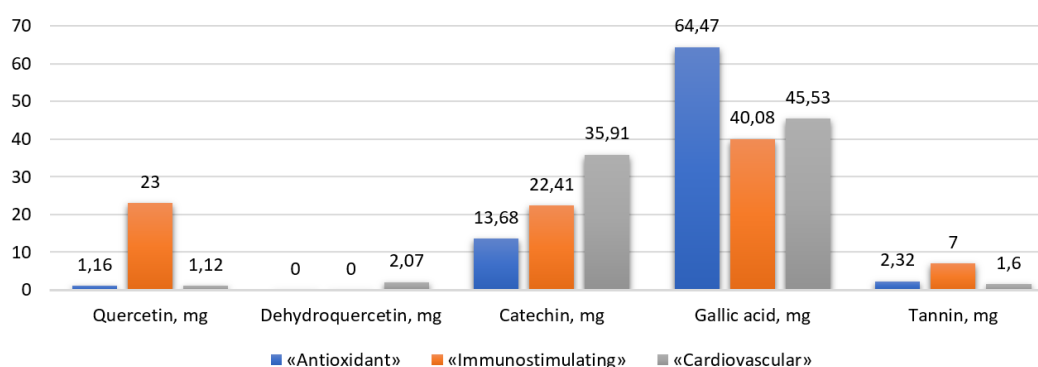


The evaluation of the vitamin and mineral composition of tea beverages revealed that the developed tea blends had a balanced composition of the investigated micronutrients, particularly vitamin C, E, β-carotene, iron, and zinc. Polyvitamin deficiency, as well as the deficiency of macro- and microelements, reduce the overall resistance of the body to viral and bacterial agents and increase the risk of developing various metabolic disorders, oncological, and cardiovascular diseases. Taking into account the above introduction into the diet of specialized products, in particular, functional fruit and herbal tea beverages with an increased content of natural bioactive substances, is an effective method of preventing these diseases.

In addition to vitamins and minerals, a special role in strengthening immunity, as well as in the prevention of cardiovascular diseases, belongs to bioflavonoids. Bioflavonoids, in combination with organic acids, give food products color and possess a wide range of beneficial properties. During the study, the levels of bioflavonoids and organic acids were determined in the developed tea compositions, including the content of quercetin, dehydroquercetin, catechins, gallic acid, and tannins.

Table 5 – The results of the analysis.

The results of the analysis



The results of conducted clinical studies indicate that incorporating foods with elevated levels of quercetin and its derivatives into the diet contributes to reducing the risk of developing

cardiovascular diseases and ischemic brain injuries, which are currently the most common pathologies in developed countries [28]. The research findings suggest that the developed tea beverages can serve as an additional source of quercetin in the body, with the highest level of this bioflavonoid observed in the «Immune-Boosting» tea beverage samples. Dehydroquercetin was present in only one tea blend sample – «Cardiovascular». Additionally, virtually all tea beverage samples showed a high content of catechins, gallic acid, and tannin, exerting targeted physiological effects, primarily antioxidant, and enhancing the body's protective functions and preventive action against various non-infectious diseases, as well as countering the negative impact of foreign compounds and adverse environmental factors.

Conclusion

Tea beverages, as mass consumption products, have long occupied an important place in the life of many countries around the world and have a rich history. Plant raw materials used in tea beverages include fresh or dried roots, stems, leaves, fruits, flowers, seeds, bark or whole plants of one or more plant species. The increase in tea beverage consumption over the last decade has paralleled the increase in organic production worldwide. Consumer demand for organic products is driven by their obvious environmental and human health benefits.

One of the promising directions of expanding the range of specialized tea drinks is modification of the component composition of traditional teas by introducing into the formulation of fruit and vegetable raw materials with an increased content of biologically active substances, in particular, vitamins, natural antioxidants, macro- and microelements, bioflavonoids, phenolic compounds and organic acids. At the same time, in the production of functional tea drinks it is necessary to use only natural raw materials of plant origin without the addition of ingredients obtained by chemical synthesis [29].

To date, unbalanced nutrition is the main risk factor for chronic diseases. In this regard, special attention is paid to the search for effective measures to correct nutritional deficiencies by creating new enriched food products based on local traditional and non-traditional natural raw materials, development of modern approaches to the development of new specialized food products of increased nutritional and biological value and filling the deficiency of a number of essential nutrients to improve the nutritional structure of the population. In our article, studies demonstrate that fruit and berry raw materials and medicinal plants can have a directed tonic, immune-stimulating and preventive effect. Consequently, the developed functional tea drinks for mass consumption and prophylactic purpose are designed according to the created recipes taking into account antioxidant immunostimulating activity, as well as their favorable effect on the cardiovascular system. Recipes and technology of functional tea drinks provide for the use of black and green tea leaves with the addition of traditional and non-traditional fruit and vegetable raw materials.

Based on the results obtained, the following conclusions can be drawn: black tea leaves, Goji berries, sea buckthorn cruciferous fruits, melissa medicinal, cranberry berries, common oregano herb, ginger root, clove flowers, bearberry leaves, Echinacea purpurea flowers and peppermint leaves have high biological value with directed antioxidant properties, Sea buckthorn fruit (215.7 ± 18.4) black currant fruit (196.5 ± 14.3), medicinal melissa leaves (100.1 ± 9.9), lemon zest (90.5 ± 8.4) and Goji berries (49.5 ± 3.8) had the highest concentration of vitamin C (mg/100 g), the composition of Goji berries, melissa leaves and sea buckthorn fruit - 91.3 ± 7.6 ; 47.2 ± 3.6 and 33.7 ± 2.9 mg/100 g had high β -carotene content (mg/100 g). The results of the studies showed that the tea blends had high sensory characteristics as well as a balanced content of minor substances.

References

1. Pochemu rasteniya lechat / M.YA. Lovkova, A.M. Rabinovich, S.N. Ponomareva i dr. – M.: Nauka, 1990. – 256 s.
2. Bositkhon ibn Zoʻidkhon Shoshii 2073 khil dorivor moddaning tibbii xosiyatlari / Bositkhon ibn Zoʻidkhon Shoshii – Tashkent: «Turon zamin ziyo», – 2014. – 652 s.
3. Sovremennyyi vzglyad na lechenie defitsita zheleza i folievoi kisloty / A.I. Martynov, E.A. Lukina, A.G. Malyavin i dr. // Profilakticheskaya meditsina. – 2023. – № 26(7). – S. 80-87. <https://doi.org/10.17116/profmed20232607180>. (In Russian).
4. GOST 1936-85. Chai. Pravila priemki i metody analiza. – Vved. 1987 – 01 – 01. – M.: Standartinform, 2006. – 11 s. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294833/4294833981.pdf>.

5. GOST ISO 1839-2018. Chai. Otbor prob. – Vved. 2019 – 07 – 01. – M.: Standartinform, 2018. – 8 s. <https://files.stroyinf.ru/Data/693/69344.pdf>.
6. GOST 8756.22-80. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metod opredeleniya karotina. – Vved. 1981 – 01 – 01. – M.: Standartinform, 2010. – 6 s. <https://meganorm.ru/Data2/1/4294821/4294821421.pdf>.
7. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants / B.L. Halvorsen, K. Holte et al // The Journal of nutrition. – 2002. – 3(132). – C. 461-471.
8. GOST 28561-90. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya sukhikh veshchestv ili vlagi. – Vved. 1991 – 01 – 07. – M.: Standartinform, 2011. – 11 s. <https://files.stroyinf.ru/Data/73/7384.pdf>.
9. GOST 24556-89. Metody opredeleniya vitamina S. – Vved. 1990 – 01 – 01. – M.: Iz-vo standartov, 2003. – 11 s. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294829/4294829760.pdf>.
10. GOST EN 12822-2020. Produkty pishchevye. Opredelenie sodержaniya vitamina E (alfa, beta-, gamma- i del'ta-tokoferolov) metodom vysokoehffektivnoi zhidkostnoi khromatografii, – Vzamen GOST EN 12822-2014; vved. 2016 – 01 – 01. – M.: Iz-vo standartov, 2014. – 25 s. <https://files.stroyinf.ru/Index/57/57722.htm>.
11. GOST 26928-86. Produkty pishchevye. Metod opredeleniya zheleza. – Vved. 1988 – 07 – 01. – M.: Standartinform, 2010. – 5 s. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294827/4294827604.pdf>
12. GOST 26934-86. Syr'e i produkty pishchevye. Metod opredeleniya tsinka. – Vved. 1986 – 12 – 01. – M.: Standartinform, 2010. – 11 s. <https://files.stroyinf.ru/Data/123/12355.pdf>.
13. Rasheed Z. Molecular evidences of health benefits of drinking black tea / Z. Rasheed // International Journal of Health Sciences. – 2019. – 13(3). – C. 1-3. PMID: 31123432; PMCID: PMC6512146.
14. Antioxidant and antiradical properties of cranberry juice and extracts / S. Caillet, J. Côté, G. Doyon et al // Food Research International. – 2011. – 5(44). – C. 1408-1413. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.019>.
15. Amagase H. *Lycium barbarum* (goji) juice improves in vivo antioxidant biomarkers in serum of healthy adults / H. Amagase, B. Sun, C. Borek // Nutrition Research. – 2009. – 29(1). – C. 19-25. doi: 10.1016/j.nutres.2008.11.005. PMID: 19185773.
16. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? / Z. Ciesarova, M. Murkovic, K. Cejpek et al // A review. Food Research International. – 2020. – № 133. – C. 109-170. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109170.
17. Miraj S. *Melissa officinalis* L: A Review Study With an Antioxidant Prospective / S. Miraj, Rafieian-Kopaei, S. Kiani // Journals Evidence-Based Integrative Medicine. – 2017. – № 22(3). – C. 385-394. doi: 10.1177/2156587216663433.
18. Yogesh A. Dound Health Benefits of Green Tea and Its Polyphenols: A Review / A. Yogesh // The Indian Practitioner. – 2020. – № 73(9). C. 33-37. <http://articles.theindianpractitioner.com/index.php/tip/article/view/1052>.
19. Das M. Citrus peel can make anti-oxidant rich food with free radical scavenging property: Development, acceptability and evaluation. / M. Das, P. Gupta // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2018. – № 2(3). – C. 140-144.
20. Choi K.T. Botanical characteristics, pharmacological effects and medicinal components of Korean *Panax ginseng* C A Meyer. / K.T. Choi // Acta Pharmacologica Sinica. – 2008. – № 29. – C. 1109-1118.
21. Goulet E.D. Assessment of the Effects of *Eleutherococcus Senticosus* on Endurance Performance. / E.D. Goulet, I.J. Dionne // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2005. – № 15(1). – 75-83. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.15.1.75>.
22. Zhang Q. Chemical analysis of the Chinese herbal medicine Gan–Cao (licorice) / Q. Zhang, M. Ye // Journal of Chromatography. – 2009. – № 1216(11). C. 1954-1969.
23. Sylimarin as hepatic protector and immunomodulator in Nile tilapia during *Streptococcus Agalactiae* infection / M.S. Owatari, G.F. Alves Jesus, A. Brum et.al // Fish & Shellfish Immunology. – 2018. – № 82. – C. 565-572.
24. Yang B. Composition and health effects of phenolic compounds in hawthorn (*Crataegus spp.*) of different origins / B. Yang, P. Liu // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – № 92. C. 1578-1590.

25. Patel S. Rose hip as an underutilized functional food. Evidence-based review / S. Patel // Trends in Food Science & Technology. – № 63. С. 29-38.
26. Wood E. Blueberries and cardiovascular disease prevention / E. Wood, S. Hein, C. Heiss et al // Food & Function. – 2019. – № 12. – С. 7621-7633. doi:10.1039/c9fo02291k.
27. The immunomodulatory potential of *Leonurus cardiaca* extract in relation to endothelial cells and platelets / B. Sadowska, B. Micota, M. Róžalski, et.al // Innate Immunity. – 2017. – № 23(3). С. 285-295.
28. Everlasting flower (*Helichrysum stoechas Moench*) as a potential source of bioactive molecules with antiproliferative, antioxidant, antidiabetic and neuroprotective properties / F. Les, A. Venditti, G. Cásedas, et.al // Industrial Crops and Products. – 2017. – № 108. – 295-302.
29. Berry juices, teas, antioxidants and the prevention of atherosclerosis in hamsters / J.M. Rouanet, K. Décardé, D. Del Rio et al // Food Chemistry. – 2010. – № 2(118). – С. 266-271.

М.А. Исалиева^{1*}, З.Б. Есимсиитова¹, Ю.А. Синявский², Д.Н. Туйгунов²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71/19

²Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ ЖШС,
050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Гагарин көш. 238Г,

*e-mail: mariyam.isalieva@gmail.com

БАҒЫТТАЛҒАН ПРОФИЛАКТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ БАР ШАЙ СУСЫНДАРЫНЫҢ ЖАҢА ТҮРЛЕРІН ӨЗІРЛЕУ

Жақында шай мен шай сусындарын өндіруге деген қызығушылық оның тағамдық және емдік қасиеттеріне байланысты артты. Шайдың құрамы күрделі және әлі күнге дейін толық зерттелмеген. Сондықтан шай мен функционалды шай сусындарының жаңа технологиясын әзірлеу отандық өндірушіге бәсекеге қабілетті өнім өндірудің бірегей мүмкіндігін ашады.

Бұл зерттеуде физика-химиялық, минералды құрамы мен органолептикалық көрсеткіштері зерттелген профилактикалық қасиеттері бар "Антиоксидантты", "Иммуностимуляциялаушы", "Жүрек-қан тамырлары" жемістерінің, жидектерінің және дәрілік өсімдіктерінің шикізат компоненттері негізінде шай сусындарының үш түрінің технологиясы жасалды.

Жүргізілген талдау нәтижелері С витаминінің ең жоғары концентрациясында (мг/100 г) қара қарақаттың жемістері (196,5±14,3), дәрілік лимон бальзамының жапырақтары (100,1±9,9), лимон қабығы (90,5±8,4) және годжи жидектері (49,5±3,8) болғанын көрсетті. В-каротиннің жоғары мөлшері (мг/100 г) годжи жидектерінде, лимон бальзамының жапырақтарында байқалды – сәйкесінше 91,3±7,6; 47,2±3,6 және 33,7±2,9 мг/100 г. Сонымен қатар, шикізат компоненттері ретінде таңдалған жемістер, жидектер мен дәрілік өсімдіктер флавоноидтардың, ксантофиллдердің, токоферолдардың, фенолдық қосылыстардың және басқа да биологиялық белсенді заттардың жоғары деңгейіне ие болды. Жалпы антиоксиданттардың жоғары деңгейінде (мг/100 г), годжи жидектері (31,0±2,6), қара шай жапырақтары (25,4±1,9), қарақат жемістері (21,6±1,2) және жалбыз жапырақтары (15,2±1,1) болды, бұл катехиндердің жоғарылауына байланысты, антоцианиндер, каротиноидтар, С дәрумені, танин және биофлавоноидтар тотығу стрессінің төмендеуіне ықпал етеді және жасушаларды бос радикалдардың жойқын әсерінен қорғайды. Антиоксидантты имуностимуляциялық белсенділікті ескере отырып, жасалған рецептураларға сәйкес профилактикалық мақсаттағы шай қоспаларының нәтижелері зерттелді және көрсетілді, жоғары дәмдік қасиеттерге, нәзік тазартылған хош иіске және белсенді ынталандырушы және емдік қасиеттерге ие.

Түйін сөздер: шай сусындары, жеміс-жидек шикізаты, дәрілік өсімдіктер, антиоксиданттық қасиеттер, имуностимуляциялық қасиеттер, жүрек-тамыр жүйесі.

М.А. Исалиева^{1*}, З.Б. Есимсиитова¹, Ю.А. Синявский², Д.Н. Туйгунов²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71/19

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и
пищевой промышленности»,

050060, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Гагарина 238 Г

*e-mail: mariyam.isalieva@gmail.com

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ ЧАЙНЫХ НАПИТКОВ С НАПРАВЛЕННЫМИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

В последнее время интерес к производству чая и чайных напитков возрос благодаря его питательным и лечебным свойствам. Состав чая сложен и до сих пор не изучен до конца. Поэтому разработка новой технологии чая и функциональных чайных напитков открывает для отечественного производителя уникальную возможность производства конкурентоспособной продукции.

В данном исследовании была разработана технология трёх видов чайных напитков на основе сырьевых компонентов плодов, ягод и лекарственных растений «Антиоксидантный», «Иммуностимулирующий», «Сердечно-сосудистый» с направленными профилактическими свойствами, где был изучены физико-химический, минеральный состав и органолептические показатели.

Результаты проведенного анализа показали, что наибольшие концентрации витамина С (мг/100 г) имели плоды облепихи крушенивидной (215,7±18,4) плоды черной смородины (196,5±14,3), листья Melissa лекарственной (100,1±9,9), цедра лимона (90,5±8,4) и ягоды Годжи (49,5±3,8). Высокое содержание β-каротина (мг/100 г) отмечалось в составе ягод Годжи, листьев Melissa и плодов облепихи – 91,3±7,6; 47,2±3,6 и 33,7±2,9 мг/100 г соответственно. Кроме того, отобранные в качестве сырьевых компонентов плоды, ягоды и лекарственные растения обладали высоким уровнем флавоноидов, ксантофиллов, токоферолов, фенольных соединений и других биологически активных веществ. Высокие уровни содержания суммарных антиоксидантов (мг/100 г) имели ягоды клюквы (44,8±3,2), ягоды Годжи (31,0±2,6), листья черного чая (25,4±1,9), плоды черной смородины (21,6±1,2) и листья мяты перечной (15,2±1,1), что обусловлено повышенным содержанием катехинов, антоцианов, каротиноидов, витамина С, танина и биофлавоноидов, способствующих снижению уровня окислительного стресса и защищающие клетки от разрушительного воздействия свободных радикалов. Изучены и показаны результаты чайных смесей профилактического назначения, согласно созданным рецептурам, с учетом антиоксидантной иммуностимулирующей активности, обладают высокими вкусовыми качествами, тонким изысканным ароматом и активно стимулирующими и лечебными свойствами.

Ключевые слова: чайные напитки, плодово-ягодное сырье, лекарственные растения, антиоксидантные свойства, иммуностимулирующие свойства, сердечно-сосудистая система.

Сведения об авторах

Мариям Абдурашитқызы Исалиева* – магистрант кафедры биоразнообразия и биоресурсов, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: mariyam.isalieva@gmail.com.

Зура Беркутовна Есимсиитова – кандидат биологических наук, доцент, кафедра биоразнообразия и биоресурсов, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: zura1958@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4735-2033>.

Юрий Александрович Синявский – ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан; e-mail: sinyaskiy@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Диляр Нурдунович Туйгунов – ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан; e-mail: dilyar117@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Авторлар туралы мәліметтер

Мариям Абдурашитқызы Исалиева* – биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының магистранты, Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: mariyam.isalieva@gmail.com.

Зура Беркутовна Есимсиитова – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасы, Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zura1958@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4735-2033>.

Юрий Александрович Синявский – «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ» ЖШС, Қазақстан Республикасы; e-mail: sinyaskiy@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Диляр Нурдунович Туйгунов – Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ ЖШС, Қазақстан Республикасы; e-mail: dilyar117@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Received 14.01.2024

Revised 29.01.2024

Accepted 30.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-18

MPHTI: 65.59.31



Д.С. Свидерская¹, А.М. Шуленова², Е.Ф. Красноперова^{2*}

¹Торайгыров университет

140000, Республика Казахстан, г.Павлодар, ул. Ломова, 64

²Инновационный Евразийский университет

140000, Республика Казахстан, г.Павлодар, ул.Ломова, 45

*e-mail: kef.80@mail.ru

РАЗРАБОТКА НОВОГО КОЛБАСНОГО ИЗДЕЛИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАТУРАЛЬНЫХ ДОБАВОК РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Аннотация: *Статья посвящена перспективам применения натурального растительного сырья в качестве пищевых добавок в мясоперерабатывающей промышленности на примере нового колбасного изделия.*

Необходимость создания таких продуктов возникла в результате сложившейся ситуации с применением огромного количества пищевых добавок искусственного происхождения в производстве мясных продуктов, которые позволяют производителям используя дешевые рецептурные ингредиенты создавать широкий ассортимент продукции более ароматной, более вкусной, внешне более привлекательной, с увеличенным сроком хранения.

Негативное влияние таких добавок на организм человека доказано многочисленными и многолетними исследованиями отечественных и зарубежных ученых. Поэтому для сохранения и поддержания здоровья потребителей необходимо изучать возможности применения различного растительного сырья, которое кроме содержания в большом количестве различных полезных веществ имеют способность проявлять те свойства, благодаря которым применяются искусственные добавки, например усиление вкуса, аромата, подавление патогенной микрофлоры, формирования структуры готового изделия, фиксации окраски и т.п.

В результате проведенных исследований выявлены наиболее перспективные добавки растительного происхождения как розмарин сухой молотый, ягоды черники сухие измельченные, свеклы экстракт жидкий.

В этой связи, нами предложено новое колбасное изделие с привлекательными потребительскими органолептическими характеристиками, предназначенное для широкого круга пользователей и на которое получен патент на полезную модель.

Ключевые слова: *розмарин сухой молотый, ягоды черники сухие измельченные, свеклы экстракт жидкий, колбасные изделия, мясоперерабатывающая промышленность.*

Введение

Продукция мясоперерабатывающей промышленности пользуется большим спросом у населения разной возрастной категории. Поэтому современные производители стараясь завоевать все большее число потребителей предлагают огромный ассортимент мясной продукции, которая имеет отличие и по составу и, соответственно, по цене.

Учитывая возможность разработки стандарта организации, производители часто отказываются от государственных или межгосударственных стандартов, которые четко регламентируют состав продукции и устанавливают жесткие требования к качественным показателям готовой продукции. Для производителей гораздо выгоднее создать новый продукт с более привлекательными органолептическими характеристиками, с оригинальной упаковкой, возможно даже формой подачи, но при этом в большинстве случаев с более низкой ценой. А цена, как известно играет первостепенное значение для большинства потребителей.

Как показывает практика, производители не часто задумываются о полезных свойствах используемых компонентов, которые являются заменой дорогостоящего сырья.

Если обратиться к медицинской статистике по заболеваниям различной этиологии, количество которых неустанно увеличивается, то можно взять на себя смелость и провести определенную зависимость. А именно, при увеличении применения различных заменителей возрастает число заболеваний. Конечно, кто-то может и не согласиться с таким выводом и сказать, что причина – загрязнение окружающей среды.

И с этим нельзя поспорить. Ведь качество воды, которую потребляем, качество воздуха, который вдыхаем, качество почвы, на которой выращиваются растительное сырье и корма для животных оказывают существенное влияние на здоровье человека [1]. И ко всему этому давайте добавим пищевые продукты, созданные с использованием всевозможных заменителей, которые как правило имеют искусственное происхождение. В итоге потребляемые продукты питания усугубляют, давно возникшее, негативное влияние окружающей среды на организм человека [2]. Ведь мы то, что едим.

Поэтому настало время задуматься о том, чтобы начать массовое производство продуктов питания, пусть с заменителями дорогостоящего сырья, но такого, которое будет полезно для человека. Задача эта весьма непростая, ее решение требует изучения возможных вариантов и нахождения путей создания такой продукции, которая будет способна не только сохранять здоровье потребителя, но и способствовать его укреплению [3]. И конечно быть привлекательной по ценовой характеристике.

Материалы и методы исследований

Учитывая вышеизложенное, нами изучен ингредиентный состав продуктов переработки мяса, а именно колбасных изделий, имеющих на рынке в настоящее время. И выявлено, что все продукты данного вида содержат пищевые добавки химического происхождения, оказывающие негативное влияние на полезную микрофлору желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). К ним относятся усилители вкуса, ароматизаторы, красители, фиксаторы окраски, различные стабилизирующие вещества [4].

Для того, чтобы иметь доказательную базу о негативном влиянии таких добавок на организм человека были проведены исследования влияния глутамата натрия, имеющего наиболее широкое применение в продуктах мясной промышленности, на бифидобактерии, как основной вид микроорганизмов, представляющих микрофлору кишечника. Бифидобактерии получены из препарата «Бифидумбактерин», представляющий собой высушенную микробную массу живых бифидобактерий с применением бифидогенного фактора – лактозы.

При исследовании определялся рост бифидобактерий на питательной среде ГТ1 различной кислотности для того, чтобы приблизить эксперимент к более реальным условиям,

так как кислотность ЖКТ людей может быть разной в зависимости от питания человека, его состояния здоровья и прочих факторов.

В этой связи, посев бифидобактерий на питательную среду с рН=7 был бы недостаточно достоверен для подтверждения проблемы оказания влияния добавок на микрофлору желудочно-кишечного тракта. Поэтому был определен ряд сред с показателями рН=8; 7; 6.

В результате получены такие данные – кислотность среды влияет на рост бифидобактерий и благоприятными условиями для их роста являются среды с рН равной показателям 7 и 8. Однако при рН = 7 установлен нормальный рост бифидобактерий, а при рН = 8 установлено снижение роста бифидобактерий.

Далее, после культивирования бифидобактерий и анализа выросших колоний в питательные среды было добавлено допустимое количество глутамата натрия – 10 г/кг.

В результате было установлено, что при добавлении этой пищевой добавки в питательную среду с разными показателями рН, наблюдается уменьшение роста бифидобактерий. И основываясь на этом, полностью согласны с ранее проведенными исследованиями ряда ученых и удостоверились в негативном влиянии на микрофлору желудочно-кишечного тракта человека глутамата натрия[5].

Следует подчеркнуть, что в данном случае использовалось допустимое количество пищевой добавки, и ее содержание в продуктах контролируется, но в течении дня человек потребляет не один продукт, а целый ряд, и в каждом содержится допустимая концентрация, а попадая в организм, в совокупности, наблюдается уже другая картина.

Таким образом, удостоверившись в действительно негативном влиянии пищевых добавок, полученных искусственным путем, на микрофлору ЖКТ, на следующем этапе нашей работы было принято решение создать новый вид колбасного изделия с применением натуральных добавок растительного происхождения, но такого продукта, который будет привлекательным для потребителя и по органолептическим показателям.

Было изучено различное растительное сырье, которое может быть использовано в качестве ингредиентов в мясном продукте.

В итоге в качестве добавки к новому виду колбасного изделия был выбран – розмарин [6] сухой молотый. Он достаточно распространён, легко транспортировать, срок хранения, при выполнении необходимых температурных и временных условий, до года. Кроме того, не требует специальных условий для хранения на предприятии, осуществляющем производство колбасных изделий. Источает чистый и яркий аромат, напоминающий сложную смесь камфары, эвкалипта, сосны и лимона, не теряющего свой аромат при тепловой обработке. Использование именно в сухом молотом виде обосновывается тем, что во время составления колбасной смеси перемешивание колбасного фарша не достигает той степени измельчения, чтобы сушеные листья розмарина тонкого измельчились, что, в итоге приведет к наличию крупных частиц розмарина в готовом продукте и негативно скажется на его органолептических свойствах.

В качестве следующего компонента определены ягоды черники [7] сухие измельченные – также не являются экзотикой и не создают проблем с доставкой и хранением, которое достигает двух лет, кроме того, ягоды содержат в большом количестве бензоат натрия, обладающий консервирующим действием. И это послужило основной причиной использования черники в новом виде колбасного изделия. Выбор плодов черники в сухом измельченном виде обусловлен тем, что в таком состоянии наиболее полно сохраняются нативные полезные вещества, в том числе макро- и микроэлементы.

И еще одним компонентом для использования в производстве колбасного изделия предложен жидкий экстракт свеклы вместо воды. Он позволит придать готовому изделию привлекательные внешний вид, который является привычным для потребителя, за счет красящих веществ и более выраженный вкус мясного продукта благодаря содержанию природного глутамата натрия [8]. В отличие от сока свеклы концентрат не придает готовому изделию специфичный, не всегда приятный, вкус и аромат свеклы.

Для определения количества каждого компонента, выбранного в качестве пищевой добавки, провели определение органолептических свойств нового продукта по таким показателям как цвет, вкус, запах и консистенция [9]. Оценка осуществлялась по пяти бальной шкале и для каждого показателя качества определен коэффициент весомости, который при оценке запаха составляет 5, вкуса – 8, цвета - 3, консистенции – 4. Умножая оценочный балл

на коэффициент весомости, получается суммарная оценка в баллах (запах – $5 \cdot 5 = 25$; вкус – $5 \cdot 8 = 40$; цвет – $5 \cdot 3 = 15$; консистенция – $5 \cdot 4 = 20$).

В опытные образцы вносили розмарин сухой молотый в количестве 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 и 0,25% и сравнивали с контрольным образцом изделия, полученного по традиционной рецептуре. Оценка исследуемых показателей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние розмарина сухого молотого на органолептические показатели колбасного изделия

№ образца	Количество розмарина сухого молотого, %	Показатель, балл				Средняя суммарная оценка качества, балл
		Запах	Вкус	Цвет	Консистенция	
1	0,05	10	16	15	20	61
2	0,1	15	24	15	20	74
3	0,15	25	40	15	20	100
4	0,2	25	32	15	20	92
5	0,25	20	24	15	20	79

Таким образом, наивысшую оценку может получить колбасное изделие при внесении розмарина сухого молотого в количестве 0,15%. Увеличение или уменьшение его количества влечет ухудшение таких показателей как запах и вкус.

Ягоды черники сухие измельченные вносили в количестве 1; 1,3; 1,6; 1,9 и 2,1 % в сравнении с контрольным образцом колбасного изделия, приготовленного так же по традиционной рецептуре (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние ягод черники сухой измельченной на органолептические показатели колбасного изделия

№ образца	Количество ягод черники сухой измельченной, %	Показатель, балл				Средняя суммарная оценка качества, балл
		Запах	Вкус	Цвет	Консистенция	
1	1	20	32	12	20	84
2	1,3	25	40	15	20	100
3	1,6	20	32	12	20	84
4	1,9	15	24	9	20	68
5	2,1	15	16	9	20	60

Наивысшую оценку получил образец колбасного изделия при внесении ягод черники сухой измельченной в количестве 1,3 %. Увеличение или уменьшение их количества ухудшает органолептические свойства по запаху, вкусу и цвету.

Принимая во внимание тот факт, что целью исследования являлось создание нового вида колбасного изделия, которое станет наиболее привлекательным для потребителя по органолептическим показателям, физико-химические показатели, характеризующие качество готового продукта в соответствии с действующей нормативной документацией не исследовались, но были определены в готовом продукте.

Основываясь на полученных результатах по определению количества используемых пищевых добавок растительного происхождения разработали рецептуру для нового вида колбасного изделия (табл. 3).

Таблица 3 – Соотношение рецептурных компонентов

Рецептурные компоненты	Сырье, кг (на 100 кг сырья)
свинина нежирная	63,45
шпик	19,00
соль поваренная пищевая	0,65
чеснок свежий измельченный	2,22
перец душистый молотый	0,38
перец красный молотый	0,16
розмарин сухой молотый	0,15
ягоды черники сухие измельченные	1,30
свеклы экстракт жидкий	12,69
Выход	77,8 кг. готового продукта

Технология производства данного вида колбасного изделия с пищевыми добавками растительного происхождения состоит из следующих этапов:

- сначала осуществляется обвалка отрубов, жиловка и зачистка;
- после чего свинина нежирная нарезается на куски массой 400-500 г и далее подвергается измельчению на волчке с диаметром отверстий в решетке 16-20 мм для получения крупнозернистого фарша;
- измельченное мясо подвергают посолу в специальных емкостях путем внесения соли поваренной пищевой и помещают в камеры созревания с температурой 2-4 °С на 48-72 часов;
- далее проводят вторичное измельчение на волчке с диаметром решетки 2-3 мм, а затем куттерование для более тонкого измельчения. При куттеровании происходит нагревание, которое может привести к снижению качества продукта и увеличению бактериальной обсемененности. Для недопущения этого к измельченному мясу добавляют холодный экстракт свеклы, для поддержания температуры в толще обрабатываемого мяса в пределах 8-10 °С;
- затем к повторно измельченному мясу добавляются все остальные ингредиенты, предусмотренные рецептурой: шпик, свежий измельченный чеснок, перец душистый молотый, перец красный молотый, розмарин сухой молотый, ягоды черники сухие измельченные. Приготовление фарша осуществляется в фаршемешалках в течение 10-15 минут, представляющих собой ванны с конусообразным дном, в которые вмонтированы две S-образные лопасти, вращающиеся в противоположные друг другу стороны с различной скоростью;
- на следующем этапе подготовленный фарш поступает в шприцовочное отделение для шприцевания в вязкую оболочку диаметром 67 мм. Для шприцовки применяют шприцы-автоматы, которые наполняют оболочку фаршем и на концы батона накладывают металлические клипсы, одновременно разъединяя батоны;
- после формования батона колбасы осуществляется осадка при надлежащей вентиляции и температуре 10-12 °С в течении 4 часов;
- далее батоны направляются в универсальные термокамеры для процесса обжарки и варки. В конце термообработки температура в центре батона должна достигнуть 70-72 °С;
- на заключительном этапе производства проводят охлаждение в помещениях с температурой 10-12 °С на протяжении 3-5 часов.

Результаты исследований и обсуждение научных результатов

Готовое колбасное изделие, полученное описанным способом производства, подвергли исследованию по органолептическим показателям (табл. 4), которые являются наиболее значимыми для потребителя при выборе. Для этого у колбасных батонов отрезали концы оболочки, разрезали вдоль по диаметру. С одной стороны батона снимали оболочку. Определяли вид колбасного изделия с поверхности и на разрезе, а также запах, вкус и консистенцию.

При оценке внешнего вида обращали внимание на цвет, равномерность окраски, наличие пороков, состояние колбасной оболочки.

Запах в глубине продукта определяли сразу же после разреза оболочки и поверхностного слоя. Консистенцию определяли легким надавливанием пальца на свежий разрез батона; крошливость фарша – путем осторожного разламывания среза колбасы.

Цвет фарша и шпика оценивали со стороны оболочки после ее снятия с половины батона и на разрезе. Для исследования вкуса батон колбасы разрезали на ломтики толщиной 2-3 мм.

Кроме того, в соответствии с нормативной документацией для оценки колбасных изделий, были определены физико-химические показатели, такие как массовая доля жира, массовая доля белка и массовая доля хлористого натрия (поваренная соль). Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 4 – Органолептические показатели нового вида колбасного изделия

Оцениваемый показатель	Характеристика
Внешний вид	батон с чистой, сухой поверхностью, без пятен, слипов, повреждений оболочки, наплывов фарша
Консистенция	упругая
Вид на разрезе	фарш равномерно перемешан, цвет фарша однородный розовый, без серых пятен, пустот, содержит включения в виде измельченных растительных добавок розмарина и черники
Запах и вкус	свойственный данному виду продукта, с ароматом используемого розмарина, без посторонних привкуса и запаха, вкус слегка острый, в меру соленый
Форма, размер и вязка батона	батоны прямые длиной до 20 см с клипсами на каждом конце батона

Таблица 5 – Физико-химические показатели нового вида колбасного изделия

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля жира, %	23,6
Массовая доля белка, %	27,3
Массовая доля хлористого натрия, %	2,5

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований, разработана композиция для производства нового колбасного изделия с привлекательным внешним видом, цветом и оригинальным «таежным» ароматом, благодаря использованию розмарина в качестве натуральной пищевой добавки растительного происхождения, обладающего отличными потребительскими характеристиками.

Продукт, изготовленный из предлагаемых ингредиентов, может быть использован для широкого потребления, что соответствует современным тенденциям использования в питании продуктов, обогащенных натуральными добавками, придающими традиционный розовый цвет колбасному изделию.

Итогом нашей работы стало получение патента на полезную модель «Композиция для производства колбасного изделия» [10].

Список литературы

1. Безуглова Ю.Ю. Экологическая безопасность продуктов питания / Ю.Ю. Безуглова, Ю.З. Насиров // Академическая публикация. – 2021. – № 2. – С. 67-72.
2. Хронология развития функционального питания в мире [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://lektsii.org/10-63438.html>, свободный// Электронный журнал. – 2016.
3. Федоров М.В. Исследование качества комплексных пищевых добавок для колбасных изделий / М.В. Федоров, Н.В. Тихонова, С.Л. Тихонов, Е.И. Першина // Управленец. – 2014. – № 1. – С. 64-67.
4. Широченко К.А. Пищевые добавки и их влияние на организм человека / К.А. Широченко // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и здоровьесбережения: Мат. Всерос. научно-практич. конф. – Комсомольск-на-Амуре, 2022. – С. 83-85.
5. Specialized sports nutrition foods / N. Gavrilova, N. Chernopolskaya, M. Rebezov et al // International Journal of Pharmaceutical Research. – 2020. № 12(2). – С 998-1003.
6. Ковалева О.А. О целесообразности применения концентрированного сока из черники при производстве сыровяленой свинины / О.А. Ковалева, Е.М. Здрабова // Теория и практика переработки мяса. – 2018. – № 3. – С. 4-8.
7. Re-research of storage terms of products functional appointment with addition of vegetable ingredient / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, Yu.D. Danilov et al // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – № 06(08). – С. 14992-14997.
8. Protein-carbohydrate complexes in the meat products technology / I.F. Gorlov, G.V. Fedotova, M.I. et al // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – № 10(1). – С. 558-567.

References

1. Bezuglova YU.YU. Ehkologicheskaya bezopasnost' produktov pitaniya / YU.YU. Bezuglova, YU.Z. Nasirov // Akademicheskaya publikatsiya. – 2021. – № 2. – S. 67-72. (In Russian).
2. Khronologiya razvitiya funktsional'nogo pitaniya v mira [Ehlektronnyi resurs]. –Rezhim dostupa: <https://lektsii.org/10-63438.html>, svobodnyi// Ehlektronnyi zhurnal. – 2016. (In Russian).
3. Fedorov M.V. Issledovanie kachestva kompleksnykh pishchevykh dobavok dlya kolbasnykh izdelii / M.V. Fedorov, N.V. Tikhonova, S.L. Tikhonov, E.I. Pershina // Upravlenets. – 2014. – № 1. – S. 64-67. (In Russian).
4. Shirochenko K.A. Pishchevye dobavki i ikh vliyanie na organizm cheloveka / K.A. Shirochenko // Aktual'nye problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti i zdorov'esberezheniya: Mat. Vseros. nauchno-praktich. konf. – Komsomol'sk-na-Amure, 2022. – S. 83-85. (In Russian).
5. Specialized sports nutrition foods / N. Gavrilova, N. Chernopolskaya, M. Rebezov et al // International Journal of Pharmaceutical Research. – 2020. № 12(2). – С 998-1003. (In English).
6. Kovaleva O.A. O tselesoobraznosti primeneniya kontsentrirrovannogo soka iz cherniki pri proizvodstve syrovyalenoj svininy / O.A. Kovaleva, E.M. Zdrabova // Teoriya i praktika pererabotki myasa. – 2018. – № 3. – S. 4-8. (In Russian).
7. Re-search of storage terms of products functional appointment with addition of vegetable ingredient / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, Yu.D. Danilov et al // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – № 06(08). – С. 14992-14997. (In English).
8. Protein-carbohydrate complexes in the meat products technology / I.F. Gorlov, G.V. Fedotova, M.I. et al // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – № 10(1). – С. 558-567. (In English).

Д.С. Свидерская¹, А.М. Шуленова², Е.Ф. Красноперова^{2*}

¹Торайғыров университеті,
140000, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломов к-сі, 64

²Инновациялық Еуразия университеті,
140000, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломов к-сі, 45

*e-mail: kef.80@mail.ru

ӨСІМДІК ТЕКТЕС ТАБИҒИ ҚОСПАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ЖАҢА ШҰЖЫҚ ӨНІМІН ӨЗІРЛЕУ

Мақала жаңа шұжық мысалында ет өңдеу өнеркәсібінде тағамдық қоспалар ретінде табиғи өсімдік шикізатын қолдану перспективаларына арналған.

Мұндай өнімдерді жасау қажеттілігі өндірушілерге арзан рецепт ингредиенттерін қолдана отырып, хош иісті, дәмді, сыртқы жағынан тартымды, сақтау мерзімі ұзартылған өнімдердің кең ассортиментін жасауға мүмкіндік беретін ет өнімдерін өндіруде жасанды шыққан тағамдық қоспалардың көп мөлшерін қолдану арқылы қалыптасқан жағдайдан туындады.

Мұндай қоспалардың адам ағзасына теріс әсері отандық және шетелдік ғалымдардың көптеген және көпжылдық зерттеулерімен дәлелденді. Сондықтан тұтынушылардың денсаулығын сақтау және сақтау үшін әр түрлі өсімдік шикізатын қолдану мүмкіндіктерін зерттеу қажет, олардың құрамында көптеген пайдалы заттардан басқа, жасанды қоспалар қолданылатын қасиеттерді көрсету мүмкіндігі бар, мысалы, дәмді, хош иісті күшейту, патогендік микрофлораны басу, дайын өнімнің құрылымын қалыптастыру, бояуды бекіту және т. б.

Осыған байланысты біз тұтынушылардың кең ауқымына арналған және пайдалы модельге патент алған тартымды органолептикалық сипаттамалары бар жаңа шұжық өнімін ұсындық.

Түйін сөздер: *шұжық өнімдері, өндіріс технологиясы, табиғи тағамдық қоспалар.*

D. Sviderskaya¹, A.M. Шуленова², Е.Ф. Красноперова^{2*}

¹Toraigyrov University,

140000, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, Lomova str., 64

²Innovative University of Eurasia,

140000, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, Lomova str., 45

*e-mail: kef.80@mail.ru

DEVELOPMENT OF A NEW SAUSAGE PRODUCT USING NATURAL ADDITIVES OF PLANT ORIGIN

The article is devoted to the prospects of using natural vegetable raw materials as food additives in the meat processing industry using the example of a new sausage product.

The need to create such products arose as a result of the current situation with the use of a huge number of artificial food additives in the production of meat products, which allow manufacturers using cheap prescription ingredients to create a wide range of products more flavorful, tastier, more attractive in appearance, with an extended shelf life.

The negative effect of such additives on the human body has been proven by numerous and long-term studies of domestic and foreign scientists. Therefore, in order to preserve and maintain the health of consumers, it is necessary to study the possibilities of using various plant raw materials, which, in addition to containing a large number of various useful substances, have the ability to exhibit those properties due to which artificial additives are used, for example, enhancing taste, aroma, suppression of pathogenic microflora, formation of the structure of the finished product, fixation of coloring, etc.

In this regard, we have proposed a new sausage product with attractive organoleptic characteristics, intended for a wide range of consumers and for which a patent for a utility model has been obtained.

Key words: *sausage products, production technology, natural food additives.*

Сведения об авторах

Елена Францевна Краснопёрова* – кандидат технических наук, профессор; Инновационный Евразийский университет, Республика Казахстан; e-mail: kef.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9336-0026>.

Диана Сергеевна Свидерская – кандидат технических наук, ассоциированный профессор; Торайгыров университет; Республика Казахстан; e-mail: sofilsev@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3329-1126>.

Асем Манарбековна Шуленова – старший преподаватель, Инновационный Евразийский университет; Республика Казахстан; e-mail: shulenovaa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2812-075X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Елена Францевна Краснопёрова* – техника ғылымдарының кандидаты, профессор Инновациялық Еуразия университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: kef.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9336-0026>.

Диана Сергеевна Свидерская – т.ғ.к., ДАҚ Торайгыров университетінің доценті; Қазақстан Республикасы; e-mail: sofilsev@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3329-1126>.

Асем Манарбековна Шуленова – Инновациялық Еуразия университетінің аға оқытушысы; Қазақстан Республикасы; e-mail: shulenovaa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2812-075X>.

Information about the authors

Yelena Krasnoporova* – candidate of technical sciences, professor Innovative University of Eurasia; Republic of Kazakhstan; e-mail: kef.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9336-0026>.

Diana Sviderskaya – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of IJSC Toraigyrov University; Republic of Kazakhstan; e-mail: sofilsev@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3329-1126>.

Assem Shulenova –Senior Lecturer of Innovative University of Eurasia; Republic of Kazakhstan; e-mail: shulenovaa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2812-075X>.

Поступила в редакцию 08.12.2023
Поступила после доработки 17.01.2024
Принята к публикации 26.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-19

FTAXP: 62.09.37



А.Н. Құрманәлі, Т.Б. Абдигалиева*, А.Ж. Жеңісова

Алматы технологиялық университеті,
050012, Қазақстан республикасы, Алматы қ., Төле би көшесі, 100
*e-mail: tolkyn_07.08@mail.ru

ЙОГУРТТЫҢ САПАСЫ МЕН ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА ЖЕРГІЛІКТІ ИТМҰРЫННАН (*Rosa Corymbifera Borkh*) ДАЙЫНДАЛҒАН ҰНТАҚТАРДЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада зертханалық жағдайда дайындалған йогурт өнімінің тағамдық құндылығы мен сапалық көрсеткіштеріне жергілікті итмұрын өсімдігінің әртүрлі бөліктерінен дайындалған ұнтақтардың концентрацияларының (3 г, 6 г және 9 г) әсерін анықтау бойынша жүргізілген зерттеу жұмысының нәтижелері берілген. Тәжірибе барысында алдын ала итмұрынның тұтас жемісінен, қабығы мен жұмсағынан және тұқымынан дайындалған ұнтақтарды йогурт үлгілеріне әртүрлі мөлшерде қосып, өнімнің органолептикалық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Тәжірибелік зерттеу нәтижесі бойынша ұнтақтардың 6 г концентрациясы ең тиімді болып табылды. Үлгілер арасынан оңтайлы болып табылған сынаманың химиялық құрамы мен энергетикалық құндылығы және құрамындағы С дәрумені мен антитотықтырғыштардың мөлшері анықталды. Зерттеу нәтижесі бойынша өнім үлгілерінің қауіпсіздік көрсеткіштері талапқа сай болды. Энегетикалық құндылықтың жоғары мәні мен ақуыздың жоғарғы мөлшері итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақпен 6 г байытылған йогурт үлгісінде анықталды. С дәруменінің мөлшері үшінші тәжірибелік топта, яғни 9 г ұнтақ қосылған үлгіге тиесілі болды. Оның мәні 2,7 мг, бұл көрсеткіш бақылау тобымен салыстырғанда 3 есеге жоғары. Ал, антитотықтырғыштардың мөлшері бақылау тобымен салыстырғанда 23%-ға жоғары екендігі анықталды. Итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақты 6 г қосып, функционалдық мақсатта әзірлеген йогурт өнімінің құрамына қосып тұтынуға болады деп есептейміз.

Түйін сөздер: итмұрын, йогурт, технология, сапа, тағамдық құндылық, қауіпсіздік, өнім.

Кіріспе

Еліміздің денсаулық денсаулық деңгейін көтеру және әртүрлі аурулардың алдын алу мақсатында физиологиялық түрде маңызды алмастырылмайтын макро- және микронутриенттермен байытылған тамақ өнімдерін әзірлеу маңызды мәселе болып табылады [1]. Мұндай мәселені табысты шешу үшін құрамында тағамдық және биологиялық белсенді заттары көп өсімдік шикізаттарын пайдалана отырып, функционалдық бағыттағы йогурт ассортиментін арттыру тамақ өнеркәсібіндегі болашағы зор мәселелердің бірі болып есептеледі [2, 3].

Қазіргі заманда адам баласының өмір сүру жағдайы жеткілікті мөлшерде дәрумендермен байытылған тағамдарды тұтынуға толық мүмкіндік бере бермейді [4]. Ал, бұл өзкезегінде ағзаның әлсіреуіне, зат алмасу үрдісінің бұзылуына және әртүрлі ауру түрлерінің дамуына ықпал етеді [5]. Антитотықтырғыш заттар тірі ағзалар үшін қауіпті еркін радикалдармен

тізбектелген реакциялар ағымына кедергі келтіретін молекула болып табылады. Еркін радикалдар майлардың, ақуыздардың, ДНҚ молекулаларын тотықтыра отырып, жасушаның өмір сүру үрдісін кедергі келтіреді және кейбір жағдайларда ағзаның қырылуына алып келеді [6]. Жалпы, ағзаның антитотықтырғыш қорғанысының әлсіреуі әр түрлі экзогенді және эндогенді қолайсыз факторлардың әсерінен де туындайды. Соның нәтижесінде тірі ағза «тотығу күйзелісіне» ұшырайды. Антитотықтырғыш заттар ағза үшін табиғи қалқан рөлін атқарады. Негізгі тағамдық антиоксиданттар қатарына полифенолдар, каротиноидтар, флаваноидтар, сондай-ақ кейбір дәрумендер мен минералдар да жатады. Антитотықтырғыш заттардың қолжетімді негізгі көздеріне дәрілік және жабайы өсімдіктер тобы жатады [7, 8].

Еліміздің кең байтақ жері шикізат ресурстарының алуан түрлеріне бай болып табылады. Мұндай шикізаттардың көбісі адамның ағзасына пайдалы физиологиялық әсер ететін биологиялық белсенді заттардың негізгі көзіне жатады [9]. Осындай өсімдіктердің біріне итмұрынды жатқызуға болады. Итмұрын өсімдігінің табиғи түрлерін тек жергілікті қажеттіліктер үшін ғана емес, сондай-ақ өнеркәсіптік ауқымда да кең пайдалануға болады.

Қазіргі таңда өндірушілер йогурт өнімін биологиялық белсенді заттармен байыту мақсатында өсімдіктің жеуге жарамды жемістерін ғана қолданады. Ал, итмұрынның жемістерін қайта өңдеу арқылы алынған оның ұнтақталған түрін йогурттың құрамына биологиялық белсенді байытушы қоспа ретінде пайдалануға да болады. Мұндай функционалдық йогурттың түрлерін әзірлеу үшін Алматы өңірінде кеңінен өсетін итмұрын өсімдігінің жемістерін пайдалану ғылыми және тәжірибелік негізде ұтымды болып саналады.

Зерттеу жұмысының мақсаты: Функционалдық йогурт түрлерін арттыру үшін итмұрын өсімдіктерінің әртүрлі бөліктерінен жасалынған ұнтақтардың әсерін анықтау.

Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде Алматы облысының экологиялық қолайлы аудандарынан жиналған *Rosa corymbifera Borkh* тұқымдасына жататын итмұрын өсімдігі пайдаланылды.



Сурет 1 – Итмұрын өсімдігінен тұтас жемісін, қабығы мен жұмсағын және тұқымын жеке бөліп алу

Йогурт дайындау әдісі. Йогурт дайындауда Украина елінде дайындалған сүт қышқылды өнімдерді ашытуға арналған «Vivo» дақылдық ашытқысы пайдаланылды. Өнім жасау үшін 200 мл сүтке 0,1 г ашытқы және 10 г қант, сонымен қатар итмұрын өсімдігінің әртүрлі бөліктерінен дайындалған ұнтақтары әртүрлі концентрацияда қосылды.

Йогурт өнімін байыту кезінде итмұрынның жемістерінен алынған ұнтақтар қанша мөлшерде қосу керек екендігін анықтау мақсатында тұтас жемісінен, қабығы мен жұмсағынан, тұқымынан алынған ұнтақтарды әртүрлі (3 г, 6 г және 9 г) мөлшерде йогурт өніміне қосылды. Нәтижесінде ең тиімді мөлшері таңдалып алынды. Зерттеу үлгісі 1-кестеде көрсетілген.

Йогурт үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін анықтау Алматы технологиялық университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасының зертханасында, ал тағамдық құндылығы мен құрамындағы антитотықтырғыштың және С дәруменінің мөлшерін анықтау «Тағам қауіпсіздігін ғылыми зерттеу» институтында жүргізілді.

Йогурт сапасына органолептикалық талдау жүргізу МЕМСТ 31981-2013 сәйкес жүргізілді. Алынған йогурт өнімдерінің энергетикалық құндылығы мына формула бойынша есептелді (1):

$$E = 9 \cdot W + 4 \cdot (B + Y) \text{ ккал/қДж}, \quad (1)$$

мұндағы W – майдың массалық үлесі; B – ақуыздың массалық үлесі; Y – көмірсулардың массалық үлесі.

Кесте 1 – Итмұрынның әртүрлі бөліктерінен дайындалған ұнтақтарды йогурт құрамына қосу үлгісі

№	Үлгі	Сүт	Ашытқы	Ұнтақ	Қант
Тұтас жемістерінен дайындалған ұнтақ					
1	бақылау	200 мл	0,1 г	-	10 г
2	I	200 мл	0,1 г	3 г	10 г
3	II	200 мл	0,1 г	6 г	10 г
4	III	200 мл	0,1 г	9 г	10 г
Қабығы мен жұмсағынан дайындалған ұнтақ					
1	бақылау	200 мл	0,1 г	-	10 г
2	I	200 мл	0,1 г	3 г	10 г
3	II	200 мл	0,1 г	6 г	10 г
4	III	200 мл	0,1 г	9 г	10 г
Тұқымынан дайындалған ұнтақ					
1	бақылау	200 мл	0,1 г	-	10 г
2	I	200 мл	0,1 г	3 г	10 г
3	II	200 мл	0,1 г	6 г	10 г
4	III	200 мл	0,1 г	9 г	10 г

Антитотықтырғыштардың мөлшері амперометриялық әдіспен анықталды. Өлшеу Яуза-01-АА құралында жүргізілді. Жұмысты бастамас бұрын құрылғы галл қышқылымен калибрленді. Үлгілер құрамындағы антитотықтырғыштардың жалпы концентрациясы галл қышқылының калибрлеу графигімен анықталды.

С дәруменінің мөлшерін жоғары сұйық хроматографияда (Agilent-1200) зерттелді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Йогурт үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштеріне итмұрынның әртүрлі бөліктерінен дайындалған ұнтақтардың әсерін анықтау. Йогурт үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері өнімнің сапасына қойылатын талапқа сай болды. Алынған йогурт үлгілерінің иісінен итмұрынның жемістерінің жарқын хош иісі байқалды. Дәмі сүт қышқылды, жемісті, бөгде дәмсіз және иіссіз, тәттілеу болды. Йогурттың консистенциясы біртекті, қою, тұтқыр және беті жылтыр болды. Синерезис белгілері байқалмады.

Йогурт құрамына қосылатын итмұрынның тұтас жемістерінен алынған ұнтақ әртүрлі концентрацияда 3 г, 6 г және 9 г қосылды. 3 г ұнтақ қосылған йогурт үлгісінен итмұрын жемісінің дәмі аздап қана сезілді, түсі – ақ, тұтқыр біртекті масса түрінде болды. Бақылау үлгісінен айтарлықтай айырмашылық болмады. Ал, итмұрын жемісінен дайындалған ұнтақты 6 г қосқан кезде йогурттың дәмі айқын сезілді, түсі сарыдан аздап қызғылт болды, тұтқыр біртекті масса. 9 г ұнтақ қосылған йогурт үлгісінің дәмі айқындалған, аздап қышқыл дәмі басым, түсі қызғылт сары түсті келді. Бұл жағдайда С дәруменінің әсерінен қышқылдығы артты деп есептеміз, масса аздап бұзылды. Алынған нәтижелерді қорыта келе, итмұрынның тұтас жемісінен алынған ұнтақты 4 г мөлшерде қосқан үлгі органолептикалық көрсеткіштері бойынша йогурт сапасына қойылатын талаптарға сай болды.

Сонымен қатар, итмұрынның қабығы мен жұмсағынан дайындалған ұнтақты әртүрлі концентрацияда (3 г, 6 г және 9 г) қосқан үлгілердің органолептикалық көрсеткіштері келесідей болды: йогурт құрамына қосылған 3 г ұнтақ үлгінің дәмі аздап ғана сезілді, түсі сәл ғана қызғылт реңді, тұтқыр біртекті масса күйінде болды. Сонымен қатар, бұл үлгінің бақылау үлгісінен айтарлықтай айырмашылығы болмады. Ал, 6 г ұнтақ қосылған йогурттан итмұрын жемісінің дәмі айқын сезілді, түсі қызғылт, тұтқыр біртекті масса болды. 9 г ұнтақ қосылған йогурттан итмұрын жемісінің дәмі айқын сезілді, қышқыл дәм басымдай болды, қызғылт түсі айқындау байқалды. Нәтиже бойынша 6 г мөлшердегі итмұрынның қабығы мен жұмсағынан алынған ұнтақ қосылған үлгі органолептикалық көрсеткіштер бойынша йогурт сапасына қойылатын талаптарға сәйкес келді.

Зерттеудің үшінші бөлігі бойынша, яғни йогурт үлгілеріне итмұрынның тұқымынан дайындалған ұнтақтарды қосып зерттеу бойынша тәжірибелік жұмыстың қорытындысы бойынша 3 г ұнтақ қосылған йогурттан итмұрынның иісі мүлдем сезілмеді. Түсі ақ, консистенциясы – біртекті келді. Сондай-ақ, бақылау үлгісінен айтарлықтай айырмашылығы болмады. Ал, 6 г ұнтақ қосылған йогурттан дәннің дәмі аздап сезілді, түсі сарғылт түсті, біртекті қоймалжың масса түрінде болды. 9 г ұнтақ қосылған йогурттан дәннің дәмі анық сезілді, түсі

қошқыл сары болды. Алынған нәтиже бойынша 4 г мөлшердегі ұнтақ органолептикалық көрсеткіштер бойынша йогурт сапасына қойылатын талаптарға сай болды.

Төмендегі 2 – суретте итмұрын өсімдігінің тұтас жемістерінен дайындалған ұнтақтармен байытылған йогурт үлгілерінің көріністері берілген. Итмұрынның әртүрлі бөліктерінен дайындалған ұнтақтардың әртүрлі концентрацияларының йогурт өнімінің органолептикалық көрсеткіштеріне әсерін тәжірибелік зерттеу нәтижелеріне сәйкес келесі зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған 6 г ұнтақ қосылған үлгі таңдалынып алынды.



Сурет 2 – Итмұрын өсімдігінің тұтас жемістерінен дайындалған ұнтақтармен байытылған йогурт үлгілері

Итмұрынның тұтас жемістерінен дайындалған ұнтақпен байытылған йогурттың қауіпсіздік көрсеткіштерін анықтау. Итмұрыннан дайындалған ұнтақпен байытылған йогурттың қауіпсіздік көрсеткіштерін анықтау нәтижелері 2-кестеде берілген. Тұтас итмұрын өсімдігінің ұнтағы мен байытылған йогурт құрамынан цезий, фосфатаза, сальмонелла, ашытқы саңырауқұлақтары, зең саңырауқұлақтары және цезий анықталмады.

Кесте 2 – Итмұрынның тұтас жемістерінен дайындалған ұнтақпен байытылған йогурттың қауіпсіздік көрсеткіштері

Көрсеткіш	Зерттеу үлгісі	Рұқсат етілген деңгей	МЕМСТ сәйкес
Фосфатаза	табылмады	рұқсат етілмейді	МЕМСТ 3623
Сальмонелла см ³ (г)	табылмады	25	МЕМСТ 52841
Сүт қышқылды м/о, КТБ/ см ³ (г)	2,5 x10 ⁹	1x10 ⁷ кем емес	МЕМСТ 10444.11
Ашытқы саңырауқұлақтары, КТБ/ см ³ (г)	табылмады	50 артық емес	МЕМСТ 10444.12
Зең саңырауқұлақтары, КТБ/см ³ (г)	табылмады	50 артық емес	МЕМСТ 10444.12
Ртуть, мг/кг	0,001	0,005 артық емес	МЕМСТ 26927
Цезий-137, Бк/л (кг)	табылмады	40 артық емес	МЕМСТ 32161

Яғни, өнімнің функционалдық мақсатта дайындалған тәжірибелік зерттеу үлгісі жоғарыда көрсетілген нормативтік құжаттардың регламентіне және сапа мен қауіпсіздіктің барлық талаптарына сай келді.

Йогурттың тәжірибелік зерттеу үлгісінің тағамдық құндылығы мен құрамындағы С дәрумені мен антитотықтырғыштардың мөлшерін анықтау. Йогурттың тәжірибелік үлгісінің тағамдық және энергетикалық құндылығын анықтау нәтижелері 3-кестеде берілген. Зерттеуге алынған үлгілердің ішінде жоғарғы энергетикалық құндылыққа және ақуыздың жоғарғы мөлшері итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақпен 6 г байытылған йогуртта байқалды. Ақуыздың 100 г өнімдегі мөлшері бақылау тобында 3,5 г құраса екінші және үшінші топтардағы мөлшері 3,7 г болды. Бұл көрсеткіш бақылау тобымен салыстырғанда 5,4%-ға жоғары. Дайындалған йогурт өнімдерінің құрамындағы майдың жоғары мөлшері итмұрынның тұтас жемісінен алынған ұнтақты 6 г мөлшерде қосқан үлгіде анықталды. Оның мәні 3,6 г тең болды.

Яғни, итмұрын өсімдігінің өнім құрамындағы С дәруменінің мөлшерін арттыруға ықпал ете алады. Өзірленген йогурт өнімі өзінің биологиялық құндылығының жоғарылығымен ерекшеленеді, бұл зерттелген өнімдердің антитотықтырғыш белсенділігімен дәлелденді (4 кесте).

Кесте 3 – Йогурттың тәжірибелік үлгісінің тағамдық және энергетикалық құндылығы, 100 г өнімде

№	Үлгі	Тағамдық құндылығы, 100 г өнімде			Энергетикалық құндылығы, Ккал
		Ақуыз, г	Май, г	Көмірсу, г	
1	бақылау	3,5±0,1	3,5±0,2	5,4±0,4	61,7±1,6
2	I	3,5±0,2	3,5±0,4	5,5±0,3	67,5±1,4
3	II	3,7±0,1	3,6±0,1	5,7±0,1	70,0±1,2
4	III	3,7±0,3	3,5±0,2	5,9±0,1	69,9±1,1

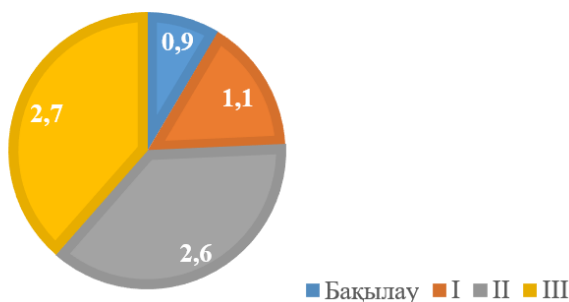
Кесте 4 – Итмұрын өсімдігінің тұтас жемісінен дайындалған ұнтақтармен байытылған йогурт құрамындағы антитотықтырғыштардың мөлшері

№	Байытылған йогурт үлгілері	АОБ, мг/100 г
1	Бақылау	3,6 ± 0,1
2	I	3,9± 0,6
3	II	4,3 ± 0,2
4	III	4,7 ± 0,5

Ғалымдардың зерттеу жұмыстары бойынша итмұрын құрамында майдың ыдырауына жақсы ықпал ететін тилиросайд антиоксиданты бар [10, 11]. Алынған нәтиже бойынша итмұрын өсімдігі антитотықтырғыштардың өнімдегі мөлшерін арттыруға зор әсер етеді. Үшінші топтағы антитотықтырғыштардың мөлшері 4,7 мг/100г болса, бақылау тобында 3,6 мг/100г болды. Бұл көрсеткіш 23%-ға төмен.

Итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақтарымен байытылған йогурт үлгілерінің құрамындағы С дәруменінің мөлшері 3 – суретте берілген.

С дәруменінің мөлшері, мг



Сурет 3 – Итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақпен байытылған йогурт құрамындағы С дәруменінің мөлшері

С дәруменінің анықталған мөлшері бақылау тобында 0,9 мг, бірінші тәжірибелік топта – 1,1 мг, екінші топта – 2,6 мг құраса, үшінші топта – 2,7 мг тең болды. Бақылау тобының көрсеткіші үшінші топпен салыстырғанда 1,8 мг аз (60%), екінші топпен салыстырғанда 1,7 мг аз (47%), ал бірінші топпен салыстырғанда – 0,2 мг аз (18%). Алынған нәтижелер бойынша, итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақты неғұрлым жоғары мөлшерде қолданса, өнімнің құрамындағы С дәруменінің мөлшері де соғұрлым арта түсуде.

Қорытынды Йогурт өнімін байыту мақсатында итмұрынның әртүрлі бөліктерінен дайындалған ұнтақтар әртүрлі концентрацияда қосылды. Органолептикалық көрсеткіштері бойынша ұнтақтардың 6 г концентрациясы қосылған үлгілер талапқа сай келді. Йогурт үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері анықталып, өнімге қойылатын ережеге сәйкес болды. Итмұрынның тұтас жемісінен дайындалған ұнтақтар қосылған үлгілердің химиялық құрамы, энергетикалық көрсеткіштері және құрамындағы С дәруменінің мөлшері мен антитотықтырғыштардың мөлшері анықталды. Итмұрын жемісінің тұтас жемісінен дайындалған ұнтақ функционалдық мақсатта жасалған йогурттың құрамындағы С дәрумені мен антитотықтырғыштырадың үлесін және өнімнің энергетикалық құндылығын арттыруға ықпал етті.

Әдебиеттер тізімі

1. Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: A systematic review / Godswill A.G. et al. // *International Journal of Food Sciences*. – 2020. – Vol.3. – №. 1. – P.1-32.
2. Functional dairy products enriched with plant ingredients / Stanislav S. et al. // *Foods and Raw materials*. – 2019. – Vol. 7. – №. 2. – P. 428-438.
3. Коновалов С.А. Характеристика ассортимента молочных и молкосодержащих десертов функциональной направленности и мировые тенденции их производства / С.А. Коновалов, Н.А. Погорелова, М.В. Евина // *Состояние и перспективы развития наилучших доступных технологий специализированных продуктов питания*. – 2019. – С. 401-406.
4. Здоровый образ жизни: учеб. пособие / В. А. Пискунов и др. – Litres, 2022. – 122 с.
5. Awuchi C.G. Nutritional diseases and nutrient toxicities: A systematic review of the diets and nutrition for prevention and treatment / C.G. Awuchi, V.S. Igwe, I.O. Amagwula // *Journal of Advanced Academic Research*. – 2020. – Vol. 6. – №. 1. – P. 1-46.
6. Вяткин А.В. Обзор методов определения общей антиоксидантной активности / А.В. Вяткин, Е.В. Пастушкова, О.В. Феофилактова // *Современная наука и инновации*. – 2018. – №. 1. – С. 58-66.
7. Anwar H. Antioxidants from natural sources / H. Anwar, G. Hussain, I. Mustafa // *Antioxidants in foods and its applications*. – 2018. – Vol. 3. – P. 3-28.
8. Изучить основные параметры технологий выращивания новых сортов и гибридов зернового сорго / Ш.М. Абасов и др. // *Горное сельское хозяйство*. – 2017. – №. 1. – С. 76-80.
9. Икматова Э.Б. Аграрлық туризм қазіргі жағдайда ауылшаруашылығының экономикалық даму факторы ретінде / Э.Б. Икматова, Ж.А. Дулатбекова, М.С. Толысбаева // *Вестник казахского университета экономики, финансов и международной торговли*. – 2020. – № 2(39). – P. 96-103.
10. Rosehip extract inhibits lipid accumulation in white adipose tissue by suppressing the expression of peroxisome proliferator-activated receptor gamma / A. Nagatomo et al. // *Preventive nutrition and food science*. – 2013. – Vol. 18. – №. 2. – P. 85.
11. Nikishin S.A. Rose hip-component of functional decotion / S.A. Nikishin, N.V. Prazdnichkova // *Modern technologies in the production of agricultural raw materials and food products: current issues of theory and practice: collection. scientific works Kinel: ILC Samara State Agrarian University*. – 2023. – P. 32-35.

References

1. Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: A systematic review / Godswill A.G. et al. // *International Journal of Food Sciences*. – 2020. – Vol.3. – №. 1. – P.1-32. (In English).
2. Functional dairy products enriched with plant ingredients / Stanislav S. et al. // *Foods and Raw materials*. – 2019. – Vol. 7. – №. 2. – P. 428-438. (In English).
3. Konovalov S.A. Kharakteristika assortimenta molochnykh i molokosoderzhashchikh desertov funktsionalnoi napravlennosti i mirovye tendentsii ikh proizvodstva / S.A. Konovalov, N.A. Pogorelova, M.V. Evina // *Costoyanie i perspektivy razvitiya nailuchshikh dostupnykh tekhnologii spetsializirovannykh produktov pitaniya*. – 2019. – S. 401-406. (In Russian).
4. Zdorovyi obraz zhizni: ucheb. posobie / V. A. Piskunov i dr. – Litres, 2022. – 122 s. (In Russian).
5. Awuchi C.G. Nutritional diseases and nutrient toxicities: A systematic review of the diets and nutrition for prevention and treatment / C.G. Awuchi, V.S. Igwe, I.O. Amagwula // *Journal of Advanced Academic Research*. – 2020. – Vol. 6. – №. 1. – P. 1-46. (In English).
6. Vyatkin A.V. Obzor metodov opredeleniya obshchei antioksidantnoi aktivnosti / A.V. Vyatkin, E.V. Pastushkova, O.V. Feofilaktova // *Sovremennaya nauka i innovatsii*. – 2018. – №. 1. – S. 58-66. (In Russian).
7. Anwar H. Antioxidants from natural sources / H. Anwar, G. Hussain, I. Mustafa // *Antioxidants in foods and its applications*. – 2018. – Vol. 3. – P. 3-28. (In English).
8. Izuchit osnovnye parametry tekhnologii vyrashchivaniya novykh sortov i gibridov zernovogo sorgo / SH.M. Abasov i dr. // *Gornoe sel'skoe khozyaistvo*. – 2017. – №. 1. – S. 76-80. (In Russian).
9. Ikmatova EH.B. Agrarlyk turizm kazirgi zhagdaida auylsharuashylygynyn ehkonomikalyk damu faktory retinde / EH.B. Ikmatova, ZH.A. Dulatbekova, M.S. Tolysbaeva // *Vestnik kazakhskogo*

universiteta ehkonomiki, finansov i mezhdunarodnoi torgovli. – 2020. – № 2(39). – R. 96-103. (In Kazakh).

10. Rosehip extract inhibits lipid accumulation in white adipose tissue by suppressing the expression of peroxisome proliferator-activated receptor gamma / A. Nagatomo et al. // Preventive nutrition and food science. – 2013. – Vol. 18. – №. 2. – P. 85. (In English).

11. Nikishin S.A. Rose hip-component of functional decotion / S.A. Nikishin, N.V. Prazdnichkova // Modern technologies in the production of agricultural raw materials and food products: current issues of theory and practice: collection. scientific works Kinel: ILC Samara State Agrarian University. – 2023. – P. 32-35. (In English).

А.Н. Құрманәлі, Т.Б.Абдигалиева*, А.Ж.Жеңісова

Алматынський технологічний університет,
050012, Республіка Казахстан, г. Алматы, улица Толе би, 100
*e-mail: tolkyn_07.08@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОШКОВ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МЕСТНОГО ВИДА ШИПОВНИКА (*Rosa Corymbifera Borkh*) НА КАЧЕСТВО И ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ ЙОГУРТА

В статье представлены результаты проведенной исследовательской работы по определению влияния концентраций (3 г, 6 г и 9 г) порошков, приготовленных из различных частей местного растения шиповника, на пищевую ценность и качественные показатели йогурта, приготовленного в лабораторных условиях. В ходе эксперимента изучалось влияние порошков на органолептические показатели образцов йогурта. Порошки предварительно приготовлены из цельных плодов, кожуры и мякоти, также из семян шиповника. По результатам экспериментального исследования наиболее эффективной оказались варианты, где применяли порошок в количестве 6 г. Далее были определены химический состав и энергетическая ценность, содержание витамина С и количество антиоксидантов в пробах где применяли порошок из цельных плодов шиповника. По результатам исследования показатели безопасности образцов продукции соответствовали требованиям. Высокое значение энергетической ценности и содержание белка были определены на образце йогурта где использовали порошок в количестве 6 г. В третьей экспериментальной группе, где применяли 9 г порошка содержание витамина С относительно было больше. Его значение составляло 2,7 мг, что в 3 раза больше, чем в контрольной группе. Так же, установлено, что содержание антиоксидантов в этой группе было больше на 23% по сравнению с контрольной группой. Считаем, что порошок, приготовленный из цельных плодов шиповника в количестве 6 г можно добавить в состав йогурта для разработки функциональных продуктов.

Ключевые слова: шиповник, йогурт, технология, качество, пищевая ценность, безопасность, продукт.

A.N. Kurmanali, T.B. Abdigaliyeva*, A.Zh. Zhenisova

Almaty Technological University,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, s.Tole bi, 100
*e-mail: tolkyn_07.08@mail.ru

TO STUDY THE EFFECT OF POWDERS MADE FROM A LOCAL SPECIES OF ROSEHIP (*Rosa Corymbifera Borkh*) ON THE QUALITY AND NUTRITIONAL VALUE OF YOGURT

The article presents the results of the research work carried out to determine the effect of concentrations (3 g, 6 g and 9 g) of powders prepared from various parts of the local rosehip plant on the nutritional value and quality indicators of yogurt prepared in the laboratory. The effect of powders on the organoleptic characteristics of yogurt samples was studied. The powders are prepared from whole fruits, peel and pulp, as well as from rosehip seeds. According to the results of the experimental study, the most effective options were those where powders in the amount of 6 g were used.

Further, the chemical composition and energy value, vitamin C content and the number of antioxidants in the samples where whole rosehip fruit powders were used were determined. According to the results of the study, the safety indicators of the product samples met the requirements. A high value of energy value and protein content were determined on a yogurt sample where 6 g of powder was used. In the third experimental group, where 9 g of powder was used, the vitamin C content was relatively higher. Its value was 2.7 mg, which is 3 times more than in the control group. It was also found that the antioxidant content in this group was 23% higher compared to the control group. We believe that a powder made from whole rosehip fruits in an amount of 6 g can be added to yogurt to develop functional products.

Key words: rosehip, yogurt, technology, quality, nutritional value, safety, product.

Авторлар туралы мәліметтер

Ақтоты Нұрданқызы Құрманәлі – магистр, Алматы технологиялық университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасының ассистенті, Алматы, Қазақстан, e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0004-8118-1321>.

Толкын Бакытовна Абдигалиева* – PhD, Алматы технологиялық университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасының қаумдастырылған профессоры, Алматы, Қазақстан, e-mail: tolkyn_07.08@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1404-8852>.

Ақмейір Жеңісқызы Жеңісова – магистр, Алматы технологиялық университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасының ассистенті, Алматы, Қазақстан, e-mail: jenisova1996@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0334-723X>.

Сведения об авторах

Ақтоты Нұрданқызы Құрманәлі – ассистент Алматинского технологического университета кафедры "Пищевая биотехнология", Алматы, Казахстан, e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0004-8118-1321>.

Толкын Бакытовна Абдигалиева* – PhD, асс.профессор Алматинского технологического университета, кафедра «Пищевая биотехнология», Алматы, Казахстан, e-mail: tolkyn_07.08@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1404-8852>.

Ақмейір Жеңісқызы Жеңісова – магистр, ассистент Алматинского технологического университета, кафедра «Пищевая биотехнология», Алматы, Казахстан, e-mail: jenisova1996@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0334-723X>.

Information about the authors

Aktoty Kurmanali – Master's degree, Assistant of the Department of «Food Biotechnology», Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0004-8118-1321>.

Tolkyn Abdigaliyeva* – PhD, Associate Professor of the Department of «Food Biotechnology», Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: tolkyn_07.08@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1404-8852>.

Akmeiir Zhenisova – Master's degree, Assistant of the Department of «Food Biotechnology», Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: jenisova1996@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0334-723X>.

Редакцияға енуі 09.02.2024

Өңдеуден кейін түсуі 28.02.2024

Жариялауға қабылданды 29.02.2024

**Ш.Т. Кырыкбаева^{1*}, Ж. Қалибекқызы¹, А.А. Майоров², З.В. Капшакбаева³,
Ш.К. Жакупбекова¹**

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²Федералды Алтай агробиотехнология ғылыми орталығы,
656910, Ресей федерациясы, Барнаул қ., Научный городок, 35

³Торайғыров Университеті,
140010, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломова 64 көш.

*e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru

ӨСІМДІК КОМПОНЕНТІ ҚОСЫЛҒАН ТҰЗДЫ ЖҰМСАҚ ІРІМШІККЕ САРАПТАМАЛАР ЖАСАУ

Аңдатпа: Мақалада өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшікті дайындау барысы және жасалған арнайы зерттеулер, өнімнің рецептурасы, өнімнің сапа көрсеткіштері туралы жазылған.

Өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшіктің рецептурасы, физика-химиялық, микробиологиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Шикізаттың сапасын анықтаудағы және оны әрі қарай өңдеуге арналған шикізат ретінде таңдаудағы маңызды көрсеткіштердің бірі оның физика-химиялық қасиеттері мен органолептикалық көрсеткіштері болып табылады. Зертханалық жағдайда физика-химиялық көрсеткіштерді мен қоса жұмсақ тұзды ірімшіктің микробиологиялық көрсеткіштері зерттелді.

Кепілді сапалы ірімшік өндіру мақсатында құлмақ қауіпсіздігі параметрлеріне зерттеулер жүргізілді, сондай-ақ сүт-шикізаттың физика-химиялық құрамы зерттелді. Өсімдік сығындысын енгізу кезеңі анықталды.

Сондай-ақ, ірімшіктің тиімді рецептурасы жасалынды. Өсімдік компоненті қосылған тұзды жұмсақ ірімшікті сақтауға арнайы тұздығының мөлшері де есептелінді, нәтижесінде тұздықта батырылған жұмсақ ірімшіктің сақтау мерзімі ұзақ әрі дәмі өте жағымды болатындығын көрсетеді. Тұзды суда сақталған ірімшік анағұрлым сақталу мерзімі ұзарады, дәмі де анағұрлым жағымды болып келеді.

Зерттеу жұмыстарының барлығы Барнаул қаласындағы (Ресей) федералды Алтай агробиотехнология ғылыми орталығына қарасты ірімшік өндіру институтының зертханасында жүргізіліп, арнайы протоколмен есепке алынды.

Түйін сөздер: сүт, ірімшік, өсімдік компоненті, микробиология, бағалау, сапа.

Кіріспе

Халықты азық-түлікпен, оның ішінде шаруашылықтардағы жануарлардан алынатын өнімдермен қамтамасыз ету елдің агроөнеркәсіптік кешенінің басым міндеті болып табылады. Осындай тағамдардың бірі сүт және сүт өнімдері [1-3]. Қайта өңдеуге арналған шикізат ретінде сүт тек азық-түлікке ғана емес, сонымен қатар өндірістегі адамдарды жұмыспен қамту тұрғысынан әлеуметтік маңызға ие. Сүт өнеркәсібі сүт өнімдерінің үлкен ассортиментін, соның ішінде май, ірімшік және т. б. сүт өнімдері сияқты терең өңдеуді қарастырады [3-6].

Қазіргі уақытта әлемде санкциялық процестерге байланысты елде отандық және шетелдік технологиялар бойынша ірімшік өндірісі кеңінен дамуда; ірімшік цехтары салынуда, фермерлік шаруашылықтар ірімшік өндіруде, ірі сүт өңдеу кәсіпорындарына ірімшік өндірісі енгізілуде. Алайда, олардың өндірісі қажеттіліктен артта қалуды жалғастыруда және сауда желілерінде сатылатын сүт өнімдерінің едәуір бөлігі ірімшік өнімі болып табылады және тұтынушының талаптарына сәйкес келе бермейді. Тұтынушының қажеттіліктерін, оның ішінде ірімшіктердің дәмдік қасиеттерін, олардың тағамдық құндылығын қамтамасыз ету, әртүрлі мақсаттарда, тамақ өнімдерін дайындау үшін ірімшік өндірісін дамытуды жалғастыру және ірімшіктердің ассортименті мен өндірісін ұлғайту қажет [7-8].

Сүт өнімдерінің алуан түрлілігінің ішінде ірімшіктер жетекші орын алады, өйткені ірімшік жоғары қоректік, биологиялық тұрғыдан толық өнім болып саналады.

Ассортиментті кеңейтуден басқа, бүгінгі күні ірімшік рецептурасын әзірлеу кезінде тағамдық құндылығын арттыруға назар аударылады.

Ірімшік-жоғары биологиялық құндылығымен сипатталатын ақуыз өнімі. Бұл өнімді тұтынуға деген қызығушылық жыл сайын пайдалы тағам ретінде артып келеді. Негізгі технология бойынша ірімшік өндіру органолептикалық және тұтынушылық қасиеттерінің алуан түрлілігімен ерекшеленетін сорттарды жасауға мүмкіндік береді [5]. Тұтынушылардың өсіп келе жатқан талаптарын толық қанағаттандыру үшін өсімдік компоненттерін қолданған жөн, олар өз кезегінде ірімшіктердің ассортиментін кеңейтіп қана қоймай, сонымен қатар ірімшіктердің органолептикалық және сапалық көрсеткіштерін жақсартады.

Соңғы кездері азық-түлік технологиясында олардың сақтау мерзімін ұзарту және биологиялық құндылығын арттыру үшін антиоксиданттар қолданылады. Табиғи антиоксиданттар тотығу реакцияларының жылдамдығын төмендететіні белгілі, осылайша өнімнің сақтау мерзімін ұзартады. Антиоксиданттық қасиеттері бар биологиялық белсенді заттардың табиғи көздерінің бірі-құлмақ. Құлмақ биологиялық белсенді заттардың ең бай көзі болып табылады және рецепт бойынша құнды компонент болып табылады. Алайда, осы уақытқа дейін құлмақ өнімдерінің технологиясы әзірленбеген.

Құлмақтың липидтердің тез тотығуына жол бермейтін бос радикалдарды байланыстыру қабілеті туралы деректер бар, бұл оған антиоксиданттық қасиеттер береді. Сондықтан бұл зерттеулер өзекті болып табылады. Құлмақтың микробқа қарсы және вирусқа қарсы қасиеттері туралы мәліметтер бар [9].

Бұл зерттеу сүт өнеркәсібінде, атап айтқанда ірімшік өндірісінде құлмақты қолданудың ықтимал мүмкіндігін зерттеуге бағытталған. Құлмақтың химиялық құрамы мен антиоксиданттық белсенділігін зерттеуге бағытталған шетелдік ғалымдардың бірқатар ғылыми еңбектері бар.

Ірімшік жасаудың негізгі мәселелерінің бірі липидтердің тотығуы екені белгілі [10]. Бұл процесс ірімшік өндіру және оны сақтау процесіне әсер етуі мүмкін. Мұның себебі пероксидті тотығу өнімдерінің жинақталуы болып табылады, бұл өнімнің сақтау мерзімі мен жарамдылық мерзіміне айтарлықтай әсер етеді [5].

Алайда, белгілі бір өсімдік компоненттерін қосқанда, өсімдік компоненттерінің қауіпсіздік деңгейін, атап айтқанда олардың ауыр металдарды жинақтауын ескеру қажет.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, ірімшік өндіру технологиясын зерттеу және табиғи өсімдік компоненттерін енгізу арқылы дәмдік қасиеттерін өзгерту арқылы оның ассортиментін кеңейту өзекті және практикалық маңызға ие. Біздің зерттеулеріміздің мақсаты өндіріс технологиясын зерттеу және өсімдік компоненттері қосылған тұзды ірімшігінің сапасын оның нормативтік көрсеткіштеріне сәйкестігін бағалау болдып табылады.

Зерттеу материалы мен әдістері. Зерттеу бөлімі Барнаул қаласындағы (Ресей) федералды Алтай агробихотехнология ғылыми орталығына қарасты ірімшік өндіру институтының зертханасында жүргізілді.

Зерттеу нысаны ретінде табиғи сиыр сүтінен дайындалған өсімдік компоненті қосылған тұзды жұмсақ ірімшігі алынды. Сапа көрсеткіштерін зерттеу МемСТ 33959-2016 нормативтік құжаттамасының талаптарына сәйкес жалпы қабылданған әдістермен жүргізілді. Техникалық шарттар. Зерттеу әдістері бойынша сүт өнімдерінің ассортиментін кеңейту мақсатында ірімшіктің жаңа түрі өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшіктің рецептурасы жасалынды және өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшіктің физика-химиялық көрсеткіштері, микробиологиялық зерттеулері мен өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды жұмсақ ірімшікке органолептикалық сараптамалар жүргізілді. Сондай-ақ өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшіктің микробиологиялық көрсеткіші МемСТ 32901-2014 Сүт және сүт өнімдері. Микробиологиялық зерттеу әдістері бойынша бағаланды. Дайын өнімнің физика-химиялық көрсеткіші 2 үлгіні салыстыру арқылы жүргізілді және зерттеу нәтижесі арнайы протоколмен расталып 3-ші кестеде берілді және дайын өнімнің микробиологиялық көрсеткіштері 4-ші кестеде көрсетілген.

Зерттеудің нәтижелері. Өсімдік компоненті қосылған тұзды жұмсақ ірімшік пастерленген сиыр сүтінен дайындалды. Пастерленбеген сүттен ірімшік дайындауға шағын зауыттардағы шалғайдағы жайылымдарда оны міндетті түрде ұстау (пісіп - жетілу) кезінде өнімділік кәсіпорындарында кемінде 60 күн тұрғызу тәртібімен ғана жол беріледі [11,12,13].

Біздің жағдайда біз жұмсақ тұзды ірімшігін дайындау кезінде өсімдік компонентін енгізуді ұсынамыз – ол, құлмақ экстрактісі болып табылады. Жұмсақ тұзды ірімшік өнімнің рецептурасы 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Жұмсақ тұзды өсімдік компоненті қосылған ірімшіктің рецептурасы

Шикізат	Өсімдік компоненттерімен
Сүт, кг	10
Сүт қышқылды ашытқы, %	Сүттен 1%
Фермент, г	0,25
Кальций хлор, г	2,5
Құлмақ экстрактісі, мл	200

Өсімдік компоненттерінің мөлшері негізгі шикізат – сиыр сүті мөлшерінің 0,001 және 0,0002% құрады.

Ірімшік жұмсақ тұзды ірімшіктерді дайындау бойынша технологиялық нұсқаулықтың талаптарына сәйкес дайындалды. Өсімдік компоненті ферментті қосу кезінде енгізілді.

Тұзды ірімшіктерді оларды дайындағаннан кейін бірден қолдануға болатындықтан, біз дайындалған ірімшіктің сапасын тұзды ерітіндіде тұздалғаннан кейін бағаладық, біздің тұзды ірімшігіміз 5% тұзды ерітіндіде тұздалды. Пішіні, мөлшері және салмағы бойынша тұзды ірімшіктер 2-кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес келуі керек. Кестеден дайын алынған ірімшіктің пішіні мен салмағы нормативтік құжаттаманың талаптарына сәйкес келетіндігін көруге болады.

Кесте 2 – Тұзды ірімшіктің пішіні мен массасына қойылатын талап

Ірімшік атауы	Ірімшіктің пішіні (МеМСТ 33959-2016)	Размері, см				Салмағы, кг
		Ұзындығы	Ені	Биіктігі	Диаметрі	
Брынза	Шаршы негізі бар жолақ	10-11	10-11	7-9	-	1,0-1,5
	Дөңгелек беттері бар сәл дөңес бүйір беті бар цилиндр	-	-	9-11	7-9	0,5-0,8
Өсімдік компоненті қосылған тұздалған ірімшік	Шаршы негізі бар жолақ	11,5	10,5	8	-	1,6

Физика-химиялық көрсеткіштер бойынша өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшікті зерттеу жұмыстары федералды Алтай агроботехнология ғылыми орталығына қарасты Сібір ірімшігі ғылыми-зерттеу институтының сүт және сүт өнімдері биохимиясы зертханасында жүргізілді. Зерттеу нәтижесі 3 кестеде көрсетілген.

Кесте 3 – өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшіктің физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	№ 1 үлгі	№ 2 үлгі
Шикізаттағы май мөлшері, %	13,56±1,09	14,84±1,09
Құрғақ зат мөлшері, %	32,09±1,16	34,06±1,64
Құрғақ заттағы май мөлшері, %	42,27±3,40	43,57±3,19
Ылғал мөлшері, %	67,91±1,16	65,94±1,64
ірімшіктегі ылғалдың массалық үлесі, %	78,57±0,72	77,43±0,72
Белсенді қышқылдық, рН	5,90±0,03	5,75±0,02

Барнаул қаласындағы (Ресей) федералды Алтай агроботехнология ғылыми орталығына қарасты ірімшік өндіру институтының зертханасында жұмсақ тұзды ірімшіктің микробиологиясының 2 үлгісі алынып зерттелді. Зерттеу нәтижесі 4-ші кестеде көрсетілген:

Кесте 4 – өсімдік компоненті қосылған жұмсақ тұзды ірімшіктің микробиологиялық көрсеткіштері

Ірімшік үлгісі, №	Көрсеткіштері		
	Мезофильді лактококктар (<i>Lactococcus spp.</i>), КТБ /г*	ІТТБ**, КТБ /г	МАФАМС***, КТБ /г
1	$1,0 \times 10^7$	табылмады	$1,6 \times 10^8$
2	$1,0 \times 10^8$	табылмады	$2,6 \times 10^8$

Ескертпелер: *КТБ/г – 1 г колония түзетін бірлік; **ІТТБ – ішек таяқшалары тобының бактериялары; ***МАФАМС – мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің саны.

№ 2 үлгідегі сүт қышқылы лактококктарының саны (тәжірибелік нұсқа) $1,0 \times 10^8$ КТБ /г құрады және $-1,0 \times 10^8$ КТБ /г бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары болды.

№ 1 үлгідегі мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің саны $-1,6 \times 10^8$ КТБ /г, № 2 үлгідегі $-2,6 \times 10^8$ КТБ /г сәл жоғары болды.

Ішек таяқшалары тобының бактериялары табылған жоқ.

№ 1 және № 2-ші үлгілердің сапасын бағалау:

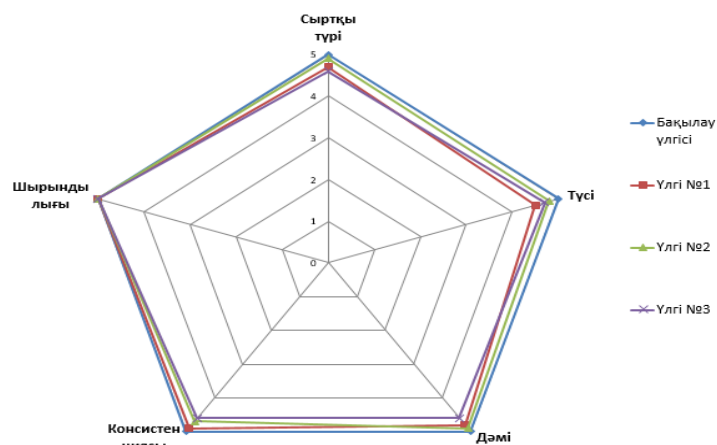
– МемСТ 32901-2014 Сүт және сүт өнімдерінің өнімдері. Микробиологиялық талдау;

– Кеден одағының "Сүт өнімдерінің қауіпсіздігі туралы" техникалық регламенті (ТР ТС 033/2013);

– Сүт өнеркәсібі кәсіпорындарында өндірістік микробиологиялық бақылауды ұйымдастыру бойынша әдістемелік ұсынымдар (маңызды микроорганизмдер атласымен) арқылы жүргізілді.

Тұзды ірімшік өндірілгеннен кейін МемСТ 33630-2015 сәйкес дайын өнімнің дәміне органолептикалық бағалау арнайы құрылған дегустациялық комиссияның қатысуымен 50 балдық шкала бойынша жүргізілді. Дәмдік бағалау деректері 5-кестеде келтірілген. Бақылау ретінде құлмақ экстрактісі қосылмаған тұзды жұмсақ ірімшік бағаланды және өсімдік экстрактісінің 5 үлгісі алынды, олар құлмақ экстрактісінің 1%, 2%, 3%, 4% және 5% – тік қосындысы.

Жүргізілген зерттеулер бойынша ірімшік орташа тұзды, ірімшік дәмі мен хош иісіне ие енгізілген өсімдік компонентіне тән. Өімдік компоненттері қосылған ірімшік қамырының түсі ақ біркелкі. Консистенциясы біркелкі, массасы бойынша компоненттердің біркелкі таралуы, орташа тығыз, суретсіз. Беті тегіс, серпянка іздері бар, қабығы жоқ. Тұзды ерітіндінің түсі мөлдір, ірімшік үгіндісі бар. Тұзды ерітінді ірімшіктің ұзақ сақталуын қанағаттандыру үшін 5%-тік тұз ерітіндісі таңдалды. Бұндай ерітіндіде тұзды ірімшікті 20-60 тәулік сақтауға болады.



Сурет 1 – тұзды жұмсақ ірімшікті органолептикалық бағалау

Тұзды ірімшік үлгілерін органолептикалық бағалау 2% мөлшерінде құлмақ экстрактісі қосылған ірімшік үлгісінің үйлесімді иісі мен дәмі бар, дәмдік рейтингі жоғары екенін көрсетті. Осылайша, 2% құлмақ экстрактісін қолдану ең жақсы органолептикалық көрсеткіштерге қол жеткізуге мүмкіндік беретіні анықталды.

Қорытынды

Мақаланы қорыта келе біздің жағдайда өсімдік компоненттері бар жұмсақ тұзды ірімшік өндірісінде нормативтік құжаттаманың талаптарына сәйкес келетін өнім алынады. Жаңа өнімге микробиологиялық, физико-химиялық зерттеулер жүргізілді, сондай-ақ жаңа өнім ассортименті өсімдік компоненті қосылған тұзды жұмсақ ірімшігінің рецептурасы дайындалды. Жұмыс барысында тұздың мөлшері минималды талаптар деңгейіне сай келіп 5%-тік тұзды ерітінді таңдалды. Осылайша, дайын тағамдарды шығаратын цех жағдайында дайындалған өсімдік компоненті қосылған тұзды жұмсақ ірімшігі талаптарға сәйкес келеді және өндіріске ұсынуға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Биотехнологические особенности производства молочных продуктов: учеб. пособие / Н.С. Безверхая, А.А. Нестеренко, А.А. Бектурганова и др. – Алматы. – 2020. – С. 385-386.
2. Биотехнологические аспекты ферментированных молочных продуктов функционального назначения: монография / М.В. Темербаева, М.Б. Ребезов, А.И. Матибаева и др. – Алматы. – 2020. – С. 211.
3. Технологии сыров: учеб. пособие / Н.Г. Догарева, О.Г. Лоретц, М.Б. Ребезов и др. – Алматы. – 2019. Часть 1. – С 102.
4. Технологии сыров: учеб. пособие / Н.Г. Догарева, О.Г. Лоретц, М.Б. Ребезов и др. – Алматы. – 2019. – Часть 2.
5. Сучкова Е.П. Исследование процесса получения экстрактов из растительного сырья и их использование в производстве сыров / Е.П. Сучкова, Руба Хуссайне // Новые технологии. – 2021. – Том 17, № 4. – С. 72-83. <https://oi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-72-83>.
6. Неверова О.П. Эффективность производства твердых сыров / О.П. Неверова, О.В. Горелик, И.А. Долматова // Теория и практика современной аграрной науки: сборник III национальной (всероссийской) науч. конф. с международным участием, Новосибирский гос-ый аграрный университет. – 2020. – С. 424-427.
7. Долматова И.А. Балльный метод в органолептической оценке качества / И.А. Долматова, О.В. Горелик, Е.С. Семьянова // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. 2019. – С. 104-110.
8. Шарова Ю.К. Технология производства сыра «Качотта» / Ю.К. Шарова, О.П. Неверова // Молодежь и наука. – 2019. – № 3. – С. 98.
9. Yamaguchi N. In vitro evaluation of antibacterial, anticollagenase, and antioxidant activities of hop components (*Humulus lupulus*) addressing acne vulgaris / N. Yamaguchi, K. Satoh-Yamaguchi, M. Ono // Phytomedicine. – 2009, Apr., 16 (4). – P. 369-376.
10. Хиценко А.В. Новые технологии мягких сычужных сыров из козьего молока / А.В. Хиценко, О.П. Неверова // Молодежь и наука. – 2018. – № 5. – С. 117.
11. Кремешков А.Ю. Анализ технологии производства творожного сыра «Шевре» из козьего молока / А.Ю. Кремешков, О.П. Неверова // Молодежь и наука. – 2018. – № 4. – С. 65.
12. Баталов А.С. Сыропригодность молока и методы ее повышения / А.С. Баталов, О.П. Неверова // Молодежь и наука. – 2017. – № 4-2. – С. 90.
13. Неверова О.П. Перспективы развития производства сыров семейства «Моцарелла» в Свердловской области / О.П. Неверова, Е.Ю. Панкова, С.О. Гневанова // Молодежь и наука. – 2016. – С. 65.

References

1. Biotekhnologicheskie osobennosti proizvodstva molochnykh produktov: ucheb. posobie / N.S. Bezverkhaya, A.A. Nesterenko, A.A. Bekturganova i dr. – Almaty. – 2020. – S. 385-386. (In Russian).
2. Biotekhnologicheskie aspekty fermentirovannykh molochnykh produktov funktsional'nogo naznacheniya: monografiya / M.V. Temerbaeva, M.B. Rebezov, A.I. Matibaeva i dr. – Almaty. – 2020. – S. 211. (In Russian).
3. Tekhnologii syrov: ucheb. posobie / N.G. Dogareva, O.G. Loretts, M.B. Rebezov i dr. – Almaty. – 2019. Chast 1. – S 102. (In Russian).
4. Tekhnologii syrov : ucheb. posobie / N.G. Dogareva, O.G. Loretts, M.B. Rebezov i dr. – Almaty. – 2019. – Chast 2. (In Russian).

5. Suchkova E.P. Issledovanie protsessa polucheniya ehkstraktov iz rastitel'nogo syr'ya i ikh ispol'zovanie v proizvodstve syrov / E.P. Suchkova, Ruba Khussaine // Novye tekhnologii. – 2021. – Tom 17, № 4. – S. 72-83. <https://oi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-72-83>. (In Russian).
6. Neverova O.P. Ehffektivnost' proizvodstva tverdykh syrov / O.P. Neverova, O.V. Gorelik, I.A. Dolmatova // Teoriya i praktika sovremennoi agrarnoi nauki: sbornik III natsional'noi (vserossiiskoi) nauch. konf. s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirskii gos-yi agrarnyi universitet. – 2020. – S. 424-427. (In Russian).
7. Dolmatova I.A. Ball'nyi metod v organolepticheskoi otsenki kachestva / I.A. Dolmatova, O.V. Gorelik, E.S. Sem'yanova // Novye kontseptual'nye podkhody k resheniyu global'noi problemy obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti v sovremennykh usloviyakh: sbornik statei VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2019. – S. 104-110. (In Russian).
8. Sharova YU.K. Tekhnologiya proizvodstva syra «KachottA» / YU.K. Sharova, O.P. Neverova // Molodezh' i nauka. – 2019. – № 3. – S. 98. (In Russian).
9. Yamaguchi N. In vitro evaluation of antibacterial, anticollagenase, and antioxidant activities of hop components (*Humulus lupulus*) addressing acne vulgaris / N. Yamaguchi, K. Satoh-Yamaguchi, M. Ono // Phytomedicine. – 2009, Apr., 16 (4). – R. 369-376. (In English).
10. Khitsenko A.V. Novye tekhnologii myagkikh sychuzhnykh syrov iz koz'ego moloka / A.V. Khitsenko, O.P. Neverova // Molodezh' i nauka. – 2018. – № 5. – S. 117. (In Russian).
11. Kremeshkov A.YU. Analiz tekhnologii proizvodstva tvorozhnogo syra «ShevrE» iz koz'ego moloka / A.YU. Kremeshkov, O.P. Neverova // Molodezh' i nauka. – 2018. – № 4. – S. 65. (In Russian).
12. Batalov A.S. Syroprigodnost' moloka i metody ee povysheniya / A.S. Batalov, O.P. Neverova // Molodezh' i nauka. – 2017. – № 4-2. – S. 90. (In Russian).
13. Neverova O.P. Perspektivy razvitiya proizvodstva syrov semeistva «MotsarellA» v Sverdlovskoi oblasti / O.P. Neverova, E.YU. Pankova, S.O. Gnevanova // Molodezh' i nauka. – 2016. – S. 65. (In Russian).

**Ш.Т. Кырыкбаева^{1*}, Ж. Қалибекқызы¹, А.А. Майоров², З.В. Капшакбаева³,
Ш.К. Жакупбекова¹,**

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А

²Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий,

656910, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, 35

³Торайгыров Университет,

140010, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова 64

*e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОЛЕНОГО МЯГКОГО СЫРА С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА

В статье рассказывается о ходе приготовления мягкого соленого сыра с добавлением растительного компонента и проведенных специальных исследованиях, рецептуре продукта, показателях качества продукта.

Приведены результаты исследования физико-химических, микробиологических показателей, физико-химических показателей мягкого соленого сыра с добавлением растительного компонента. Одним из важнейших показателей при определении качества сырья и выборе его в качестве сырья для дальнейшей переработки являются его физико-химические свойства и organolepticheskie показатели. В лабораторных условиях изучены микробиологические показатели мягкого соленого сыра, включая физико-химические показатели.

В целях производства сыра гарантированного качества проведены исследования параметров безопасности хмеля, а также изучен физико-химический состав молочно-сырьевого сырья. Определена стадия введения растительного экстракта.

Также была разработана эффективная рецептура сыра. Также было рассчитано количество специального соуса для хранения готового продукта, что свидетельствует о

том, что мягкий сыр, обмакнутый в соус, имеет длительный срок хранения и очень приятный на вкус.

Все исследования проводились в лаборатории Института сыроделия при Федеральном Алтайском научном центре агроботехнологий г. Барнаула (Россия) и были учтены по специальному протоколу.

Ключевые слова: молоко, сыр, растительный компонент, микробиология, оценка, качество.

**S.T. Kyrykbaeva^{1*}, Z. Kalibekkyzy¹, A.A. Mayorov², Z.V. Kapshakbayeva³,
S.K. Zhakupbekova¹,**

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Federal Altai scientific center of agrobiotechnologies,
656910, Altai Territory, Barnaul, Scientific town, 35

³ToraighyrovUniversity,
140010, Kazakhstan, Pavlodar, Lomov str.64

*e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru

EVALUATION OF THE QUALITY OF SALTY SOFT CHEESE WITH THE ADDITION OF A VEGETABLE COMPONENT

The article describes the course of cooking soft salty cheese with the addition of a vegetable component and conducted special studies, product reviews, product quality indicators.

The results of the study of physico-chemical, microbiological parameters, physico-chemical parameters of soft salted cheese with the addition of a vegetable component are presented. One of the most important indicators in determining the quality of raw materials and choosing them as raw materials for further processing are its physico-chemical properties and organoleptic characteristics. Microbiological parameters of soft salted cheese, including physico-chemical parameters, were studied in laboratory conditions.

In order to produce cheese of guaranteed quality, studies of hop safety parameters were carried out, as well as the physico-chemical composition of dairy raw materials was studied. The stage of administration of the plant extract has been determined.

An effective cheese recipe has also been developed. The amount of special sauce for storing the finished product was also calculated, which indicates that the soft cheese dipped in the sauce has a long shelf life and tastes very pleasant.

All studies were conducted in the laboratory of the Institute of Cheese Making at the Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology in Barnaul (Russia) and were taken into account according to a special protocol.

Key words: milk, cheese, vegetable component, microbiology, evaluation, quality.

Авторлар туралы мәліметтер

Шынар Турарбековна Кырыкбаева* – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail:kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Жанар Қалибекқызы – б.ғ.к., Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Александр Альбертович Майоров – т.ғ.д., профессор, Федералды Алтай агроботехнология ғылыми орталығы, Ресей федерациясы, e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4994-3205>.

Зарина Владимировна Капшакбаева – «Торайғыров Университеті», Қазақстан, z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: siyanie88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Сведения об авторах

Шынар Турарбековна Кырыкбаева* – Университет имени Шакарима города Семей, Казахстан; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Жанар Калибеккызы – к.б.н, Университет имени Шакарима города Семей, Казахстан; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Александр Альбертович Майоров – д.т.н., профессор, Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Россия, e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4994-3205>.

Зарина Владимировна Капшакбаева – НАО «Торайгыров Университет», Казахстан, z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – Университет имени Шакарима города Семей, Казахстан; e-mail: siyanie88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Information about the authors

Shynar Kyrykbaeva* – Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Zhanar Kalibekkyzy – Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Alexandr Albertovich Mayorov – Federal Altai scientific center of agrobiotechnologies, Russia, e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4994-3205>.

Zarina Kapshakbayeva – Non-profit joint-stock company «Toraighyrov University», Kazakhstan, z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Shugyla Zhakupbekova – Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Редакцияға енуі 21.02.2024

Өңдеуден кейін түсуі 28.02.2024

Жариялауға қабылданды 29.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-21

МРНТИ: 65.33.29



Ф.А. Махмудов¹, С.Т. Азимова[†], М.Б. Ребезов², А.И. Изтаев¹, З.К. Конарбаева³

¹Алматинский технологический университет, Казахстан,
050011, г. Алматы, ул. Толе би 100

²Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова,
109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина 26

³Южно-Казахстанский университет имени Мухтара Ауэзова,
160021, Казахстан, г. Шымкент, просп. Тауке хана 5

*e-mail: sanaazimova@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВО ВЫПЕЧЕННОГО ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛЬНОМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Аннотация: В данной статье рассматривается возможность улучшить и расширить ассортимент функционального хлеба. Проведен ряд лабораторных выпечек хлеба из полученной нами цельносомлотой пшеничной муки различной крупности, за контроль принят хлеб из пшеничной муки 1 сорта, выпеченного в лаборатории Muhlenchemie Technology Center TOO «Synar Group» (г. Алматы).

Целью данной работы являлось исследование влияния муки различных по крупноте помолов на качества хлеба, приготовленного из муки цельносомлотой пшеничной, Мука, использованная для выпечки хлеба была обработана инертным газом – азотом. Обработку азотом применили для увеличения сохранности муки при хранении.

Хлеб из крупного помола характеризовался более низким объемом 1670 см^3 и малой пористостью мякиша $43,56\%$, что значительно ниже показателей хлеба из муки среднего и мелкого помолов. Результаты лабораторной выпечки хлеба из цельносомлотой пшеничной муки среднего помола, в сравнении с другими образцами, показали лучшие хлебопекарные свойства. Так, при пористости мякиша $63,87\%$ объемный выход хлеба из муки среднего помола составил 2180 см^3 , из муки мелкого помола объем выпеченного хлеба был на 15% ниже, чем из муки среднего помола и составил 1770 см^3 .

По содержанию жира образцы хлеба отличаются значительно, более, чем в 2 раза выше в сравнении с хлебом из пшеничной муки 1 сорта. Массовая доля углеводов в образцах хлеба из цельносомлотой муки различных помолов ниже, чем в хлебе из пшеничной муки 1 сорта. Так, в хлебе из цельносомлотой муки крупного помола количество углеводов составило $45,96\%$; среднего $45,13\%$; мелкого $43,37\%$.

Ключевые слова: хлеб, цельносомлотая, пшеница, мука, качество, физико-химические показатели, помол.

Введение

Развитие зерновой отрасли в Казахстане, как приоритетное направление, обеспечивает внутренние потребности населения страны и обладает высоким экспортным потенциалом. По размерам посева зерна республика находится на шестом месте в мире – 36 млн га, при этом имеются возможности для расширения посевных площадей [1-4].

В Казахстане одним из востребованных продуктов является хлеб. Между тем, население стало употреблять меньше пшеничного хлеба и больше ржаного. Согласно статистическим данным, в этот период на одного человека приходилось 876 граммов ржаного и ржано-пшеничного хлеба – это на 13% больше, чем в 2022 году. Потребление пшеничного хлеба из муки 1 сорта составляло 7 кг в квартал на душу населения – это на $7,8\%$ меньше за год.

Однако, чем больше производителей хлебобулочной продукции, тем больше вероятность того, что создаётся однотипный продукт, или продукт, созданный путём фальсификации, а также, продукт, не соответствующий определенным стандартам качества. Следовательно, введение в производства хлебобулочной продукции инновационных технологий создания многофункциональных видов хлеба, которые в свою очередь, имеют повышенную пищевую ценность, благоприятно влияющую на органы пищеварения и обменные процессы в организме человека, представляется многообещающим направлением в решении проблемы улучшения здоровья населения.

В связи с тем фактом, что проблема качества хлеба, потребляемого населением, довольно актуальна и критична, в работе было проведено исследование качества хлеба, приготовленного из муки цельносомлотой, различных помолов из зерна пшеницы, и функционального хлеба, приготовленного из муки с обработанной при хранении инертным газом – азотом [6-8].

Технология приготовления хлеба заключается в том, что компоненты, как мука проходит азотную обработку на установках. Агенты азота давно используются для обеззараживания продуктов. Одной из уникальных способностей установок является повышение пищевой ценности продуктов за счёт способности нейтрализовать вредные микроорганизмы. С помощью данной технологии открывается возможность создавать экологически чистый продукт. Таким образом, использование данной обработки представляется одним из возможных способов повышения качества хлебобулочных изделий. Размер пшеничной муки, то есть размер частиц муки, имеет большое значение в хлебопекарном производстве, что влияет на биохимические и коллоидные процессы в тесте и, как следствие, на свойства теста, качество и выход хлеба [9-11].

Условия и методы исследования. Измельчение зерна происходило в дезинтеграторе пальцевом однороторном восьмирядном ДПО-320-7,5, предназначенном для измельчения злаков и круп. Размеры измельченных частиц зерна пшеницы, которую регулировали изменением частоты вращения ротора, варьировала от самых крупных (более 1000 мкм) до мелких ($5-10$ мкм) частиц. ЦПШМ (цельнозерновая пшеничная мука) мелкого помола вырабатывали при скорости вращения ротора 3000 об/мин, ЦПШМ среднего помола – при скорости вращения ротора 2100 об/мин и ЦПШМ крупного помола – при скорости вращения ротора 1200 об/мин.

Замес производился в тестомесильной машине Diosno на первой скорости (медленно) 2 мин и 7 минут быстро с температурой воды 18-19 градусов. Расстойку проводили в расстоечном шкафу (Германия) MIWE GR при температуре 39°C на 1 час. Выпечка производилась в лабораторной подовой печи MIWE condo при температуре 210-230°C в течении 30-35 минут.

Влажность определяется согласно СТ РК ИСО 712-2015 «Зерновые и продукты из них. Определение содержания влаги. Обычный контрольный метод». Кислотность определяется согласно ГОСТ 27493-87 Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке. Зольность определяли определяются в Инфракрасном анализаторе «ИнфраЛЮМ ФТ-10». Объем выпеченного формового хлеба определяли с помощью измерителя марки РЗ-БИО согласно ГОСТ 27669-88.

Результаты и обсуждения

Отдельные авторы, с целью использования потенциала нестандартного зерна рекомендуют производить цельносмолотую муку из пророщенного зерна пшеницы.

Получение цельносмолотой муки на основе пророщенного зерна пшеницы позволяет получить пищевой ингредиент с увеличенным количеством аминокислот, витаминов и придать конечному продукту антиоксидантные свойства, а также повысить качество и сохраняемость готовых изделий. На сегодняшний день в России и Казахстане отсутствует нормативная документация, которая могла бы регламентировать данное направление в технологии продуктов питания, формировать новую ассортиментную линейку полезных и безопасных продуктов. Эпидемиологические исследования Giacco, Jacobs, Mellen и других авторов показали, что потребление продуктов из цельного зерна может снизить риск сердечнососудистых заболеваний, различных типов рака, диабета 2 типа и, возможно, улучшить регуляцию массы тела. Оптимальный химический состав и строение пищевой матрицы цельного зерна пшеницы могут способствовать профилактическому действию и снижению рисков появления хронических заболеваний. Также было высказано предположение, что, помимо воздействия пищевых волокон, синергетическое действие некоторых биоактивных соединений также способствует защите здоровья и поддержанию нормальной жизнедеятельности организма. В цельносмолотой пшеничной муке все анатомические компоненты зерна, такие как эндосперм, зародыш и оболочечные слои, присутствуют в тех же пропорциях, что и в зерне. Такая мука содержит значительно больше пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ по сравнению с сортовыми видами муки [12-17].

Для того, чтобы приготовить цельносмолотый хлеб то было первоначально измельчение зерна происходило в дезинтеграторе пальцевом однороторном восьмирядном ДПО-320-7,5. Продуктами помола зерна пшеницы явились цельнозерновая (цельносмолотая) пшеничная мука (ЦПШ М) крупного, среднего и мелкого помолов. При этом размер помола определялся интенсивностью вращения ротора лабораторной мельницы в результате измельчения. Размеры измельченных частиц зерна пшеницы регулировались изменением частоты вращения ротора, варьировали от самых крупных (более 1000 мкм), средних – 500-750 мкм, до мелких (5-50 мкм) частиц. ЦПШМ (цельнозерновая пшеничная мука) мелкого помола вырабатывали при скорости вращения ротора 3000 об/мин, ЦПШМ среднего помола – при скорости вращения ротора 2100 об/мин и ЦПШМ крупного помола – при скорости вращения ротора 1200 об/мин. Контроль крупности помола осуществлялся на шелковых ситах № 067, 27, 35, соответственно.

Отличие от классической рецептуры получения хлеба, тем что используется мука пшеничная цельносмолотая различной по крупноте помола. При этом для увеличения сроков хранения муку обрабатывали инертным газом.

В таблице 1 представлены рецептура и качество хлеба из цельносмолотой пшеничной муки различной крупности.

Таблица 1 – Рецептура и качество хлеба из цельносмолотой пшеничной муки различной крупности

Сырье	Контроль (из пшеничной муки 1 сорта)	Крупность помола		
		Крупный	Средний	Мелкий
Мука, г	500	500	500	500
Соль, г	7,5	7,5	7,5	7,5
Дрожжи, г	7,5	7,5	7,5	7,5
Вода, г	325	310	340	360
Показатели хлеба				
Влажность мякиша, %	43,0	42,2	46,0	47,5
Кислотность мякиша, град	2,4	5,6	4,0	4,7
Пористость хлеба, %	77,10±1,75	43,56±0,04	63,87±0,71	60,47±0,62
Объем хлеба, см ³	2380	1670	2180	1770

Как видно из таблицы 1 для замеса теста наименьшее количество воды (310 грамм) использовали в пробной выпечке из муки крупного помола, что объясняется тем, что более крупные частицы муки медленно набухают и проявляют повышенную устойчивость к действию дрожжей. Известно, что сахаробразующая способность крупноразмолотой муки бывает понижена. Дрожжи плохо сбраживают такую муку. Хлеб из недостаточно размолотой муки (крупный помол) характеризовался более низким объемом 1670 см³ и малой пористостью мякиша – 43,56±0,04, что значительно ниже показателей хлеба из муки среднего и мелкого помола.

Результаты лабораторной выпечки хлеба из цельносмолотой пшеничной муки среднего помола, в сравнении с другими образцами, показали лучшие хлебопекарные свойства. Так, при пористости мякиша 63,87% объемный выход хлеба из муки среднего помола составил 2180 см³, из муки мелкого помола объем выпеченного хлеба был на 15% ниже, чем из муки среднего помола и составил 1770 см³ хотя пористость отличалась незначительно (около 5%).

Для муки мелкого помола характерна повышенная газообразующая и пониженная газодерживающая способность, поэтому хлеб из мелкой муки получается более низкого качества. Такой хлеб характеризуется повышенной влажностью мякиша, снижением объемного выхода готовой продукции, быстрым черствением, более темная коркой и мякишем. Визуально фото вышеописанных образцов хлеба после процессов расстойки и выпечки представлены на рисунке 10. Установлено, что в сравнении с контрольным образцом хлеба (из пшеничной муки 1 сорта), образец № 1 из муки крупного помола характеризуется более с темной окраской по цвету после расстойки и выпечки, низким в объеме (рисунок 1). Образцы хлеба № 2 и № 3 характеризовались более светлой окраской и объемом.



Тесто после расстойки



После выпечки (готовый хлеб)

Рисунок 1 – Фото образцов хлеба, выпеченного из цельносмолотой муки различных помолов крупности после расстойки и выпечки

После выпечки и остывания, на следующие сутки хранения проведен химический анализ всех образцов и представлен на рисунке 2. Массовая доля белка в хлебе из цельносмолотой муки крупного, среднего и мелкого помолов отличается от контрольного образца и выше на 0,5; 1,0; 1,2%, соответственно.

Таблица 2 – Химический состав хлеба из цельносмолотой муки различного помола, обработанного азотом

Наименование показателей, единицы измерения	Контроль (хлеб из муки пшеничной 1 сорта)	Образец № 1 Хлеб из крупного помола	Образец № 2 Хлеб из среднего помола	Образец № 3 Хлеб из мелкого помола
Массовая доля белка, %	12,36±0,08	12,83±0,03	13,35±0,05	13,58±0,06
Массовая доля жира, %	2,46±0,06	5,03±0,04	5,81±0,08	6,41±0,08
Массовая доля углеводов, %	48,71±0,58	45,96±1,3	45,13±1,01	43,37±1,08

По содержанию жира образцы хлеба отличаются значительно, более, чем в 2 раза выше в сравнении с хлебом из пшеничной муки 1 сорта. Массовая доля углеводов в образцах хлеба из цельносмолотой муки различных помолов ниже, чем в хлебе из пшеничной муки 1 сорта. Так, в хлебе из цельносмолотой муки крупного помола количество углеводов составило 45,96±1,3; среднего 45,13±1,01%; мелкого 43,37±1,08%.

Заключение

Целесообразно, с точки зрения организации правильного питания и здорового рациона, использование в пищу, а также для приготовления разнообразных пищевых продуктов (каш, супов, хлеба, выпечки, макаронных и др. изделий) неочищенного (нерафинированного) зерна пшеницы, вместе с периферийными его частями (пшеничным зародышем, плодовыми и семенными оболочками, алейроновым слоем и пр.). Это в значительной степени увеличивает биологическую ценность употребляемых в пищу блюд и продуктов питания, способствуя, тем самым, профилактике большинства «болезней 21-го века», в первую очередь ожирения, сахарного диабета, заболеваний сердца и сосудов, аллергических реакций и некоторых других болезней, связанных с нарушением обменных процессов в организме человека.

Таким образом, при хранении по органолептическим и физико-химическим показателям более перспективным для производства хлеба рекомендуется мука из среднего помола.

Полученная цельносмолотая мука показала хорошие результаты при выпечке хлеба, что позволит расширить ассортимент функциональных продуктов. Проведенные исследования позволяют рекомендовать данные виды полученной цельносмолотой муки для дальнейшего использования в хлебопекарной промышленности.

Список литературы

1. Ербол Карашукеев, Ермек Маржикпаев, Архимед Мухамбетов, Кумар Аксакалов. Заседание Правительства под председательством Премьер-Министра РК Аскара Мамина рассмотрения хода уборочных работ 2021 года [Электрон. ресурс]. – 2021. – URL: <https://primeminister.kz/ru/news/kazakhstan-obespechit-vnutrennie-potrebnosti-i-sohranit-potencial-eksporta-zerna-a-mamin-2182753>.
2. Dzholdasbekova G.K. Development of the grain industry of the Republic of Kazakhstan / G.K. Dzholdasbekova, U.S. Yesaidar, K.A. Kirdasinova // Problems of the agricultural market, 2008. – № 3. – P. 45-53.
3. Kazakhstan: Accelerating Economic Diversification / K. Anderson – Asian Development Bank, Metro Manila, 2018. – 235 p.
4. Kuatbekova Zh.A. The state of grain production and prospects of development in the conditions of Kostanay region / Zh.A. Kuatbekova // Republican scientific and theoretical conference «Seifullin readings – 9: a new vector of development of higher education and science» dedicated to the day of the First President of the Republic of Kazakhstan. – 2013. – vol.1, part 2. – P. 376-378.
5. Агентство «АПК Новости». В Казахстане сократилось производство многих видов хлеба [Электрон. ресурс]. – 2023. – URL: <https://zonakz.net/2023/09/05/v-kazaxstane-sokratilos-proizvodstvo-mnogix-vidov-xleba/>.
6. Оспанов А.А. Технология производства цельносмолотой муки: учеб. пособие / А.А. Оспанов, А.К. Тимурбекова. – Алматы: ТОО «Нур-Принт», 2011. – 114 с.

7. Лазуткин А.А. Способы повышения функциональных свойств хлебобулочных изделий на основе цельносмолотого зерна пшеницы / А.А. Лазуткин, А.И. Моисеева // *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2010. – № 2. – С. 26-29.
8. Юсупова Г.Г. Технология мукомольного производства: учеб. пособие / Г.Г. Юсупова, О.Н. Бердышникова. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 180 с.
9. Разработка сбивного хлеба функционального назначения из муки цельносмолотого зерна пшеницы, ржаных и пшеничных отрубей/ Г.О. Магомедов, Н.П. Зацепилина, А.А. Журавлев, В.Л. Чешинский // *Вестник ВГУИТ*. – 2015. – № 4. – С. 104-108.
10. Урлапова И.Б. Влияние гранулометрического состава на качество хлебопекарной пшеничной муки: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 051801 / Урлапова Ирина Борисовна. – М., 2004. – 213 с.
11. Изтаев А.И. Инновационные технологии и логистики перерабатывающих производств АПК: монография / А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, А.Д. Сапарбаев – Алматы: ТОО «Фортуна Полиграф», 2019. - 752 с
12. Lauren Tebben Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality / Tebben Lauren, Shen Yanting, Li. Yonghui // *Trends in Food Science & Technology*, 2018. – Volume 81, November. – P. 10-24.
13. Effect of wheat germ flour addition on wheat flour, dough and Chinese steamed bread properties / R. Sun, Zh. Zhang, Xi. Hu et al // *Journal of Cereal Science*, 2015. – Volume 64, July. – P. 153-158.
14. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products / R. Poritosh, N. Daisuke, O. Takahiro et al // *Journal of Food Engineering*, 2009. – Volume 90, Issue 1, January. P. 1-10.
15. Breadmaking with an old wholewheat flour: Optimization of ingredients to improve bread quality / P. Ottavia, G. Lorenzo, C. Benedetta et al // *LWT*, 2020. – Volume 121, March. – P. 108980.
16. Chemical changes in wheat pan bread during storage and how it affects the sensory perception of aroma, flavour, and taste / J. Sidsel, O. Henrik, S. Leif et al // *Journal of Cereal Science*, 2011. – Volume 53, Issue 2, March. – P. 259-268.
17. Pham Van Hung Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution. / V.H. Pham, M. Tomoko, M. Naofumi // *Food Research International*, 2007. – Volume 40, Issue 2, March. – P. 273-279.

References

1. Erbol Karashukeev, Ermek Marzhikpaev, Arkhimed Mukhambetov, Kumar Aksakalov. Zasedanie Pravitel'stva pod predsedatel'stvom Prem'er-Ministra RK Askara Mamina rassmotreniya khoda uborochnykh rabot 2021 goda [Elektron. resurs]. – 2021. – URL: <https://primeminister.kz/ru/news/kazahstan-obespechit-vnutrennie-potrebnosti-i-sohranit-potencial-eksporta-zerna-a-mamin-2182753>. (In Russian).
2. Dzholdasbekova G.K. Development of the grain industry of the Republic of Kazakhstan / G.K. Dzholdasbekova, U.S. Yesaidar, K.A. Kirdasinova // *Problems of the agricultural market*, 2008. – № 3. – R. 45-53. (In English).
3. Kazakhstan: Accelerating Economic Diversification / K. Anderson – Asian Development Bank, Metro Manila, 2018. – 235 p. (In English).
4. Kuvatbekova Zh.A. The state of grain production and prospects of development in the conditions of Kostanay region / Zh.A. Kuvatbekova // Republican scientific and theoretical conference «Seifullin readings – 9: a new vector of development of higher education and science» dedicated to the day of the First President of the Republic of Kazakhstan. – 2013. – vol.1, part 2. – P. 376-378. (In English).
5. Agentstvo «APK Novosti». V Kazakhstane sokratilos' proizvodstvo mnogikh vidov khleba [Elektron. resurs]. – 2023. – URL: <https://zonakz.net/2023/09/05/v-kazaxstane-sokratilos-proizvodstvo-mnogix-vidov-bleba/>. (In Russian).
6. Ospanov A.A. Tekhnologiya proizvodstva tsel'nosmolotoi muki: ucheb. posobie / A.A. Ospanov, A.K. Timurbekova. – Almaty: ТОО «Nur-Print», 2011. – 114 s. (In Russian).
7. Lazutkin A.A. Sposoby povysheniya funktsional'nykh svoistv khlebobulochnykh izdelii na osnove tsel'nosmolotogo zerna pshenitsy / A.A. Lazutkin, A.I. Moiseeva // *Khrenenie i pererabotka sel'khozsyrya*, 2010. – № 2. – S. 26-29. (In Russian).

8. Yusupova G.G. Tekhnologiya mukomol'nogo proizvodstva: ucheb. posobie / G.G. Yusupova, O.N. Berdyshnikova. – Moskva: INFRA-M, 2023. – 180 s. (In Russian).
9. Razrabotka sbivnogo khleba funktsional'nogo naznacheniya iz muki tsel'nosmolotogo zerna pshenitsy, rzhanykh i pshenichnykh otrubei/ G.O. Magomedov, N.P. Zatsepilina, A.A. Zhuravlev, V.L. Cheshinskii // Vestnik VGUIT. – 2015. – № 4. – S. 104-108. (In Russian).
10. Uralpova I.B. Vliyanie granulometricheskogo sostava na kachestvo khlebopekarnoi pshenichnoi muki: avtoref. dis. ...kand. tekhn. nauk: 051801 / Uralpova Irina Borisovna. – M., 2004. – 213 s. (In Russian).
11. Iztaev A.I. Innovatsionnye tekhnologii i logistiki pererabatyvayushchikh proizvodstv APK: monografiya / A.I. Iztaev, T.K. Kulazhanov, A.D. Saparbaev – Almaty: TOO «Fortuna PoligraF», 2019. - 752 s. (In Russian).
12. Lauren Tebben Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality / Tebben Lauren, Shen Yanting, Li. Yonghui // Trends in Food Science & Technology, 2018. – Volume 81, November. – P. 10-24. (In English).
13. Effect of wheat germ flour addition on wheat flour, dough and Chinese steamed bread properties / R. Sun, Zh. Zhang, Xi. Hu et al // Journal of Cereal Science, 2015. – Volume 64, July. – P. 153-158. (In English).
14. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products / R. Poritosh, N. Daisuke, O. Takahiro et al // Journal of Food Engineering, 2009. – Volume 90, Issue 1, January. P. 1-10. (In English).
15. Breadmaking with an old wholewheat flour: Optimization of ingredients to improve bread quality / R. Ottavia, G. Lorenzo, C. Benedetta et al // LWT, 2020. – Volume 121, March. – R. 108980. (In English).
16. Chemical changes in wheat pan bread during storage and how it affects the sensory perception of aroma, flavour, and taste / J. Sidsel, O. Henrik, S. Leif et al // Journal of Cereal Science, 2011. – Volume 53, Issue 2, March. – P. 259-268. (In English).
17. Pham Van Hung Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution. / V.H. Pham, M. Tomoko, M. Naofumi // Food Research International, 2007. – Volume 40, Issue 2, March. – P. 273-279. (In English).

Ф.А. Махмудов¹, С.Т. Әзімова¹, М.Б. Ребезов², А.И. Изтаев¹, З.К. Қонарбаева³

¹Алматы технологиялық университеті,

050011, Қазақстан, Алматы қ., Төле би к-сі, 100

²В.М. Горбатов атындағы Азық-түлік жүйелерінің Федералды ғылыми орталығы,
109316, Ресей, Мәскеу қ., Талалихин к-сі 26

³Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
160021, Қазақстан, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы 5

*e-mail: sanaazimova@mail.ru

БҮТІН ТАРТЫЛҒАН БИДАЙ УНЫНАН ПІСІРІЛГЕН НАН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ САПАСЫ

Бұл мақалада функционалдық нандардың ассортиментін жақсарту және кеңейту мүмкіндігі қарастырылады. Біз алған әртүрлі мөлшердегі ұнтақталған бидай ұнынан нанды бірнеше зертханалық пісіру жүргізілді, «Synar Group» ЖШС (Алматы) «Мухленхеми» технологиялық орталығының зертханасында пісірілген 1 сортты бидай ұнынан жасалған нан. бақылау ретінде қабылданады.

Бұл жұмыстың мақсаты әртүрлі тартылған ұннан жасалған нанның сапасын зерттеу болды. Нан пісіруге қолданылатын ұн инертті газ – азотпен өңделген. Ұнды сақтау кезінде оның қауіпсіздігін арттыру үшін азотты өңдеу қолданылды.

Дәрекі ұнтақталған нан 1670 см3 көлемінің аздығымен және 43,56% ұсақ үгіндісінің кеуектілігімен сипатталды. бұл орташа және ұсақ ұннан жасалған нанның өнімділігінен айтарлықтай төмен. Орташа ұнтақталған бидай ұнынан жасалған нанды зертханалық пісіру нәтижелері басқа үлгілермен салыстырғанда жақсы пісіру қасиеттерін көрсетті.

Осылайша, үгіндінің кеуектілігі 63,87% болғанда, орташа тартылған ұннан нанның көлемдік шығымы 2180 см³, ұсақ тартылған ұннан пісірілген нанның көлемі орташа тартылған ұннан 15% төмен және 1770 см³ құрады. Майлылығы бойынша нан үлгілері 1-ші сортты бидай ұнынан жасалған нанмен салыстырғанда 2 еседен астам жоғары ерекшеленеді. Әртүрлі ұнтақталған ұннан жасалған нан үлгілеріндегі көмірсулардың массалық үлесі 1 сортты бидай ұнынан жасалған нанға қарағанда төмен. Сонымен, ұнтақталған ірі ұннан жасалған нанда көмірсулардың мөлшері 45,96% құрады; орташа 45,13%; шағын 43,37%.

Түйін сөздер: нан, ұнтақталған, бидай, ұн, сапа, физика-химиялық сипаттамалары, ұнтақтау.

F.A. Makhmudov¹, S.T. Asimov¹, M.B. Rebezov², A.I. Iztaev¹, Z.K. Konarbayeva³

¹Almaty Technological University, Kazakhstan,
050011, Almaty, Tole bi str. 100

²V.M. Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems
109316, Russia, Moscow, 26 Talalikhina str.

³Mukhtar Auezov South Kazakhstan University,
160021, Shymkent, Shymkent, Tauke Khan ave. 5

*e-mail: sanaazimova@mail.ru

TECHNOLOGY FOR PRODUCTION AND QUALITY OF BREAD BAKED FROM WHOLE GRIND WHEAT FLOUR

This article examines the possibility of improving and expanding the range of functional breads. A number of laboratory bakings of bread were carried out from the whole-ground wheat flour of various sizes obtained by us; bread made from grade 1 wheat flour, baked in the laboratory of the Muhlenchemie Technology Center of Synar Group LLP (Almaty), was taken as control.

The purpose of this work was to study the quality of bread made from whole-ground flour of various grindings. The flour used for baking bread was treated with an inert gas – nitrogen. Nitrogen treatment was used to increase the safety of flour during storage.

Coarsely ground bread was characterized by a lower volume of 1670 cm³ and a low crumb porosity of 43.56%. which is significantly lower than the performance of bread made from medium and fine flour. The results of laboratory baking of bread from medium-ground whole-ground wheat flour, in comparison with other samples, showed better baking properties. Thus, with a crumb porosity of 63.87%, the volumetric yield of bread from medium-ground flour was 2180 cm³; from fine-ground flour, the volume of baked bread was 15% lower than from medium-ground flour and amounted to 1770 cm³.

In terms of fat content, bread samples differ significantly, more than 2 times higher in comparison with bread made from 1st grade wheat flour. The mass fraction of carbohydrates in samples of bread made from whole-milled flour of various grindings is lower than in bread made from 1st grade wheat flour. Thus, in bread made from whole-ground coarse flour, the amount of carbohydrates was 45.96%; average 45.13%; small 43.37%.

Key words: bread, whole-ground, wheat, flour, quality, physical and chemical characteristics, grinding.

Сведения об авторах

Фаррух Абдигапурович Махмудов – докторант кафедры «Безопасность и качество пищевых продуктов»; Алматинский технологический университет г. Алматы; Республика Казахстан; e-mail: f.makhmudov@orbis-kz.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7791-1588>.

Санавар Туглуковна Азимова* – ассоциированный профессор кафедры Безопасность и качество пищевых продуктов; Алматинский технологический университет г. Алматы; Республика Казахстан; e-mail: sanaazimova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8992-8889>.

Максим Борисович Ребезов – д.с.-х.н., профессор; Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова г. Москва, Россия; e-mail: rebezov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>.

Аулбек Изтаевич Изтаев – д.т.н., профессор кафедры Технология перерабатывающих продуктов; Алматинский технологический университет г. Алматы; Республика Казахстан; e-mail: auelbekking@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>.

Зульфия Кемелхановна Конарбаева – Южно-Казахстанский университет имени Мухтара Ауэзова г. Шымкент; Республика Казахстан; e-mail: zulikkon@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5469-455X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Фаррух Абдигапурович Махмудов – тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасы кафедрасының докторанты; Алматы технологиялық университеті, Алматы; Қазақстан Республикасы; e-mail: f.makhmudov@orbis-kz.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7791-1588>.

Санавар Туглуковна Азимова* – Алматы технологиялық университетінің «Азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасы» кафедрасының доценті, Алматы қ.; Қазақстан Республикасы; e-mail: sanaazimova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8992-8889>.

Максим Борисович Ребезов – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор В.М. Горбатов Мәскеу, Ресей; e-mail: rebezov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>.

Аулбек Изтаевич Изтаев – техника ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университетінің өнімді өңдеу технологиясы кафедрасының профессоры, Алматы қ.; Қазақстан Республикасы; e-mail: auelbekking@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>.

Зульфия Кемелхановна Қонарбаева – Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент; Қазақстан Республикасы; e-mail: zulikkon@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5469-455X>.

Information about the authors

Farruh Makhmudov – doctoral student of the Department of Safety and Quality of Food Products; Almaty Technological University, Almaty; The Republic of Kazakhstan; e-mail: f.makhmudov@orbis-kz.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7791-1588>.

Sanavar Azimova* – Associate Professor of the Department of Safety and Quality of Food Products, Almaty Technological University, Almaty; The Republic of Kazakhstan; e-mail: sanaazimova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8992-8889>.

Maksim Rebezov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов Moscow, Russia; e-mail: rebezov@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>.

Aulbek Iztaev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology of Processing Products, Almaty Technological University, Almaty; The Republic of Kazakhstan; e-mail: auelbekking@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>.

Zulfiya Konarbaeva – South Kazakhstan University named after Mukhtar Auevov, Shymkent; The Republic of Kazakhstan; e-mail: zulikkon@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5469-455X>.

*Поступила в редакцию 05.02.2024
Поступила после доработки 16.02.2024
Принята к публикации 19.02.2024*

Г.К. Кузембаева¹, К. Кузембаев¹, Д.А. Тлевлесова¹, Ж.С. Набиева^{1*}, Б.М. Кулуштаева²

¹Алматинский технологический университет,
050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: atu_nabiyeva@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА ВАРКИ ЗЕРНА МОГАРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО КОНЦЕНТРАТА «ТАЛКАН»

Аннотация: Рассмотрена возможность использования зерна могоара для производства пищевых концентратов на основе традиционного национального блюда «Талкан». «Талкан» – национальный пищевой концентрат, который на протяжении веков использовался в качестве основного продукта питания в походах на дальние расстояния представителями различных культур. Традиционно талкан готовят из различных круп, особенно из проса, пшеницы и ячменя. При добавлении кипятка и масла получается сытная каша, а при добавлении масла и сахара – восхитительный десерт.

Трудность заключается в тщательном обращении и подготовке могоарного зерна. При интенсивной варке зерно может легко перевариться, в результате чего все ценные питательные вещества вымываются в бульон. Кроме того, неправильно приготовленный могоар может подгореть при дальнейшей обжарке. Для определения оптимальных параметров могоарной гидротермальной обработки и создания высококачественного пищевого концентрата на основе национального блюда «Талкан» был проведен комплексный эксперимент с использованием современных методов планирования эксперимента.

В ходе эксперимента был протестирован ряд переменных, включая температурные пределы и продолжительность варки, а также температуру, продолжительность и интенсивность перемешивания во время сушки и обжаривания могоара. Исследование показало, что наиболее благоприятные условия для зерна могоара включают приготовление при начальной температуре 15-20°C в течение примерно 60 минут, постепенно достигая 100°C.

Установленные способы гидротермической обработки послужили основой для разработки специализированного оборудования для подготовки могоарного зерна с целью получения талкана.

Ключевые слова: гидротермическая обработка, качество зерна, обжарка, сушка, пищевые концентраты, традиционные блюда.

Введение

Для улучшения качества сырья, получаемого из зерна могоара, используемого при производстве крупяных пищевых концентратов и кондитерских изделий, проводили гидротермическую обработку зерна, регулируя режимы процессов варки и сушки зерна. Процесс ГТО ведут таким образом, чтобы повысить прочность эндосперма и снизить прочность цветковых оболочек. Чем более заметно произойдут эти изменения, тем выше будет эффективность переработки зерна в крупу и толокно (муку).

В работе [1] представлены результаты исследований, обработка пропаренного риса включает три основных этапа: окунание, желирование и сушку. Эти три стадии отличаются от таковых для шлифованного и цельного риса [2]. Первоначально шелушащийся рис погружают в воду в цилиндрическом сосуде с конусообразным дном при температуре ниже порога клейстеризации крахмала. Гидратация положительно коррелирует с температурой иммерсионной воды [3]. Таким образом, основным фактором, контролирующим гидратацию риса, является температура [4]. После слива воды очищенный рис нагревают для желатинизации крахмала горячим паром (от 100 до 120°C) в течение 5-30 минут. мин, в результате чего содержание воды в зерне составляет примерно 35% [5].

Изучая влияние условий пропаривания, температуры погружения (65°C, 70°C и 75°C), пропаривания при 112°C и времени погружения (10, 15 и 20 минут) на качество риса, [6] установили, что максимальное Выход коричневого риса достигается при температуре погружения 75°C. Более высокие температуры погружения могут ускорить скорость гидратации, а также уменьшить разбухание трещин и перегруппировку крахмальных гранул, повышая устойчивость зерна к разрушению. Деформированные зерна наблюдаются при увеличении продолжительности пропаривания, что связано с возможным процессом отжига.

Кипячение можно рассматривать как способ приготовления простых традиционных основных продуктов питания на домашнем уровне. Этот простой метод обработки связан с изменением содержания питательных веществ в просе [7].

Время приготовления могоара в следующем исследовании составило 5 минут и 36 минут при двух методах приготовления: в микроволновой печи и на сковороде. После приготовления образцы сушили в течение ночи при 50 °C в сушильном шкафу с горячим воздухом, измельчали и затем подвергали дальнейшему анализу. Результаты показали, что приготовление проса на сковороде и в микроволновой печи увеличивает содержание углеводов с 78,51 до 78,91 и 81,69 г/100 г при одновременном снижении содержания жира с 3,24 до 2,3 и 3,05 г/100 г соответственно [8].

Более того, варка проса и мелкого проса может привести к снижению усвояемости крахмала *in vitro* на 28% [9]. В другом исследовании изучено влияние способа приготовления под названием «пропаривание» (частичное или полуварение пищи) на усвояемость *in vitro* двух традиционных продуктов из пшена – каши и пропаривания. Были исследованы каши и приготовленный на пару кускус из проса [10].

Просо содержит много антиоксидантов, которые могут уменьшить количество свободных радикалов, вызванных окислительным стрессом, и предотвратить рак. Обжарка проса может по-разному влиять на эти биологически активные соединения. Обжарка пшена в течение 10 минут при температуре 110°C существенно увеличила общее содержание фенолов с 295 до 670 мг/100 г (эквивалент феруловой кислоты). Выяснилось, что обжарка может способствовать гидролизу С-гликозилфлавонов и вызывать высвобождение последующих фенольных соединений. Также было обнаружено, что общая антиоксидантная способность обработанного проса зависела от квадратичного эффекта времени и температуры обжарки. Повышение температуры обжарки увеличивало значения антиоксидантной способности проса [11].

Обжарка позволяет существенно повысить усвояемость белка с 22,3% до 60,1% [12]. Это увеличение может быть связано с улучшением усвоения азота при нагревании, что делает белок более уязвимым для гидролиза [13]. Сделан вывод о необходимости учитывать обжарку для повышения эффективности использования проса.

Анализ общих тенденций и направлений решения проблемы переработки зерна показал возможность не только улучшения технологических свойств зерна, но и позволил выявить наиболее эффективные режимы его переработки, способствующие экономному использованию электроэнергии, не требуют применения сложного оборудования и ускоряют технологический процесс.

Но остались нерешенными вопросы, связанные с вопросом определения рациональных режимов обработки при варке, сушке и обжарке могоара. Необходимо было найти такие режимы, при которых зерно было бы готово к употреблению, но не разваривалось бы и не было бы рассыпчатым. В конце обработки зерно должно сохранить свою форму. Однако в результате этого исследования выявилось несколько серьезных пробелов в знаниях и нерешенных проблем:

Оптимальные условия обработки: хотя в предыдущих исследованиях изучались такие факторы, как температура погружения и продолжительность обработки паром при обработке зерна, мы еще не определили точные, оптимальные условия обработки, которые стабильно обеспечивают желаемые характеристики зерна без ущерба для целостности.

Влияние традиционных методов приготовления: наш обзор показал, что традиционные методы приготовления могут влиять на качество зерна и содержание питательных веществ. Тем не менее, отсутствует полное понимание всего спектра последствий, включая изменения в содержании питательных веществ, усвояемости и общей пищевой ценности. Обжарка как

потенциальный модификатор: Обжарка была определена как многообещающий метод повышения содержания биоактивных соединений и повышения пищевой ценности зерна.

Методы

Определение рациональных режимов процессов варки проводили методом математического планирования эксперимента [14].

В качестве факторов, влияющих на ход процесса варки, взяты: X_1 – продолжительность процесса (мин); X_2 – температура воды ($^{\circ}\text{C}$); X_3 – частота перемешивания зерна, об/мин; X_4 – соотношение воды и зерна. В качестве критерия оптимизации (Y) взято количество разваренных зерен (%). Продолжительность процесса варки X_1 варьировали в пределах от 30 до 60 минут, температуру воды X_2 от 20 до 100°C , частоту перемешивания зерна X_3 от 1 до 3 оборотов в минуту, соотношение воды и зерна X_4 от 1:1 до 5:1.

Матрица планирования экспериментов представлена в таблице 1. В данной матрице факторы обозначены X с соответствующим индексом, верхний уровень – знаком (+) и нижний уровень – знаком (-).

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента процесса варки зерна могоара

№ эк	X_1	X_2	X_3	X_4	Кол-во развар. зерен Y			
	Продол процес. т, мин	Темпер воды t , $^{\circ}\text{C}$	Частота перемеш. зерна, об /мин	Соотн. воды и зерна	1	2	3	Ў
1	+ (60)	+ (100)	+ (3)	+ (5:1)	6,8	4,2	7,0	6
2	- (30)	+ (100)	+ (3)	+ (5:1)	6,0	6,8	8,2	7
3	+ (60)	- (20)	+ (3)	+ (5:1)	10,6	11,2	11,2	11
4	- (30)	- (20)	+ (3)	+ (5:1)	4,5	5,2	5,3	5
5	+ (60)	+ (100)	- (1)	+ (5:1)	6,0	5,8	6,6	6,2
6	- (30)	+ (100)	- (1)	+ (5:1)	6,0	6,7	7,7	6,8
7	+ (60)	- (20)	- (1)	+ (5:1)	10,2	10,2	11,2	10,6
8	- (30)	- (20)	- (1)	+ (5:1)	5,3	4,5	6,4	5,4
9	+ (60)	+ (100)	+ (3)	- (1:1)	6,0	5,3	7,9	6,4
10	- (30)	+ (100)	+ (3)	- (1:1)	6,3	6,0	7,8	6,7
11	+ (60)	- (20)	+ (3)	- (1:1)	10,4	10,6	11,4	10,8
12	- (30)	- (20)	+ (3)	- (1:1)	10,5	10,5	11,2	10,7
13	+ (60)	+ (100)	- (1)	- (1:1)	5,0	5,1	6,7	5,6
14	- (30)	+ (100)	- (1)	- (1:1)	6,8	7,8	8,2	7,2
15	+ (60)	- (20)	- (1)	- (1:1)	9,5	10,4	12,2	10,7
16	- (30)	- (20)	- (1)	- (1:1)	4,4	4,0	6,0	4,8

Функция желательности – это способ оценки того, насколько желательной является комбинация входных переменных при одновременном выполнении нескольких задач. Это помогает сбалансировать конкурирующие цели и ограничения при оптимизации процесса.

Представленная информация описывает методологию и приемы, использованные в нашем эксперименте, и связана с оптимизацией и контролем качества подготовки могоара к переработке в Талкане.

Полученные модели были проверены на статистическую достоверность с использованием регрессионного анализа и дисперсионного анализа (ANOVA). Адекватность моделей определялась с помощью анализа моделей, теста на несоответствие и анализа R^2 (фактора детерминации).

Для уточнения модели процесса приготовления данные обрабатывались в программе Statistica 12.0, а также рассчитывались вручную [15].

Результаты

Уравнение регрессии, рассчитанное для процесса приготовления, имеет вид:

$$Y = 7,55 + 0,85x_1 - 1,06x_2 + 0,39x_3 - 0,3x_4 - 1,29x_1x_2 - 0,35x_2x_3 - 0,25x_1x_3 + 0,34x_1x_2 + 0,31x_2x_4 - 0,39x_3x_4 + 0,36x_1x_2x_3 - 0,3x_1x_2x_4 + 0,3x_1x_3x_4 + 0,36x_2x_3x_4 + 0,51x_1x_2x_3x_4 \quad (1)$$

На рисунке 1 показана диаграмма Парето для процесса варки.

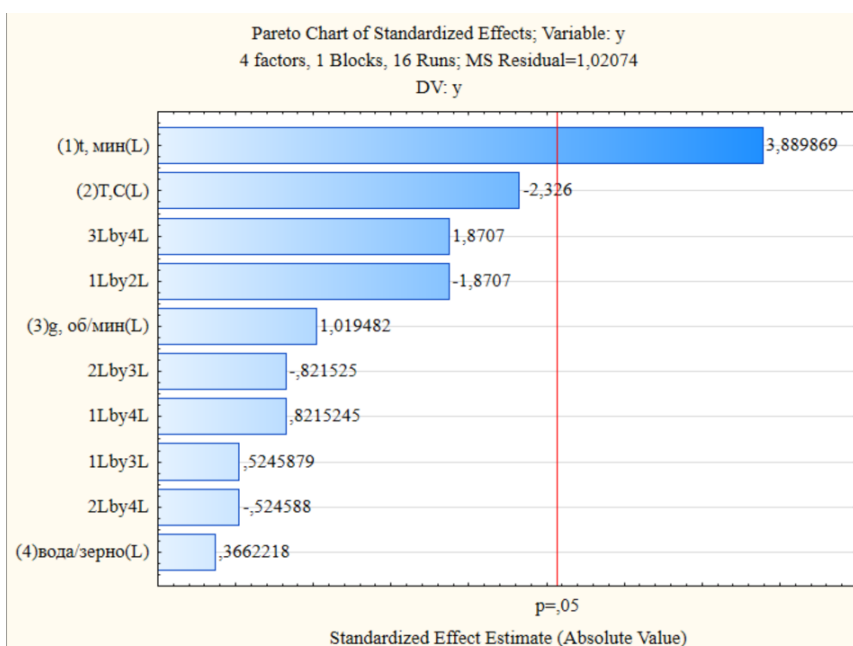


Рисунок 1 – Диаграмма Паретто процесса варки могоара

Диаграмма Парето (рис. 1) показывает абсолютные значения стандартизированных эффектов от наибольшего эффекта к наименьшему. На графике также присутствует контрольная линия, указывающая на то, что эффект от времени варки статистически значим. При этом коэффициент детерминации составил 0,86, что свидетельствует о значимости полученных коэффициентов.

На рисунке 2 представлена поверхность отклика для процесса варки с наиболее значимыми факторами.

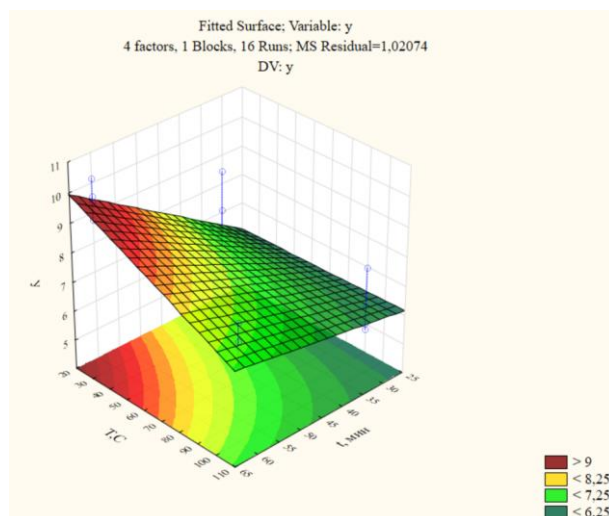


Рисунок 2 – Поверхность отклика зависимости процесса приготовления от температуры и продолжительности приготовления

Из рисунка 2 видно, что наибольшее количество разваренных зерен будет при минимальной температуре и максимальной температуре, минимальное значение разваренных зерен, соответственно, если будем соблюдать временной режим 40-45 минут и температуру 60°C

На рисунке 3 показаны профили прогнозируемых значений и желательности на оптимальных и желательных поверхностях/контурах.

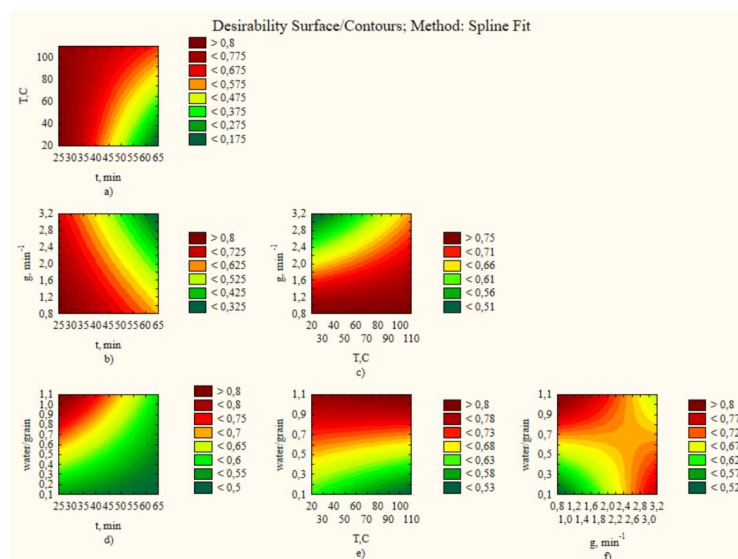


Рисунок 3 – Поверхности желательности/контуры:

- a – функция желательности в зависимости от температуры и продолжительности процесса;
- b – функция желательности в зависимости от продолжительности процесса и интенсивности смешивания;
- c – функция желательности в зависимости от интенсивности смешивания и температуры;
- d – функция желательности в зависимости от соотношения вода/зерно и продолжительности процесса;
- e – функция желательности в зависимости от соотношения вода/зерно и температуры;
- f – функция желательности в зависимости от соотношения вода/зерно и интенсивности смешивания

На рисунке 3 видно, что минимальные значения отваренных зерен имеют место при температуре 20-50°C, времени от 50-60 минут при скорости 2,8-3,2 об/мин и при соотношении вода/зерно 0,2. Также из приведенных выше результатов видно, что чем больше зерен в воде, тем чаще нужно вмешиваться в процесс варки и тем меньше времени требуется для варки зерен.

Для определения разницы между вариацией подогнанной модели (полной модели) и не подогнанной модели (остаточной) мы использовали тест SS Whole Model vs. SS Residual, результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Тест SS Whole Model vs. SS Residual для процесса варки могара

Зависимая переменная	Test of SS Whole Model vs. SS Residual (Spreadsheet2)										
	Множественный R	Множественный R ²	Скорректированный R ²	SS модель	df модель	MS модель	SS остатки	df остаток	MS остаток	F	p
y	0,917700	0,842174	0,723804	19,73920	3	6,579733	3,699200	4	0,924800	7,114764	0,044170

В таблице 2 представлена статистическая информация, которая обычно используется в регрессионном анализе для оценки эффективности и значимости прогностической модели.

Из представленных данных получена модель с тремя предикторами, и оценена значимость и пригодность модели для прогнозирования зависимой переменной, связанной с приготовлением пищи. F-статистика, равная 7,114764, предполагает наличие значимой связи между предикторами и зависимой переменной, поскольку соответствующее p-значение (0,044170) меньше обычного альфа-уровня (например, 0,05).

R², равный 0,8421, означает, что около 84.21 % дисперсии зависимой переменной (y) объясняется независимыми переменными в нашей модели.

Скорректированный R², равный 0,7238, показывает, что даже после поправки на количество предикторов наша модель по-прежнему объясняет значительный объем дисперсии зависимой переменной.

Значение критерия Фишера (F) для процесса варки зерна могара составляет 4,48. Это значение указывает на статистическую значимость влияния рассматриваемых факторов на результаты приготовления. Интерпретация этого результата может быть следующей: изменения условий варки, таких как температура и время, оказывают значительное влияние на качество и характеристики готового продукта.

Обсуждение

Результаты анализа процесса приготовления показывают, что температура воды и время приготовления являются значимыми факторами, влияющими на конечный продукт. В таблице 2 приведены данные об адекватности моделей, а в таблице 1 – матрица планирования для могоара.

Исследование показало, что температура воды и время приготовления являются основными факторами, влияющими на процесс приготовления. Результаты показали, что более низкие температуры и короткое время варки приводят к недоваренным зернам, а более высокие температуры и длительное время варки – к переваренным зернам.

В ходе исследования были определены конкретные условия приготовления зерна могоара для достижения желаемого результата. Эти условия включают в себя начальную температуру 15-20°C, которая поддерживается в течение примерно 60 минут, постепенно достигая 100°C. Такая конфигурация обеспечивает тщательное приготовление зерен при сохранении их структурной целостности.

По сравнению с существующими исследованиями данная работа отличается тем, что в ней комплексно рассмотрены основные параметры обработки зерна могоара. В работах [16, 17] речь шла о соотношении воды и рисовых зерен для улучшения вкусовых качеств и процесса приготовления.

Аналогичные результаты были получены и в предыдущих исследованиях, что повышает достоверность полученных результатов [18]. Анализ процесса сушки-обжарки также выявил такие ключевые факторы, как толщина слоя, температура поверхности нагрева и продолжительность процесса. В работе [19] наблюдалось изменение текстуры риса в процессе варки и обжаривания.

Учет влияния температуры и времени на качество зерна создает практическую основу для эффективного и экономичного его использования. Тщательная оптимизация этих параметров повышает качество и пищевую ценность продуктов на основе зерна.

Ограничения:

Несмотря на успешное выявление ключевых факторов (рис. 1 и рис. 4), влияющих на переработку зерна, необходимо признать ограничения данного исследования. Кроме того, невозможность отследить текстурные изменения в процессе производства требует дальнейшего изучения.

Будущие направления:

Будущие исследования должны выходить за рамки этих конкретных условий, рассматривая различные типы зерен и условия подготовки. Изучение взаимодействия факторов в более сложных условиях позволит получить более полное представление об обработке зерна. Кроме того, перспективным направлением будущих исследований является изучение возможности отслеживания текстурных изменений в процессе обработки.

Заключение

Было установлено, что минимальное количество разваренных зерен происходит при температуре 10-50°C, времени варки 50-60 минут, скорости перемешивания зерна 2,8-3,2 об/мин и соотношении воды и зерна 0,2. Это дает ценные сведения для достижения стабильного и высококачественного приготовления могоара. Результаты анализа адекватности линейного приближения показали, что значение критерия Фишера для процесса варки составило 4,48, что свидетельствует о том, что процесс находится вблизи области оптимума при рассматриваемых условиях.

Такие гидротермические режимы обеспечивают получение цельных высушенных зерен могоара. После очистки зерна подвергаются тонкому измельчению, и в итоге получается национальный продукт – талкан.

Список литературы

1. Hydrothermal treatments for paddy to improve physicochemical quality of brown rice. / M. Demont, E. Zossou, P. Rutsaert et al // J Microbiol Biotechnol Food Sci. – 2020. – 9(5). – P. 913-926. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.07.005>.

2. Venkatachalapathy N. / Effects of continuous steaming on milling characteristics of two indica rice varieties. / N. Venkatachalapathy, R. Udhayakumar // *Rice Science*. – 2013. – 20(4). P. 309-312.
3. Bello M.O. Effects of continuous steaming on milling characteristics of two indica rice varieties / M.O. Bello, M.P. Tolaba, C. Suarez // *Rice Sci*. – 2013. – 20(4). P. 309-312. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.017>.
4. Water absorption and starch gelatinization in whole rice grain during soaking / P. Oli, R. Ward, B. Adhikari, P. Torley // *LWT*. – 2007. – 40(2). P. 313-318. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.09.010>.
5. Parboiled rice: Understanding from a materials science approach / R. Sarangapani, Y. Thirumdas, Devi et al // *J Food Eng*. – 2014 – 124(9). – P. 173-183. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.003>.
6. Leethanapanich K. / Effect of low-pressure plasma on physico-chemical and functional properties of parboiled rice flour / K. Leethanapanich, A. Mauromoustakos, Y.J. Wang // *LWT-Food Sci Technol*. – 2016. – 69(2). – P. 482-489. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.04.003>.
7. Studies on chemical, textural and color characteristics of decorticated finger millet (*Eleusine coracana*) fortified sponge cake. / Patel, P., & Thorat, S.S. // *The Pharma Innovation Journal*. – 2019. – 8(3). – P. 64-67. - www.thepharmajournal.com.
8. Comparative study of physicochemical and functional properties of pan and microwave cooked underutilized millets (proso and little). / Kumar S.R., Sadiq M.B., & Anal A.K. // *Lwt*. – 2020. – 128. – P. Article 109465. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109465>.
9. Effect of roasting on functional and phytochemical constituents of finger millet (*Eleusine coracana* L.) / Singh N., David J., Thompkinson D.K. et al // *J Pharm Innov*. – 2018. – 7(4). – P. 414-418. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109465>.
10. Millet: A review of its nutritional and functional changes during processing. / Yousaf L., Hou D., Liaqat H., & Shen Q. // *Food Research International*. – 2021. – 142. P. 110197. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2021.110197>.
11. Production of nutrient-enhanced millet-based composite flour using skimmed milk powder and vegetables. / Tumwine G., Atukwase A., Tumuhimbise G. A. et al // *Food Science & Nutrition*. – 2019. – 7(1). P. 22-34. <https://doi.org/10.1002/fsn3.777>.
12. In vitro protein digestibility and biochemical characteristics of soaked, boiled and fermented soybeans. / Ketnawa S., & Ogawa Y. // *Scientific reports*. – 2021. – 11(1). P. 14257. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93451-x>.
13. The Effect of Heat Treatment on the Digestion and Absorption Properties of Protein in Sea Cucumber Body Wall / Zhang M., Liu Y., Jin M. et al // *Foods*. – 2023. – 12(15). P. 2896. <https://doi.org/10.3390/foods12152896>.
14. Revealing the features of the formation of the properties of processed cheese with wild onions. / Alimardanova M., Tlevlessova D., Bakiyeva V. et al // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2021. – 4(112). P. 73-81. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239120>.
15. Mechanical properties of carbon fiber-reinforced epoxy composites with nanoporous core/shell rubber microparticles. / Li Y., Huang X., Li J. et al // *Composites Part B: Engineering*. – 2019. – 164. – P. 635-643. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239120>.
16. Structural analysis, nutritional evaluation, and flavor characterization of parched rice made from Proso Millet. / Y. Zhu, F. Xie, J. Ren et al // *Food Chemistry*. – 2023№ – X 19. – P. 100784. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100784>.
17. Engineering properties of horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) varieties as a function of moisture content and structure of grain, / R. Vashishth, A. Dutt Semwal, M. Pal Murugan, et al // *Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – 57, 4. – P. 100784. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04183-w>.
18. Impact of Production Practices on Organoleptic Intensity Scale of Different Rice Cultivars, / A. Kesarwani, M. Sharma, S. Kumar Vaid et al // *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*. – 2015. – 5, 2. – P. 114-120. <https://doi.org/10.6000/1927-5951.2015.05.02.3>.
19. Impact of degree of milling on cooking duration and textural attributes of long-grain hybrid rice for instant rice processing / Anne A. Okeyo, Kaushik Luthra, Griffiths G. Atungulu // *Cereal Chemistry*. – 2023. – 4. – P. 830-840. <https://doi.org/10.1002/cche.10660>, 100.

Г.Қ. Күзембаева¹, Қ. Күзембаев¹, Д.А. Тілевлесова¹, Ж.С. Набиева^{*}, Б.М. Кулуштаева²

¹Алматы технологиялық университеті,
050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., көш. Төле би, 100
²Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., көш. Глинка, 20 А
^{*}e-mail: atu_nabiyeva@mail.ru

«ТАЛҚАН» АЗЫҚ КОНЦЕНТРАТЫН ӨНДІРУ ҮШІН МОГАРА АСТЫҚЫН ПАЙДАЛУ ӘДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Могар дәнін дәстүрлі ұлттық тағам «Талқан» негізінде тағамдық концентраттар алу үшін пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. «Талқан» - ғасырлар бойы әртүрлі мәдениет өкілдері ұзақ қашықтыққа жорықтарда негізгі тағам ретінде пайдаланылған ұлттық тағам концентраты. Дәстүр бойынша талқан әр түрлі дәндерден, әсіресе тарыдан, бидайдан және арпадан дайындалады. Қайнаған су мен сары майды қоссаңыз, сіз дәмді ботқа аласыз, ал сары май мен қантты қосып, дәмді десерт аласыз.

Қиындық могар дәнін мұқият өңдеу мен дайындауда жатыр. Қарқынды пісіру дәннің оңай пісуі мүмкін, бұл барлық құнды қоректік заттардың сорпаға сіңіп кетуіне әкеледі. Сонымен қатар, дұрыс дайындалмаған могар одан әрі қуыру кезінде күйіп кетуі мүмкін. Могарикалық гидротермиялық өңдеудің оңтайлы параметрлерін анықтау және «Талқан» ұлттық тағамы негізінде жоғары сапалы тағамдық концентрат жасау үшін тәжірибелік жоспарлаудың заманауи әдістерін қолдану арқылы кешенді тәжірибе жүргізілді.

Экспериментте температура шектері мен пісіру ұзақтығы, сондай-ақ могарды кептіру және қуыру кезінде температура, ұзақтығы және араластыру қарқындылығы сияқты бірқатар айнымалылар сыналған. Зерттеу могар дәні үшін ең қолайлы жағдайларға 15–20 ° С бастапқы температурада шамамен 60 минут пісіру, бірте-бірте 100° С дейін жетуі анықталды.

Гидротермиялық өңдеудің белгіленген әдістері талқан алу үшін могар дәнін дайындайтын арнайы жабдықты әзірлеуге негіз болды.

Түйін сөздер: гидротермиялық өңдеу, дәннің сапасы, қуыру, кептіру, тағамдық концентраттар, дәстүрлі тағамдар.

G.K. Kuzembayeva¹, K. Kuzembayev¹, D.A. Tievlessova¹, Zh.S. Nabiyeva^{*},
B.M. Kulushtayeva²

¹Almaty Technological University,
050000, Republic of Kazakhstan, Almaty 100, Tole bi str.
²Shakarim University of Semey city,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey city, 20 A Glinka str.
^{*}e-mail: atu_nabiyeva@mail.ru

OPTIMISATION OF MOGAR GRAIN COOKING METHOD FOR PRODUCTION OF FOOD CONCENTRATE «TALCAN»

The possibility of using mogar grain for the production of food concentrates based on the traditional national dish "Talkan" is considered. "Talkan" is a national food concentrate that has been used for centuries as a staple food for long-distance trekking by representatives of various cultures. Traditionally, talkan is prepared from various cereals, especially millet, wheat and barley. Adding boiling water and butter makes a hearty porridge, and adding butter and sugar makes a delicious dessert.

The difficulty lies in the careful handling and preparation of the mogar grain. When cooked intensively, the grain can easily overcook, resulting in all the valuable nutrients being leached into the broth. In addition, improperly prepared mogar can burn during further roasting. To determine the optimal parameters of mogar hydrothermal treatment and to create a high-quality food concentrate based on the national dish "Talkan", a complex experiment was conducted using modern methods of experiment planning.

The experiment tested a number of variables including temperature limits and duration of cooking, as well as temperature, duration and intensity of stirring during drying and roasting of mogar. The study showed that the most favourable conditions for mogar grain include cooking at an initial temperature of 15-20 °C for about 60 minutes, gradually reaching 100°C.

The established methods of hydrothermal treatment served as a basis for the development of specialised equipment for the preparation of mogar grain to produce tulkan.

Key words: hydrothermal treatment, grain quality, roasting, drying, food concentrates, traditional dishes.

Сведения об авторах

Гаухар Канашевна Кузембаева – кандидат технических наук, кафедра «Технология продуктов питания»; Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: kuzembaevaGK@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0558-9531>.

Канаш Кузембаев – кандидат технических наук, доцент, ассоциированный профессор, кафедра «Технология продуктов питания»; Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: kuzembaevk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0535-3839>.

Динара Абаевна Тлевлесова – PhD, ассоциированный профессор, кафедра «Технология продуктов питания»; Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5084-6587>.

Жанар Серикболовна Набиева* – PhD, директор, ассоциированный профессор, Научно-исследовательский институт пищевой безопасности, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: atu_nabiyeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7258-746X>.

Ботакоз Манарбековна Кулуштаева – PhD кафедры «Технология пищевых производств и биотехнологии», Инженерно-технологический факультет, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: kulushtaeva_89@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0067-9872>.

Авторлар туралы мәліметтер

Гаухар Қанашевна Кузембаева – техника ғылымдарының кандидаты, «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасы; Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: kuzembaevaGK@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0558-9531>.

Канаш Кузембаев – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, қауымдастырылған профессор, «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасы; Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: kuzembaevk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0535-3839>.

Динара Абаевна Тлевлесова – PhD, қауымдастырылған профессор, «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасы; Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5084-6587>.

Жанар Серикболовна Набиева* – PhD, қауымдастырылған профессор, директор, Тамақ қауіпсіздігін ғылыми-зерттеу институты, Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: atu_nabiyeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7258-746X>.

Ботакоз Манарбековна Кулуштаева – PhD, «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасы, Инженерлік-технологиялық факультеті, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы Университеті» КЕАҚ, Семей қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: kulushtaeva_89@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0067-9872>.

Information about the authors

Gaukhar Kuzembayeva – Candidate of Technical Sciences, Department of Food Technology; Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: kuzembaevaGK@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0558-9531>.

Kanash Kuzembayev – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, Department of Food Technology; Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: kuzembaevk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0535-3839>.

Dinara Tlevlessova – PhD, Associate Professor, Department of Food Technology, Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5084-6587>.

Zhanar Nabiyeva* – PhD, Director, Associate Professor, Research Institute of Food Safety, Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: atu_nabiyeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7258-746X>.

Botakoz Kulushtayeva – PhD, Department of "Technology of food production and biotechnology", Faculty of Engineering and Technology, NAO «Shakarim University of Semey city», Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kulushtaeva_89@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0067-9872>.

Поступила в редакцию 05.02.2024

Принята к публикации 16.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-23

IRSTI: 65.09.03



Zh.A. Abish¹, R.S. Alibekov¹, G.E. Orymbetova^{2*}, Z.I. Kobzhasarova¹, M.K. Kassymova¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University,
160012, Republic of Kazakhstan, Shymkent City, Tauke khan avenue, 5

²South Kazakhstan Medical Academy,
160019, Republic of Kazakhstan, Shymkent, Al-Farabi square, 1

*e-mail: orim_77@mail.ru

CHARACTERISATION AND PROCESSING ALTERNATIVES OF MILK WHEY

Abstract: *Nowadays, much attention is being paid to a more complete and rational use of all components of milk in the process of its industrial processing. The purpose of this work were to study secondary dairy raw materials (curd whey and cheese whey) and use them for further processing. This paper presents data on the composition of whey: physico-chemical parameters of whey and mineral composition and further prospects for the processing of whey. The demand for whey in the world is growing. This is mainly because whey is used in various industries: food, feed industry, etc. The development of the manufacturing sector in most developing countries generates demand for food ingredients, primarily for the production of functional nutrition. Increased consumption of meat products is a major factor in the development of the feed industry. Whey is often used to produce high-quality balanced feeds. Due to its composition, whey is a promising basis for obtaining functional food products. The results of the physicochemical analyses showed that the composition of the whey (cheese and curd) consists of the primary and most valuable components and also the nutritional value of whey, such a milk, which characterized by harmlessness, high quality, good digestibility, optimal ratio of nutrients, sufficient calorie content, biological also physiological usefulness. In addition, cheese whey contains potassium, which accounts for 16,70%, calcium – 14,14%, and main macronutrients of the curd whey are calcium – 26,08%, and phosphorus 18,40%. Based on the results, it can be concluded that this determines the expediency of using whey in the production of functional foods.*

Key words: *Milk whey, food production, secondary raw materials, mineral composition, rational processing, functional food.*

Introduction

The purpose of this study was to examine secondary milk raw materials and use them for further processing. The most problematic part of secondary milk raw material processing remains whey – a by-product of milk processing obtained in the production of cheese (cheese whey), cottage cheese (curd whey) [1,2]. The main problems of whey processing are associated with a complex

physico-chemical composition, impressive volumes of its production and low marginality of finished products [3].

The production of protein-fat products from milk is accompanied by the production of a number of by-products with increased biological value, but little used for further processing. The rational use of secondary raw materials is a reserve for the growth of dairy production volumes. Milk is a complex of colloidal suspension that is comprised of fat globule, casein micelle colloidal and serum or whey phase. Whey (sometimes called milk serum) is a yellowish to greenish clear solution strained from milk curd coagulated by either rennet or acid. Whey components are those small molecules that are not involved in the milk curdling and are able to be strained out [4]. Milk whey is an important source of lactose, calcium, milk proteins and soluble vitamins, which make this product be considered as functional food and a source of valuable nutrients [22].

The use of serum has a good effect on the organism of the human, expressed in the ability to excite the secretion of digestive glands, maintain the microflora of the intestinal tract, reducing putrefactive processes in it. Whey also strengthens the function of the liver and kidneys, helping to remove harmful substances from the body that may contribute to neuropsychiatric disorders, reduces stress levels [5]. Whey contains 80-90% of the amount of milk entering the process and about 50% of the nutrients in raw milk: soluble protein, lactose, minerals and vitamins [6]. In cheese production, approximately 50% of milk solids are drawn off into the whey, most of the lactose, hydrosoluble minerals and vitamins and 20% of milk proteins. Its composition provides it with interesting nutritional and sensory properties [22].

By-products of processing milk and dairy products can be divided into recyclable industrial waste (substandard sawn-off from stripping cheese also cottage cheese, product with expired shelf life and/or not conforming to safety indicators, washing water, etc.) and secondary dairy raw materials subject to further processing. Scientific research by scientists and dairy manufacturers shows that whey protein is essential for human nutrition. Whey contains 80-90% of processed milk and 50% of the various nutrients in raw milk, including soluble protein, lactose, minerals and vitamins [7]. Cheese whey wastewater (CWW) is a strong organic and saline effluent whose characterization and treatment have not been sufficiently addressed [16]. Some paper results considered that native whey an excellent starting material to produce a whey protein concentrate with unique functional properties [17]. There are wide variations in composition depending on milk supply, and the process involved in production of the whey [20].

Studies shows that when analyzed the fermented milk produced with added acid whey, the acceptance test resulted in 90% of acceptance; the purchase intention showed that 54% of the consumers would 'certainly buy' and 38% would 'probably buy' the product. Using acid whey in a fermented milk formulation was technically viable, allowing by-product value aggregation, avoiding discharge, lowering water consumption and shortening the fermentation period [15].

Due to the expansion of the dairy industry in the Republic of Kazakhstan, the export volume of this industry has also increased. The main products used and exported from 2018 to 2020 are: various types of cream, milk, milk, various types of cheese and cheese. In recent years, Kazakhstan's milk production has been increasing, that is, the production of cheese and cheese has increased by 7,900 tons of milk in the last five years [8, 9]. At this point, one of the problems with all dairy companies, especially those making various types of cheese, is the constant waste of work - whey. Nowadays all over the world, this problem is solved by producing different products, especially drinks or taking whey powder. It is well known that whey products using natural ingredients can benefit human health by improving the body's resistance to various diseases [10,11]. It is imperative that milk whey possess tremendous therapeutic properties [18]. The properties of the product on the type of the whey being processed and also on the specifics of the process used to make the product [21].

Reaserch methods

The following types of whey, curd whey and cheese whey, were selected as objects of research. The whey composition varies significantly and also it depends on the type of cheese produced and its fat content for the subcutaneous whey; for cottage cheese – about the production of cheese and its content of fat. Whey refers to bulk food made from milk and its products. Taking full advantage of all the components of whey, the products produced can not only be consumed directly, but also can be stored for a long time [10]. Features of quality analysis: Sensory analysis was conducted, along with measurements of moisture, fat, protein content, according to relevant

standards by GOST 34352-2017 [19]. The sensory parameters and physical-chemical parameters (mass fraction of fat, acidity, density) of whey were determined by standard methods. The quality parameters such a physical and chemical of the raw materials are then determined and a guarantee is issued based on their compliance with standard requirements. To determine the mineral composition of the selected whey species, the methods of a scanning electron microscope JSM-6490LV with energy dispersive microanalysis systems INCA can allow you to examine samples without spraying with a conductive layer. In addition, it has the dispersive microanalysis system INCA Energy 350 and a link for the study of the structure and composition of HKL Basic polycrystalline samples, the purpose of which is the laboratory testing the history of the technology "Structural and Engineering Technology" (IRLIP "KBM") based on SKU named after M. Auezov.

Research results

For the present, consumer interest in the use of natural ingredients and products in nutrition for therapeutic purposes is increasing. Such kind of the products include milk whey. In our country, they are produced in limited quantities. At the same time, it is desired to use whey, which is a byproduct in the manufacture of products such cottage cheese and cheese, rather than producing it from whole milk. They, actually for many years has been considered like a problematic byproduct that does not have any commercial value, is beginning to be widely processed and used in various forms. Comparing with chemical medicinal preparations, they had no adverse side effects on the body and practically has no contraindications for use.

The sensory parameters of curd whey and subcutaneous whey in comparison with GOST 34352-2017 [19] are presented in Table 1.

Table 1 – Sensory parameters of curd whey and cheese whey

Name of indicators	Curd whey	Cheese whey	GOST 34352-2017
Appearance	Homogeneous liquid has a slight sediment	Homogeneous liquid has a slight sediment	A homogeneous or translucent liquid. The presence of a slight protein precipitate is allowed
Colour	Greenish yellow	Light Yellow	From light yellow to pale green
Smell and taste	Relatively sweet and sour without foreign tastes and smells	Relatively salty without foreign tastes and smells	The indicators are typical of whey

According to organoleptic parameters, it corresponds to GOST 34352-2017 [19]. The selected whey are clean and have a smooth and homogeneous liquid without any impurities, whey are without foreign tastes and smells. Almost all compounds currently found in milk are converted to whey to one degree or another. The approximate content of the primary components in cottage cheese and cheese whey is shown in Table 2.

Table 2 – The content of curd whey and cheese whey

Name	Curd whey	Cheese whey
Mass fraction of protein,%	4,25±0,02	2,26±0,01
Mass fraction of fat,%	0,12±0,001	0,44±0,002
Mass fraction of moisture,%	92,95±0,5	96,33±0,5
Dry matter content,%	7,05±0,03	3,67±0,02
Titrated acidity, deg	130±0,65	158±0,79
pH,psc	2,5±0,01	2,78±0,01

From the data that shown in the table, it should be noted that the composition of the whey (cheese and curd) consists of the primary and most valuable components and also the nutritional value of whey, such a milk, which characterized by harmlessness, high quality, good digestibility, optimal ratio of nutrients, sufficient calorie content, biological also physiological usefulness. additionally to the basic components, vitamins, mineral salts, organic acids, non-protein nitrogenous compounds, hormones, enzymes, immune bodies, i.e. almost all the components of the milk solids and water.

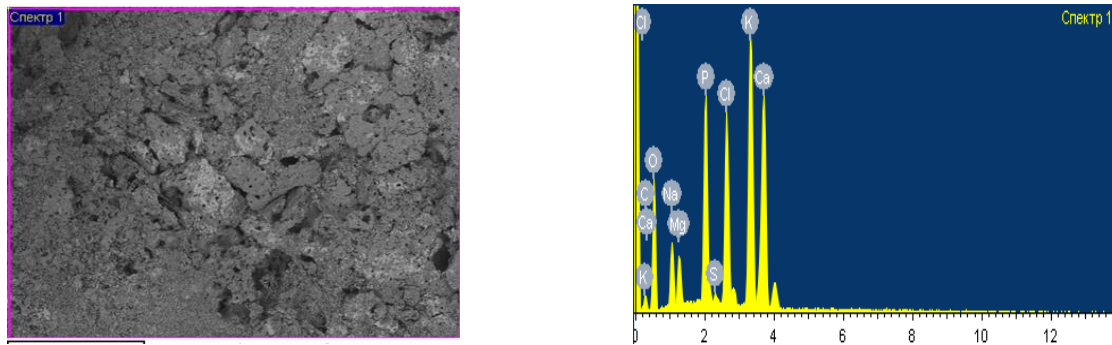


Figure 1 – Electronic image of the composition of elements in cheese whey

Figure 1 shows an electronic image of the composition of the elements in the cheese whey. The value of degree of transition of several milk components into whey is associated with the processes of syneresis and gelation. 6,3 – 12,4% of fat passes into whey, and its absolute content, depending on the fat content and technology of the feedstock, it varies widely – from 0,05 to 0,5%.

The mineral composition of the cheese whey is shown in Table 3.

Table 3 – The composition of elements in cheese whey

Name of elements	Weight indicators %
C	8,89
O	34,87
Na	4,71
Mg	2,32
P	8,89
S	0,36
Cl	9,12
K	16,70
Ca	14,14
Total	100,00

From the above data, it can be noted that the main macronutrients of cheese whey are potassium, which accounts for 16,70%, calcium – 14,14%, chlorine – 9,12% and phosphorus 8,89%, carbon 8,89%, sodium 4,71%, magnesium – 2,32% of the total mineral content.

The manufacturing of whey beverages are implicated all countries with a developed dairy industry. The main ingredient of beverages – whey – is a valuable secondary raw material of the dairy industry, which is not utilized by every enterprise in that industry. In conclusion, it can be established that the processing of whey is one of the promising areas of the food industry [12,13].

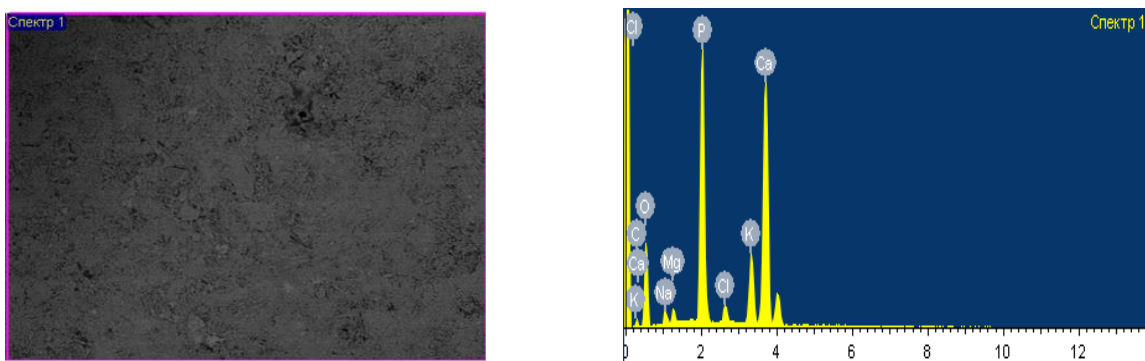


Figure 2 – Electronic image of the composition of elements in cheese whey

Figure 1 shows an electronic image of the composition of the elements in the cheese whey. The composition of elements in curd whey is shown in Table 4.

Table 4 – The composition of elements in curd whey

Name of elements	Weight indicators %
C	7,33
O	37,28
Na	1,74
Mg	0,99
P	18,40
Cl	1,44
K	6,73
Ca	26,08
Total	100,00

From the above data, it can be noted that the main macronutrients of the curd whey are calcium – 26,08%, and phosphorus 18,40%, carbon 7,33%, potassium 6,73%, chlorine – 1,44%, sodium 1,74%, magnesium – 0,99% of the total mineral content.

Discussion of scientific results

The study of secondary raw materials of dairy industry and their use for further processing is one of the urgent tasks of the food industry. And the most problematic segment in the field of processing secondary dairy raw materials remains whey – as a material that can be recycled or repurposed from waste, the byproduct of milk industry obtained during the production of cheese (cheese whey) and cottage cheese (curd whey) has been found to have similar biological properties to whole milk. There is currently a focus on maximizing the utilization of all components of milk in industrial processing due to various reasons. Economically, it is more advantageous to efficiently process agricultural raw materials rather than producing additional raw materials. However, the challenge of fully and rationally utilizing secondary dairy raw materials remains unsolved both domestically and internationally. Literature research studies indicate that a considerable amount of whey is still being used as animal feed and some are not used.

Conclusion

The studies carried out showed the following results:

- the best organoleptic characteristics of curd whey and cheese whey. The selected whey has a homogeneous liquid without foreign impurities and a clean, whey taste without foreign tastes or odors;
- cheese whey is rich in basic macroelements such as potassium – 16,70%, calcium – 14,14%, chlorine – 9,12% and phosphorus 8,89%, carbon 8,89%, sodium 4.718.89%, magnesium – 2,32% of the total mineral content.

The utilization of secondary raw materials from the dairy industry is a crucial undertaking as it results in the production of a substantial quantity of top-quality food products and technical semi-finished goods and feed products can be obtained. Therefore, the whey is very promising for obtaining functional products for the intended purpose.

References

1. TR TS 033/2013. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza 033/2013 «O bezopasnosti moloka i molochnoi produktsil»: prinyat resheniem Soveta Evraziiskoi ehkonomicheskoi komissii ot 09 oktyabrya 2013 goda № 67. TR TS 033/2013. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru> (data obrashcheniya: 17.04.2022). (In Russian).
2. Korotkii I.A. Sovremennye tendentsii v pererabotke molochnoi syvorotki / I.A. Korotkii, I.B. Plotnikov, I.A. Mazeeva // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2019. – Tom 49. – № 2. – S. 227-234. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234. (In Russian).
3. Production of whey protein hydrolysates with angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity using three new sources of plant proteases / M.A. Mazorra-Manzano et al // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2020. – Vol. 28. – P. 101724. DOI: 10.1016/j.bcab.2020.101724. (In English).

4. Mingruo Guo Wang. History of Whey Production and Whey Protein Manufacturing / Guo Mingruo // Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications, First Edition. – 2019. (In English).
5. Innovatsii v pishchevoi promyshlennosti: obrazovanie, nauka, proizvodstvo / E.YU. Kichigina // Materialy 4-i vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Blagoveshchensk, 2020. – S. 79-84. (In Russian).
6. Gösta Bylund M.Sc / Dairy Processing Handbook // Tetra Pak Processing Systems ABS-221 86 Lund, Sweden. – 1995. (In English).
7. Gavrilova N.B. Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov: traditsii i innovatsii / N.B. Gavrilova, M.P. Shchetinin. – M: Kolos, 2012. – 542 s. (In Russian).
8. Programmy industrial'no-innovatsionnogo razvitiya na 2020-2025 gody Respubliki Kazakhstan [Elektronnyi resurs] <https://baiterek.gov.kz/ru/programs/gosudarstvennayaprogramma-industrialno-innovatsionnogo-razvitiyarespubliki-kazakhstan-na-2020-2025>. (In Russian).
9. Ofitsial'nyi sait: Molochnyi soyuz Kazakhstana <https://kazsut.com>. (In Russian).
10. Proshutinskaya YU.S. Tekhnologiya produktov iz obezzhirennogo moloka, pakhty i molochnoi syvorotki / YU.S. proshutinskaya // Molodezh' i nauka: Ural'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019. – 83 s. (In Russian).
11. Arsen'eva T.P. Bezotkhodnye tekhnologii otrasli: ucheb.-metod. Posobie / T.P. Arsen'eva. – SPb.: NIU ITMO; IKhIBT, 2014. – 37 s. (In Russian).
12. The prospects of using milk whey / Zh.A. Abish, R.S. Alibekov, A.A. Utebayeva, E.V. Sysoeva // Proceedings international scientific-practical conference «Auezov readings–21: new kazakhstan – the future of the country» dedicated to the 80th anniversary of m. Auezov south kazakhstan university – Shymkent: M.Auezov SKU, – 2023. (In English).
13. Mousse from caseic whey / M.K. Kassymova, A.K. Mamyrbekova, G.E. Orymbetova, Z.I. Kobzhasarova, A. Blija // Reports of the NAS RK, Almaty. – 2021. – № 6. – P.50-57. (In English).
14. Development of technology production of soft cheese «Mozzarella» on the basis of goat's milk / G.E. Orymbetova, M.K. Kassymova, E.M. Orymbetov, S.T. Azimova // The Journal of Almaty Technological University. – 2023. – № 4. – R. 114-121. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-4-114-121>. (In English).
15. Chemical characterisation and application of acid whey in fermented milk / P. Lievore et al // Journal of food science and technology. – 2015. – T. 52. – R. 2083-2092. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1244-z>. (In English).
16. Carvalho F. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment / F. Carvalho, A.R. Prazeres, J. Rivas // Science of the total environment. – 2013. – T. 445. – R. 385-396. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.12.038>. (In English).
17. Svanborg S. Production and characterisation of native whey and native whey products. – 2020. (In English).
18. Gupta C. Therapeutic potential of milk whey / C. Gupta, D. Prakash // Beverages. – 2017. – T. 3. – №. 3. – R. 31. <https://doi.org/10.3390/beverages3030031>. (In English).
19. GOST 34352-2017 Syvorotka molochnaya – Syr'e. Tekhnicheskies usloviya. – Vved. 2018–01–09. – M. : Standartinform: Izd-vo «StandartinforM», 2018. – 11 s. (In Russian).
20. Zadow J.G. Utilisation of milk components: Whey // J.G. Zadow // Robinson: Modern Dairy Technology: Volume 1 Advances in Milk Processing. – Boston, MA : Springer US, 1994. – R. 313-373. (In English).
21. Whey proteins: From milk to medicine / H.C. Deeth, N. Bansal et al / Academic Press, 2018. (In English).
22. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality / C. González-Martínez et al // Trends in Food Science & Technology. – 2002. – T. 13. – №. 9-10. – R. 334-340. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00160-7). (In English).

Ж.А. Абиш¹, Р.С. Алибеков¹, Г.Э. Орымбетова^{2*}, З.И. Кобжасарова¹, М.К. Касымова¹

¹Южно-Казахстанский Университет им.М.Ауэзова,
160012, Республика Казахстан, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5

²Южно-Казахстанская медицинская академия,
160019, Республика Казахстан, г. Шымкент, пл. Аль-Фараби, 1

*e-mail: orim_77@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА И АЛЬТЕРНАТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Сегодня отдельное внимание уделяется более безотходному и рациональному использованию второстепенных отходов и всех компонентов молока в процессе его промышленной переработки. Целями данного исследования являются изучение вторичного молочного сырья (творожной и сырной сыворотки) и использование их для дальнейшей переработки. В статье представлены данные о составе молочной сыворотки: физико-химические параметры молочной сыворотки и минеральный состав, а также дальнейшие перспективы переработки молочной сыворотки. Спрос на молочную сыворотку в мире растет. В первую очередь это связано с тем, что сыворотка используется в различных отраслях промышленности: пищевой, комбикормовой и т.д. Развитие производственного сектора в большинстве развивающихся стран формирует спрос на пищевые ингредиенты, в первую очередь для производства функционального питания. Увеличение потребления мясных продуктов является основным фактором, способствующим развитию комбикормовой промышленности. Сыворотка часто используется для производства высококачественных сбалансированных кормов. Благодаря своему составу сыворотка является перспективной основой для получения функциональных пищевых продуктов.

Ключевые слова: Молочная сыворотка, пищевое производство, вторичное сырье, минеральный состав, рациональная переработка, функциональное питание.

Ж.Ә. Әбіш¹, Р.С. Алибеков¹, Г.Э.Орымбетова^{2*}, З.И. Кобжасарова¹, М.К. Касымова¹

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті,
160012, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5

²Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы,
160019, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ. Әл-Фараби алаңы 1

*e-mail: orim_77@mail.ru

СҮТ САРЫСУЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ӨНДЕУДІҢ БАЛАМАЛАРЫ

Бүгінгі таңда өнеркәсіптік өңдеу процесінде қалдықсыз және екінші реттік қалдықтар мен сүттің барлық компоненттерін ұтымды пайдалануға ерекше назар аударылады. Бұл жұмыстың мақсаты қайталама сүт шикізатын (сүзбе және ірімшік сарысуы) зерттеу және оларды одан әрі өңдеу үшін пайдалану болып табылады. Мақалада сүт сарысуының құрамы туралы мәліметтер келтірілген: сүт сарысуының физико-химиялық параметрлері және минералды құрамы, сондай-ақ сүт сарысуын өңдеудің одан әрі перспективалары. Әлемде сүт сарысуына сұраныс артып келеді. Бұл, ең алдымен, сарысудың әртүрлі салаларда қолданылатындығына байланысты: тамақ, құрама жем және т.б. дамушы елдердің көпшілігінде өндірістік сектордың дамуы тамақ ингредиенттеріне, ең алдымен функционалды тамақтану өндірісіне сұранысты қалыптастырады. Ет өнімдерін тұтынудың артуы құрама жем өнеркәсібінің дамуына ықпал ететін негізгі фактор болып табылғандықтан сүт сарысуы көбінесе жоғары сапалы, теңдестірілген жем өндіру үшін қолданылады. Бай құрамының арқасында сарысу функционалды тамақ өнімдерін алудың перспективалық негізі болып табылады.

Түйін сөздер: сүт сарысуы, тамақ өндірісі, қайталама шикізат, минералды құрам, ұтымды өңдеу, функционалды тамақтану.

Information about the authors

Zhansaya Abilkhairkyzy Abish – PhD student, «Technology and Safety of Food products» Department, M. Auezov' South-Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: abish.zhansaya95@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7175-9354.

Ravshanbek Sultanbekovich Alibekov – PhD in Chemistry, Professor, «Food Engineering» Department, M. Auezov' South-Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-0723-3101.

Gulbagi Emitovna Orymbetova* – candidate of technical science, associate professor. South Kazakhstan Medical Academy. Faculty of Pharmacy. Shymkent, Kazakhstan, e-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001- 8987-3366.

Ziba Isakovna Kobzhasarova – candidate of technical science, associate professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan; e-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484.

Mahabat Kuandykovna Kassymova – candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan; e-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148.

Авторлар туралы мәліметтер

Жансая Әбілхайрқызы Абиш – PhD докторанты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан, e-mail: abish.zhansaya95@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7175-9354.

Равшанбек Султанбекович Алибеков – химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан; e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101.

Гулбаги Эмитовна Орымбетова* – техника ғылымдарының кандидаты, доцент. Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы. Фармация факультеті. Шымкент, Қазақстан; e-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001-8987-3366.

Зиба Исаковна Кобжасарова – техника ғылымдарының кандидаты, доцент. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан; e-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484.

Махабат Куандыковна Касымова – химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан, e-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148.

Сведения об авторах

Жансая Әбілхайрқызы Абиш – PhD докторант, Высшая школа текстильной и пищевой инженерии, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: abish.zhansaya95@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7175-9354.

Равшанбек Султанбекович Алибеков – кандидат химических наук, профессор. Высшая школа текстильной и пищевой инженерии, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан; e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101.

Гулбаги Эмитовна Орымбетова* – кандидат технических наук, доцент. Южно-Казахстанская медицинская академия. Факультет фармации. Шымкент, Казахстан; e-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001- 8987-3366.

Зиба Исаковна Кобжасарова – кандидат технических наук, доцент. Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан; e-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484.

Махабат Куандыковна Касымова – кандидат химических наук, профессор. Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан; e-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148.

Received 05.02.2024

Revised 19.02.2024

Accepted 20.02.2024

Zh.I. Satayeva*, N.S. Mashanova, M.E. Smagulova, N.Zh. Kundyzbayeva, G.K. Karimova
RSE «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology»
Z05K5H2, Republic of Kazakhstan, Astana city, 0Yesil district, Mangilik El Avenue, 11
*e-mail: julduz.kaynar@mail.ru

RESEARCH OF DISPERSION PROPERTIES OF OILCAKES

Annotation: *This article presents the results of research on the dispersion properties of oilseed cakes after oil extraction for further use in the bakery, confectionery, and pasta industries. Soybean, pumpkin, sunflower, peanut, and flax seed cakes were used in the work. Oilseed cakes are a high-protein product and can serve as an alternative gluten-free raw material for the production of flour products. The microstructural characteristics of the oilcake's surface were determined using an electron microscope-micro analyzer JXA-8230 from JEOL at the Scientific Center for Composite Materials LLP, Almaty. Sample images were obtained at an accelerating voltage of 20 kV, an electron beam current of much less than 1 nA, and aperture diaphragms No. 3 and 4. Laser analysis of particles of the applied materials up to nanoparticles was also performed. The smallest particle distribution is in sunflower cake ($D_{10}=3.177 \mu\text{m}$, $D_{50}=6.403 \mu\text{m}$, $D_{90}=10.007 \mu\text{m}$, $D_{av}=6.529 \mu\text{m}$), the largest is in flax cake ($D_{10}=34.127 \mu\text{m}$, $D_{50}=61.243 \mu\text{m}$, $D_{90}=89.052 \mu\text{m}$, $D_{av}=61.519 \mu\text{m}$). The research aimed to establish the microstructure and analysis of the particles of oilseed cakes and further influence the phase transformations and technological properties of bakery, confectionery, and pasta products.*

Key words: *oilseed cakes, analysis, electron microscopy, laser analysis, nanoparticles.*

Introduction

According to United Nations forecasts, by 2050 the world's population will grow to about 9.7 billion people [1]. This growth creates an acute demand for the production of protein-rich foods for human consumption that are affordable, plentiful, nutritious, and sustainable. The major source of high-quality proteins is animal husbandry. It is necessary to look for sources of sustainable plant-based alternatives to replace animal food sources in the human diet [2].

The purpose of this article is to discuss the possibilities and problems associated with the use of oilseed cake proteins, such as sunflower, pumpkin, soybean meal, peanut, and flax cake in the food industry, which is a by-product of processing oilseeds and contains up to 50% protein. The global production of secondary products of the fat and oil industry is estimated at 636 million metric tons in 2022/2023 [3]. The proteins of some oilseed cakes can be turned into food ingredients that can be used for their nutritional value or functional properties in human food products [4].

Earlier, studies were conducted on the physicochemical, fatty acid, amino acid composition, and food safety of the cakes of the above-mentioned crops [5]. In this article, we provide an overview of the dispersion properties and their potential application in the production of bakery, confectionery, and pasta products.

This highlights the potential contribution of the use of secondary products of the fat and oil industry to the achievement of some of the United Nations Sustainable Development Goals: «Zero hunger»; «Good health and well-being» and «Sustainable food production and consumption» [6]. As a result, converting an abundant by-product into a valuable food ingredient can lead to healthier and more sustainable global food supplies.

Research methods

Researching a scanning electron microscope with an energy-dispersive microanalysis system (without sample preparation). A snapshot of the surface of the finished sample at high magnifications ($> \times 3000$).

Samples in the form of powders or crushed pieces were delivered in labeled plastic bags. The samples were mounted in brass holders on the slide table of the JEOL scanning electron microscope-microanalyzer JXA-8230 flush with the sample holder section. Thus, the same

experimental conditions for observation and measurement of all samples were created. The installation corresponded to the positions of the samples with respect to the electron beam as close as possible to the perpendicular.

Sample images were obtained at an accelerating voltage of 20 kV, an electron beam current much less than 1 nA, and aperture diaphragms No. 3 and 4. Such shooting conditions at low magnifications ensure confident observation and registration of particles from a micron to hundreds of microns, and at high magnifications – submicron particles.

For all sample sites selected for scanning electron microscopic (SEM) examination, the mode of observation and shooting in secondary electrons (SEI) was used. The name of the microphotograph files in JPEG format indicates the observation mode (shooting) and magnification.

Laser particle analysis of applied materials up to nanoparticles. Information about the tests of the laser particle detector: Sample Info. Sample Name: 1 [Average]: Sample Refractive Index: 1.57 – i * 0.100. Delivery Date: 2023-9-25. Testing Info. Measuring Time: 9/25/2023 4:02:04 PM: UltraSonic Time: 0s. Disperse Medium: 1. Dispersant: 1. Sample Concentration: 9.382497. Analysis mode R-R distribution

Research results

For comparability of images and characterization of the microstructure during electron microscopy of the submicrometer range, 3 micrographs were obtained for each sample with magnification X 40 (over the plan), X 1000 and X 3000.

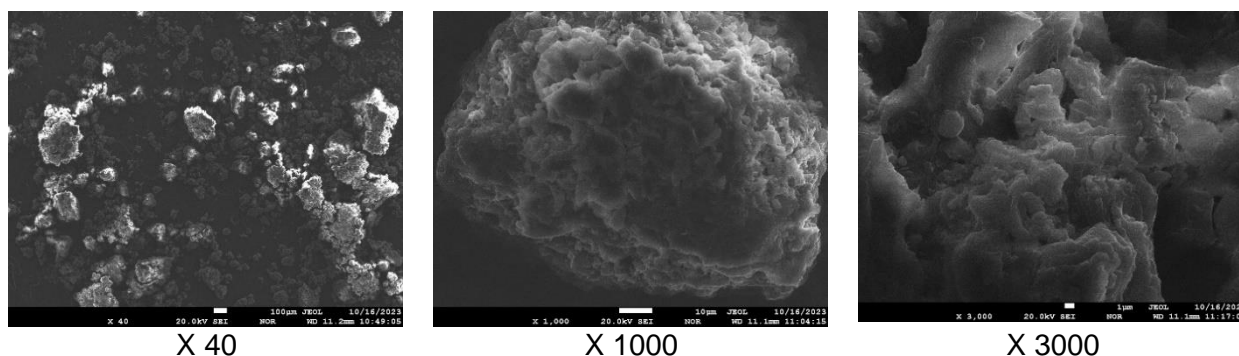


Figure 1 – Micrographs of soybean meal

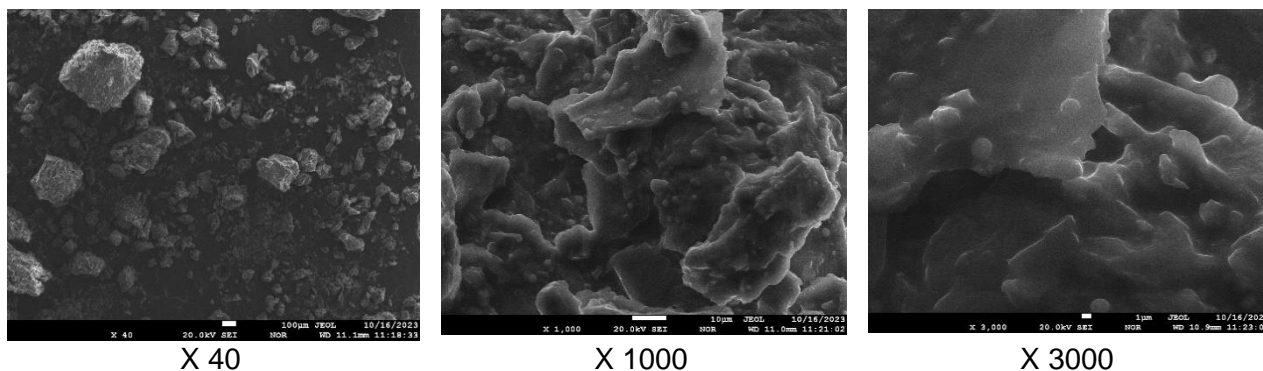


Figure 2 – Micrographs of pumpkin meal

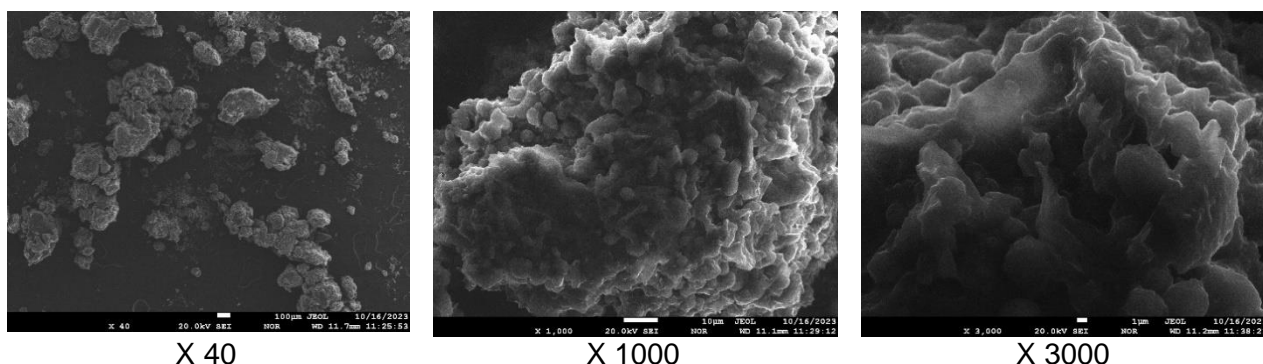


Figure 3 – Micrographs of sunflower meal

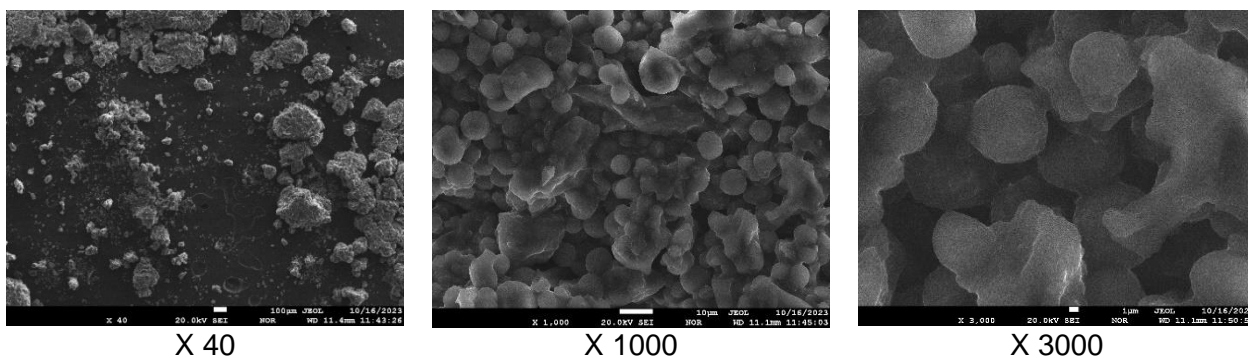


Figure 4 – Micrographs of peanut meal

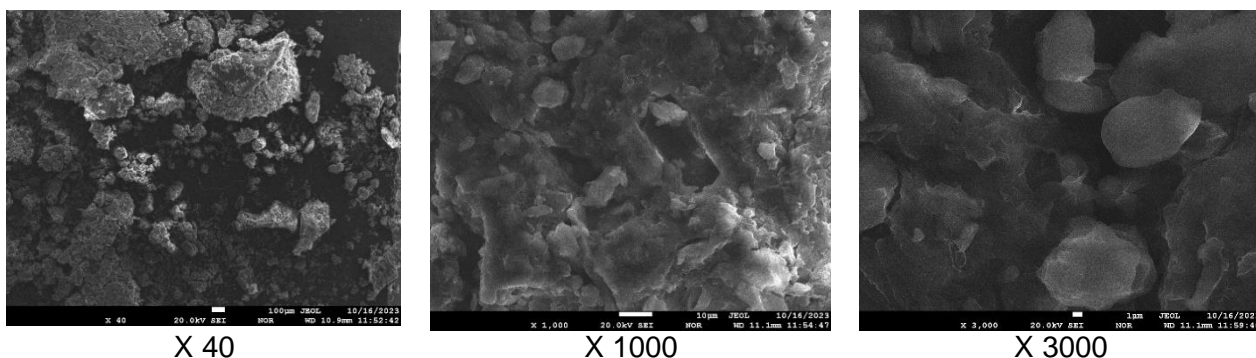


Figure 5 – Micrographs of flax meal

Particle size is a crucial parameter of the quality of food suspensions, affecting their rheological behavior, overall stability, as well as sensory perception. Table 1 shows the results of laser particle analysis of the applied materials to nanoparticles. Measurements of particle size distribution in powders and suspensions. The samples are inert about water and completely dissolve in it.

The term «Dev» means the average particle diameter (D_{av}).

In the table, the term «D10» means the particle diameter (D10 value) of the particles at the 10% position when counting from the smallest particle diameter size of 0% (minimum) to 100% (maximum) in the particle diameter distribution.

The term «D50» means a particle diameter (value D50) in which the number of particle diameters on the larger side becomes equal to the number of particle diameters on the smaller side when the diameters of the powder particles are divided into two groups.

The term «D90» means the particle diameter (D90 value) of the particles at the 90% position when counting from the smallest particle diameter size of 0% (minimum) to 100% (maximum) in the particle diameter distribution.

Table 1 – Data on particle sizes of various types of oilcakes

The name of the oilcake	Particle size				S/V, m^2/cm^3	D [3,2], μm	D [4,3] μm	Fitting Deviation
	D10, μm	D50, μm	D90, μm	D_{av} , μm				
Soybean	13.688	43.375	90.495	48.62	2520.587	23.80	48.620	0.337
Pumpkin	21.804	49.224	82.739	51.13	1632.598	36.75	51.13	0.149
Sunflower	3.177	6.403	10.007	6.529	11686.430	5.134	6.529	1.683
Peanut	9.841	41.655	104.516	50.93	3897.614	15.39	50.936	0.836
Flaxseed	34.127	61.243	89.052	61.519	1150.580	52.148	61.519	0.545

A graphic representation of the results of laser analysis of oil cake particles is shown in Figure 6 [7].

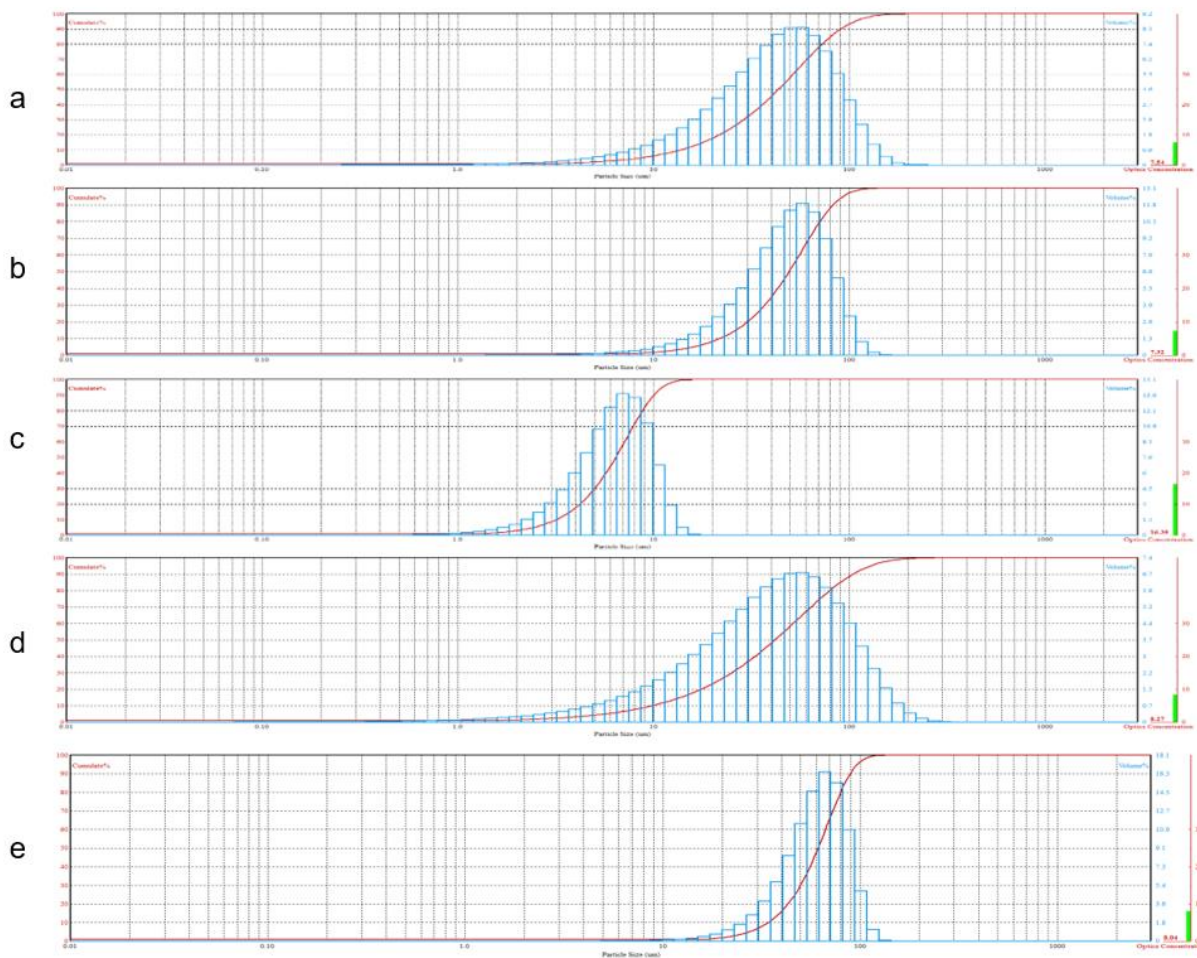


Figure 6 – Results of laser particle analysis:
 a – soybean cake; b – pumpkin cake; c – sunflower cake; d – peanut cake; e – flaxseed cake

Discussion of scientific results

The soybean cake sample (Fig. 1) is a powder, which is an ensemble of agglomerated fine particles ranging in size from 4.5 to 16 microns. The particles do not have definite shapes. At high magnification, microcracks, microtubules (from 1 μm), and traces of plastic flow in the form of grooves and strands on the surface of particles are observed.

The sample of pumpkin cake (Fig. 2) is a powder, which is an ensemble of particles up to 0.6 mm in size. The particles do not have definite shapes, but there are partial signs of brittle fracture. The layered structure of the particles has been revealed, and traces of microparticles (up to 2 microns) are observed on the surface of the layers, which have not completely merged with their layers.

Malaysian scientists have studied pumpkin powder as a substitute for pumpkin pulp in various food products. Scanning electron micrographs showed that the particle sizes of the purified pumpkin powder were smaller particle size than the untreated samples amounting to 122.78 microns for untreated samples and 120.99 microns for processed samples. The image looks like a clot of scales [8].

The sample of sunflower cake (Fig. 3) is a powder, which is an ensemble of agglomerated fine particles with sizes from 1.5 microns. The particles do not have definite shapes, but there are partial signs of brittle fracture with traces of plastic flow in the form of grooves and strands on the surface of the particles. At high magnification, microcracks and microtubules (from 1 μm) are observed.

The peanut cake sample (Fig. 4) is a powder, which is an ensemble of agglomerated fine particles ranging in size from 2.5 to 22 microns. The particles have rounded shapes and smoothed surfaces with common cleavage areas, due to which a developed porous structure is observed in the material.

The sample of linseed cake (fig. 5) is a powder, which is an ensemble of agglomerated fine particles with sizes from 1.5 microns. The particles are partially rounded, and often do not have certain shapes, but have common cleavage areas, due to which a porous structure is observed in the material.

In studies of flax seed cake, SAM images showed the formation of relatively spherical particles that were folded or wrinkled. This can be explained by the interaction between the rapidly decreasing diffusion coefficient during moisture removal and an increase in surface tension, which leads to the formation of flattened particles with uneven/folded surface morphology. This research may open up a promising path for the production of natural and herbal spray-dried powders for food use as emulsion stabilizers [9].

The obtained results of scientists have shown that sourdough bread enriched with flaxseed cake can be a potential source of biologically active compounds with the possibility of obtaining high-quality products with improved nutritional profiles and desired health characteristics [10].

Laser analysis of particles of the materials used to nanoparticles showed the following results: the smallest particle distribution is in sunflower cake ($D_{10}=3.177$ μm , $D_{50}=6.403$ μm , $D_{90}=10.007$ μm , $D_{av}=6.529$ μm), the largest is in flax cake ($D_{10}=34.127$ μm , $D_{50}=61.243$ μm , $D_{90}=89.052$ μm , $D_{av}=61.519$ μm). In terms of size, all types of cakes comply with the standards.

Conclusion

Vegetable proteins are attracting increasing attention from scientists and manufacturers of the food industry. By-products of the fat and oil industry – oilcakes, which are formed after oil extraction and are a valuable feed ingredient for various types of livestock, are currently a potential source of protein and dietary fiber in human food.

Funding

The article was written within the framework of the scientific and technical program of program-targeted financing of the Republic of Kazakhstan: IRN BR12967830 "Development of technical regulation tools to improve the efficiency, safety, resource-saving of food production and environmentally friendly packaging".

References

1. Access the World Population Prospects 2019 at: <https://population.un.org/wpp2019/>.
2. Hadidi M. Pea proteins as emerging biopolymers for the emulsification and encapsulation of food bioactives / M. Hadidi, S. Boostani, S.M. Jafari // *Food Hydrocolloids*. – 2022. – T. 126. – P. 107474.
3. Hadidi M. Sunflower meal/cake as a sustainable protein source for global food demand: Towards a zero-hunger world / M. Hadidi, F. Aghababaei, D.J. McClements // *Food Hydrocolloids*. – 2023. – P. 109329.
4. Teh S.S. Utilization of oilseed cakes for human nutrition and health benefits / S.S Teh., A.E.D.A. Bekhit // *Agricultural biomass based potential materials*. – 2015. – P. 191-229.
5. Study of the safety indicators of oilseed cakes / Satayeva Z.I. et al. // *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University*. – 2023. – № 2(117). – P. 4-11. <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/article/view/1368/1040>.
6. United Nations Sustainable Development Goals 2023. <https://sdgs.un.org/gsdrgsd2023>.
7. Razrabotka tekhnologii khlebobulochnykh, konditerskikh i makaronnykh izdelii s ispol'zovaniem vtorichnykh produktov pererabotki maslozhirovoi promyshlennosti / Mashanova N.S. i dr. / RGP «Kazakhstanskii institut standartizatsii i metrologii», Astana. – 2023. – 269 s.
8. Effect of Pre-treatment in Producing Pumpkin Powder Using Air Fryer and Its Application in 'Bingka' Baking / N.M.N. Murzaini et al. // *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. – 2020. – №. 1. – T. 8. – P. 48-64.
9. Valorization of flaxseed oil cake residual from cold-press oil production as a material for preparation of spray-dried functional powders for food applications as emulsion stabilizers / E. Drozłowska et al. // *Biomolecules*. – 2020. – №. 1. – T. 10. – P. 153.
10. Flaxseed cake as a tool for the improvement of nutraceutical and sensorial features of sourdough bread / C. Sanmartin et al. // *Foods*. – 2020. – №. 2. – T. 9. – P. 204.

Ж.И. Сатаева*, Н.С. Машанова, М.Е. Смагулова, Н.Ж. Күндызбаева, Г. Каримова
«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК
Z05K5H2, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, 11
*e-mail: julduz.kaynar@mail.ru

МАЙЛЫ ДАҚЫЛДАР КҮНЖАРАСЫНЫҢ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада нан-тоқаш, кондитерлік және макарон өнімдерін өндіру саласында одан әрі пайдалану мақсатында майлы дақылдардың майсыздандырылғаннан кейін алынған күнжаралардың дисперсиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу жұмыста соя, асқабақ, күнбағыс, жержаңғақ және зығыр тұқымдарының күнжаралары қолданылған. Майлы күнжаралар ақуызы жоғары өнім болып табылады және ұн өнімдерін өндіру үшін балама глютенсіз шикізат ретінде қызмет ете алады. Күнжаралардың бетінің микроқұрылымдық сипаттамалары Алматы қ. «Композиттік материалдар ғылыми орталығы» ЖШС JEOL фирмасының JXA-8230 электронды микроскоп-микроанализаторының көмегімен анықталды. Үлгілердің суреттерін алу 20 кВ үдеткіш кернеуде, электронды сәулелік тогы 1-ден аз және №3 және 4 апертуралық диафрагмаларда жүзеге асырылды. Сондай-ақ, нанобөлшектерге қолданылатын материалдардың бөлшектеріне лазерлік талдау жүргізілді. Бөлшектердің ең аз таралуы күнбағыс күнжарасында байқалады ($D_{10} = 3,177$ мкм, $D_{50} = 6,403$ мкм, $D_{90} = 10,007$ мкм, $DAV = 6,529$ мкм), ең үлкені – зығыр күнжарасында ($D_{10} = 34,127$ мкм, $D_{50} = 61,243$ мкм, $D_{90} = 89,052$ мкм, $DAV = 61,519$ мкм). Зерттеудің мақсаты майлы күнжараладың бөлшектерінің микроқұрылымын құру және талдау және нан-тоқаш, кондитерлік және макарон өнімдерінің фазалық өзгерістері мен технологиялық қасиеттеріне одан әрі әсер ету болды.

Түйін сөздер: майлы дақылдар күнжарасы, талдау, электронды микроскопия, лазерлік талдау, нанобөлшектер.

Ж.И. Сатаева*, Н.С. Машанова, М.Е. Смагулова, Н.Ж. Күндызбаева, Г. Каримова
РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»
Z05K5H2, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мангилик Ел, дом 11
*e-mail: julduz.kaynar@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ СВОЙСТВ МАСЛИЧНЫХ ЖМЫХОВ

В статье приведены результаты исследований дисперсионных свойств масличных жмыхов после извлечения масла с целью дальнейшего использования в отрасли производства хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий. В работе использовались жмыхи семян сои, тыквы, подсолнечника, арахиса и льна. Масличные жмыхи являются высокобелковым продуктом и могут служить альтернативным безглютеновым сырьем для производства мучных изделий. Определение микроструктурных характеристик поверхности жмыхов производилось с помощью электронного микроскопа-микроанализатора JXA-8230 фирмы JEOL на базе ТОО «Научный центр композитных материалов», г. Алматы. Получение изображений проб осуществлялось при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе электронного пучка много меньше 1 нА и апертурных диафрагмах №3 и 4. Также проводили лазерный анализ частиц применяемых материалов до наночастиц. Самое мелкое распределение частиц у подсолнечного жмыха ($D_{10} = 3.177$ мкм, $D_{50} = 6.403$ мкм, $D_{90} = 10.007$ мкм, $DAV = 6.529$ мкм), самое крупное – у льняного жмыха ($D_{10} = 34.127$ мкм, $D_{50} = 61.243$ мкм, $D_{90} = 89.052$ мкм, $DAV = 61.519$ мкм). Целью исследований являлось установление микроструктуры и анализ частиц масличных жмыхов и дальнейшее влияние на фазовые превращения и технологические свойства хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий.

Ключевые слова: масличные жмыхи, анализ, электронная микроскопия, лазерный анализ, наночастицы.

Information about the authors

Zhuldyz Satayeva – PhD, RSE «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology», Astana, Kazakhstan, e-mail: julduz.kaynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8327-3474>.

Nurbibi Mashanova – Doctor of Technical Science, RSE «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology», Astana, Kazakhstan, e-mail: nurmashanova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8664-5173>.

Mirgul Smagulova – Candidate of Chemical Science, RSE «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology», Astana, Kazakhstan, e-mail: mirgul.smagulova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5793-0813>.

Nazigul Kundzybaeva – Candidate of Technical Science, RSE «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology», Astana, Kazakhstan, e-mail: kundzybaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6346-5986>.

Gulmaida Konysbaevna Karimova – RSE «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology», Astana, Kazakhstan, e-mail: gulmaida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7190-8847>.

Авторлар туралы мәліметтер

Жұлдыз Исаковна Сатаева – PhD, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана қ., Қазақстан, e-mail: julduz.kaynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8327-3474>.

Нурбиби Советовна Машанова – техника ғылымдарының докторы, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана қ., Қазақстан, e-mail: nurmashanova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8664-5173>.

Миргуль Есенғалиевна Смағұлова – химия ғылымдарының кандидаты, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана қ., Қазақстан, e-mail: mirgul.smagulova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5793-0813>.

Назигүл Жұмаханқызы Құндызбаева – техника ғылымдарының кандидаты, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана қ., Қазақстан, e-mail: kundzybaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6346-5986>.

Гүлмайда Қонысбайқызы Кәрімова – «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана қ., Қазақстан, e-mail: gulmaida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7190-8847>.

Сведения об авторах

Жулдыз Исаковна Сатаева – PhD, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан, e-mail: julduz.kaynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8327-3474>.

Нурбиби Советовна Машанова – доктор технических наук, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан, e-mail: nurmashanova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8664-5173>.

Миргуль Есенғалиевна Смағұлова – кандидат химических наук, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан, e-mail: mirgul.smagulova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5793-0813>.

Назигүл Жумахановна Кундызбаева – кандидат технических наук, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан, e-mail: kundzybaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6346-5986>.

Гүлмайда Конысбаевна Каримова – РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан, e-mail: gulmaida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7190-8847>.

Received 05.12.2023

Accepted 12.01.2024

Ф.Х. Смольникова*, Г.К. Наурзбаева, Г.Т. Жуманова, А.С. Камбарова, Ж.М. Атамбаева
Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ЗАКВАСКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МАСЛА

Аннотация: Производство сливочного масла в Казахстане набирает рост, продовольственный рынок представлен разнообразным ассортиментом сладкосливочных масел, масел с наполнителями, которые вырабатывают маслоперерабатывающие предприятия. В данной статье приведены исследования по разработке кислосливочного масла, обладающего функциональными свойствами, проведены исследования в области влияния кисломолочных культур на показатели качества масла в процессе хранения. Для проведения исследований использовались стандартные методы в трехкратной повторности. Были исследованы различные виды кисломолочных заквасок, составлены модели рецептов сливочного масла с заквасками. Кисломолочные закваски были внесены в пласт сливочного масла во время термомеханической обработки. Результаты исследования показали, что для производства масла рекомендуется применять бактериальную закваску ЭМ Курунга. Были изучены показатели качества масла с применением данной закваски. Введение закваски в количестве 3%, позволяет получить продукт с наилучшими характеристиками, значение кислотного числа находится в пределах нормы для кислосливочного масла и позволяет сохранить качество продукта в течении 60 дней. Готовый продукт обладал положительными органолептическими свойствами, стойкостью при хранении и может быть рекомендован для функционального питания.

Ключевые слова: масло, сбивание, хранение, закваска, эмульсия, температура, ассортимент, качество.

Введение

Сливочное масло является одним из ценных продуктов питания, входящий в ежедневный рацион питания человека. По данным бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (АСПИР РК) производство молочных продуктов в 2023 году увеличилось на 39,2% по сравнению с 2022 годом. Лидерами по продажам были мороженое, его выпуск увеличился на 57,5 %, вторым продуктом следовало сливочное масло и спреды их выпуск увеличился на 26,9%. Производства сливочного масла и спредов с января по апрель 2023 г составило – 9253 тонн, а в 2022 году (январь-апрель) 7290 тонн. Большая часть продукции была реализовано на внутреннем рынке и 0,3 тыс. тонн продукции отправлено на экспорт [1].

Данные статистические данные позволяют сделать вывод о высоком спросе данного продукта у населения Казахстана.

Ассортиментная линейка сливочного масла на продовольственном рынке Абайской области представлена сладкосливочным маслом (соленое, несоленое), масло с наполнителями (шоколадные, фруктовые), незначителен ассортимент кислосливочного масла.

Кислосливочное масло можно отнести к продуктам с функциональными свойствами. Так как большинство молочнокислых бактерий обладают пробиотическими свойствами. В этом направлении проведено не мало исследований зарубежными учеными.

Разработана технология сливочного масла с чистыми культурами *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus cremoris* и *Propionibacterium shermanii* в соотношении 2:1:2:1,5:0, количество вносимой закваски 3-5%. Закваску вводили в пласт масла при механической обработке при температуре 33°C [2].

В Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Врещагина бы разработан способ получения кисломолочного масла. В предварительно подготовленные сливки вносили закваску – 2-5%, сливки сквашивали до кислотности 39-41°Т, оставляли на созревание до кислотности 48-51°Т при температуре 15-20°С на 5 часов, в качестве бактериальной закваски использовалась смесь чистых культур *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus* и *L. acidophilus*, взятых в соотношении 1:1:1.

Далее проводился процесс сбивания сливок, после получения пласта масла методом сбивания, в пласт масла вводили бактериальный концентрат чистых культур *Bif. longum*, *L. acidophilus*, *L. diacetylactis*, *Propionibacterium* в соотношении 2:1:1:1 в количестве 3-5 % [3].

Для изготовления масла сливки взбивают до образования масляного пласта, далее вносят в пласт закваску «Биовестин» или «Биовестин-лакто» в симбиозе с заквасками чистых культур *Lactobacillus Acidophilus* и *Streptococcus Diacetylactis* при соотношении 1:0,2:0,3 кисломолочных культур [4].

Способ производства кисломолочного масла с функциональными свойствами включало в себя предварительную обработку сливок (пастеризацию, охлаждение, созревание), внесение заквасочных культур в количестве 3-7%. Бактериальный концентрат содержит культуры *Bifidobacterium longum* В 379 М, *Lactobacillus acidophilus* 97, *Streptococcus diacetylactis*, *Propionibacterium shermanii* 12АЕ в соотношении 2:1:1:1, количество закваски 1-5% по отношению к массе сливочного масла [5].

Проведенный патентный поиск по производству кисломолочного масла позволил определить, что для производства кисломолочного масла с функциональными свойствами рекомендуется использовать симбиотические закваски, которые позволят не только придать своеобразный вкусовой оттенок продукту, но и обогатить его полезной микрофлорой, витаминами, которые синтезируются во время жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

На кафедре «Технологии пищевых производств и биотехнологии» НАО Университета имени Шакарима была проведена работа по разработке рецептуры и технологии кисломолочного масла с растительными компонентами.

Одной из задач исследования являлось изучение влияния молочнокислой закваски на степень окисления жира в процессе хранения, на органолептические показатели сливочного масла, изучение санитарно-показательных микроорганизмов в кисломолочном масле.

Условия и методы исследования

Для проведения исследований использовались следующие методы: для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов ГОСТ 10444.15-94 [6]. Для оценки санитарно-микробиологического состояния масла использовали следующие стандарты: определение кишечной палочки по ГОСТ 31747-2012 [7], количество дрожжей и плесней по ГОСТ 33566-2015 [8], *S.aureus* по ГОСТ 30347-16 [9]. Определение сальмонелл осуществляли по ГОСТ 31659-2012 [10], листерий по ГОСТ 32031-2012 [11].

Кислотное число сливочного масла определяли по ГОСТ 31933-2012 [12].

Опыты проводились в 3-х кратной повторности. Обработка экспериментальных данных проведена с помощью стандартных компьютерных программ, результаты выражены как общие средние величины с соответствующими стандартными отклонениями.

Результаты исследований

Была предложена технология кисломолочного масла с растительно-жировой эмульсией. В состав сливочного масла входили следующие компоненты: сливочное масло жирностью 82,5%, закваска, растительно-жировая эмульсия. Для приготовления растительно-жировой эмульсии использовали следующее сырье: жмых морковный сушеный, масло льняное, масло облепиховое, масло зародышей пшеницы, цветочная пыльца, пахта, лецитин соевый,

Сливочное масло с жирностью 82,5% вырабатывалось методом сбивания. Для производства масла использовалось следующее сырье: сливки жирностью 35%, концентрат сывороточных белков КСБ-60.

Так как масло вырабатывалось методом сбивания, для улучшения процесса маслообразования и улучшения вкусовых свойств масла использовался концентрат

сывороточных белков КСБ-60. В готовый пласт масла вводили различные виды молочнокислой закваски в процессе термомеханической обработки.

Одной из задач исследования являлось изучение влияния молочнокислых бактерий на качественные показатели масла в процессе хранения, органолептических показателей, изменение кислотного числа в процессе хранения, санитарно-показательных микроорганизмов в готовом продукте и в процессе хранения масла.

Для производства кисломолочного масла необходимы бактерии которые создают процесс кислотообразования, например, такие, как *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* и бактерии которые способствуют производству ароматобразующих веществ – диацетила, ацетила – это культуры *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*.

Одной из задач в разработке технологии сливочного масла являлось создание функционального продукта питания. Данное решение было возможным с введением в сливочное масло пробиотических культур, следовательно в закваске должны были быть культуры не только характерные для сквашивания сливок, но и пробиотические. Пробиотическими культурами являются бифидобактерии, ацидофильная палочка, болгарская палочка. В таблице 1 указаны виды заквасок, которые были подобраны для производства кисломолочного масла.

Таблица 1 – Состав микрофлоры заквасок

№	Наименование закваски	Состав закваски	Количественное соотношение заквасок
1	Закваска VIVO	(<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i> ; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> ; <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>)	2
	Закваска БК – Углич Б	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	3
2	Закваска фирмы Genesis ВМС30	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	-
3	Закваска фирмы Genesis ВМС1	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	-
4	Закваска ЭМ Курунга	(<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus cremoris</i> , <i>Streptococcus diacetylactis</i> , дрожжи <i>Torulopsis</i> и <i>Candida</i>)	-
5	Закваска Йогуртель	(<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i>)	-
6	Закваска Эвиталя	(<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>)	2
	Закваска Эвиталя	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3

Анализ данных таблицы 2 показывает, что для изготовления сливочного масла были подобраны закваски, в которых обязательным компонентом является содержание сливочного стрептококка, так как эта бактерия применяется для сквашивания сливок и участвует в процессе нарастания кислотности сливок.

Производственная закваска готовилась по традиционной схеме на обезжиренном молоке, закваска вносилась в пласт масла при термомеханической обработке, количество молочнокислой закваски варьировали в количестве от 1% до 5% – это традиционная схема внесения закваски в продукт.

В таблице 2 приведены качественные характеристики бактериальных заквасок

№	Наименование заквасок, состав микрофлоры	Характеристики заквасочных культур				Характеристика готовой закваски			
		оптимальная температура развития, °С	время сквашивания, ч	титруемая кислотность, °Т	активная кислотность, ед	КМАФНМ, КОЕ/г	вкус, запах	консистенция	цвет
1	Закваска VIVO	30	6	119	3,92±0,2	1*10 ⁹	чистый кисломолочный	однородная, жидкая	молочно-белый
	Закваска БК – Углич Б	40	6	85	4,2 ±0,2	1*10 ⁹	чистый кисломолочный	однородная, жидкая	молочно-белый
2	Закваска фирмы Genesis ВМС30	35	6,5	110	4,08±0,2	1*10 ¹⁰	чистый кисломолочный	однородная, густая	молочно-белый
3	Закваска фирмы Genesis ВМС1	35	6	95	4,21±0,2	1 * 10 ¹⁰	чистый кисломолочный	однородная жидкая	молочно-белый
4	Закваска ЭМ Курунга	18-20	18	95	4,20±0,2	1*10 ⁹	чистый кисломолочный, щиплющий	жидкая, хлопьевидная	молочно-белый
5	Закваска Йогуртель	28-30	6	100	4,14±0,2	1*10 ⁹	чистый кисломолочный	однородная жидкая	молочно-белый
6	Закваска Эвиталия (Lactococcus lactis subsp. Cremoris, Lactococcus lactis subsp. lactisbiovardiacetylactis))	28	6	105	4,09±0,2	1*10 ⁹	чистый кисломолочный	однородная жидкая	молочно-белый
	Закваска Эвиталия (Lactobacillus acidophilus)	38 °С	6 часов	120	4,03 ±0,2	1*10 ⁹	чистый кислый молочный щиплющий	однородная жидкая	молочно-белый

Обсуждение научных результатов

Сливочное масло было приготовлено с добавлением растительно-жировой эмульсии, которая придавала маслу слегка сладковатый вкус, поэтому при разработке сливочного масла, одной из целей являлось создание продукта с умеренно кислым вкусом, слегка кисломолочным.

Для создания опытных рецептов масла были созданы модели, данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Опытные модели рецептуры кисломолочного масла

Наименование	Количество закваски, %				
	1%	2%	3%	4%	5%
Растительно-жировая эмульсия	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Сливочное масло 82,5%	64	63	62,0	61,0	60,0

Опытные образцы масла с применением различных видов закваски были исследованы в процессе хранения в течении 60 дней на содержание кислотного числа. Кислотное число показывает какое количество свободных кислот содержится в сливочном масле при его окислении. Кислотное число сливочного масла не должно превышать 4 КОН/г.

Исследования кислотного числа в процессе хранения приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели кислотного числа кисломолочного масла в процессе хранения, ед.

Наименование закваски	Количество вносимой закваски	Сроки хранения, дни				
		0	15	30	45	60
		Кислотное число, КОН/г				
Закваска VIVO+Lactobacillus Bulgaricus(2:3)	1%	2,3±0,02	2,31±0,02	2,43±0,02	2,49±0,03	2,6±0,03
	2%	2,3±0,04	2,33±0,03	2,39±0,03	2,44±0,04	2,7±0,04
	3%	2,6±0,03	2,65±0,03	2,67±0,03	2,69±0,02	2,7±0,03
	4%	2,5±0,02	2,57±0,04	2,59±0,04	2,63±0,02	2,8±0,04
	5%	2,4±0,02	2,52±0,03	2,54±0,02	2,61±0,04	2,7±0,04
Закваска фирмы Genesis BMC30	1%	2,32±0,03	2,33±0,02	2,37±0,03	2,49±0,03	2,53±0,03
	2%	2,36±0,04	2,38±0,04	2,41±0,03	2,53±0,04	2,58±0,02
	3%	2,35±0,02	2,38±0,02	2,43±0,04	2,56±0,03	2,59±0,02
	4%	2,37±0,04	2,39±0,03	2,44±0,03	2,57±0,02	2,59±0,03
	5%	2,38±0,03	2,42±0,02	2,45±0,02	2,59±0,03	2,63±0,03
Закваска фирмы Genesis BMC1	1%	2,32±0,02	2,33±0,04	2,36±0,02	2,38±0,02	2,41±0,04
	2%	2,36±0,02	2,38±0,03	2,41±0,02	2,43±0,04	2,44±0,03
	3%	2,41±0,02	2,44±0,03	2,46±0,04	2,51±0,02	2,52±0,02
	4%	2,43±0,04	2,44±0,02	2,46±0,03	2,52±0,03	2,54±0,02
	5%	2,44±0,03	2,46±0,03	2,48±0,02	2,53±0,03	2,57±0,03
Закваска ЭМ Курунга	1%	1,51±0,02	2,03±0,02	2,08±0,03	2,1±0,03	1,72±0,03
	2%	1,53±0,02	1,56±0,04	1,63±0,03	1,70±0,02	1,73±0,02
	3%	1,53±0,04	1,56±0,03	1,64±0,04	1,69±0,02	1,73±0,02
	4%	1,65±0,03	1,69±0,02	1,74±0,03	1,76±0,04	1,79±0,03
	5%	1,69±0,02	1,70±0,02	1,73±0,02	1,78±0,02	1,85±0,02
Закваска Йогуртель	1%	2,2±0,02	2,27±0,03	2,32±0,03	2,45±0,02	2,51±0,04
	2%	2,3±0,03	2,34±0,02	2,37±0,02	2,41±0,03	2,53±0,02
	3%	2,3±0,04	2,38±0,02	2,41±0,03	2,44±0,02	2,57±0,03
	4%	2,4±0,01	2,41±0,02	2,45±0,02	2,49±0,03	2,54±0,03
	5%	2,4±0,03	2,42±0,02	2,48±0,03	2,53±0,03	2,57±0,02
Закваска Эвиталия+ Lactobacillus acidophilus(2:3)	1%	2,23±0,04	2,24±0,02	2,29±0,03	2,32±0,04	2,43±0,02
	2%	2,27±0,03	2,28±0,03	2,33±0,04	2,36±0,02	2,67±0,02
	3%	2,32±0,02	2,34±0,02	2,45±0,02	2,47±0,04	2,55±0,03
	4%	2,33±0,03	2,37±0,03	2,47±0,04	2,52±0,02	2,58±0,02
	5%	2,37±0,04	2,41±0,04	2,45±0,03	2,54±0,02	2,63±0,04
Контрольный образец (масло бутербродное кисломолочное 61,5%)		2,21±0,03	2,27±0,02	2,34±0,04	2,39±0,02	2,45±0,02

Анализ табличных данных показывает, что при использовании закваски ЭМ Курунга показатели кислотного числа были меньше, чем в других образцах кисломолочного масла.

Ценность «ЭМ-Курунга» обуславливается симбиозом молочнокислых бактерий и дрожжей и их способностью синтезировать антибиотики и витамины, что позволяет повысить сроки хранения масла, уменьшить его окислительную порчу. Это связано с тем, что в составе данной закваски содержатся дрожжи, которые выступают в роли антиокислителя масла и в совокупности с другими компонентами, такими как масло зародышей пшеницы, содержащегося в растительно-жировой эмульсии предоставляют защиту продукту от окисления.

Результаты исследования показали, что наилучшие показатели кислотного числа в процессе хранения с использованием закваски ЭМ Курунга.

На следующем этапе были определены органолептические показатели кисломолочного масла с использованием ЭМ-Курунга, данные представлены в таблице

5. Оценка сливочного масла осуществлялась по 20 бальной шкале: 10 – вкус и запах; консистенция – 5; цвет – 2; упаковка – 3.

Таблица 5 – Органолептические показатели качества сливочного масла с использованием закваски ЭМ Курунга

№ образца	Количество вносимой закваски	Консистенция	Вкус, запах	Цвет	Общая балльная оценка масла
Опыт 1	1%	однородная пластичная	чистый незначительно кисломолочный, сладковатый с привкусом наполнителя	цвет светло-оранжевый ,	19,7
Опыт 2	2%	однородная пластичная	вкус слегка кисломолочный, сладковатый, с привкусом наполнителей	цвет светло-оранжевый ,	19,6
Опыт 3	3%	однородная пластичная с равномерно-распределенной влагой	запах сливочный, вкус кисломолочный, сладковатый с привкусом внесенных наполнителей	цвет умеренно-оранжевый	20,0
Опыт 4	4%	Пластичная, на разрезе не однородная с капельками влаги	вкус кисломолочный, с невыраженным сладковатым вкусом, с привкусом наполнителей	цвет ярко-оранжевый	19,5
Опыт 5	5%	крошливая, с капельками влаги	вкус кисловатый, молочный, слегка сладковатый, с привкусом наполнителей	цвет темно-оранжевый	19,4
Контрольный образец (масло бутербродное кисломолочное 61,5%)		однородная, пластичная, плотная, поверхность масла на разрезе сухая на вид или с наличием одиночных мельчайших капелек влаги , допускается слабая крошливость, рыхлость	чистый, приятный, характерный для сливочного масла с кисломолочным привкусом и запахом	от белого до светло-желтого, однородный по всей массе	19,8

Органолептическую оценку масла сравнивали с контрольным образцом масла бутербродного кисломолочного с содержанием жира 61,5%.

Результаты органолептической оценки показали, что образцы масла с содержанием 3% закваски имели наилучшие органолептические характеристики.

В дальнейшем данный образец сливочного масла был исследован на содержание санитарно-показательных микроорганизмов в течении 60 дней хранения.

Было изучено содержание количество мезофильных аэробных и анаэробных бактерий в процессе хранения

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что кисломолочное масло с добавлением ЭМ Курунга в количестве 3% позволило получить масло с более высоким содержанием молочнокислой микрофлоры по сравнению с контрольным образцом, этому

способствовали оптимальные температуры развития молочнокислой микрофлоры 18-20 °С и видовой состав производственной закваски.

Таблица 6 – Микробиологические показатели кисломолочного масла

Образец	Количество дней	Объем, масса продукта см ³ , г в котором не допускается				КМАФМ, КОЕ**/ см ³ (г), не более	Дрожжи (Д), плесневые грибы (П), КОЕ/см ³ (г), не более
		Бактерии группы кишечной палочки (БГКП)	Staphylococcus aureus	Листерии L.monocytogenes	Патогенные, в том числе Salmonella		
Контроль	0	0	1,16±0,16	0	0	2,05 x 10 ⁷	1,5±0,74
	15	0,85±0,62	2,64±0,17	0	0	2,78 x 10 ⁷	3,25±0,45
	30	1,98±0,29	4,06±0,33	0	0	3,43 x 10 ⁷	5,45±0,51
	45	3,91±0,43	6,82±0,61	0,1±0,23	0	3,11 x 10 ⁷	8,74±0,77
	60	4,01±0,24	8,12±0,94	0,5±0,15	0	3,01 x 10 ⁷	8,98±0,63
Опыт 3	0	0	0	0	0	3,44 x 10 ⁸	0,034±0,34
	15	0	0	0	0	4,11 x 10 ⁸	0,95±0,33
	30	0	<10	0	0	4,56 x 10 ⁸	1,96±0,18
	45	0,025±0,14	3,15±0,51	0	0	5,21 x 10 ⁸	4,05±0,85
	60	1,85±0,68	6,69±0,34	0	0	5,44 x 10 ⁸	6,51±0,71
Норма по техническому регламенту* (ТР ТС 033/2013)		0,01	0,1	25	25	Не ограничивается	Д – 100 П – 100

*Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013)

В контрольном образце были обнаружены на 45 и 60 день хранения L. monocytogenes, в то время как в опытном образце эти бактерии не были обнаружены. Количество бактерий кишечной палочки и стафилококка в опытном образце было наименьшим по сравнению с контрольным образцом, что говорит о том, что технологический процесс производства масла был проведен без нарушений технологических режимов, сырье для производства масла отвечало требованиям технического регламента.

Заключение

Полученные исследования позволяют сделать вывод: использование закваски ЭМ Курунга дает положительный эффект в хранении сливочного масла, а также создает потенциал для формирования функциональных свойств сливочного масла.

Список литературы

1. <https://www.energyprom.kz/ru/a/monitoring/molochnaya-otrasl-rk-proizvodstvo-ceny-i-import>.
2. Пат. 2603065 Российская Федерация, МПК А23С 15/02. Способ получения продукта типа кисломолочного масла / Каменская А.Е.; патентообладатель Каменская А.Е.; заявл. 2016.01.22; опубл. 2016.11.20, Бюл. № 32. – 9 с.
3. Пат. № 2017114995 Российская Федерация, МПК А23С 15/02(2006.01), А23D 7/00 (2006.01) Способ получения кисломолочного масла спробиотическими свойствами / Сахарова Н.В., Талашова Е.Н., Лепёшкин Т.Ю. и др.; патентообладатель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; заявл. 2017.04.27; опубл. 2018.10.30, Бюл. № 31. – 1 с.
4. Пат. 2221432 Российская Федерация, МПК А23С 15/02(2006.01), А23D 7/00(2006.01), А23D 9/00(2006.01) Способ производства сливочного масла / Ильин В.П., Ильина С.Г., Михайлова Т.В., Юрченко Н.А.; патентообладатель ООО «Био-Веста»; заявл. 2001.06.15; опубл. 2004.01.20. – 7 с.
5. Пат. 2008124 677 Российская Федерация, МПК А23С 15/00(2006.01), А23С 15/02(2006.01). Кисломолочное масло с функциональными свойствами / Топал О.И., Борисова Г.В.; патентообладатель Вологодская гос. молочнохозяйств. акад. им. Н.В. Верещагина; заявл. 2008.06.16; опубл. 2009.12.27, Бюл. № 36. – 1 с.

6. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 311 с.
7. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 20 с.
8. ГОСТ 33566-2015. Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2019. – 16 с.
9. ГОСТ 30347-2016. Молоко и молочная продукция. Методы определения Staphylococcus aureus / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2016. – 16 с.
10. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 25 с.
11. ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria Monocytogenes / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 29 с.
12. ГОСТ 31933-2012. Масларастительные. Методы определения кислотного числа и кислотности / Стандартиформ. – М.: Изд-во стандартов, 2019. – 14 с.

References

1. <https://www.energyprom.kz/ru/a/monitoring/molochnaya-otrasl-rk-proizvodstvo-ceny-i-import>. (In Russian).
2. Pat. 2603065 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A23C 15/02. Sposob polucheniya produkta tipa kisloslivochnogo masla / Kamenskaya A.E.; patentoobladatel' Kamenskaya A.E.; zayavl. 2016.01.22; opubl. 2016.11.20, Byul. № 32. – 9 s. (In Russian).
3. Pat. № 2017114995 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A23C 15/02(2006.01), A23D 7/00 (2006.01) Sposob polucheniya kisloslivochnogo masla s probioticheskimi svoistvami / Sakharova N.V., Talashova E.N., Lepeshkin T.YU. i dr.; patentoobladatel' FGBOU VO Vologodskaya GMKHA; zayavl. 2017.04.27; opubl. 2018.10.30, Byul. № 31. – 1 s. (In Russian).
4. Pat. 2221432 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A23C 15/02(2006.01), A23D 7/00(2006.01), A23D 9/00(2006.01) Sposob proizvodstva slivochnogo masla / Il'in V.P., Il'ina S.G., Mikhailova T.V., Yurchenko N.A.; patentoobladatel' OOO «Bio-VestA»; zayavl. 2001.06.15; opubl. 2004.01.20. – 7 s. (In Russian).
5. Pat. 2008124 677 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A23C 15/00(2006.01), A23C 15/02(2006.01). Kislomolochnoe maslo s funktsional'nymi svoistvami / Topal O.I., Borisova G.V.; patentoobladatel' Vologodskaya gos. molochnokhozyaistv. akad. im. N.V. Vereshchagina; zayavl. 2008.06.16; opubl. 2009.12.27, Byul. № 36. – 1 s. (In Russian).
6. GOST 10444.15-94. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nykh aehrobnykh i fakul'tativno-anaehrobnykh mikroorganizmov / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2010. – 311 s. (In Russian).
7. GOST 31747-2012. Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva bakterii gruppy kishhechnykh palochek (koliformnykh bakterii) / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2013. – 20 s. (In Russian).
8. GOST 33566-2015. Moloko i molochnaya produktsiya. Opredelenie drozhzhei i plesnevykh gribov / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2019. – 16 s. (In Russian).
9. GOST 30347-2016. Moloko i molochnaya produktsiya. Metody opredeleniya Staphylococcus aureus / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2016. – 16 s. (In Russian).
10. GOST 31659-2012. Produkty pishchevye. Metod vyyavleniya bakterii roda Salmonella / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2014. – 25 s. (In Russian).
11. GOST 32031-2012. Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya bakterii Listeria Monocytogenes / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2014. – 29 s. (In Russian).
12. GOST 31933-2012. Maslarastitel'nye. Metody opredeleniya kislotnogo chisla i kislotnosti / Standartinform. – М.: Izd-vo standartov, 2019. – 14 s. (In Russian).

Ф.Х. Смольникова*, Г.К. Наурзбаева, Г.Т. Жұманова, А.С. Қамбарова, Ж.М. Атамбаева
 Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
 071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
 *e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

ҰЙЫТҚЫ АШЫТҚЫСЫНЫҢ МАЙ САПАСЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қазақстандасары май өндірісіәсуде, азық-түлікнарығытәтті-сары май майларының, май өңдеу кәсіпорындары өндіретін толтырғыштарымен майлардың алуан түрлілігімен ұсынылған. Бұл мақалада функционалды қасиеттері қышқыл май жасау бойынша зерттеулер келтірілген, сақтау процесінде қышқыл сүт дақылдарының май сапасының көрсеткіштеріне әсері туралы зерттеулер жүргізілген. Стандартты әдістер үш рет қайталанды зерттеу жүргізу үшін. Ашытылған сүт стартерлерінің әртүрлі түрлері зерттелді, ұйытқы қосылған сары май рецептерінің модельдері жасалды. Термомеханикалық өңдеу кезінде ұйытқы сары май қабатына енгізілді. Зерттеу нәтижелері үшін май өндіру ЭМ Курунга бактериялық стартерін қолдану ұсынылатынын көрсетті. Осы ұйтқынымен қолданаотырып, май сапасының көрсеткіштері зерттелді. Ұйтқыны 3% мөлшеріндеенгізуеңжақсыөнімділігіөнімдіалуға мүмкіндік береді, қышқыл санының мәні қышқыл май үшін қалыптышектерде болады және өнімнің сапасын 60 күн бойы сақтауға мүмкіндік береді. Дайын өнім оң органолептикалық қасиеттерге ие, сақтауға төзімді және функционалдық тамақтану үшін ұсынылуы мүмкін.

Түйін сөздер: май, құлату, сақтау, ашыту, эмульсия, температура, ассортимент, сапа.

F. Smolnikova, G. Naurzbayeva, G. Zhumanova, A. Kambarova, Jh. Atambayeva

Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A
*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FERMENTED MILK STARTER CULTURE ON BUTTER QUALITY INDICATORS

Butter production in Kazakhstan is gaining growth, the food market is represented by a diverse range of sweet and creamy butters, butters with fillers, which are produced by oil processing enterprises. This article presents research on the development of sour-cream butter with functional properties, studies have been conducted on the influence of fermented milk crops on oil quality indicators during storage. Standard methods were used in three-fold repetition to conduct the research. Various types of fermented milk starter cultures were studied, and models of butter recipes with starter cultures were compiled. Fermented milk ferments were introduced into the butter layer during thermomechanical processing. The results of the study showed that it is recommended to use the bacterial starter culture of EM Kurunga for the production of butter. The butter quality indicators were studied using this starter culture. The introduction of a starter culture in an amount of 3% allows you to get a product with the best characteristics, the value of the acid number is within the normal range for sour cream butter and allows you to maintain the quality of the product for 60 days. The finished product had positive organoleptic properties, shelf life and can be recommended for functional nutrition.

Key words: oil, churning, storage, starter culture, emulsion, temperature, assortment, quality.

Сведения об авторах

Фарида Харисовна Смольникова* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Гульмира Каиргалиевна Наурзбаева – старший преподаватель кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: gumnur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2653-226X>.

Гульнара Токеновна Жуманова – PhD кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: g-7290@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1785-2739>.

Арай Сагинбековна Камбарова – PhD кафедрасы «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: kambarova.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-3818>.

Жибек Манаповна Атамбаева – старший преподаватель кафедрасы «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: zh.atambayeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-870X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Фарида Харисқызы Смольникова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Гүлмира Қайырғалиқызы Наурызбаева – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gumnur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2653-226X>.

Гүлнара Төкенқызы Жұманова – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: g-7290@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1785-2739>.

Арай Сағынбекқызы Қамбарова – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: kambarova.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-3818>.

Жібек Манапқызы Атамбаева – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zh.atambayeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-870X>.

Information about the authors

Farida Smolnikova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Gulmira Naurzbayeva – Senior Lecturer at the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: gumnur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2653-226X>.

Gulnara Zhumanova – PhD, Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim Semey University, Republic of Kazakhstan; Shakarim Semey University, Republic of Kazakhstan; e-mail: g-7290@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1785-2739>.

Arai Kambarova – PhD, Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kambarova.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-3818>.

Zhibek Atambayeva – Senior Lecturer of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zh.atambayeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-870X>.

Поступила в редакцию 14.12.2023

Принята к публикации 10.01.2024

А.Н. Нургазезова¹, А.М. Спанова[†], М.Б. Ребезов², Ш.К. Жакупбекова¹, К.М. Кабаева¹

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²К.Г. Разумовский атындағы Мәскеу мемлекеттік технология және менеджмент университеті,

109004, Ресей, Мәскеу, Земляной Валь көшесі, 73

*e-mail: Spanoba_78@mail.ru

ТӨМЕН КАЛОРИЯЛЫ ЕТ ӨНІМІН ӨНДІРУДЕ ҚОЯН ЕТІ МЕН СҮТ ОШАҒАН КҮНЖАРАСЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа: Қазіргі әлемде салауатты өмір салтымен өмір сүру мәдениеті ерекше өзектілікке ие. Бұл үрдістің ажырамас бөлігі – әртүрлі санаттағы адамдар үшін мамандандырылған тамақтану, емдік-профилактикалық немесе диеталық ет өнімін тұтыну болып табылады. Заманауи ғалымдардың зерттеулеріне сәйкес, алдағы 15-20 жылда емдік-профилактикалық, диеталық, калориясы төмен ет өнімдерін тұтыну, сонымен қатар тағамдардың энергетикалық құндылығын төмендету – азық-түлік нарығының 30% алады.

Зерттеу нәтижелері математикалық сараптау әдісімен өңделіп, дайын өнімнің тағамдылық құндылығы мен органолептикалық қасиеттерін ескере отырып құрамында қоян мен бұзау еті, қоян бауыры, жұмыртқа мелланжі, майсыздандырылған сүт, сүт ошағанкүнжарасы бар композиция жасалды. Жануарлардан алынатын өнімдерді әртүрлі пропорцияда біріктіру өнімнің құрамын Біріккен Ұлттар Ұйымының Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы (ФАО) және Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) ұсынған құрамға жақындатуға мүмкіндік береді.

Бұл мақалада қазіргі және болашақ нарық сұранысына сай төмен калориялы ет өнімін алуға арналған құрамның негізгі компоненттері қоян етімен гепатопротекторлық қасиеттерімен танымал сүт ошағанкүнжарасына шолу жасалып, олардың құрамының адам денсаулығына пайдалылығы сарапталып, күнделікті тамақтану рационына енгізу мүмкіндігі ұсынылды. Сонымен қатар, дайын өнімнің тағамдық және энергетикалық құндылығы бойынша зертханалық зерттеу жасалып, нәтижесінде жаңа өнімнің калориясы 138 ккал-ға дейін төмендегені байқалды.

Түйін сөздер: қоян еті, диеталық тамақтану, сүт ошаған, амин қышқылдары, энергетикалық құндылық

Кіріспе. Диеталық тамақтану-теңдестірілген дәрумендер, минералдар, ақуыздар, майлар мен көмірсулар кешенін біріктіретін емдік және профилактикалық тамақтану. Диетада ең бастысы-толық үйлесімділік пен тепе-теңдікке қол жеткізу [7].

Күнделікті өмірде қарапайым диеталық тамақтану дегеніміз – артық салмақпен күресуге, сондай-ақ дененің жалпы жағдайын жақсартуға, аурулардың алдын алуға бағытталған процесс. Теңдестірілген дәрумендер, минералдар, ақуыздар, майлар мен көмірсулар кешенін біріктіретін емдік және профилактикалық тамақтануда төмен калориялы тағамдарды қолдану тамақтанудың негізі болып табылады [11].

Функционалды тамақ өнімдерін дамытуды жоспарлау кезінде ғалымдар мен диетологтар зерттеп жатқан негізгі проблемаларды анықтау қажет. Денсаулық проблемаларының 60% теңгерімсіз тамақтану фондында болатынын ескере отырып, бұзылыстың негізгі факторлары анықталды [9].

Осыны ескере отырып, назарларыңызға биологиялық құндылығы жоғары, калориясы төмендетілген, диеталық «Төмен калориялы ет өнімі» құрамы ұсынылды.

Зерттеу шарттары мен әдістері. «Төмен калориялы ет өнімі» құрамында негізгі шикізат ретінде қоян еті алынды. Себебі, қоян еті бүкіл әлемде, әсіресе Европа елдерінде үлкен сұранысқа ие және оны биологиялық құндылығының жоғары болуына байланысты диетолог мамандар жиі ұсынады. Қоян еті – сиыр және шошқа етімен салыстырғанда

биологиялық құндылығы жоғары болып келеді. Сонымен қатар, ақуыз бен май, холестериннің төмен мөлшерін қамтитын тағамдық қасиеттеріне байланысты жоғары бағаланады, сонымен қатар құрамында калий мөлшері көп, ал натрий мөлшері аз болады. Қоян етінің тағы бір ерекшелігі, ол түсі мен құрылымы жағынан тауық немесе күркетауық етіне өте ұқсас болғанмен, тағамдық құндылығы жоғары болып саналады.

Қоян еті жұқа талшықты және жоғары ылғал байланыстырғыштық қабілетімен ерекшеленеді. Оның ақуызының биологиялық құндылығы 19 аминқышқылының құрамымен сипатталады, оның ішінде басым көпшілігі алмастырылмайтын аминқышқылдар (изолейцин, треонин, валин, метионин+цистин, лейцин, фенилаланин+тирозин, лизин, триптофан) [15].

РФ, Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті, «Ауылшаруашылық өнімдерін сақтау және қайта өңдеу технологиясы» кафедрасы, Дербес коммерциялық емес ұйым «Құрама жем» ғылыми-техникалық орталығы сынақ зертханасында жүргізілген Ж.О.Бузуверова, М.С.Рязанцевтың эксперименттік зерттеулерін жұмыстың ғылыми жаңашылдығының негіздемесі ретінде алуға болады. Бұл жұмыста шикізат пен дайын өнімнің сапасын бағалау ұсыныстарына сәйкес стандартты әдістермен жүргізілген [2].

Эксперименттік зерттеу барысында құс еті мен қоян етінен дайындалған ет турамасының функционалдық-технологиялық қасиеттері қарастырылған. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1 кесте – Ет турамасының функционалдық-технологиялық қасиеттері (ФТҚ) көрсеткіштерінің мәні

Ет турамасының ФТҚ өрсеткіштері	Құс еті: қоян еті компоненттерінің арақатынасы кезіндегі ФТҚ көрсеткіштерінің мәні (%)					
	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60
Су байланыстырғыштық қабілеті	45,9	51,6	56,7	63,4	68,2	59,4
Ылғал ұстағыштық қабілеті	44,5	53,7	55,6	58,3	65,4	60,5
Май ұстағыштық қабілеті	55,3	62,8	66,9	68,2	71,3	61,8

Алынған деректер негізінде құрылымдық шұжық өнімінің рецептурасындағы құс етін 50% мөлшерінде қоян етімен алмастыру оңтайлы екені анықталды, бұл ылғал байланыстырғыштық қасиетін, ылғал және майды сақтау қабілеттілік көрсеткіштерінің жоғарылауымен расталады.

Қазіргі нарықта халықтың азық-түлік тағамдарын тұтыну рационасында биологиялық құндылығы жоғары тағамдық ақуыздың жетіспеушілігі ғана емес, дұрыс тамақтанбау, адам ағзасына дәрумендер мен минералдардың жеткілікті мөлшерде түсуі және артық салмақ мәселелері өзекті болып отыр [15,13].

Сонымен қатар, қоян еті – қауіпсіз, экологиялық таза диеталық ет. Оның құрамында холестерин мөлшері төмен, яғни 100 г етке 25 мг, ал тауық етінде – 100 г етке 35-106 мг мөлшерінде болады. Қоян еті нәзік консиситенциялы, құрамында дәнекер тіндері аз, бұл көрсеткіштер ет ақуыздарының тағамдық құндылығы мен сіңімділігін арттырады[3]. Бұған қоса, қоян еті ақуыздың көп мөлшерімен де ерекшеленеді. Ол шамамен 20 %, ал оның сіңімділігі 96%, май мөлшері 6-8% құрайды[10].

Қоян етінің тағы бір ерекшелігі – оның құрамында азотты қосылыстар мен пурин негіздерінің ең аз мөлшерде болуы, биологиялық және тағамдық құндылығының жоғары болуы, дәрумендердің (холин, РР, С, Е, В дәрумендері) және минералды заттардың мөлшері (темір, магний, фосфор, кобальт, мырыш, мыс, калий және т. б.) 1-1,5 % құрайды, ол бұлшықет тінінде пайда болады. Осы минералды заттарға тоқталатын болсақ, темірдің негізгі функцияларына адам ағзасының қанындағы және бұлшықет тініндегі оттегінің тасымалдануы (гемоглобин мен миоглобин арқылы), мыспен бірге тотығу-тотықсыздану процестеріне қатысу және коллаген мен эластин сияқты кейбір ақуыздардың биосинтезінде маңызды рөл атқарады [15,10].

Кейінгі уақытта мыс мөлшерінің жетіспеушілігінен «прион» ауруының белең алуы байқалады. Ал мырыш жасушалық тыныс алу және жасушаның оттегін пайдалануы, ДНҚ мен РНҚ синтезі, жасуша мембранасының тұтастығын сақтау және бос радикалдарды жою сияқты биохимиялық процестерге қатысады, бұл процесс ферментативті жүйелер каскады арқылы жүзеге асырылады. Темір, мырыш және мыс сияқты мидағы тотығу-тотықсыздану

процестеріне қатысатын металдар жасушалардың жұмысында маңызды рөл атқарады. Олардың тиісті деңгейін сақтау Альцгеймер, склероз сияқты аурулардың алдын алумен байланысты болады [14,12].

Алайда, бұл металдардың адам ағзасына шамадан тыс түсуі зиянды болып есептеледі. Олар тағам, су, ауа арқылы ағзаға түскенде ыдырамай, кейбір мүшелерде (бүйрек, бауыр, буын, т.б.) жиналып, адам денсаулығына қауіп төндіреді. Сондықтан бұл металдардың қоршаған ортадағы мөлшері белгіленген шамадан аспауы қажет [4].

Мысалы, адам ағзасының дене тіндеріндегі артық темірден туындаған проблемалар тапшылыққа қарағанда сирек кездесетініне қарамастан, олар цирроз, бауыр ісігі, қант диабеті, кардиомиопатия, гипогонадизм және артрит сияқты асқынуларды тудыруы мүмкін. Кейде, ағзадағы темір шөгінділерінің артық болуынан туындаған ең танымал және ең көп зерттелген синдром-тұқым қуалайтын гемохроматоз (темірдің сіңуінің жоғарылауын тудыратын аутосомды-рецессивті ауру).

Жоғарыда айтқанымыздағыдай, қазіргі таңда ас қорыту жүйелері жиі ауруға шалдығуда, адам ағзасындағы ең үлкен ас қорыту безі-бауыр (hepar). Бауырдың алкогольсіз майлы ауруы өртүрлі генетикалық, метаболизмдік және экологиялық факторлармен тығыз байланысты. Бауырдың алкогольсіз майлы ауруы әдетте семіздік, қант диабеті, дислипидемия, гипертония, жүрек-қан тамырлары аурулары және созылмалы бүйрек жеткіліксіздігі сияқты басқа аурулар мен бұзылулармен қатар жүреді. Аталған жағдайлардың көпшілігі зат алмасу процесінің бұзылу салдарынан екенін ескере отырып, бауырдың алкогольсіз майлы ауруы ағзадағы бауырдың зат алмасу салдарының көрінісі болуы мүмкін деп болжануда [6].

Сол себепті дайын өнімнің құрамына сүт ошаған күнжарасы қосылды. Оның себебі, сүт ошаған бауырдың қызметін жақсартуға арналған құнды құрал болып табылады. Сүт ошаған бұл көптеген жылдар бойы бауыр мен өт қабын емдеу үшін қолданылады. Мұндай әсерлер бауырдың диффузиялық өзгерісін көрсететін бауырдың алкогольсіз майлы ауруымен ауыратын науқастар үшін қажет, өйткені тотығу процестері осы аурудың патогенезі мен дамуында маңызды рөл атқарады. Бүгінгі күнге дейін жануарларға жасалған тәжірибе ретінде жүргізілген зерттеулер сүт ошаған сығындысының бауыр стеатозын төмендететін көрсетті.

Сонымен қатар, силимарин гепатоциттерді зақымданудан қорғау арқылы тотығу процесінде және соның нәтижесінде пайда болатын цитоуыттылықты төмендетуі мүмкін деп болжануда. Силимарин бос радикалды сіңіргіш ретінде әрекет етеді және бауырдың алкогольсіз майлы ауруы бар науқастарда, соның ішінде циррозда байқалғандай, жасуша зақымдануымен, фиброзбен және бауыр циррозымен байланысты ферменттердің әсерін модуляциялайды.

Сонымен қатар, бауырдың алкогольсіз майлы ауруы бар науқастарда силимарин қабыну параметрлерін, қандағы бауыр ферменттерінің деңгейін және бауыр стеатозын төмендететіні анықталды. Сонымен қатар, силимарин атеросклероздың дамуын төмендетуі мүмкін, бұл бауырдың алкогольсіз майлы ауруы бар адамдар үшін де маңызды.

Нәтижесінде, бауырдың алкогольсіз майлы ауруы бар науқастарда төмен калориялы диетаны, физикалық белсенділікті және сүт ошаған қабылдауды біріктіру бауыр функциясына жағымды етеді. Сондықтан, сүт ошаған күнжарасын бауырына алаңдайтын адамдар жиі қабылдайды және жанама әсерлер өте сирек кездеседі [5].

Зерттеу үлгісі ретінде жоғарыда аталған ингредиенттерді қолдана отырып жасалған ет өнімі, бақылау үлгісі – рецепттер «Қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарына арналған тағамдар мен аспаздық өнімдердің рецептуралар» жинағындағы № 658 рецептурамен жасалған өнім алынды.

Жұмыс барысында шикізаттар жинағы мен дайын өнімнің сапасын кешенді бағалау жалпыға мәлім, органолептикалық, биологиялық құндылық көрсеткіштерін және физикалық, химиялық қасиеттерін зерттеудің стандартты әдістері қолданылды [1].

Зерттеулер Алматы қаласындағы «Нутритест» ЖШС зертханасында жүргізілді. Барлық эксперименттер уақытында: температура 21-23 °С, ылғалдылығы 70-72% көрсетті.

Зерттеу үлгілерін дайындау МЕСТ 51447-99 сәйкес жүргізілді. Ол үшін өнімнің әр партиясынан алғашқы үлгілері алынып, дайындалып, кейіннен екінші үлгілері әзірленді. Ет өнімінің жалпы химиялық құрамындағы ақуыз – МЕСТ 25011-2017 бойынша Кьельдаль әдісімен; майлылығының массалық үлесі – МЕСТ 23042-2015 бойынша Сокслет әдісімен;

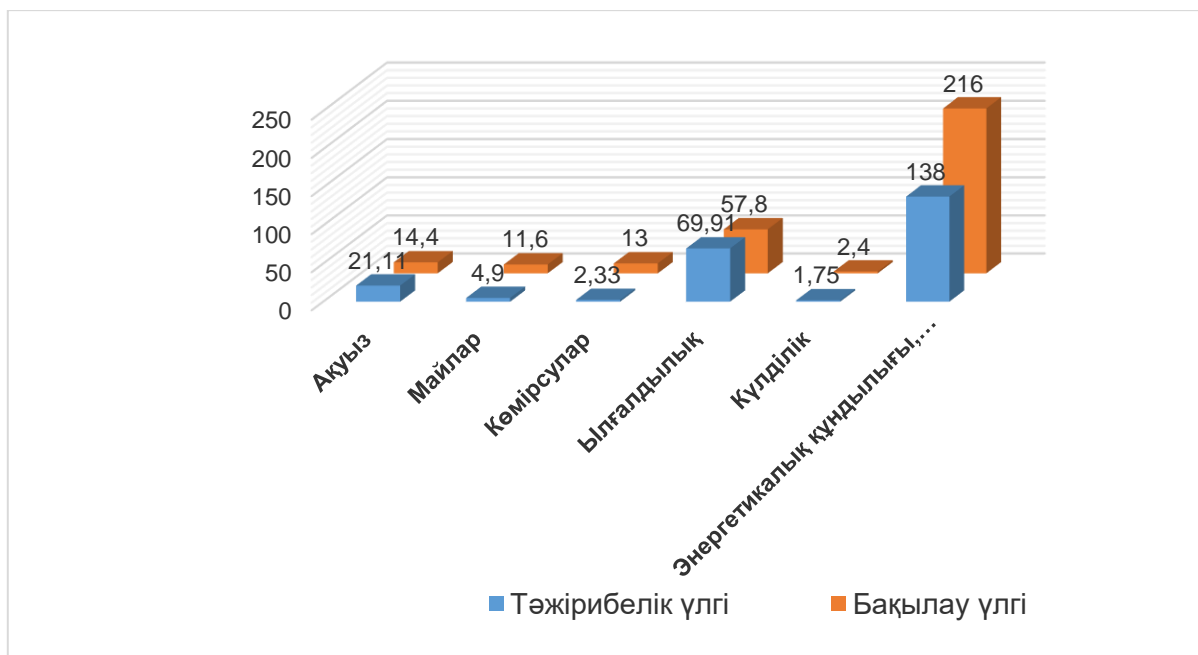
күлінің массалық үлесі – МЕСТ 31727-2012 (ИСО 936:1998) бойынша анықталды[16,17,18,19,20].

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу нәтижесінде алынған бақылау (658 рецептура) және тәжірибелік үлгілерінің тағамдық және энергетикалық құндылығының көрсеткіштері келесі диаграммада көрсетілген.

Алматы қаласындағы «Нутритест» ЖШС зертханасында сарапталған нәтижені қолдана отырып, тәжірибелік үлгідегі ақуыздардың (сәйкесінше 21,11 г және 14,4 г) және ылғалдылықтың (69,91 г және 57,8 г) мөлшері бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары деген қорытынды жасауға болады. Сонымен қатар, тәжірибелік үлгідегі майлар (сәйкесінше 4,9 г және 11,6 г), көмірсулар (2,33 г және 13 г), күлділік (1,75 және 2,4) мөлшері бақылау үлгісімен салыстырғанда төмендегенін байқауға болады. Бұл құрамында ақуыз мөлшері жоғары шикізаттың және өсімдік күнжарасының болуымен түсіндіріледі. Тәжірибелік үлгінің энергетикалық құндылығы бақылау үлгісіне қарағанда 63,89%-ға төмендетілді.

Нәтижелер нақты көріну үшін алынған мәндерді диаграмма арқылы ұсынамыз (сурет 1).



1 сурет – Бақылау және тәжірибелік үлгінің тағамдық және энергетикалық құндылығы

1-суретте зерттелген өнімнің ақуызы мен көмірсуы көбірек, яғни, ақуыздар мен күрделі көмірсулардың (талшықтарға) күнделікті қажеттілігі зерттелген өнімнің көмегімен сапалы түрде қанағаттандырылады. Сонымен қатар көмірсулардың көбеюін сүт ошаған күнжарасын қолданумен түсіндіруге болады. Майдың мөлшері мен үлгінің жалпы калория мөлшерінің төмендеуі – жоспар бойынша төмен калориялы өнімді әзірлеу міндетімен тығыз байланысты.

Ғылыми нәтижелерді талқылау.

1-суретке назар аударатын болсаңыздар, ақуыздың мөлшері бақылау үлгісіне қарағанда 6,71 г артқанын байқайсыздар. Бұл дегеніміз, тәжірибелік үлгідегі өнім – адам ағзасына ақуыздың тәуліктік рациондағы қажетті мөлшерін, яғни ер адам ағзасына 38,4%, ал әйел адам ағзасына 46,9 % үлесті қамтамасыз етеді деген сөз. Өнімнің құрамындағы майлар бақылау үлгісімен салыстырғанда 6,7 г дейін азайғандығын және май мөлшерінің 62,31 ккал төмендегенін көре аласыздар.

Сонымен қатар, 1 суретте көрсетілгендей, көмірсу мөлшерінің де айтарлықтай өзгерістері байқалады, яғни 43,8 ккал төмендегенін көре аласыздар. Осындай өзгерісті 1-суреттегі жалпы энергетикалық құндылығынан да байқауға болады, яғни, бақылау үлгісіндегі 78 ккалорияға дейін төмендеп, сараптау нәтижелері бойынша төмен калориялы ет өнімін алу өз мақсатына жеткендігі айқын көрініп тұр.

Жалпы отандық ет өнімдері ассортиментінде қоян етінен жасалған өнімдер жоқтың қасы болғандықтан, қоян еті мен жас бұзау етінен диеталық жаңа өнім алынды.

Зерттеу нәтижелері ұсынылған технология мен ет өнімінің рецепт бойынша құрамын әрі қарай зерттеулердің негізі ретінде пайдалануға және оны әртүрлі қажеттіліктері бар адамдардың диеталарына қосуға болатындығын дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Отандық жаңа азық-түлік өнімдерінің ассортименттерін көбейту арқылы, азық-түлік саясатын күшейту бағытындағы стратегиясын ескере отырып, жергілікті жерде өндірілген ингредиенттер негізіндегі дәстүрлі емес ет өнімі зерттеу нысаны болды. Ұлттық денсаулық көрсеткіштерінің жалпы деңгейін арттыруға жалпы мемлекеттік назар аударуды ескере отырып, функционалды өнім технологиясын жасау ғылыми тұрғыдан өзекті болып табылады.

Қорытынды

Рецепт бойынша өнімнің құрамдас бөлігі ретінде жергілікті өнімдер таңдалып алынды. Олардың қолданылуы, химиялық құрамына әсері, физика-химиялық, биологиялық қасиеттері шетелдік және отандық авторлардың бірқатар еңбектерінде зерттелген. Сонымен, зерттеу нысаны бұзау еті, қоян, қоян бауыры, майсыздандырылған сүт, жұмыртқа меланжы және сүт ошаған ұнынан жасалған ет өнімінің технологиясы болды.

Құрамында қоян еті мен сүт ошаған күнжарасы бар «Төмен калориялы ет өнімі» рецептурасы мен технологиясы дайындалды және «Төмен калориялы ет өнімін алуға арналған құрам» Қазақстан Республикасы пайдалы модельге патент алынды, Патент № 6876, 18.02.2022 ж. [8].

Жоғарыдағы мәліметтерді қорытындылай отырып және қазіргі таңда тұтынушылар мен өндірушілердің басты назары диеталық ет өнімдеріне ауа бастағандықтан, Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық және ғылыми-техникалық дамуының өзекті міндеттерін шешу үшін халқымыздың дұрыс, салауатты тамақтану саласын дамытып, халықтың денсаулық жағдайын жақсартуға ықпал етуді ұсынамыз.

Әдебиеттер тізімі

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
2. Бузуверова Ж.О., Рязанцев М.С., Курчаева Е.Е., Максимов И.В. Применение мяса кролика в технологии структурного колбасного производства / Ж.О. Бузуверова, М.С. Рязанцев, Е.Е. Курчаева, Максимов И.В. // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-2. – С. 238-241.
3. Волкова О.В., Есенбаева К.С. Сыровяленые продукты из мяса кроликов / О.В. Волкова, К.С. Есенбаева // Известия ОГАУ. – 2017. – № 5(67). – С.189-191.
4. Gutiérrez A.J., González-Weller D., González T., Burgos A., Lozano G., Reguera J.I., Hardisson A. Content of toxic heavy metals (mercury, lead, and cadmium) in canned variegated scallops (*Chlamys varia*) / A.J. Gutiérrez, D. González-Weller, T. González, A. Burgos, G. Lozano, J.I. Reguera, A. Hardisson // J Food Prot. – 2007. – № 70(12). – С. 2911-2915. DOI: 10.4315/0362-028x-70.12.2911.
5. Колота А.; Главска Д. Сүт ошаған күнжарасының ұрығын силимарин көзі ретінде қолдану және оның бауырдың алкогольдік емес майлану ауруына әсері // Ғылым. 2021, 11, 5836. Kolota A., Glabska D. Dietary Intake of Milk Thistle Seeds as a Source of Silymarin and Its Influence on the Lipid Parameters in Nonalcoholic Fatty Liver Disease Patients / A. Kolota, D. Glabska // Applied Sciences – 2021. – 11(13):5836. DOI:10.3390/app11135836.
6. Максимов С.А. Эмпирические модели питания в российской популяции и факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (исследование ЭССЕ-РФ) / С.А. Максимов, Н.С. Карамнова, С.А. Шалнова и др. // Вопросы питания. – 2019. – № 88(6). С. 22-33.
7. Мелехина А.С. Стигматизация ожирения / А.С. Мелехина // Вопросы питания. – 2018. Том 87, № 5. – С. 101-102.
8. Патент на полезную модель. МПК А23L 13/60 (2016.01). Композиция для получения низкокалорийного мясного продукта / Спанова А.М., Нургазезова А.Н.; заявитель и патентообладатель Унив-т им. Шакарима г. Семей. – № 6876; заявл. 30.01.2022; опубл. 18.02.2022, Бюл. № 7.

9. Погожева А.В., Батурич А.К. Правильное питание – фундамент здоровья и долголетия / А.В. Погожаева, А.К. Батурич // Пищевая промышленность. – 2017. № 10. С. 58-61.
10. Рулева Т.А. Крольчатина как диетический продукт. ее химический состав и органолептические показатели / Т.А. Рулева // Инновационная наука. – 2016. – № 3. – С. 61-64.
11. Сычева О.В., Скорбина Е.А., Трубина И.А., Измайлова С.А., Измайлова Д.А. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии мясных полуфабрикатов / О.В. Сычева, Е.А. Скорбина, И.А. Трубина и др. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. – № 4. – С. 43-48.
12. Todorich B.M., Connor J.R. Redox Metals in Alzheimer's Disease / B.M. Todorich, J.R. Connor // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2004. № 1012(1). – P. 171–178. DOI:10.1196/annals.1306.0142004.
13. Узаков Я.М. «Халал» технологиясы бойынша ет және ет өнімдерін қолдану / Я.М. Узаков. – Алматы: АТУ, 2008. – 116 б.
14. Harris E. Basic and clinical aspects of copper / E. Harris // Crit Rev Clin Lab Sci. – 2003. –40(5). – P. 547-586.
15. Царегородцева Е.В. Диетические свойства мяса кролика и деликатесов из крольчатины / Е.В. Царегородцева // Ученые записки. – 2012. – С. 277–282.
16. ГОСТ 7269-2015. Мясо. Методы отбора проб и органолептические методы определения свежести. – Взамен ГОСТ 7269-79; введ. 2017 – 01 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 13 с.
17. ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. – Взамен ГОСТ 9793-74; введ. 2018 – 01 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 9 с.
18. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. – Взамен ГОСТ 25011-81; введ. 2018 – 07 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 16 с.
19. ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. – Взамен ГОСТ 23042-86; введ. 2017 – 01 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2017.
20. ГОСТ Р 51447-99 Мясо и мясные продукты. Метод отбора проб. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 8 с.

References

1. Antipova, L.V. Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. – М.: Kolos, 2001. – 376 s. (In Russian).
2. Buzuverova ZH.O., Ryazantsev M.S., Kurchaeva E.E., Maksimov I.V. Primenenie myasa krolika v tekhnologii strukturnogo kolbasnogo proizvodstva / ZH.O. Buzuverova, M.S. Ryazantsev, E.E. Kurchaeva, Maksimov I.V. // Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik. – 2018. – № 3-2. – S. 238-241. (In Russian).
3. Volkova O.V., Esenbaeva K.S. Syrovalenye produkty iz myasa krolikov / O.V. Volkova, K.S. Esenbaeva // Izvestiya OGAU. – 2017. – № 5(67). – S.189-191. (In Russian).
4. Gutiérrez A.J., González-Weller D., González T., Burgos A., Lozano G., Reguera J.I., Hardisson A. Content of toxic heavy metals (mercury, lead, and cadmium) in canned variegated scallops (*Chlamys varia*) / A.J. Gutiérrez, D. González-Weller, T. González, A. Burgos, G. Lozano, J.I. Reguera, A. Hardisson // J Food Prot. – 2007. – № 70(12). – S. 2911-2915. DOI: 10.4315/0362-028x-70.12.2911. (In English).
5. Kolota A.; Glavska D. Syt oshafan kynzharasynuñ ырғын silimarin көзі retinde қолдану және оның bauырduñ alkogol'dik emes mailanu auruyna әseri //Fylym. 2021, 11, 5836. (In English).
Kolota A., Glavska D. Dietary Intake of Milk Thistle Seeds as a Source of Silymarin and Its Influence on the Lipid Parameters in Nonalcoholic Fatty Liver Disease Patients / A. Kolota, D. Glavska // Applied Sciences – 2021. – 11(13):5836. DOI:10.3390/app11135836. (In English).
6. Maksimov S.A. Ehmpiricheskie modeli pitaniya v rossiiskoi populyatsii i faktory riska khronicheskikh neinfektsionnykh zabolovaniy (issledovanie EHSSE-RF) / S.A. Maksimov, N.S. Karamnova, S.A. Shalnova i dr. // Voprosy pitaniya. – 2019. – № 88(6). S. 22-33. (In Russian).
7. Melekhina A.S. Stigmatizatsiya ozhireniya / A.S. Melekhina // Voprosy pitaniya. – 2018. Tom 87, № 5. – S. 101-102. (In Russian).
8. Patent na poleznuyu model'. MPK A23L 13/60 (2016.01). Kompozitsiya dlya polucheniya nizkokaloriinogo myasnogo produkta / Spanova A.M., Nurgazezova A.N.; zayavitel' i

- patentообладател' Univ-t im. Shakarima g. Semei. – № 6876; zayavl. 30.01.2022; opubl. 18.02.2022, Byul. № 7. (In Russian).
9. Pогоzheva A.V., Baturin A.K. Pravil'noe pitanie – fundament zdorov'ya i dolgoletiya / A.V. Pогоzhaeva, A.K. Baturin // Pishchevaya promyshlennost'. – 2017. № 10. S. 58-61. (In Russian).
 10. Ruleva T.A. Krol'chatina kak dieticheskii produkt. ee khimicheskii sostav i organolepticheskie pokazateli / T.A. Ruleva // Innovatsionnaya nauka. – 2016. – № 3. – S. 61-64. (In Russian).
 11. Sycheva O.V., Skorbina E.A., Trubina I.A., Izmailova S.A., Izmailova D.A. Ispol'zovanie produktov pererabotki rastitel'nogo syr'ya v tekhnologii myasnykh polufabrikatov / O.V. Sycheva, E.A. Skorbina, I.A. Trubina i dr. // Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2017. – № 4. – S. 43-48. (In Russian).
 12. Todorich B.M., Connor J.R. Redox Metals in Alzheimer's Disease / B.M. Todorich, J.R. Connor // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2004. № 1012(1). – R. 171–178. DOI:10.1196/annals.1306.0142004. (In English).
 13. Uzakov YA.M. «Khalal» tekhnologiyasy boiynsha et zhәне et өnimderin қoldanu / YA.M. Uzakov. – Almaty: ATU, 2008. – 116 b. (In Kazakh).
 14. Harris E. Basic and clinical aspects of copper / E. Harris // Crit Rev Clin Lab Sci. – 2003. –40(5). – R. 547-586. (In English).
 15. Tsaregorodtseva E.V. Dieticheskie svoistva myasa krolika i delikatesov iz krol'chatiny / E.V. Tsaregorodtseva // Uchenye zapiski. – 2012. – S. 277–282. (In Russian).
 16. GOST 7269-2015. Myaso. Metody otbora prob i organolepticheskie metody opredeleniya svezhesti. – Vzamen GOST 7269-79; vved. 2017 – 01 – 01. – Moskva: Standartinform, 2016. – 13 s. (In Russian).
 17. GOST 9793-2016. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya vlagi. – Vzamen GOST 9793-74; vved. 2018 – 01 – 01. – Moskva: Standartinform, 2018. – 9 s. (In Russian).
 18. GOST 25011-2017. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya belka. – Vzamen GOST 25011-81; vved. 2018 – 07 – 01. – Moskva: Standartinform, 2018. – 16 s. (In Russian).
 19. GOST 23042-2015 Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya zhira. – Vzamen GOST 23042-86; vved. 2017 – 01 – 01. – Moskva: Standartinform, 2017. (In Russian).
 20. GOST R 51447-99 Myaso i myasnye produkty. Metod otbora prob. – Moskva: Standartinform, 2018. – 8 s. (In Russian).

А.Н. Нургазезова¹, А.М. Спанова[†], М.Б.Ребезов², Ш.К. Жакупбекова¹, К.М. Кабаева¹

¹Университет имени Шакарима,

Республика Казахстан, 071412 г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Россия, 109004, г.Москва, улица Земляной Вал, 73

*e-mail: Spanoba_78@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЯСА КРОЛИКА И ШРОТА РАСТОРОПШИ В НИЗКОКАЛОРИЙНОМ МЯСНОМ ПРОДУКТЕ

В современном мире особую актуальность приобретает культура здорового образа жизни. Неотъемлемой частью этого процесса является специализированное питание, лечебно-профилактическое или диетическое потребление мясного продукта для разных категорий людей. Согласно исследованиям современных ученых, в ближайшие 15-20 лет потребление лечебно-профилактических, диетических, низкокалорийных мясных продуктов, а также снижение энергетической ценности продуктов питания займет 30% продовольственного рынка.

Результаты исследования обработаны методом математического анализа и составлен с учетом пищевой ценности и органолептических свойств готового продукта, в состав которого входят мясо кролика и телятины, печень кролика, яичный мелланж, обезжиренное молоко, порошок расторопши. Сочетание продуктов животного происхождения в различных пропорциях позволяет приблизить состав продукта к составу, рекомендованному продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

В данной статье дается обзор основных компонентов состава для получения низкокалорийного мясного продукта, отвечающего текущему и будущему рыночному спросу, мяса кролика и порошка расторопши, известного своими гепатопротекторными свойствами, анализируется полезность их состава для здоровья человека и выдвигается возможность включения в ежедневный рацион питания. Кроме того, было проведено лабораторное исследование пищевой и энергетической ценности готовой продукции, в результате которого наблюдалось снижение калорийности нового продукта до 138 ккал.

Ключевые слова: мясо кролика, диетическое питание, низкокалорийный мясной продукт, порошок алатыкена, аминокислоты, энергетическая ценность.

A. N. Nurgazezova¹, A.M. Spanova[†], M.B.Rebezov², Sh.K. Zhakupbekova¹, K. M. Kabaeva¹

¹Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management
Moscow, Russia; 73 Zemlyanoy Val Street

*e-mail: Spanoba_78@mail.ru

THE USE OF RABBIT MEAT AND MILK THISTLE MEAL IN A LOW-CALORIE MEAT PRODUCT

In the modern world, the culture of a healthy lifestyle acquires special relevance. An integral part of this process is specialized nutrition, therapeutic and prophylactic or dietary consumption of meat products for different categories of people. According to the research of modern scientists, in the next 15-20 years, the consumption of therapeutic and prophylactic, dietary, low-calorie meat products, as well as a decrease in the energy value of food products, will occupy 30% of the food market.

The research results were processed by mathematical analysis and compiled taking into account the nutritional value and organoleptic properties of the finished product, which includes rabbit and veal meat, rabbit liver, egg melleange, skimmed milk, milk thistle powder.

The combination of animal products in various proportions makes it possible to bring the composition of the product closer to the composition recommended by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the World Health Organization (WHO).

This article provides an overview of the main components of the composition for obtaining a low-calorie meat product that meets current and future market demand, rabbit meat and milk thistle powder, known for their hepatoprotective properties, analyzes the usefulness of their composition for human health and suggests the possibility of inclusion in the daily diet. In addition, a laboratory study of the nutritional and energy value of the finished product was conducted, as a result of which a decrease in the caloric content of the new product to 138 kcal was observed.

Keywords: rabbit meat, dietary nutrition, low-calorie meat product, alatykene powder, amino acids, energy value

Key words: low calorie content, rabbit meat, milk thistle powder, amino acids, energy value.

Авторлар туралы мәліметтер

Алмагул Нургазезовна Нургазезова – техника ғылымдарының кандидаты, тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнологиясы кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: almanya1975@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3419-247X.

Асем Молдағалийқызы Спанова* – жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру бөлімінің әдіскері; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: spanoba_78@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8093-3059.

Максим Борисович Ребезов – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, К.Г. Разумовский атындағы Мәскеу мемлекеттік технология және менеджмент университеті. Мәскеу қаласы, Ресей; e-mail: m.rebezov@mgut.ru 6. ORCID: 0000-0003-0857-5143.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнологиясы» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7558-9871.

Карлыгаш Кабаева – «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнологиясы» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: kabaevakarlygash99@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2706-9601.

Сведения об авторах

Алмагул Нургазезовна Нургазезова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Кафедра технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: almanya1975@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3419-247X.

Асем Молдагалийқызы Спанова* – методист Отдела послевузовского образования, Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: spanoba_78@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8093-3059.

Максим Борисович Ребезов – доктор сельско-хозяйственный наук, профессор, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва, Россия; e-mail: m.rebezov@mgtm.ru. ORCID: 0000-0003-0857-5143.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – докторант кафедры «Кафедра технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7558-9871.

Карлыгаш Кабаева – магистрант кафедры «Кафедра технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: kabaevakarlygash99@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2706-9601.

Information about the authors

Almagul Nurgazezova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: almanya1975@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3419-247X.

Assem Spanova* – Methodologist of the Department of Postgraduate Education; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: spanoba_78@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8093-3059.

Maxim Rebezov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Moscow State University of Technology and Management. K.G. Razumovsky, Moscow, Russia; e-mail: m.rebezov@mgtm.ru. ORCID: 0000-0003-0857-5143.

Shugyla Zhakupbekova – doctoral student of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7558-9871.

Карлыгаш Кабаева – Master's student at the Department of Food Production Technology and Biotechnology, Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kabaevakarlygash99@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2706-9601.

Редакцияға енуі 14.12.2023

Өңдеуден кейін түсуі 03.01.2024

Жариялауға қабылданды 05.01.2024

Б.С. Туганова

Торайғыров университеті,
140003, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломова көшесі, 64
e-mail: tukanova65@inbox.ru

АРНАЙЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА ТҮРЛІ МҰЗДАТЫЛҒАН КЕПТІРІЛГЕН СҮТ ӨНІМНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аңдатпа: Бұл ғылыми-зерттеу жұмысы ерекше жұмыс жағдайындағы адамдарды арнайы тамақтандыру үшін жаңа түрлі сүтқышқылды өнімін жасау кезінде бие сүтін пайдалану мәселелеріне арналған.

Осы мақалада жаңа биообъектілері мен өсімдік ингредиенттерін пайдалана отырып, бие сүті негізінде өндірілген арнайы тамақтану үшін биологиялық құндылығы жоғары мұздатылған кептірілген сүт өнімін өндірудің технологиялық параметрлері мен режимдерін және компоненттік құрамы мен технологиялық процесін әзірлеу бойынша орындалған эксперименттік зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Жұмыстың мақсаты – арнайы тамақтануға арналған, бие сүті негізінде жасалған мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусын технологиясын әзірлеу және жетілдіру болып табылады. Жобаның ғылыми жаңалығы Павлодар өңірінің бие сүтінің сапалық көрсеткіштері мен технологиялық қасиеттері зерттеуде болып табылады. Сүтқышқылды сусынының қажетті пробиотикалық қасиеттерін қамтамасыз ететін ашытқылар мен оның концентрациясы таңдалды. Арнайы тамақтану үшін бие сүтінен жасалған сүтқышқылды өнімнің органолептикалық қасиеттері мен түрін құрайтын өсімдік құрамымен байытудың жаңа әдісі жасалды. Арнайы тамақтану үшін тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары жаңа мұздатылған кептірілген сүтқышқылды өнімін өндірудің компоненттік құрамы мен технологиялық процесі әзірленді және оңтайландырылды. «Биотехнология» кафедрасының зертханалық жағдайында арнайы тамақтануға арналған бие сүтінен жасалған сүтқышқылды өнімнің жаңа түрлерінің рецептуралары апробацияланып, дайын өнімнің сапалық көрсеткіштері зерттелді.

Түйін сөздер: балғын бие сүті, құрғақ бие сүті, құрғақ майсыз сиыр сүті, ашытқылар мен ферменттік препараттар, өсімдік ингредиенттер, көкөніс езбелері мен ұнтақтары, рецептура мен технологиялық процесс.

Кіріспе

Адам денсаулығына әсер ететін басым факторлардың бірі – оның тамақтануы мен өмір салты. Қазіргі уақытта адам денсаулығын қорғау және нығайту Мемлекеттік деңгейде жүзеге асырылуда.

Тамақ өнеркәсібі жоғары тағамдық және биологиялық құндылығы және жоғары сақтау қабілеті бар тамақ өнімдерін өндіру технологияларының бай ғылыми әлеуетіне ие. Мұздатылған кептірілген сүт өнімдерін пайдаланудың кең перспективалары анықталды, оның ішінде экстремалды жағдайларда жұмыс істейтін адамдарды арнайы тамақтандыру үшін осы өнімдердің ассортиментін кеңейту қажеттілігі атап өтілді.

Сүттің барлық түрлері тез бұзылатын өнім болып табылады, сондықтан олардың негізгі тәсілі табиғи бастапқы қасиеттерін сақтау мұздату арқылы кептіру (сублимация) болып табылады.

Сублимациямен кептіру – ұзақ мерзімді сақтауға арналған өнімді сақтаудың ең тиімді әдістерінің бірі. Мұздатылған кептірілген сүт өнімдерінің жоғары сапасы жалпыға бірдей танылады: осы әдіс басқа кептіру әдістеріне қарағанда дайын өнімнің көлемін, түсін, дәмін, биологиялық белсенділігін сақтайды. Мұздатылған кептіруден кейін сүт өнімдері кеуекті құрылымға ие болады. Олардың көлемін азайту үшін орау алдында брикеттеу немесе таблетка пішінін беру жолы қолданылады. Бұл операциялар кептірілген өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға көмектеседі [1,2].

Бие сүті (саумал) – физиологиялық, нәзік, оңай сіңетін биологиялық белсенді өнім. Осы параметрлер бойынша және физика-химиялық қасиеттері бойынша ол ана сүтіне ең жақын ұқсастыққа ие.

Біз білетіндей, табиғатта сүттің құрамындағы ақуыздың екі түрі бар: казеин және альбумин. Альбумин сүтіне, ең алдымен, ана сүті, сондай-ақ бие мен есек сүті жатады. Басқа ауылшаруашылық жануарларының сүті казеин түріне жатады. Альбумин сүтінің ерекшелігі – ол ағзаға оңай сіңеді және қорытылады, ас қорыту процесіне қатысатын органдардың асқазанның, ұйқы безінің, бауырдың, ішектің көп күш-жігерін қажет етпейді және олар бейнелі түрде «демалады» [3].

Бие сүті өзінің емдік – профилактикалық қасиеттерінің, органолептикалық және биологиялық көрсеткіштерінің арқасында өнімнің жаңа түрін жасауға және жаңа буынның – болашақ өнімдерінің отандық жоғары сапалы экологиялық таза сүт өнімдерінің қазіргі және болашақ асортиментін барынша жаңартуға мүмкіндік береді.

Ежелгі заманнан бері адамдар жылқымен байланысты барлық нәрсе адамға емдік әсер ететініне сенді. Бұл сенім, ең алдымен, адамның осы жануарға деген құрметімен түсіндірілгенімен, кейіннен жылқылардың адам ағзасына алмасуының бірқатар өнімдерінің емдік әсері халықтық медицинаның ғасырлар бойы тәжірибесімен дәлелденді. Бие сүтіне (сүт, қымыз, йогурт, балалар тағамы) және жылқы етіне негізделген өнімдердің биохимиялық және диеталық қасиеттерін және оларды өндіру технологияларын зерттеу бойынша көпжылдық зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Оларды әртүрлі патологиялар мен техногендік апаттарда емдік қолдану туралы материалдар жинақталған.

Қымыз, йогурт және балалар тамақтану өнімдерін өндіру үшін бие сүтін пайдаланудың технологиялық негіздері баяндалған. Жылқы шаруашылығы өнімдерін әлемнің барлық елдері мен аймақтарында диеталық және емдік тамақтану кезінде пайдалануды ұсынылады, өйткені ол тұтынушылық сапасы жоғары өнім ретінде биологиялық құндылығы жағынан басқа тектегі ұқсас өнімдер арасында бәсекелестерге ие емес [4].

ҚР Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі ұлттық статистика бюросының деректері бойынша 2023 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша жылқылардың саны 10,5%-ға, түйелердің саны 6,5%-ға, ірі қара малдың саны 4,2%-ға, қойлар мен ешкілердің саны 4,4%-ға, құстардың саны 2021 жылғы ұқсас күнмен салыстырғанда 4%-ға өсті [5].

Осылайша, жоғары сапалы экологиялық таза мұздатылған кептірілген сүт өнімдерінің сапалы жаңа түрлерін өндіру технологиясын құру үлкен ғылыми және практикалық маңызға ие, өйткені ол елдің тамақ және өңдеу өнеркәсібінің дамуымен тығыз байланысты.

Жұмыстың мақсаты – арнайы тамақтануға арналған, бие сүті негізінде жасалған мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусын технологиясын әзірлеу және жетілдіру болып табылады.

Мақсатқа жету үшін зерттеудің келесі міндеттері анықталды:

- арнайы тамақтануға арналған мұздатылған кептірілген сүт өнімдерін өндіру технологиясын дамыту мәселелері бойынша ғылыми-техникалық ақпаратқа талдау жүргізу;
- негізгі сүт шикізаты мен өсімдік ингредиенттердің сапалық көрсеткіштері мен функционалдық-технологиялық қасиеттерін таңдау және зерделеу;
- арнайы тамақтануға арналған жаңа түрлі құрамдас мұздатылған кептірілген сүт өнімінің құрамындағы негізгі шикізат пен өсімдік ингредиенттердің арақатынасын анықтау;
- арнайы тамақтану үшін жаңа түрлі құрамдастырылған мұздатылған кептірілген сүтқышқылды өнімінің құрамын және өңдеу технологиялық процесін әзірлеу;
- дайын өнімнің сапалық көрсеткіштерін айқындай отырып, зертханалық жағдайда жаңа түрлі құрамдас мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынын рецептурасын және өндіру технологиялық процесін апробациялау.

Зерттеу әдістемелері

Зерттеу объектілері – балғын бие сүті, құрғақ бие сүті, құрғақ майсыз сиыр сүті, ашытқылар мен ферменттік препараттар, өсімдік ингредиенттер, оның ішінде көкөніс еzbелері мен ұнтақтары, рецептура мен технологиялық процесс

Бие сүті Павлодар аймағындағы қожалықтардан алынады, ал сары сулы концентраттар сүт өңдеу кәсіпорындарынан алынды.

- ҚР СТ ISO 707-2011 бойынша бие сүттің сынамасын алу;
- МЕМСТ 28283-2015 бойынша бие сүттің дәмі мен иісін анықтау;

- ҚР СТ ISO 488-2009 бойынша бие сүттің майлығын анықтау;
- ҚР СТ ISO 8968-1-2014 бойынша бие сүттің ақуызын анықтау;
- ҚР СТ ISO 3659-2020 – бойынша резазуринмен редуктазаны анықтау әдісі бойынша бие сүттің бактериалды ластануын анықтау;
- MEMCT 23452-2015 бойынша бойынша бие сүттің құрамындағы соматикалық жасушаларды анықтау;
- MEMCT ISO 12081-2013 бойынша бие сүттің құрамындағы минералды заттарды анықтау.

Зерттеу нәтижелері

Әр түрлі мақсаттағы сүтқышқылды өнімдерін өндіруде тек сиыр сүті 100 % қолданылады, бірақ сүттің басқа түрлері де бар (ешкі, қой, бие, түйе) сүтті сияқты.

Қой, ешкі, бие сияқты ауылшаруашылық жануарлардың сүт шикізатының үлесі шамалы және табиғи түрде сүт өнімдерінің өте шамалы ассортиментімен ұсынылған. Еуропа елдерінің жетекші ғалымдары бие сүтін емдік және диеталық өнім ретінде ұсынады.

Бие сүтінің химиялық құрамын зерттеу оның тағамдық және емдік табиғи өнім ретіндегі орасан зор құндылығын анықтады, оны адам ешқандай шектеусіз және денсаулыққа зиян келтірместен пайдалана алады. [6].

Әр түрлі ауылшаруашылық жануарларының сүтінің химиялық құрамы 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Ауылшаруашылық жануарлардың сүтерінің орташа химиялық құрамы

Сүт	Массалық үлесі, %				
	Құрғақ заттар	Май	Ақуыз	Лактоза	Зола
Сыыр сүті	12.5	3.8	3.3	4.7	0.7
Бие сүті	10.3	1.25	2.15	6.5	0.4
Ешкі сүті	13.4	4.4	3.6	4.9	0.8
Түйе сүті	18.2	6.7	6.3	4.3	0.9
Қой сүті	13.6	4.5	3.6	5.10	0.7

Арнайы тамақтану үшін жаңа буынның аралас ашытылған сүт өнімін әзірлеу кезінде негізгі сүт шикізаты ретінде бие сүті таңдалды. Қазақстан республикасы аумағында шикі бие сүті ҚР СТ 1005-98 «Бие сүті. Сатып алу кезіндегі талаптар» стандарты бойынша қабылданып өнделеді [7].

Құрамы бойынша бие сүті ана сүтіне мүмкіндігінше жақын және альбумин тобына жатады, яғни оның құрамында казеинге қарағанда сарысу ақуыздары мол.

Басқа үй жануарларының сүті (есектерді қоспағанда) казеин тобына жатады, өйткені оларда казеин басым.

Бие сүтінде келесі ақуыздар бар: альфа-лактальбумин, бета-лактальбумин, лактоферрин, сарысулық альбумин, лизоцим, иммуноглобулин. Дененің иммундық жүйесінің құрамдас бөлігі болып табылатын лизоцим мен лактоферрин патогендерден қорғайды және оларды сүттің өзінде және ас қорыту жүйесінде жояды.

Бие сүтінің сарысу ақуыздары сиыр сүтінен екі есе көп және олар маңызды аминқышқылдарына бай. Ақуыздар аминқышқылдарының тізбегі болып табылады және ішекте олар жеке аминқышқылдарына ыдырап, денеге сіңеді. Олар жұқа құрылымға ие, сондықтан денеге өте жақсы сіңеді.

Бие сүтінің майлары түйіршіктер түрінде ұсынылған, олеин қышқылының салыстырмалы түрде жоғары болуына байланысты жұмсақ май болып табылады және ол негізінен қысқа тізбекті май қышқылдары болғандықтан, оңай сіңеді. Майлар немесе липидтер организмдегі энергияның негізгі көзі болып табылады. Олар сондай-ақ қажет болған кезде біздің денемізге суды сақтауда маңызды рөл атқарады. Құрамында липидтер бар бірқатар өнімдер бар, сондықтан күнделікті ең төменгі деңгейге жету қиын емес, бірақ мәселе оның артық болуында.

Бие сүтінде майдың көп мөлшері жоқ, 1,5 %-дан аспайды және бұл оны тұтынған кезде липидтердің жеткілікті мөлшерін сақтауға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, бие сүтінде май аз, бірақ негізінен пайдалы қанықпаған майлармен ұсынылған омега – 3 және омега – 6, линол қышқылы, линолен қышқылы, пальмитин қышқылы, олеин қышқылы [8].

Бие сүтінің осы бірегей емдік – профилактикалық қасиеттерін сақтау үшін «құрғақ бие сүті» ҚР СТ 32280-2018 осы сүт өніміне отандық стандартты әзірлей отырып, мұздатып кептіру әдісімен құрғақ бие сүтін алу технологиясы әзірленді [9].

Осы стандарт сублимация технологиясы арқылы шикі бие сүтінен дайындалған және тамаққа тікелей тұтынуға арналған (қалпына келтірілгеннен кейін), азық-түлік мақсаттарына өнеркәсіптік өңдеуге, сондай-ақ экспортқа жеткізуге арналған құрғақ бие сүтіне қолданылады.

Әрі қарай, жаңа түрлі мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынын жасау кезінде шикізат ретінде бие сүті таңдалады. Бие сүтінде ақуыздар мен майлар she love ка денесінде оңай сіңеді, аллергиялық реакция мен ас қорыту бұзылыстарын тудырмайды, сиыр сүтінің ақуыздарына төзбеушіліктен зардап шегеді.

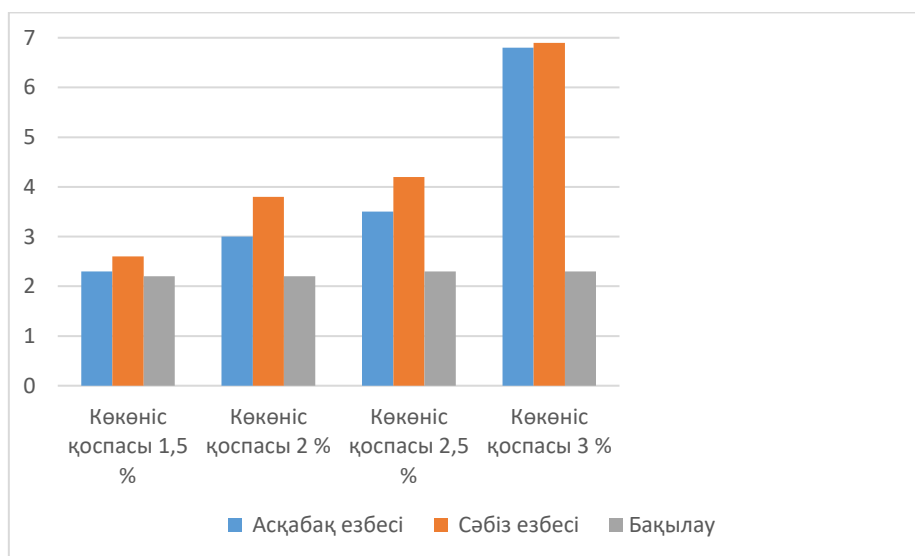
Көптеген параметрлері бойынша, соның ішінде дәрумендер және аминқышқылдарының құрамы, бие сүті ана сүтіне жақын, сондықтан оны тамақтандыру кезінде ауыстыру ұсынылады. Физика-химиялық және органолептикалық қасиеттері бойынша бие сүті сиыр сүтінен және үй жануарларының басқа түрлерінің сүтінен ерекшеленеді.

Жылқы шаруашылығы ТМД мұсылман елдеріндежеткілікті дамыған, оның ішінде біздің елде бие сүті тек жалпы түрінде ғана емес, сонымен қатар бірқатар сүтқышқылды сусындарын дайындау үшін де қолданылады.

Биологиялық құндылықты арттыру және өнімге функционалдық қасиеттер беру үшін компоненттік құрамда макро – және микроэлементтермен және дәрумендермен тамақ өнімдерін байыту мақсатымен «дәрумен – минералды кешен» деп аталатын тағамдық қоспасы қолданылады. Биологиялық белсенді қоспаны ұю алдында нормаланған сүт қоспасын алу сатысында коллоидты ерітінді түрінде енгізеді.

Тағамдық талшықтар көзі ретінде құрамында каротины бар көкөніс ұнтақтары (асқабақ немесе сәбіз) қолданылады, бұл организмді улы заттардан тазартуға көмектеседі [10].

Ары қарай ҒЗЖ орындау барысында алынған ашытылған бие сүтінің құрылымдық – механикалық қасиеттеріне қолданылатын өсімдік ингредиентінің концентрациясының әсер ету процесі зерттелді. Сүтқышқылды сусынның және бақылау үлгісінің (қымыз) көкөніс пастасы концентрациясынан тиімді тұтқырлығының өзгеру динамикасы 1 суретте көрсетілген.

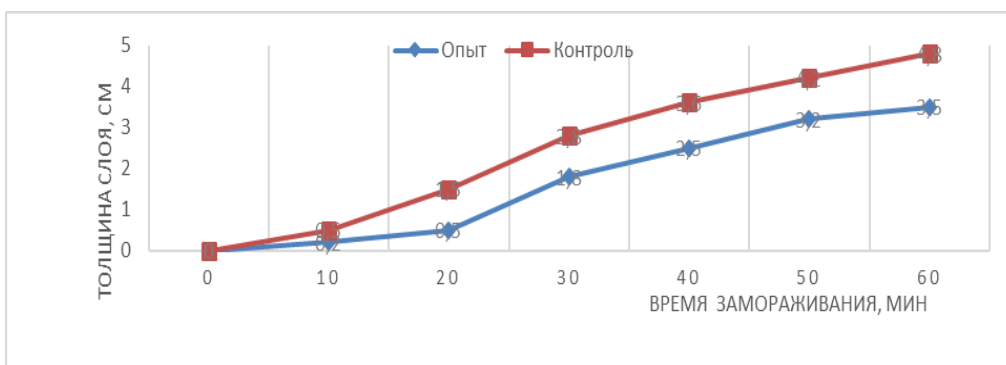


Сурет 1 – Сүтқышқылды сусынның және бақылау үлгісінің (қымыз) көкөніс езбесінің концентрациясынан тиімді тұтқырлығының өзгеру динамикасы

Көкөніс пастасы қосылған ашытылған бие сүтінің тұтқырлық қасиеттері 3,0 % көкөніс пастаның концентрациясы бар үлгіге қарағанда қалыпты және өсімдік ингредиенттің концентрациясы сүтқышқылды сусынының тұтқырлық қасиетін төмендетеді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша ең оңтайлы өсімдік ингредиенттің концентрациясы (2,0-2,5%) анықталды.

Әрі қарай минус 18°C температурада тиімді мұздату жылдамдығын зерттеу және есептеу жүргізілді. Бұл ретте зерттеудің негізгі критерий – мұздатудан кейінгі пробиотикалық микроорганизмдердің өміршең жасушаларының саны болып табылады.

Мұздату жылдамдығы мұздату процесінің маңызды сипаттамасы болып табылады. Мұздатудың орташа жылдамдығы – мұздатылған қабаттың пайда болу уақытына қатысты. Сонымен қатар, өнімді 0,5 см/сағ дейін мұздату баяу, 0,5-3,0 см/сағ – жеделдетілген, 3-10 см/сағ – жылдам, 10-100 см/сағ – өте жылдам деген анықтама бар. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Сүтқышқылды сусынның мұздатылған қабатының қалыңдығы мұздату уақытына байланыстығы

Эксперименттік деректерді статистикалық өңдеуден кейін минус 18°C температурада 1,2 см /сағ болатын тәжірибелі өнімдердің мұздату жылдамдығы есептеледі, бұл сипаттамаға – жеделдетілген мұздату сәйкес келеді.

Бұл режимде пробиотикалық микроорганизмдердің өміршең жасушаларының жалпы санының өмір сүру деңгейі мұздатуға дейін белгіленген бастапқы мөлшерінің 80-85% құрайды.

Барлық жүргізілген тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде және рецептура нұсқаларын оңтайландыру нәтижесінде бие сүтінен мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның жаңа түрінің соңғы рецептурасы жасалды (2 кесте).

Кесте 2 – Мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның рецептурасы

Шикізат және материалдар	Норма	
	1 үлгі	2 үлгі
Бие сүті (саумал)	85,0	85,0
Майсыз сиыр сүті	10,0	10,0
Пробиотикалық ашытқы	3,0	3,0
Көкөніс пастасы	2,0	-
ББҚ	-	2,0
Барлығы	1000,0	

Зерттеулер нәтижелерін талқылау

«Торайғыров университеті» КЕАҚ «Биотехнология» кафедрасының зертханалық жағдайында бие мен майсыз сиыр сүтінің құрғақ қоспасынан мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның тәжірибелік үлгілерін шығара отырып, өндірістің құрамдас бөлігі мен технологиялық процесі апробициядан өткізіліді.

Мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның жаңа түрін өндірудің түзетілген технологиялық процесі келесі операциялардан тұрады:

- бие сүтін қабылдау;
- құрғақ, майсыз сиыр сүтін қалпына келтіру;
- бие мен қалпына келтірілген сиыр сүтінің қоспасын жасау;
- сүттің екі түрінің қоспасының пісуі;
- пастерлеу және ашыту температурасына дейін салқындату;
- сүт қоспасын ашыту және ашыту;
- компоненттерді қосу;
- өнім қоспасының пісуі;
- салқындату және мұздату;
- мұздату кептіру;
- буып-түю, буып-түю;

– сақтау және сату.

Әрі қарай сапалық көрсеткіштер кешенін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері 3,4 кестеде келтірілген.

Кесте 3 – Органолептикалық корсеткіштер

Корсеткіштер	Өнімнің сипатамасы
Сыртқы түрі мен консистенциясы	Ұнтақ, барлық массаға біркелкі, көкөніс пастасының бөлшектері байқалады
Дәмі мен иісі	Таза, сүтқышқылды, көкөніс пастасының дәмі мен иісі сезіледі
Түсі	Ақ, сарғыш ренкі бар, барлық массаға біркелкі

Кесте 4 – Физико-химиялық корсеткіштер

Корсеткіштер атауы	Массалық үлесі, %
Майдың массалық үлесі, %, кем емес	1,5 ± 0,2
Ылғалдың массалық үлесі, %, кем емес	2,0 ± 0,5
Титрлік қышқылдығы, ° Т	112-114
Белсенді қышқылдығы, рН	3,92 ± 0,01

Осылайша, жоғарыда айтылғандардың негізінде жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижесінде бие мен құрғақ майсыз сиыр сүтінің қоспасынан мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның тәжірибелік үлгілерін шығара отырып, компоненттік құрамы мен технологиялық процесі өндірісілік апробациядан өткізіліді деген қорытынды жасауға болады.

Қорытынды

Осы ғылыми – зерттеу жобаның жасау барысында келесі зерттеулер орындалды:

- арнайы тамақтануға арналған мұздатылған кептірілген сүт өнімдерін өндіру технологиясын дамыту мәселелері бойынша ғылыми-техникалық ақпаратқа талдау жүргізу;
- негізгі сүт шикізаты мен өсімдік ингредиенттердің сапалық көрсеткіштері мен функционалдық-технологиялық қасиеттерін таңдау және зерделеу;
- арнайы тамақтануға арналған жаңа түрлі құрамдас мұздатылған кептірілген сүт өнімінің құрамындағы негізгі шикізат пен өсімдік ингредиенттердің арақатынасын анықтау;
- арнайы тамақтану үшін жаңа түрлі құрамдастырылған мұздатылған кептірілген сүтқышқылды өнімін құрамын және өңдеудің технологиялық процесін әзірлеу;
- дайын өнімнің сапалық көрсеткіштерін айқындай отырып, зертханалық жағдайда жаңа түрлі құрамдас мұздатылған кептірілген сүтқышқылды сусынның құрамын және өндірудің технологиялық процесін сынақтан өткізу.

Әдебиеттер тізімі

1. Семёнов Г.В. Сублимационная сушка: монография / Г.В. Семёнов, И.С. Краснова. – Москва: ДеЛи плюс, 2021. – 326 с.
2. Семёнов Г.В. Сублимационная сушка пищевых продуктов (консервное производство): монография / Г.В. Семенов. – Москва: ДеЛи, 2018. – 291 с.
3. Жангабылов А. Исцеляющие свойства саумал [Электронный ресурс] <https://pharm.reviews/ru/stati/aktualnye-intervyu/item/2106-istselyayushchie-svoystva-saumal> (дата обращения: 12.01.2024).
4. Ахатова И.А. Опыт и перспективы использования продуктов коневодства для оздоровления населения 8 И.А. Ахатова // Проблемы востоковедения. – 2011. – С. 36-44.
5. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК: бюллетень. – 2020 г.
6. Канарейкина С.Г. Лечебно-профилактические свойства кобыльего молока / С.Г. Канарейкина, А.А. Давыдова, В.И. Канарейкин // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 3(95) – С. 99-102.
7. СТ РК 1005-98. Молоко кобылье. Требования при закупках / Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации РК. – Алматы, 1998. – 11 с.

8. Состав кобыльего молока SAUMAL® [Электронный ресурс] <https://saumal.kz/composition> (дата обращения: 16.01.2024).
9. СТ РК 32280-2018. Молоко кобылье сухое / Комитет технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию РК. – Астана, 2015. – 54 с.
10. ГОСТ 32065-2013 Овощи сушеные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.

References

1. Semenov G.V. Sublimatsionnaya sushka: monografiya / G.V. Semenov, I.S. Krasnova. – Moskva: DELi plus, 2021. – 326 s. (In Russian).
2. Semenov G.V. Sublimatsionnaya sushka pishchevykh produktov (konservnoe proizvodstvo): monografiya / G.V. Semenov. – Moskva: DELi, 2018. – 291 s. (In Russian).
3. Zhangabylov A. Istselyayushchie svoystva saumal [Ehlektronnyi resurs] <https://pharm.reviews/ru/stati/aktualnye-intervyu/item/2106-istselyayushchie-svoystva-saumal> (data obrashcheniya: 12.01.2024). (In Russian).
4. Akhatova I.A. Opyt i perspektivy ispol'zovaniya produktov konevodstva dlya ozdorovleniya naseleniya 8 I.A. Akhatova // Problemy vostokovedeniya. – 2011. – S. 36-44. (In Russian).
5. Byuro natsional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam RK: byulleten'. – 2020 g. (In Russian).
6. Kanareikina S.G. Lechebno-profilakticheskie svoystva kobylyego moloka / S.G. Kanareikina, A.A. Davydova, V.I. Kanareikin // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2016. – № 3(95) – S. 99-102. (In Russian).
7. ST RK 1005-98. Moloko kobylye. Trebovaniya pri zakupkakh / Komitet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii RK. – Almaty, 1998. – 11 s. (In Russian).
8. Sostav kobylyego moloka SAUMAL® [Ehlektronnyi resurs] <https://saumal.kz/composition> (data obrashcheniya: 16.01.2024). (In Russian).
9. ST RK 32280-2018. Moloko kobylye sukhoe / Komitet tekhnicheskogo regulirovaniya i metrologii Ministerstva po investitsiyam i razvitiyu RK. – Astana, 2015. – 54 s. (In Russian).
10. GOST 32065-2013 Ovoshchi sushenye. Obshchie tekhnicheskije usloviya. – M.: Standartinform, 2014. – 15 s. (In Russian).

Б.С. Туганова

Торайгыров университет,
140003, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64
e-mail: tuganova65@inbox.ru

ТЕХНОЛОГИЯ СУБЛИМИРОВАННОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Данная научно-исследовательская работа посвящена вопросам использования кобыльего молока при создании нового вида кисломолочного продукта для специального питания людей, работающих в особых условиях труда.

В данной статье представлены результаты выполненных экспериментальных исследований по разработке технологических параметров и режимов, компонентного состава и технологического процесса производства сублимированной молочной продукции высокой биологической ценности для специального питания, произведенной на основе кобыльего молока с использованием новых биообъектов и растительных ингредиентов. Целью работы является разработка и совершенствование технологии сублимированного кисломолочного напитка на основе кобыльего молока, предназначенного для специального питания. Научной новизной проекта является исследование качественных показателей и технологических свойств молока кобылиц Павлодарского региона. Также были выбраны заквасочные культуры и их концентрация, обеспечивающие необходимые пробиотические свойства кисломолочного напитка. Разработан новый способ обогащения кисломолочного продукта, изготовленного из кобыльего молока для специального питания, растительным составом, составляющим органолептические свойства и вид. Разработан и оптимизирован компонентный состав и технологический процесс производства

сублимированного кисломолочного продукта с высокой пищевой и биологической ценностью для специального питания. В лабораторных условиях кафедры «Биотехнология» апробированы рецептуры и технологический процесс производства новых видов кисломолочных продуктов из кобыльего молока для специального питания и исследованы соответствующие качественные показатели готовой продукции.

Ключевые слова: кобылье молоко свежее, сухое кобылье молоко, заквасочные культуры и ферментные препараты, рецептура и технологический процесс.

B.S. Tuganova
Toraigyrov University,
64 Lomova str., Pavlodar, 140003, Kazakhstan
e-mail: tuganova65@inbox.ru

TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FERMENTED MILK PRODUCT A NEW GENERATION FOR SPECIAL NUTRITION

This research work is devoted to the problems of using mare's milk in the development of a new variety of lactic acid products for special feeding of people in special working conditions.

This article presents the results of experimental studies carried out on the development of technological parameters and modes, component composition and technological process of production of freeze-dried milk products of high biological value for special nutrition, produced on the basis of Mare's milk using new bio-facilities and plant ingredients. The purpose of the work is to develop and improve the technology of freeze - dried milk drink made on the basis of Mare's milk, intended for special nutrition. The scientific novelty of the project was the study of the quality indicators and technological properties of Mare's milk of the Pavlodar region. The yeast and its concentration, which provide the necessary probiotic properties of the lactic acid drink, are selected. For Special Nutrition, a new method has been developed to enrich the lactic acid product made from Mare's milk with a plant composition that forms the organoleptic properties and type. The component composition and technological process for the production of a fresh freeze-dried milk product of high nutritional and biological value for Special Nutrition has been developed and optimized. In the laboratory conditions of the Department of " Biotechnology", recipes of new types of lactic acid products made of Mare's milk for special nutrition were tested, and saal corsets of finished products were studied.

Key words: fresh mare's milk, dry mare's milk, starter cultures and enzyme preparations, milk fermentation, formulation and technological process

Авторлар туралы мәлеметтер

Бакыт Сагатовна Туганова – техника ғылымдарының кандидаты, «Биотехнология» кафедрасының профессоры; «Торайгыров университеті» КЕАК, Қазақстан; e-mail: tuganova65@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0082-4061>.

Сведения об авторах

Бакыт Сагатовна Туганова – кандидат технических наук, профессор кафедры «Биотехнология»; НАО «Торайгыров университет», Казахстан; e-mail: tuganova65@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0082-4061>.

Information about the authors

Bakyt Tuganova – candidate of technical sciences, professor of the department of Biotechnology; NAO «Toraigyrov University», Kazakhstan; e-mail: tuganova65@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0082-4061>.

*Редакцияға енуі 23.01.2024
Өңдеуден кейін түсуі 26.02.2024
Жариялауға қабылданды 28.02.2024*

**Р.У. Ашакаева^{1*}, Ж.М.Атамбаева², Ж.Т.Букабаева¹, Ш.Т. Кырыкбаева¹,
А.С. Камбарова²**

¹Alikhan Bokeikhan University,
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Мәңгілік ел көшесі, 11

²Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки көшесі 20А
e-mail: ryskulkamara@mail.ru

ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ЖАРТЫЛАЙ ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚ ӨНІМІНЕ АҚУЫЗДЫ-МАЙЛЫ ҚОСПАНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Мақалада жылқы етінен жасалынған шұжықтардың ассортименттерін кеңейті мақсатында, тұтынушылардың негізгі қолдану өнімдері ретінде жылқы етінен жасалынған шұжықтың жаңа өнімдерінің жоғарғы құндылықтары, олардың құрамындағы ақуызды және экстрактивті заттардың тағамдық және биологиялық құндылықтарына негізделген. Қазақстанда ет өнімдерінің басты міндеттері өнімнің сапасының жоғары болуымен, ұлкен сұранысқы ие, соның ішінде шұжық ассортименттерінің тұрақты дамуына әсер етеді.

Жартылай ысталған шұжықтың өнімдеріне ақуызды майлы қоспаны қолдану.

Жартылай ысталған шұжықтар негізінен жоғарғы майлылығымен, ақуыздардың мөлшерімен және төменгі ылғалдылығымен қатар тұз мөлшерімен ерекшеленеді. Негізінен ысталған шұжықтар ұзақ уақытқа сақталады және сапа жүйесін әзірлеу мен енгізу мақсатында НАССР жүйесі қолданылады. Тұтынушылардың қажеттіліктерін қамтамасыз ету мақсатында, адам денсаулығына зиянсыз таза және табиғи өнім ретінде қолдану. Шұжық өнімдеріне ақуызды-майлы қоспаны қолдану арқылы өнімнің тағамдық құндылығын арттыру. Негізінен жылқы етінен жасалынған жартылай ысталған шұжық өніміне ақуызды-майлы эмульсиямен байыту кезінде өнімге майдың сіңірілуі ол маңызды фактор болып табылады. Дайын өнімнің биологиялық құндылығын жоғарлатуға, микроэлементтермен, физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерімен сапасының жақсаруына мүмкіндік береді, сонымен қатар жаңа өнімнің ассортиментін кеңейтуге көмектеседі.

Түйін сөздер: тағам қауіпсіздігі, ет шикізаты, асқабақ, жартылай ысталған шұжық, ақуызды-майлы эмульсия.

Кіріспе

Қоғамдағы шұжық өнімдерін қолдану, өндірістік мәселердің өзектілігі ауыл шаруашылығы шикізаттарынан жасылынатын тағам өнімдерін, адам денсаулығына пайдалы және қоғамда ұтымды, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары болатын өнімді алуға ұсынылады. Қазіргі заманауи жартылай ысталған шұжық өнімдерін ақуызды-майлы қоспаны қосу арқылы өнімнің тұтыну мүмкіндігін жоғарлату өзекті мәселердің бірі болып табылады. Сондықтан жылқы етінің белгілі бір мөлшерін, өсімдіктің биологиялық белсенді заттарымен байыта аламыз. Осы өсімдік шикізаты (Семей өңірінде өсетін «Мускатты» түріннен ақуызды-майлы қоспа дайындау арқылы жылқы етінен жасалған жартылай ысталған шұжық өнімдерінің макро және микроэлементтерін, дәрумендік және аминқышқылдық құрамын жоғарлатуға болады [1].

Асқабақтың құрамында көптеген химиялық элементтерге бай екендігін ескере отырып, асқабақтың ұнтағынан жасалынған биологиялық белсенді қоспа арқылы шұжық өнімдерінің технологиясына қосу тағамдық және биологиялық құндылықтарын арттыра келе, адам ағзасында метаболизмге жақсы әсер етуі, онкологиялық аурулардың алдын алуға қолданылады [2].

Асқабақтың ұнтағыннан жасалынған ақуызды-майлы қоспаның пектиндік байланыстың құрылымы суды байланыстыруға тұрақтандырығыш ретінде пайдаланамыз.

Шұжыққа осы қоспаны қосу арқылы текстуралық аспектілерін жақсаратыны белгілі. Еліміздің нарықтық жағдайларының тұрақты дамуы мен агрокешеннің ұлғаюы, азық-түлік өнімдерінің соның ішінде ет шикізатының өнімдерінің алуан түрлі ассортименттерін байыту мақсатында кеңінен қолданылады [3].

Зерттеу әдістері:

Асқабақтың тағамдық қауіпсіздігіне МЕМСТ 7975-2013 асқабақтың құрамындағы пестицидтерді анықтау Цезий Cs-137 құрамын анықтау, асқабақтың құрамындағы улы элементтерді анықтау вольтметриялық әдісі арқылы қорғасын, кадмий, мыс, мырыш элементтерін компьютерлік бағдарламалық құрал KVANT-Z//ЭТА спектрометрі мен атомды-абсорбциялық спектроскопия ААС арқылы анықталады. МЕМСТ 7975-2013 стандарты органолептикалық бағалауды жүргізу жалпы жағдайы, стандарты талаптарына сай зерттелді.

Зерттеу нәтижелері:

Семе өңірінде кең таралған «Мускатты» түрін алдық. Асқабақтың сақталу мерзімін жоғарлату мақсатында ұнтақ түрінде қолдану ұсынылады.



а) «мускатты» түрі



ә) кесілген түрі



б) тазартылған кезеңі



в) кептірілген кезеңі



с) ұнтақталған кезеңі

а) «Мускатты» түрі; ә) кесілген түрі; б) тазартылған кезеңі; в) кептірілген кезеңі;
б) ұнтақталған кезеңі

Сурет 1

Асқабақты ұнтақтау кезеңін сатылап 1-ші суретте көрсете келе, оның қоректік және пайдалы қасиеттері бар, адам ағзасына пайдалы асқабақтың ұнтағы түрінде қолдану өте тиімді болып келеді. Өнімнің энергетикалық құндылығын жоғарлату, С дәруменімен бета-каротиндік дайын өнімді алуға болады.

Семей өңірінде өсетін «Мускатты» түріне «Ұлттық сараптау және сертификаттау» орталығында жүргізілген зерттеу нәтижесін төменде 1-ші кестеде көрсетілді

ҚР-ның МЕМСТ 26932-86, 30349-96, 32161-2013,32163-2013 стандарттарының талаптарына сәйкес зерттеулер жүргізіліп, асқабақтың тағамдық қауіпсіздігінің нормаға сай, артық бөгде заттар болмады. Зертеуімізді асқабақтың сыртқы түрі, көкөністің ауруларынан және ауылшаруашылығында кездесетін зиянкестерден басада асқабақтың шірігінің және жарылуы болмауы ҚР-ның МЕМСТ 7975-2013 стандартымен КО ТР 021/2011 талаптарына сай зерттеу нәтижесін көрсетті [4].

Кесте 1 – Семей өңірінде өсетін «Мускатты» түріннің тағамдық қауіпсіздігін анықтау, мг/кг

Көрсеткіштерінің атауы	Норма бойынша	Зерттеу нәтижесі бойынша
Улы элементтер: – Қорғасын – Мышьяк – Кадмий – Сынап	0,5 0,2 0,03 0,02	0,0029 анықталмады анықталмады анықталмады
Пестицидтер: – гексахлорциклогексан	0,5	анықталмады
ДДТ және оның метаболиттері	0,1	анықталмады
Радионуклидтер: – Цезий – Стронций	80 40	3,1 4,9
Асқабақтың сыртқы түрі	Толық піскен, сырты бүтін, ақаусыз, пішіні сортына тән, зақымданудан сызаттардан сау	Толық піскен, сырты бүтін, ақаусыз, пішіні сортына тән, зақымданудан сызаттардан сау
Жетілу дәрежесіне сай	Толықтай піскен, тұқымы мен қабығының түсі ботаникалық жетілуіне сай	Толықтай піскен, тұқымы мен қабығының түсі ботаникалық жетілуіне сай
Ұсақталған, мыжылған, жарылған түрлері	Рұқсат етілмейді	анықталмады
Ауылшаруашылық зиянкестерінің болуы	Рұқсат етілмейді	анықталмады
Ауылшаруашылық зиянкестерімен зақымдалған және аурулардан зардап шеккен жерінің болуы	Рұқсат етілмейді	анықталмады
Бөгде заттардың болуы	Рұқсат етілмейді	анықталмады
Шіріген аумағының немесе тұқымының болуы	Рұқсат етілмейді	анықталмады

Қазіргі заманауи технологиялар мен үрдістерді пайдалану арқылы ет шикізатынан жаңа шұжық ассортименттерін кеңейті мақсатында ақуызды-майлы қоспаны қосу арқылы май шикізаттарын байланыстыру мен қатар өнімнің сапасын жақсарту жағдайларына негізделген. Май өнімнің негізгі шикізат көзі ретінде шұжық шикізатының дәміне, түріне және шырындылығына, тұтыну кезіндегі дайын өнімнің сыртқы түрі және органолептикалық қасиеттеріне тікелей әсер етеді [5].

Ақуызды-майлы эмульсияларды өндіру үшін төмен сұрыпты май шикізатын жұмыртқа сарысы: субөнімдерден алынған сорпа: асқабақ ұнтағы – 1:4: 5 қатынасында жартылай ысталған шұжыққа қолданылды. Ақуызды-майлы қоспаны пайдалану дайын өнімге тікелей әсере етеді. Мысалы, бұл ақуызды-майлы эмульсиялар жоғары ылғалмен байланыстыру қабілетіне және геле түзетін қабілетіне ие. Бұлар жоғары ерігіштігі бар сонымен қатар ол тез ериді және онда ең алдымен май эмульгаторының рөлін атқарады. Ақуыздардың эмульгирлеуші қабілетіне көптеген факторлар, оның ішінде ерігіштігі, ақуыз және рН концентрациясы әсер етеді. Турама мен дайын өнімнің физикалық-химиялық көрсеткіштерін, органолептикалық, құрылымдық-механикалық, микроқұрылымдық және микробиологиялық көрсеткіштерін, сондай-ақ жартылай ысталған шұжық шығымын зерттеу нәтижесінде бірінші және екінші сұрыптағы жартылай ысталған шұжық өнімдерін өндіру кезінде жылқы еттің 10%, 15%, 20%, орнына қолданылды.

Жартылай ысталған жылқы етінен жасалған шұжықтардың фаршына жақсы нәтижелер алынды. Бұл ретте эмульсияларда жылқы етінің субөнімдерінің сорпасының майы және асқабақтың жұмсағынан кептіріліп алынған ұнтақ пен жұмыртқа сары қосылғанатын эмульсияны қолданылды.

Сонымен қатар коллагендік шикізат (құс еттері, сүйек сіңірлері) функционалдық өасеттеріне сүйене келе, қоспаны дайындау тәсілдерінің пасталары түрінде кеңінен

қолданылады. Ғалымдардың зерттеулеріндегі Ковалева Ю.И., Салаватулиной Р.М., Толстогузова В.Б., Файвишевского М.Л. ақуыз ингредиенттерін пайдалану 15-тен 25% - ға дейін аралығындағы коллаген заттарды және олардың биологиялық құндылығын көзге түсірмей, құрайтынын көрсетті. Ет шикізатының мәліметтерін көптеген ғалымдардың зерттеулері бойынша Большакова А.С., Рогова И.А., Соколова А.А., Хлебникова В.И. т. т. б. ет өнімдерінің шырындылығы мен ақуыз мөлшеріне зерттеулер жүргізген [6].

Сондай-ақ құрамында коллаген бар шикізаттан ақуыз-майлы эмульсияны алудың перспективаларын аналитикалық зерттеу, қайта құрылымдалған бұйымдарын технологияда одан әрі пайдаланудың мақсаты болып табылады. Осы әзірленген технология бойынша субөнімдердің сорпасының майынан және жұмыртқа сарысынан асқабақтың жұмсағынан жасатынған ұнтақтан алынған қоспалы шикізат ол ақуызды-майлы эмульсияның зерттеу объектісі болды.

Ақуыз тұрақтандырғышындағы алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамы шамалы болғандықтан, ет жүйелеріндегі осы компоненттің үлесінің артуы олардың жиынтық санының төмендеуіне әкелуі мүмкін. Сонымен бірге, ақуыз компоненттерінің биологиялық құндылығы, сондай-ақ олардың жалпы санына ғана емес, алмастырылмайтын амин қышқылдарының теңгерімділігіне байланысты [7].

Келесі кезеңде жартылай ысталған шұжық өнімдеріне ақуызы майлы қоспаны қосу кезіндегі физика-химиялық қасиеттерін зерттей келе, ғалым академик П.А. Ребиндер эмульсияны негізгі тұрақтылығын сақтаушы ең маңызды зат ретінде және құрылымдық-механикалық бөгет деп атап көрсетті.

Жартылай ысталған шұжық өнімдерінің функционалдық-технологиялық қасиеттері мен химиялық құрамын оңтайландыру және шикізатты ұтымды пайдалану үшін субөнімдерден пісірілген сорпа, жұмыртқа сарысынан және асқабақтың жұмсағынан ұнтақтан жасалынған ақуыз-майлы эмульсияны қолдану [8].

Ақуызды-майлы эмульсияны қолдану арқылы жылқы етінен жасалынған жартылай ысталған «Нәрлі» шұжық өнімінің рецептурасы мен технологиясы әзірленді.

Жартылай ысталған шұжық өнімдерін әзірлеу кезінде ақуызды-майлы эмульсияны қосу тағамдық құндылығы жоғары, сондай-ақ жоғары органолептикалық сипаттамалары бар жартылай ысталған шұжықты алуды қамтамасыз етеді. Алынған ақуызды-майлы эмульсияны биологиялық өнім құрамы бойынша құнды болып табылады және санитарлық-эпидемиологиялық ережелер мен нормативтерге сәйкес келеді. Қазіргі қоғамдағы ауыл шаруашылық өнімдерін дұрыс тамақтану жүйесінде қалыптастыру басты орынға қойылғандықтан, өсімдік шикізаттарын ет өнімдерінде кеңінен қолдану. Асқабақтың («Мускатты» түрі) жұмсағынан кептіріліп алынған ұнтағында А, С және Е дәрумендері, талшықтар, минералдар, антиоксиданттар көп. Ол көз денсаулығына пайдалы, сыртқы түрін жақсартады және теріні сауықтырады, иммундық жүйені нығайтады, жүрек денсаулығына және артық салмақтың жоғалуына ықпал етеді [9].

Ғылыми нәтижелерді сарптау

Асқабақ жұмсағынан алынған ұнтақты алу тәсілі бір қабатпен кептіруді және 12 мм аспайтын кесектерге асқабақ жұмсағын ұсақтауды оларды кептіру 20-40°C t-да дегидраторда кептіреміз. Негізгі зерттеулерге сүйенсек 100 г асқабақтың ұнтағында 12,60% ақуыз, 5,80% май, 55,10% көмірсулар, 10,30% минералдық заттар, 20% С витаминдері құрайды. Пайдалы және қоректік қасиеттері бар асқабақтың ұнтағы түріндегі қолдану тиімді болып табылады. Осылайша, мәлімделген өнімнің энергетикалық құндылығы жоғары С витамині мен бета-каротині бар дайын өнімді алуға мүмкіндік береді.

Таңдалған әдіс арқылы рецептурадағы ингредиенттерінің арақатынасын берілген шектерде ауыстыру арқылы ет өнімдерінің қажетті көрсеткіштеріне қол жеткізуге, сондай-ақ шикізатты тиімді пайдалану талаптарын ескеруге мүмкіндік береді [10].

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулерге сәйкес төмендегідей қортынды жасауға болады:

1. Шұжық өніміне ақуызды-майлы қоспаны қосу өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығын арттырады.

2. Жылқы етінен жасалған шұжыққа ақуызды-майлы қоспамен байыту кезінде дайын өнімнің тұрақты құрылымының алуға болады.

Ақуызды-майлы қоспаның мынадай артықшылықтары бар:

- майлы шикізат-өндірістегі ең арзан өнімдердің бірі;
- ақуызды-майлы эмульсияның өзіндік құны шикізаттың құнынан екі есе төмен;
- ақуызды-майлы эмульсия дайын өнімге шырындылық пен жұмсақтық береді;
- ақуызды-майлы эмульсиялардың дайын өнімнің құрылымын жақсартады;
- ақуызды-майлы эмульсиялардың тек жартылай ысталған шұжық өнімдеріне ғана емес, сондай-ақ туралған немесе тартылған жартылай фабрикаттарға пайдалануға болады.

Ақуызды-майлы эмульсиялар және олардың жартылай ысталған шұжық өнімдерінің сапасына әсері, ет өнімдерінің сапасын жақсарту және олардың асортиментін кеңейту үшін ет шикізатын пайдаланудың заманауи үрдістері болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. ҚР Үкіметінің Қаулысы ҚР-ның агроөнеркәсіптік кешенін дамыту жөніндегі 2021-2025 жылдарға арналған, ұлттық жобаны бекіту туралы: 2021 ж., № 732 <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000732>.
2. Амирханов К.Ж. Современное состояние и перспективы развития производства мясных продуктов функционального назначения: монография / К.Ж. Амирханов, Б.К. Асенова, А.Н. Нургазизова № – Алматы, 2013. – 127 с.
3. Жаринов А.И. Белково-коллагеновые эмульсии: особенности состава, способов получения и использования / А.И. Жаринов, Н.А. Соколова. – Москва. – 2007. – 39 с.
4. Ашакаева Р.У. Требования к качеству и безопасности сырья для колбасных изделий / Р.У. Ашакаева, Б.К. Асенова, Б.М. Кулуштаева // Интеграция образования науки и производства: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. – Семей, 2020.
5. Лаухина Г.Г. Внедрение технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» / Г.Г. Лаухина // Наука. – 2016. – № 3(66). – 230 с.
6. Асқабақтың жұмсақ ұнтақты қоспасын пайдалану және жылқы еті негізіндегі жартылай ысталған шұжықтарды өндіру технологиясы / Р.У. Ашакаева, Б.К. Асенова, Е.Л. Исакова және т.б. // Павлодар, 2020.
7. FOOD SAFETY AND QUALITY OF MEAT RAW MATERIALS / R.U. Ashakayeva, B.K. Asenova, E.L. Iskakova et al // VII Международная конференция «Наука и общество – методика и проблемы практического применения. – Канада, г. Ванкувер. – 15 февраля 2019.
8. A Pumpkin-Based Emulsion Gel as a Texture Improvement of Mixed Horsemeat Semi-Smoked Sausages / R. Ashakayeva, B. Assenova, Zh. Atambayeva, A. Baikadamov // Foods. – 2022. – № 11(23). – P. 3886. <https://doi.org/10.3390/foods11233886>.
9. Шұжық өнімдерінің тағамдық құндылығы / Р.У. Ашакаева, Б.К. Асенова, Е.Л. Исакова, Ж.К. Кабышева // Вестник журналы. Семей. – 2020. – № 4(92).
10. A risk and hazard analysis model for the production process of a new meat product blended with germinated green buckwheat and food safety awareness / Zh. Atambayeva, A. Nurgazezova, M. Rebezov, R.U. Ashakayeva // Frontiers in Nutrition (Switzerland), section Nutrition and Food Science Technology. – 22 June 2022.

References

1. KR Ykimetinin Kaulysy KR-nyn agroonerkasiptik keshenin damyту zhonindegi 2021-2025 zhyldarga arналган, ulttyk zhobany bekіtu turaly: 2021 zh., № 732 <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000732>. (In Kazakh).
2. Amirkhanov K.ZH. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya proizvodstva myasnykh produktov funktsional'nogo naznacheniya: monografiya / K.ZH. Amirkhanov, B.K. Asenova, A.N. NurgazizovANо – Almaty, 2013. – 127 s. (In Russian).
3. Zharinov A.I. Belkovo-kollagenovye ehmul'sii: osobennosti sostava, sposobov polucheniya i ispol'zovaniya / A.I. Zharinov, N.A. Sokolova. – Moskva. – 2007. – 39 s. (In Russian).
4. Ashakaeva R.U. Trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti syr'ya dlya kolbasnykh izdelii / R.U. Ashakaeva, B.K. Asenova, B.M. Kulushtaeva // Integratsiya obrazovaniya nauki i proizvodstva: sb. mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Semei, 2020. (In Russian).
5. Laukhina G.G. Vnedrenie tekhnicheskogo reglamenta Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoi produktsii» / G.G. Laukhina // Nauka. – 2016. – № 3(66). – 230 s. (In Russian).

6. Askabaktyn zhumsak untakty kospasyn paidalanu zhane zhylyky eti negizindegi zhartylai ystalghan shuzhyktardy ondiru tekhnologiyasy / R.U. Ashakaeva, B.K. Asenova, E.L. Iskakova zhane t.b. // Pavlodar, 2020. (In Kazakh).
7. FOOD SAFETY AND QUALITY OF MEAT RAW MATERIALS / R.U. Ashakayeva, B.K. Asenova, E.L. Iskakova et al // VII Mezhdunarodnaya konferentsiya «Nauka i obshchestvo – metodika i problemy prakticheskogo primeneniya. – Kanada, g. Vankuver. – 15 fevralya 2019. (In English).
8. A Pumpkin-Based Emulsion Gel as a Texture Improvement of Mixed Horsemeat Semi-Smoked Sausages / R. Ashakayeva, B. Assenova, Zh. Atambayeva, A. Baikadamov // Foods. – 2022. – № 11(23). – R. 3886. <https://doi.org/10.3390/foods11233886>. (In English).
9. Shuzhyk onimderinin tagamdyk kundulygy / R.U. Ashakaeva, B.K. Asenova, E.L. Iskakova, Zh.K. Kabysheva // Vestnik zhurnaly. Semei. – 2020. – № 4(92). (In Kazakh).
10. A risk and hazard analysis model for the production process of a new meat product blended with germinated green buckwheat and food safety awareness / Zh. Atambayeva, A. Nurgazezova, M. Rebezov, R.U. Ashakayeva // Frontiers in Nutrition (Switzerland), section Nutrition and Food Science Technology. – 22 June 2022. (In English).

**Р.У. Ашакаева^{1*}, Ж.М. Атамбаева², Ж.Т. Букабаева¹, Ш.Т. Кырыкбаева¹,
А.С. Камбарова²**

¹Alikhan Bokeikhan University,
071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Мәңгілік елі, 11
²Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
e-mail: ryskulkamara@mail.ru

ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ СМЕСИ НА ПРОДУКТ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ ИЗ КОНИНЫ

В статье с целью расширения ассортимента колбас из конины, в качестве основных продуктов употребления потребителями представлены высокие ценности свежих продуктов из конины, основанные на пищевой и биологической ценности содержащихся в них белковых и экстрактивных веществ. Основными задачами мясной продукции в Казахстане являются высокое качество продукции, востребованность улкена, в том числе влияющее на устойчивое развитие колбасного ассортимента.

Применение белковой жирной смеси к продуктам полукопченой колбасы.

Полукопченые колбаски в основном отличаются высоким содержанием жира, количеством белков и количеством соли, а также низкой влажностью. В основном копченые колбасы хранятся в течение длительного времени, и с целью разработки и внедрения системы качества используется система НАССР. Использование в качестве чистого и натурального продукта, безвредного для здоровья человека, с целью обеспечения потребностей потребителей. Повышение пищевой ценности продукта за счет использования белково-жирной добавки к колбасным изделиям. При обогащении белково-жировой эмульсией к полукопченому колбасному изделию, изготовленному в основном из конины, важным фактором является всасывание жира в продукт. Позволяет повысить биологическую ценность готовой продукции, улучшить ее качество микроэлементами, физико-химическими и органолептическими показателями, а также способствует расширению ассортимента новой продукции.

Ключевые слова: *пищевая безопасность, мясное сырье, тыква, полукопченая колбаса, белково-жирная эмульсия.*

R. Ashakayeva^{1*}, Zh. Atambayeva², Zn. Bukabayeva¹, Sh. Kyrykbayeva¹,
A. Kambarova²

¹Alikhan Bokeikhan University,
071411, Kazakhstan, Semey, st. Mangilik-el, 11

²Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street
e-mail: ryskulkamara@mail.ru

EFFECT OF PROTEIN-FAT MIXTURE ON SEMI-SMOKED SAUSAGE PRODUCT MADE FROM HORSE MEAT

In the article, in order to expand the range of horse meat sausages, the high values of new products of horse meat sausage as the main consumer products are based on the nutritional and biological values of the protein and extractive substances contained in them. The main tasks of meat products in Kazakhstan are the high quality of products, which are in great demand, including the stable development of sausage assortments.

Use of protein-fat mixture in semi-smoked sausage products.

Semi-smoked sausages are characterized mainly by high fat content, protein content and low moisture content, as well as salt content. In general, smoked sausages are stored for a long time, and the HACCP system is used for the purpose of developing and implementing a quality system. Use as a clean and natural product that is harmless to human health in order to meet the needs of consumers. Increasing the nutritional value of sausage products by using a protein-fat mixture. The absorption of fat into the product is an important factor when enriching semi-smoked sausage products made mainly from horse meat with protein-fat emulsion. It allows to increase the biological value of the finished product, improve its quality with trace elements, physico-chemical and organoleptic indicators, and also helps to expand the range of new products.

Key words: food safety, raw meat, pumpkin, semi-smoked sausage, protein-fat emulsion.

Авторлар туралы мәліметтер

Рысгуль Улыбаевна Ашакаева* – Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: ryskulkamara@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8501-0600>.

Жибек Манаповна Атамбаева – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zh.atambayeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-870X>.

Жанылхан Тусупжановна Букабаева – Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhanilxan79@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1461-5407>.

Шынар Турарбековна Кырыкбаева – Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Арай Сагинбековна Камбарова – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, 071412; Қазақстан; e-mail: kambarova.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-3818>.

Сведения об авторах

Рысгуль Улыбаевна Ашакаева* – Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан, 071411 ул. Мәңгілік ел, 11; e-mail: ryskulkamara@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8501-0600>.

Жибек Манаповна Атамбаева – Университет имени Шакарима г. Семей, 071412; Республика Казахстан, Глинки 20а; e-mail: zh.atambayeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-870X>.

Жанылхан Тусупжановна Букабаева – Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан; e-mail: zhanilxan79@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1461-5407>.

Шынар Турарбековна Кырыкбаева – Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Арай Сагинбековна Камбарова – Университет имени Шакарима г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: kambarova.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-3818>.

Information about the authors

Rysgul Ashakayeva* – Alikhan Bokeikhan University, Republic of Kazakhstan; e-mail: ryskulkamara@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8501-0600>.

Zhibek Atambayeva – Shakarim University of Semey, 071412, Republic of Kazakhstan; e-mail: zh.atambayeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-870X>.

Znanykhan Bukabayeva – Alikhan Bokeikhan University» Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanilxan79@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1461-5407>.

Shynar Kyrykbayeva – Alikhan Bokeikhan University», Republic of Kazakhstan; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Aray Kambarova – Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kambarova.80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4289-3818>.

Редакцияға енуі 15.02.2024

Жариялауға қабылданды 05.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-29

FTAXP: 65.33.35



Б.Ж. Мулдабекова, М.А. Якияева*, Ш.А. Турсунбаева, А.Е. Куралбаева, Д. Смагул

Алматы технологиялық университеті,
050012, Қазақстан, Алматы қ., Төле би көшесі, 100

*e-mail: yamadina88@mail.ru

ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ШИКІЗАТТЫ ҚОСЫП ҚАНТТЫ ПЕЧЕНЬЕНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЖОҒАРЫЛАТУ

Аңдатпа: Мақалада дәстүрлі емес шикізаттың әсері, сондай-ақ олардың негізінде жасалған ұнды кондитерлік өнімдердің дайындалуы туралы зерттеу нәтижелері берілген. Заманауи өмір салтына байланысты ұннан жасалған кондитерлік өнімдер халықтың барлық топтары арасында үлкен сұранысқа ие, бірақ олардың негізгі кемшіліктері тағамдық құндылығының жоғары болмауында және осы өнімдердің химиялық құрамында диеталық талшықтардың, пайдалы дәрумендер мен минералдардың, оның ішінде адам ағзасының қалыпты жұмыс істеуі үшін өте қажетті өнімдердің болмауы болып табылады. Сондай-ақ ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің сыртқы түрі тартымды, дәмі жақсы, хош иісі бар және ағзаға оңай сіңеді. Осыған байланысты тағамдық құндылығы жоғары ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді өндіру технологиясын дамытуға бағытталған зерттеулер өзекті болып отыр. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты – дайын өнімнің физико-химиялық және органолептикалық қасиеттерін жақсарту үшін дәстүрлі емес өсімдік шикізатын пайдалану негізінде ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді өндіру технологиясын әзірлеу, сондай-ақ дайын өнімнің сапа көрсеткіштері бойынша дәстүрлі емес шикізаттың әсерін зерттеу. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, дәстүрлі емес шикізатты пайдалану көзмөлшерлік және сапасын арттыруға мүмкіндік береді, сонымен қатар өнімнің тұтынушылық қасиеттерін жақсартады, оларға дәмнің, хош иістің және түстің жаңа реңктерін береді.

Түйін сөздер: дәстүрлі емес шикізат, қантты печенье, қос дәнекті бидай (полба) ұны, ұнды кондитерлік өнімдер, сапалық көрсеткіштер.

Кіріспе

Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласындағы мемлекеттік саясаттың негізгі бағыттарының бірі. Халықтың барлық топтары үшін азық-түлік құндылығының экономикалық қол жетімділігін арттыру бойынша шараларды жүзеге асыру болып табылады. Кондитерлік өнімдерге сұраныстың артуын атап өткен жөн, сондықтан берілген қасиеттері, жақсартылған химиялық құрамы және энергетикалық құндылығы төмендеген өнімдердің жаңа түрлерін жасау қажеттілігі туындайды.

Функционалдық мақсаттағы астық өнімдерін жасаудағы басым бағыт әртүрлі жармаларды пайдалану болып табылады және ұсақталған жарма өнімдерінен ұн қоспаларын жасау тиімді [1].

Жүгері, соя, тары, тритикале және басқа дақыл ұндарын бидай ұны мен кондитер өнімдеріне арналған негізгі шикізатқа қоспа есебінде пайдаланудың оңтайлы шешімдері бар, оларды дайындау барысында глютені төмен ұн керек. Дегенмен, осы дәндік дақылдар және оларды қайтара өңдеу өндірісі бидай мен қара бидайдан ұн алу біршама төмен.

Ұн және жарма өнімдері ұннан жасалған кондитерлік өнімдерге, әсіресе жартылай фабрикаттарға перспективалы жақсартқыш бола алады. Оларға күріш, сұлы, жүгері, тары және қос дәнді бидай (полба) ұндары жатады. Дәнді дақылдардың анатомиялық бөліктерін диеталық мақсатта пайдалану микроэлементтер мен макроэлементтердің, аминқышқылдары, витаминдер, ферменттер, көмірсулар мен майлардың теңдігін жақсартып, адамдардың денсаулығына жақсы әсерін тигізеді.

Бұл жұмыста қантты печеньең сапасына бидайдың қазіргі кезде кең таралмаған түрі қос дәнекті бидайдың тигізетін әсерінің нәтижелері келтірілген.

Кондитерлік өнімдердің құрамында майлардың және көміртегінің көп мөлшерде болады, олардың негізгі бөлігін сахароза және крахмал құрайды, тағы да кондитерлік өнімдерде ақуыздың шамалы мөлшері болады. Олардың энергетикалық құндылығы 100 г өнімге 355-тен 527 ккал дейін болады және негізінен алғанда рецептуралық құрамдас бөліктердің (ұн, жұмыртқа және сүт өнімдерінің, әр түрлі қоспалардың – жаңғақтардың, жер жаңғағының және т.б.) жиынтығына байланысты болып келеді [2].

Халықты тамақтандыруда кондитер өндірісінің алатын орны ерекше. Бірақ, пайдаланатын кондитер өнімдерінің құрамында көп мөлшерде май мен көмірсулардың болуы, оларды жоғары каллориялық өнімдер қатарына кіргізеді. Жылдан-жылға қант диабеті, семіздік, жүрек қан тамырлары қысымының жоғарылауы адамзат денсаулығының төмендеуі себебінен, құрамында ақуызы көп, май мен көмірсу мөлшері аз жаңа өнімдерді шығару қажеттілігі туындауда.

Осы жағдайларға байланысты, өсімдік шикізаттарын, соның ішінде дәнді дақылдардың дәстүрлі емес көздерін пайдалану бірқатар мәселелерді шешуге көмектеседі.

Осыған байланысты ұннан жасалған кондитерлік өнімдерге арналған жартылай фабрикаттардың белгілі бір түрлерін өндіруде қос дәнекті бидай (полба) ұнның технологиялық жарамдылығын негіздеу, олардың ассортиментін кеңейту және тағамдық құндылығын арттыру маңызды және өзекті болып көрінеді.

Алматы қаласының азық-түлік нарығын зерттеу дәстүрлі емес ұн түрлерінен жасалған ұн кондитерлік өнімдерінің ассортименті Алматы қаласының мамандандырылған интернет-дүкендері мен салауатты тамақтану кәсіпорындарында ғана толық көлемде ұсынылғанын көрсетеді. Қос дәнекті бидай (полба) қосылған ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің ассортименті жоқ. Дәстүрлі емес ұннан жасалған печеньең негізгі жеткізушілері Италия, Германия, Польша болып табылады. Шикізаттың дәстүрлі емес түрлерінен ұнды кондитерлік өнімдерінің ассортиментін талдау көрсеткендей, бұл өнім тобында печенье – 52%, пряник – 13%, вафли – 12%, кекстер – 16% және галеттер – 7% құрайды.

Қос дәнекті бидай (полба) немесе спельта, эммер – бидайдың барлық заманауи сорттарының атасы. Қос дәнекті бидайға (полба) деген қызығушылық ақуыздың, қанықпаған май қышқылдарының, тағамдық талшықтардың, В дәрумендерінің құрамы бойынша бидайдан жоғары, экологиялық таза дақыл болып табылады.

Шетелде қос дәнекті бидай (полба) дұрыс тамақтанудың диеталық өнімі ретінде танымал.

Қос дәнекті бидайға (полба) деген қызығушылықтың артуы оның ерекше қасиеттерімен түсіндіріледі. Бұл мыңдаған жылдар бойы жинақталған емдік қасиеттерін сақтаған ежелгі дәуірден бері генетикалық өзгермеген жалғыз дақыл.

Қос дәнекті бидай (полба) құрамында адам ағзасына қажетті барлық қоректік заттар бар. Ол өсімдік ақуызының, қанықпаған май қышқылдарының, тағамды талшықтардың, В дәрумендерінің құрамы бойынша бидайдан едәуір асып түседі. Сарапшылардың пікірінше, тамақтану дененің иммунитетін жоғарылату және жүрек-тамыр жүйесін қалыпқа келтіру үшін пайдалы, жүйке жүйесіне пайдалы [3].

Бірқатар құнды биологиялық қасиеттерге ие, Академик Н.И. Вавиловтың пікірінше, қос дәнекті бидай (полба) тұраралық будандастыруда қолдануға ерекше қызығушылық тудырады [4].

Баженова И.А. қос дәнекті бидй (полба) дәніндегі полифенолдардың құрамын зерттеді. Ол 1120-1300 г/кг құрайды, бұл қарапайым бидай дәнінен екі есе көп. Фенол қышқылдары полициклді хош иісті көмірсутектерге, микотоксиндерге қарсы антимутогендік және канцерогендік әсерге ие [5].

Сұлы, арпа, бидай мен қара бидайдың құрамындағы ақуыздар – глютенге аллергиялық реакциядан зардап шегетін адамдар үшін қос дәнекті бидайдың (полба) пайдасын атап өту маңызды. Қос дәнекті бидайдың глютені, әдетте, ас қорыту жолдарының мұндай реакциясын тудырмайды. Целиаки ауруы бар адамдардың диеталық тамақтануы үшін, сондай-ақ диабеттік және балалар тағамдары үшін қос дәнекті бидайға негізделген тағамдарды ұсынуға болады.

Қос дәнекті бидайдың бидайдан айырмашылығы оны өсіру оңай, қолайсыз ауа-райына, ауруларға төзімді, бірақ өнімділігі жағынан айтарлықтай төмен.

Қос дәнекті бидай (полба) бидай дәнінен үлкен, масақтары оны қолайсыз ауа-райынан (жаңбыр, құрғақшылық), ластанудың барлық түрлерінен және тіпті радиоактивті сәулеленуден жақсы қорғайтын тығыз қабатпен жабылған. Бірақ астықтың бұл тығыз жабыны астықты өңдеу кезінде қабыршақтануды қиындатады [6].

Қазақстанда Петропавлда орналасқан «Диканши» компаниясы Еуропалық Одақта сұранысқа ие дәнді, майлы, бұршақты дақылдарды өндіреді.

Қазір «Диканши» компаниясы жыл сайын 200-300 га. егіп, шамамен 500 тонна қос дәнекті бидай (полба) алады. Сату Петропавлда өтеді, онда әр дүкенде жарма мен ұн түрінде кездеседі. Қос дәнекті бидай (полба) ұнынан жергілікті наубайханалар – айына шамамен 5 тонна нан шығарады. Шағын көлемі Астана мен Қостанайда сатылады [7].

Қазақстанда сауда желілері әлі де жаңалыққа аса қызығушылық танытпай отыр. Бірақ Ресейде бұл дақылға деген қызығушылық өте жоғары. Қазірдің өзінде сөрелерде жергілікті өндірісте шығарылған қос дәнекті бидай (полба) ұны бар. Бұл өнім дәстүрлі бидай ұнынан кем дегенде екі есе қымбат болса да, ол жақсы сатылады – көптеген адамдар өздері не жейтіні және балаларын немен тамақтандыратыны туралы ойланады және бұл үрдіс тек арта түсуде.

Бүгінгі таңда «Диканши» компаниясы қос дәнекті бидай (полба) ұнын Қазақстанға қарағанда Ресейге көбірек сатады. Өндірушілердің өздері Қазақстанда қос дәнекті бидайға (полба) сұраныс бар екеніне сенімді.

Өндірісте де өз артықшылықтары бар. Біріншіден, өнімділіктің тұрақтылығы: жылдан жылға өзгеріп отыратын ауа-райына қарамастан, қос дәнекті бидай (полба) гектарына кемінде 17-18 центнер береді. Бұл елдегі бидайдың орташа өнімінен 1,5 есе жоғары. Екіншіден, қос дәнекті бидай (полба) ешқандай агрохимияны қажет етпейді, керісінше, оған кері әсер етуі мүмкін. Бұл жабайы дақыл және табиғат оған аурулардан, зиянкестерден және стресстен аман қалу мен қорғаудың барлық табиғи механизмдерін енгізеді. Сонымен бірге шаруаларға минералды тыңайтқыштарға, гербицидтерге, фунгицидтерге және т.б. жұмсаудың қажеті жоқ. Бұл тыңайтқыштарды үнемдеудің маңызды жолы. Сонымен қатар, бұл мүмкіндік қос дәнекті бидайды (полба) органикалық өндіріс үшін тамаша таңдау жасайды [8].

Жұмыстың мақсаты: бидай ұнына қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосып жаңа ұнды кондитер өнімдерінің технологиясын жетілдіру. Табиғи талшықтар, витаминдер және микроэлементтермен байытылған арнайы бағыттағы кондитер өнімдерін өндіру.

Зерттеу шарттары мен әдістері

Экспериментальды зерттеулер Алматы технологиялық университетінің «Астық өнімдері және қайта өңдеу өндірісінің технологиясы» кафедрасының лабораториясында жүргізілді.

Зерттеуде алынған дайын өнімнің сапа көрсеткіштерін МЕМСТ 5897-90 талабы бойынша көзмөлшерлік (түсі, иісі, дәмі және сыртқы пішіні) және физикалық, химиялық (ылғалдылығы, сілтілігі, су сіңірімділігі) көрсеткіштері: ылғалдылығы, сілтілігі МЕМСТ 21094-75 және су сіңірімділігі МЕМСТ 10114-80 талаптары бойынша анықталды.

Тәжірибелік зерттеулер жүргізу үшін қантты печенбенің қамырын дайындаған кезде рецептурадағы бидай ұнына 10-100% дейін қос дәнекті бидай (полба) ұны қосылды. Қантты печенье қамырын илеу, оны пісіру зертханалық әдістемеге сәйкес жүргізілді. Бақылау ретінде жоғарғы сұрып бидай ұнынан дайындалған үлгілер алынды. Алынған нәтижелер бойынша

қантты печеньенің физика-химиялық және көзмөлшерлік сапа көрсеткіштеріне қос дәнекті бидай (полба) дақылдың тигізетін әсері төмендегі 1 кестеде келтірілген [9].

Печеньенің ылғалдылығын анықтау тәсілі:

Дайын өнімнің ылғалдылығын анықтау үшін 5 г өлшендіні өлшеп алып, СЭШ-3М кептіру шкафында 130°C температурада өлшенді салынған бюкстерді 40 минут аралығында кептіреді.

Содан соң бюкстерді қысқыштың көмегімен шкафтан шығарып, қақпақтарын жауған күйде эксикаторға орналастырып 15-20 минут салқындатылады, содан соң таразыда өлшейді де, төмендегі формула бойынша өнімнің ылғалдылығы анықталады.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100 \quad (1)$$

Мұндағы:

m – бос бюкстің салмағы, г

m_1 – бюкспен өлшендінің кептіруге дейінгі салмағы, г

m_2 – бюкспен өлшендінің кептіргеннен кейінгі салмағы, г

W – ылғалдылығы, %.

Печеньенің сілтілігін анықтау тәсілі.

Печеньенің қамырын жұмсарту үшін қопсытқыштарды пайдаланады (аммоний, соданы).

Өнімнің сілтілігі титрлеу әдісімен көк бромотимол индикаторын қосу арқылы анықталады. Оның мөлшері шамамен 1н қышқылдың мөлшері өнімдегі сілтіге немесе 100 гр печеньедегі сілтіге қарсы тұру үшін қолданылатын 0,1 қышқылға сәйкес келеді. Печеньенің сілтілігін анықтауға 25 гр сынама ұсақталып, сыйымдылығы 500 мл колбаға салып, тазартылған 250 мл су қосылады, содан кейін 30 минут бойы араластырылады. Әрбір 10 минут ішінде тұндыру қажет. Содан соң мақта сүзгісі арқылы 50 мл сүзіліп алынады. Сүзіндіге 0,1н HCl немесе H₂SO₄, бромтимола ерітіндісі арқылы ашық сарғыш түске боялғанша титрленеді, содан кейін өнімнің сілтілігі формула бойынша есептеледі:

$$X = \frac{V \cdot V_2 \cdot 100}{V_1 \cdot g \cdot 10} \quad (2)$$

Мұнда:

V – титрлеуге жұмсалған 0,1 н. қышқылдың көлемі, мл;

V_1 – титрлеуге керекті ерітінді көлемі, мл;

V_2 – бөліп алынған сүзіндінің көлемі, мл;

g – өлшемнің массасы, г.

Печеньенің су сіңімділігін анықтау тәсілі:

Печеньенің су сіңімділігін анықтау үшін дайын өнімді екіге бөліп оларды 0,01 грамм дәлдікте таразыда өлшеп бөлме температурасындағы суға екі минутқа саламыз. Содан соң артық суды филтрлеу қағазымен алып, қайта өлшенеді. Суға салғанға дейінгі өнім салмағы – D_2 , судан шыққан өнім салмағы – D_1 , мұндағы су сіңімділікті P мына формула арқылы жүргізілді:

$$P = \frac{D_2}{D_1} \cdot 100\% \quad (3)$$

Қантты печеньеелердің су сіңімділігі 130 % кем болмауы керек.

Зерттеу нәтижелері мен нәтижелерді талқылау

Зерттеуде жоғары сұрып бидай ұны мен қос дәнекті бидай (полба) ұнының қоспасынан дайындалған печеньенің көзмөлшерлік және физикалық, химиялық (ылғалдылығы, сілтілігі, су сіңімділігі) сапалық көрсеткіштерінің нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-ші кесте бойынша дайын өнімнің органолептикалық және физикалық, химиялық көрсеткіштері анықталды. Печеньенің дәмін, сыртқы келбетін, түсін бағаладық. Қос дәнекті бидай (полба) ұнынан 10-60% дейін қосқан кезде, сапасы жақсарды. Пішінін жақсы сақтап, түсі ақшыл сарыдан сары түске дейін өзгерді. 10-20% қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосқанда дәмі өзіне сай, бөтен иісі сезілмеді, ал қосылатын қос дәнекті бидай (полба) ұнының мөлшерін 30-60% дейін көбейткен кезде қантты печеньеге сай, жаңғақтың дәмі мен иісі аздап сезілді,

сыртқы көрінісі, қосылатын қос дәнекті бидай (полба) ұнының мөлшерін 10-60% дейін қосқанда сыртқы беті тегіс, кедір-бұдыры жоқ үгілмелі дайын өнім пайда болды.

1 кесте – Жоғарғы сұрып бидай ұны мен қос дәнекті бидай (полба) ұнынан жасалған печеньенің сапа көрсеткіштері

МЕМСТ бойынша көрсеткіштердің атауы	Бақылау	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Ылғалдылығы, 3...9%	6	6,2	6,5	7,2	8,0	8,5	8,7	9,3	9,5	9,7	9,9
Су сіңімділігі, 130%-200% кем емес	152,6	153,2	155,3	160,5	171,2	177,2	185,4	189,5	190,8	194,3	198,7
Сілтілігі, 2 град жоғары емес	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Иісі мен дәмі	Бөтен дәмі жоқ және жағымсыз иістерсіз			Жаңғақтың дәмі мен иісі сәл сезіледі				Жаңғақтың дәмі мен иісі анық сезіледі			
Түрі	Қантты печеньеге сәйкес, беті біртегіс, кедір-бұдыр емес							Тегіс емес, аздап жарықтар пайда болды		бетінде	
Түсі	Қантты печеньеге сай ақшыл сары						сары түсті	Қанық түсті	сары	Қоңыр түсті	Қанық қоңыр түсті

Қос дәнекті бидай (полба) ұнын 70-100% қосқан жағдайда сыртқы көрінісі біркелкі тегіс емес аздап бетінде жарықтар пайда болды. Физикалық, химиялық көрсеткіштерін талқылайтын болсақ, ылғалдылығы жоғарғы сұрып бидай ұнына 10-60% дейін қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосқан кезде стандарт талаптарына сәйкес 6,2-8,7% болды, қосылатын қос дәнекті бидай (полба) ұнының мөлшерін жоғарылатқан сайын ылғалдылығы өсіп, дайын өнімнің сапасы нашарлады. Қантты печеньеенің су сіңімділігі 1,29 есеге жоғарылады.

Сонымен қоса, қосылатын қос дәнекті бидай (полба) ұнның салмағын көбейткенде дайын өнімнің сапасы төмендеді. Бұл ұнды кондитер өнімдеріне қос дәнекті бидай (полба) дақылын көп мөлшерде қосуға болмайтыны анықталды.

Зерттеу барысында печенье қамырын дайындау кезінде рецептурадағы жоғары сұрыпты бидай ұнына 10-100% дейін қос дәнекті бидай (полба) ұнымен алмастырылды. Бақылау ретінде бидай ұнынан қантты печенье үлгілері пісірілді. Нәтижелерге сәйкес қантты печеньеенің органолептикалық көрсеткіштеріне қос дәнекті бидай (полба) дақылының тигізетін әсері төмендегі 1-суретте көрсетілген.

1-ші суретте көрсетілгендей рецептурадағы 100г жоғарғы сұрыпты бидай ұнына 10 -100 г. дейін қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосып пісірілген печеньеелер көрсетілген. Жоғарғы сұрыпты бидай ұнына 10-60г.дейін қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосып пісірілген печеньеенің көзмөлшерлік және физикалық, химиялық көрсеткіштері, түсі тартымды, иісі жағымды, пішіні қантты печеньеге сай, бақылау үлгісінен қалыспайтын өнім алынды, ал қос дәнекті бидай (полба) ұнының мөлшерін 70-100г дейін қосқан кезде қамыры қолға жабысқақ және пісіру кезінде пішіні сақталмай жайылып кетті. Қантты печеньеде жаңғақтың дәмі мен иісі айқын сезілді. Түсі қанық сары түстен қанық қоңыр түске өзгерді.

Функционалды ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді жасау кезінде олардың химиялық құрамын мақсатты түрде өзгерту, оны дәстүрлі көзмөлшерлік көрсеткіштерді, қасиеттері мен құрылымын міндетті түрде сақтай отырып, теңдестірілген тамақтану теориясының талаптарына барынша жақындату қажет [10].

Қорытынды

Ұнды кондитерлік өнімдер өндірісінде дәстүрлі емес шикізат - қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосып, өнімдегі витаминдер, минералды заттар, ақуыздар және крахмалдар мөлшері Артып, тағамдық, биологиялық және минералдық құндылығы жоғары өнім өндіруге мүмкін екенін байқадық.

Қосылатын қос дәнекті бидай ұны (полба) дайын өнімнің физико-химиялық, көзмөлшерлік бағалануын айтарлықтай өзгертті. Печеньеенің түсі мен дәмі қосылатын қос дәнекті бидай ұнына (полба) сай өзгертіні және су сіңімділігінің өскені анықталды.



1 сурет – Жоғарғы сұрыпты бидай ұнына 10-100 г қос дәнекті бидай (полба) ұнын қосып пісірілген қантты печенье

Әдебиеттер тізімі

1. Бобков, В.А. Технология мучных смесей для продуктов функционального назначения: автореф. дис. канд. тех. наук 05.18.01 / В.А. Бобков. – М., 2009. – 184 с.
2. Богатырёва, Т.Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий // Т.Г. Богатырева // Хлебопродукты. – 2013. – № 2. – С. 39-42.
3. Chernenkov E.N. Investigation of the influence of virgin commonly on the quality indicators of flour confectionery products / E.N. Chernenkov, I.M. Zharkova & N.V. Gizatova // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. – 2022. – Vol. 84, Issue 3. – P. 136-141. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-3-136-141>.
4. Крюкова Е.В. Исследование химического состава полбяной муки / Е.В. Крюкова, Н.В. Лейберова, Е.И. Лихачева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – № 2. – С. 75-81.
5. Баженова И.А. Исследование технологических свойств зерна полбы (*Triticum dicossum* Schrank.) и разработка кулинарной продукции с его использованием: дис. ... канд. тех. наук.: 05.18.15 / Баженова Ирина Анатольевна; СПб.; науч. рук. В.Н. Красильников. – СПб., 2004. – 152 с.
6. Omaraliyeva A. Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour / A. Omaraliyeva, Z. Botbayeva, M. Agedilova et al // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol. 6, Issue 11(120) – P. 109-125. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269397>.

7. Impact of Red Mountain Ash Powder on the Qualitative Characteristics of Flour Confectionery Products / O.D. Varnavskaya, N.G. Neborskaya, E.A. Koroteeva et al // Food Industry. – 2023. – Vol. 8, Issue 3. – pp. 57–65. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-3-6>.
8. A Comparison of Macro- and Microelement Concentrations in the Whole Grain of four Triticum Species / E. Suchowilska, M. Wiwart, W. Kandler et al // Plant, Soil and Environment. – 2012. – Vol. 58, Iss. 3. – P. 141-147. <https://doi.org/10.17221/688/2011-pse>.
9. Дайрашева С.Т. «Кондитер өндірісінің технологиясы» пәнінен зертханалық жұмыстардың әдістемелері / С.Т. Дайрашева, Б.Ж. Мулдабекова, А.Ж. Рустемова // Тамақ өндірісінің жоғары орындарының студенттеріне арналған оқу әдістемелік құралы. – Алматы: АТУ баспасы, 2012. – 36 б.
10. Матвеева Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел, 2011. – 358 с.

References

1. Bobkov, V.A. Tekhnologiya muchnykh smesei dlya produktov funktsional'nogo naznacheniya: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk 05.18.01 / V.A. Bobkov. – M., 2009. – 184 s. (In Russian).
2. Bogatyreva, T.G. Ispol'zovanie polbyanoi muki v tekhnologii khlebobulochnykh izdelii // T.G. Bogatyreva // Khleboprodukty. – 2013. – № 2. – S. 39-42. (In Russian).
3. Chernenkov E.N. Investigation of the influence of virgin commonly on the quality indicators of flour confectionery products / E.N. Chernenkov, I.M. Zharkova & N.V. Gizatova // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. – 2022. – Vol. 84, Issue 3. – R. 136-141. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-3-136-141>. (In English).
4. Kryukova E.V. Issledovanie khimicheskogo sostava polbyanoi muki / E.V. Kryukova, N.V. Leiberova, E.I. Likhacheva // Vestnik YUURGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii». – 2014. – № 2. – S. 75-81. (In Russian).
5. Bazhenova I.A. Issledovanie tekhnologicheskikh svoystv zerna polby (Triticum dicoccum Schrank.) i razrabotka kulinarnoĭ produktsii s ego ispol'zovaniem: dis. ... kand. tekhn. nauk.: 05.18.15 / Bazhenova Irina Anatol'evna; SPb.; nauch. ruk. V.N. Krasil'nikov. – SPb., 2004. – 152 s. (In Russian).
6. Omaraliyeva A. Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour / A. Omaraliyeva, Z. Botbayeva, M. Agedilova et al // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol. 6, Issue 11(120) – R. 109-125. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269397>. (In English).
7. Impact of Red Mountain Ash Powder on the Qualitative Characteristics of Flour Confectionery Products / O.D. Varnavskaya, N.G. Neborskaya, E.A. Koroteeva et al // Food Industry. – 2023. – Vol. 8, Issue 3. – pp. 57–65. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-3-6>. (In English).
8. A Comparison of Macro- and Microelement Concentrations in the Whole Grain of four Triticum Species / E. Suchowilska, M. Wiwart, W. Kandler et al // Plant, Soil and Environment. – 2012. – Vol. 58, Iss. 3. – R. 141-147. <https://doi.org/10.17221/688/2011-pse>. (In English).
9. Dairasheva S.T. «Konditer ondirisinin tekhnologiyasu» paninen zertkhanalyk zhumystardyn adistemeleri / S.T. Dairasheva, B.ZH. Muldabekova, A.ZH. Rustemova // Tamak ondirisinin zhogary oryndarynyn studentterine arnalgan oku adistemelik kuraly. – Almaty: ATU baspasy, 2012. – 36 b. (In Kazakh).
10. Matveeva T.V. Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury: monografiya / T.V. Matveeva, S.YA. Koryachkina. – Orel, 2011. – 358 s. (In Russian).

Б.Ж. Мулдабекова, М.А. Якияева*, Ш.А. Турсунбаева, А.Е. Куралбаева, Д. Смагул

Алматынський технологічний університет,
050012, Республіка Казахстан, г. Алматы, улица Толе би, 100

*e-mail: yamadina88@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

В статье представлены результаты исследований влияния нетрадиционного сырья на изделия, а также создания мучных кондитерских изделий из них. В связи с

современным образом жизни мучные кондитерские изделия используются большим спросом среди всех слоев населения, однако основными недостатками являются повышенная пищевая ценность и отсутствие в химическом составе этих изделий пищевых волокон, полезных витаминов и минеральных веществ, в том числе продукты, которые необходимы человеческому организму для нормального функционирования. Также мучные кондитерские изделия обладают привлекательным внешним видом, хорошим вкусом, ароматом и легко усваиваются организмом. В связи с этим становятся актуальными исследования, направленные на разработку технологии получения мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности. Основная цель данного исследования – разработать технологию производства мучных кондитерских изделий, основанную на использовании нетрадиционного растительного сырья для улучшения физико-химических и органолептических свойств готового изделия, также исследование влияния нетрадиционного сырья на качественные показатели готового продукта. Исследование показало, что использование нетрадиционного сырья позволяет повысить органолептические и физико-химические показатели, также улучшает потребительские свойства продукции, придавая ей новые оттенки вкуса, аромата и цвета.

Ключевые слова: нетрадиционное сырье, сахарное печенье, мука из двузерновой пшеницы (полба), мучные кондитерские изделия, показатели качества.

B.Zh. Muldabekova, M.A. Yakiyayeva*, Sh.A. Tursunbayeva, A.E. Kuralbayeva, D. Smagul

Almaty Technological University,
050012, Kazakhstan, Almaty, Tole bi street, 100

*e-mail: yamadina88@mail.ru

INCREASING THE NUTRITIONAL VALUE OF SUGAR COOKIES WITH THE ADDITION OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS

The article presents the results of studies of the influence of non-traditional raw materials on products, as well as the creation of flour confectionery products from them. Due to the modern way of life, flour confectionery products are in great demand among all segments of the population, however, the main disadvantages are the increased nutritional value and the lack of dietary fiber, beneficial vitamins and minerals in the chemical composition of these products, including products that the human body needs for normal functioning. Also, flour confectionery products have an attractive appearance, good taste, aroma and are easily absorbed by the body. In this regard, research aimed at developing technology for producing flour confectionery products with increased nutritional value becomes relevant. The purpose of the study is to develop a technology for the production of flour confectionery products based on the use of non-traditional plant raw materials to improve the physico-chemical and organoleptic properties of the finished product, as well as to study the influence of non-traditional raw materials on the quality indicators of the finished product. The study showed that the use of non-traditional raw materials makes it possible to increase organoleptic and physico-chemical characteristics, and also improves the consumer properties of products, giving them new shades of taste, aroma and color.

Key words: non-traditional raw materials, sugar cookies, double grain wheat (polba) flour, flour confectionery, quality indicators.

Авторлар туралы мәліметтер

Баян Жақсылыковна Мулдабекова – техника ғылымдарының кандидаты, «Астық өнімдері және өңдеу өндірістері технологиясы» кафедрасының профессоры; «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы; e-mail: bayan_1004@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1848-4288>.

Мадина Асатуллаевна Якияева* – Ph.D, «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы; e-mail: yamadina88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8564-2912>.

Шолпан Арыстанбековна Турсунбаева – Ph.D, «Астық өнімдері және өңдеу өндірістері технологиясы» кафедрасының аға оқытушысы; «Алматы технологиялық

университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы; e-mail: sh.tursunbaeva@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>.

Анэль Ержановна Куралбаева – «Астық өнімдері және өңдеу өндірістері технологиясы» кафедрасының 2 курс магистранты; «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы; e-mail: kuralbaeva_2016@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4806-9690>.

Дулат Ерланулы Смагул – «Астық өнімдері және өңдеу өндірістері технологиясы» кафедрасының 2 курс магистранты; «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы; e-mail: smaguldulat@gmail.com.

Сведения об авторах

Баян Жаксылыковна Мулдабекова – кандидат технических наук, профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан; e-mail: yamadina88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1848-4288>.

Мадина Асатуллаевна Якияева* – Ph.D, ассоциированный профессор кафедры «Химия, химическая технология и экология»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан; e-mail: yamadina88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8564-2912>.

Шолпан Арыстанбековна Турсунбаева – Ph.D, сениор-лектор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан; e-mail: sh.tursunbaeva@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>.

Анэль Ержановна Куралбаева – магистрант 2 курса кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан; e-mail: kuralbaeva_2016@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4806-9690>.

Дулат Ерланулы Смагул – магистрант 2 курса кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан; e-mail: smaguldulat@gmail.com.

Information about authors

Bayan Zhaksylykovna Muldabekova – candidate of Technical Sciences, professor of the department «Technology of bakery products and processing industries»; JSC «Almaty Technological University», Republic of Kazakhstan; e-mail: bayan_1004@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1848-4288>.

Madina Yakiyeva* – Ph.D, Associate Professor of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology; JSC "Almaty Technological University", Republic of Kazakhstan; e-mail: yamadina88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8564-2912>.

Sholpan Tursunbayeva – Ph.D, senior lecturer of the department «Technology of bakery products and processing industries»; JSC «Almaty Technological University», Republic of Kazakhstan; e-mail: sh.tursunbaeva@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>.

Anel Kuralbaeva – 2nd year master's student of the department «Technology of bakery products and processing industries»; JSC «Almaty Technological University», Republic of Kazakhstan; e-mail: kuralbaeva_2016@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4806-9690>.

Dulat Smagul – 2nd year master's student of the department «Technology of bakery products and processing industries»; JSC «Almaty Technological University», Republic of Kazakhstan; e-mail: smaguldulat@gmail.com.

Редакцияға енуі 14.02.2024

Өңдеуден кейін түсуі 04.03.2024

Жариялауға қабылданды 06.03.2024

Ж.А. Сергибаева*, Г.Б. Абдилова, Д.Р. Орынбеков, Б.Б. Кабулов, М.Е. Шаменов
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка көшесі, 20 А
*e-mail: jadra1980@mail.ru

ПРЕСТЕУ ЖӘНЕ ТҮЙІРШІКТЕУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ МАЙ ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАРҒА ШОЛУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Аңдатпа: Мақала құрама жем грануляторын жетілдіруге арналған. Түйіршіктелген жем жоғары тағамдық құндылығына байланысты мал шаруашылығы үшін перспективалы өнім ретінде қарастырылады. Жемшөп түйіршіктерін жемшөп дақылдарынан түйіршіктер өндірісінің негізі ретінде сипаттау. Гранулятордың негізгі элементтерінің бірі матрица болып табылады, ол көптеген саңылаулары бар болат бөлігі болып табылады, ол арқылы түйіршіктеу кезінде қоректік масса қысыммен өтеді. Матрицалар жалпақ және сақиналы болып бөлінеді. Құрылмасы бойынша грануляторлар роликті, барабанды, табақшалы, қалақшалы, дірілді және айналмалы-центрифугалық болып бөлінеді. Грануляторлар сонымен қатар тұрмыстық және өндірістік болып табылады, олардың бір-бірінен айырмашылығы әртүрлі өлшемдер мен өнімділікте. Бүгінгі таңда грануляторлар Ресейдің кейбір зауыттарында шығарылады. ҚР Президентінің жолдауына сүйене отырып, Қазақстанға агроөнеркәсіптік кешеннің шикізатын, оның ішінде құрама жем грануляторларын қайта өңдеуге арналған жабдықтардың өзіндік өндірісін жолға қою қажет. Зерттеу барысында біз құрама жем грануляторын құрастырдық. Жетілдірілген гранулятордың құрылмасы жұмыс органдарына ең жоғары жүктемелерді азайтуға, сенімділікті арттыруға, жұмыс органдарының әрекет ету аймағына жем қоспасын беруді жақсартуға мүмкіндік береді. Гранулятор негізден (корпустан), біліктерден, үлестіру қалақшасынан, матрицадан, шайбадан, ішкі алтыбұрышты бұрандадан, серіппелі құлыптау шайбасынан, гайкадан, ішкі алтыбұрышты бұрандадан, үштіректерден, тоқтатқыш шайбасынан, призмалық шпонкадан, сақинадан, бұрандадан, роликтен және тарату қалақшасынан тұрады. Жетілдірілген құрама жем гранулятордың құрылмасы қарапайым. Оның құрылмасы сапалы және оңтайлы консистенциялы түйіршікті жем өндіруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: гранулятор, құрама жем, түйіршіктелген, матрица, тік білік

Кіріспе.

Қазіргі уақытта халықтың дұрыс тамақтануын қамтамасыз ету – қайта өңдеу саласын дамытудың басты бағыттарының бірі болып табылады. Сондықтан биологиялық құнды тағамдардың жаңа көздерін анықтау қажеттілігі туындайды. Майлы дақылдар техникалық және тағамдық майлар алуға арналған өнім ретінде аса маңызды орынға ие. Дәмдік қасиеттері бойынша зығыр, күнжіт, көкнәр майлары ең жақсы деп саналады. Майлы зығырды тек май алу үшін ғана емес, сонымен қатар тамақ, нан-тоқаш, сүт, жарма, кондитерлік және басқа салаларда кеңінен қолдануға арналған шикізат ретінде қайта өңдеу қажет.

Зығыр ең құнды және әмбебап техникалық өсімдіктердің бірі. Соңғы жылдары зығыр майы тамақ өндірісі саласында маңызды орын алып отыр. Майлы зығыр дөңдері май қышқылдарына, минералды заттарға (Ca, P, Cu, Fe, K, Mg, Na, Z және т.б.), ақуыздар, глютен, микроталшықтар, дәрумендер (C, B1, B2, B6), токоферолдар (E дәрумені) және полисахаридтерге бай. Зығыр тұқымында альбумин мен глобулинмен ұсынылған ақуыздың тағамдық құндылығы баллдық шкалада (егер казеин 100 бірлікпен қабылданса) 92 бірлікті құрайды.

Зығыр (*Linum*) зығыр тұқымдасына (*Linaceae*) жатады. Бұл тұқымдас 200 астам түрлерді біріктіреді. ТМД-да 40-тан артық түрлерді кездеседі. Ауылшаруашылық өндірісінде кәдімгі мәдени зығыр – *Linum usitatissimum* кең тараған [2, 3]. Зығыр тұқымдарын өңдеу кезінде майынан басқа, жоғары ақуызды концентрірілген тұқымның 55-60% салмағын құрайтын

күнжарасы алынады. Зығыр күнжарасы 35% протеиннен және біршама көлемде көмірсудан тұрады. Зығыр тұқымдары сонымен қатар қайнатпа ретінде медицинада қолданылады, ұнтақталған дәрілер оралады, ал майы күйген жараларға жағуға жақсы [4].

Зығыр майы (латын тілінен: oleum Uni) – зығыр тұқымынан алынатын майлы өсімдік майы. Зығырдың барлық сорттарының тұқымдарында 30-48% май бар, оған линолен (35-45%), линол (25-35%), олеин (15-20%), пальмитин және стеарин (8-9%) глицеридтері кіреді. қышқылдар. Зығыр тұқымында сонымен қатар шырыш (5-12%), ақуыз (18-23%), көмірсулар (12-26%), органикалық қышқылдар, ферменттер және А дәрумендері бар. Сонымен қатар, зығыр майы тез кебетін май болып табылады, өйткені ол атмосфералық оттегінің қатысуымен оңай полимерленеді («кебеді»). Бұл қабілет қанықпаған май қышқылдарының көп болуына байланысты. Қаныққан қышқылдардың мөлшері 9-11% аралығында болады.

Престеу әдісі майлы дақылдардан май алу үшін шикізатқа қысымды қолдануды қамтиды. Бұл технологияның басты артықшылығы – ол химиялық еріткіштерді қолдануды қажет етпейді және анағұрлым табиғи өнім алуға мүмкіндік береді. Престеу арқылы алынған зығыр майы барлық полиқанықпаған май қышқылдарын, ақуыздарды, тағамдық талшықтарды, витаминдерді, микроэлементтерді және басқа да пайдалы заттарды сақтайды.

Қазақстан үшін майлы зығыр перспективалы дақылмен болып табылады және оны өсіру алқабы 1,3 млн га. өсті. Қазақстандағы майлы дақылдар өсіру бойынша егістік алқаптарының негізгі үлесін: рапс – 291,5 мың га, күнбағыс-242,1 мың га, зығыр – 683,6 мың га алып жатыр [2].

Зерттеу әдістері

Қазіргі таңда шнекті престер май дақылдарынан престеу арқылы майды алуға арналған негізгі жабдық болып табылады. Шнекті престерді қолдану технологиялық операцияның үздіксіздігін қамтамасыз етеді, дақылдан майдың шығуын арттырады, технологиялық процесті автоматтандырады, қызмет көрсететін жұмысшылардың жұмысын жеңілдетеді, цехтың санитарлы-техникалықкүйін жақсартады, пресстелген қалдықтарды пайдалануды болдырмайды.

Зығыр дақылдарын престеу процесінде негізгі өнім зығыр майы және зығыр күнжарасы, ол бастапқы шикізаттың 65 пайызын құрайды. Зығыр майын алғаннан кейін барлық ақуызды заттар, минералдар мен дәрумендер зығыр күнжарасында қалады, сондықтан күнжара сияқты екіншілік өнімді ақуызды қоспа ретінде пайдалануға болады.

Майлы дақылдарының күнжарасынан престеу процесі арқылы май алу өте күрделі болып келеді, өйткені май алу барысында олардың сипаттамаларына өзара параметрлердің арасында жататын үлкен сандар әсер етеді. Престеу сипаттамасы зерттелетін материалдардың қасиеттеріне және престеу жабдықтарының құрылымдық параметрлеріне тәуелді болып келеді.

Қазіргі уақытта тағамға жарамды зығыр майы келесі жолмен, яғни 60-70°C температурада бір реттік суық престеу технологиясымен алынады [1,2]. Қолданыстағы бұл технология бойынша тағамдық майдың шығымдылығы 30%, ал майлы күнжара шамамен 18% құрайды. Май шығымының мұндай төмен болуы өнімнің құнын едәуір арттырады, ал май дақылының жеткілікті мөлшерде өңделмеуі әсерінен сіңімділігі төмен күнжара алынады.

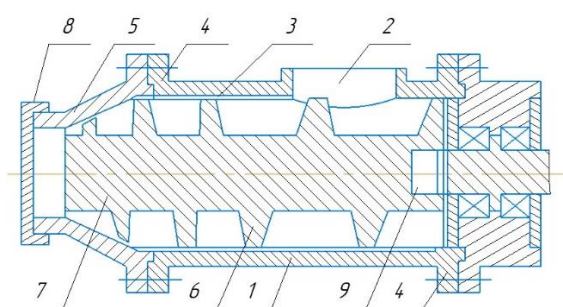
Бір ретті суықпен престеу технологиясы да зығыр дақылын ұсақтауды және ылғалды жылулық өңдеуді көздейді, бұл кезде бірінші престеу 30-40 минут ішінде кемінде 120°C температурада өтеді және күнжараның майлылығы 10-12% құрайды [3].

Сонымен қатар екі реттік престеу технологиясы да белгілі, мұнда ылғалды-термиялық өңдеу 110-120°C температурада 40 минут бойы жүреді және екінші кезеңде ұсақтау кезеңі пресс-экспеллерде өтеді. Мұндай технологиямен өңдеу кезінде май күнжарасының майлылығын 8-10% дейін төмендетуге болады.

Бұл екі жағдайда да күнжарадағы ақуыз жоғары температураның әсерінен денатурацияға ұшырайды, бұл кезде жылдам сіңетін суда ерігіш формалар төмендейді. Сонымен қатар, мұндай технологиямен техникалық зығыр майы алынады. Техникалық зығыр майының құрамында полтқанықпаған май қышқылдарының мөлшері көп болады. Осы полиқаныққан май қышқылдарының жоғары мөлшерде болуынан майдың тотығуы жүреді. Май алу үшін қолданылатын май алудың жаңа әдісі өндірісте-экструдтеумен престеу. Бұл әдіс аз көлемді өнімдері пресп-экструдтеуге арналған. Бұл технология жоғары майлы дақылдарды өңдеуге жарамайды.

Пайдалы модельге RU 163193 U1 (Ресей) патенті белгілі. Шнекті пресс-түйіршіктегіш тұрықтан 1, тиеу құрылғысынан 2, тұрықтың ішіне біркелкі шеңбер бойымен күнжараны ұсақтау және тасымалдауға арналған қабырғалар орналасқан (1 сурет). Тұрықтың алдыңғы және артқы бүйірлік беттеріне фланецтер 4 дәнекерленген, алдыңғы жағындағы төлкені 5 бекіту үшін, ал екінші артқысы жетекті бекітетіндей етіп жасалған. Тұрықта 1 ауыспалы адымды, біркірісті престоуші шнек 6 орналасқан. Шнектің соңғы адымы конусты түрде шнек білігінің соңына отырғызылған. Екінші жағынан шнек 6 білігі 7 жетекпен ілінісуге арналған ойықпен 9 жабдықталған. Конустық төлке 5 тұрыққа 1 болтпен бекітіледі, соңғысының ішкі беті конус түрінде, онда шнектің конустық 6 орамы 2-3 мм саңылаумен айналады. Конустық төлкенің сыртқы жағы 5 метрикалық бұрандалы болып жасалған, оған тесіктері бар дөңгелек жалпақ тор түрінде жасалған 8 шпилька бұралады.

Шнекті пресс-түйіршіктегіш келесідей жұмыс істейді. Престоуге жататын жем – шөп, астық-жемшөп, астық қалдықтары немесе олардың қоспалары өз салмағымен шанақтың тиеу құрылғысы арқылы 2 престоу шнегіне 6 түседі, соңғысы оны 1 корпус бойымен жылжытады. Бастапқы материалдың шнекпен 6 тасымалдануы немесе тығыздалу болған кезде айналуын болдырмау үшін, сондай-ақ ұсақтау және тасымалдау қозғалысында бағыттау үшін тұрық 1 бетінде қосымша 3 бойлық қабырғалар болады.



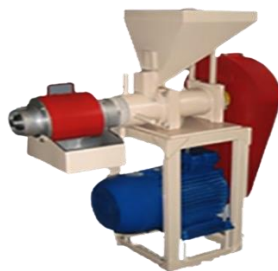
1 – тұрық; 2 – тиеу шанағы; 3 – тұрық қабырғасы; 4 – фланец; 5 – төлке; 6 – шнек; 7 – шнек білігі; 8 – шпилька; 9 – шнек ойығы

Сурет 1 – Шнекті пресс-түйіршіктегіш

Шнектің айналысы кезінде, шнектің 6 айналу қадамын азайту арқылы күнжара бір мезгілде престоеледі, қызады және ішінара пластиктенеді және төлкенің 5 конустық бөлігіне енеді. Төлкенің конустық бөлігінде ол механикалық деформацияға, араластыруға, сығуға, қыздыруға ұшырайды, нәтижесінде ол тұтқыр сұйық массаға айналады, нәтижесінде ішкі үйкеліс коэффициенті өзгереді. Бұл түрдегі күнжара қоспасы шнек 6 қысымымен 8 иіргіштің тесіктері арқылы престоеледі және бір-бірімен қиылыспайтын цилиндрлік параллель ағындар түрінде шығады. Түйіршіктер 8 саңылауларынан шыққан кезде қысым күрт төмендейді, бұл бастапқы ылғалдылықтың жоғалуына әкеледі. Салқындату серпімді әсер ету кезеңін қысқартуға, сондай-ақ түйіршіктер ішіндегі релаксация процестерін аяқтауға және олардың беріктігін арттыруға көмектеседі.

Түйіршіктейтін шнекті пресс өткізіп престоу әдісімен жоғары концентрацияланған полидисперстік жоғары тұтқырлы материалдарды өңдеу аймағына жатады және әртүрлі өндіріс салаларында, мысалы, химия, тамақ және т.б. қолданылуы мүмкін.

Майды алдын ала сығуға арналған М8-МПБ пресі (2 сурет). Пресс алдын ала сығуға арналған электрқозғалтқыштан, өнімге арналған науадан, тұрқыдан, оның ішінде орналасқан шнектен, зерлі камерадан, конустан және шығару келте құбырынан тұрады.

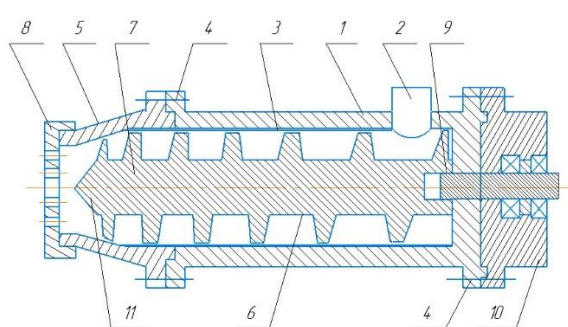


Сурет 2 – майды алдын ала сығуға арналған М8-МПБ пресі

Зығыр дөнін ұсақтауға, ұсақталған массаны қыздыруға және преске соңғы өсімдік майын сығып алынуына дайындайды.

Өсімдік шикізатынан майды алдын ала сығып шығарады. Қайта өңдеу процесі шикізат массасын ұнтақтауды және қыздыруды қамтиды, оның барысында резервуарға майды алдын ала сығу жүзеге асырылады. М8-МРВ қондырғысы ауқымды өлшемдері (1100 x 600 x 700 мм) және салмағы небәрі 170 кг, өнімділігі – сағатына 200 кг-нан асады.

Пайдалы модельге RU 197215 U1 (Ресей) патенті белгілі. Шнекті пресс-түйіршіктегіш тұрықтан 1, өнім тиеу 2 құрылғысынан тұрады (3 сурет). Тұрықтың 1 ішінде күнжара қоспасын ұнтақтау және тасымалдау бағытын реттеу үшін шеңбер бойымен біркелкі орналасқан қабырға 3 бар. 1 корпусының алдыңғы және артқы соңғы беттерінде алдыңғы жағында конустық 5 жеңді бекіту үшін, ал артқы жағында жетекті бекіту үшін (көрсетілмеген) фланецтер 4 дәнекерленген. Тұрық 1 шнегінің адымдары ауыспалы қадамы бар бір реттік престоу шнек 6 орналастырылған. Білік соңы конусты 11 ойық түйінде тесілген. Артқы жағында шнекті 6 біліктің 7 жетекті құрылғысын 10- байланыстыруға арналған 9 ойығы бар. Конустық төлке 5 тұрыққа 1 болтпен бекітіледі, соңғысының ішкі бетінде конус бар, оған тесіктері бар дөңгелек жалпақ тор түрінде жасалған шпилька 8 бұралған.



1 – тұрық; 2 – тиеу шанағы; 3 – тұрық қабырғасы; 4 – фланец; 5 – төлке; 6 – шнек; 7 – шнек білігі; 8 – шпилька; 9 – шнек ойығы

Сурет 3 – Шнекті пресс-түйіршіктегіш

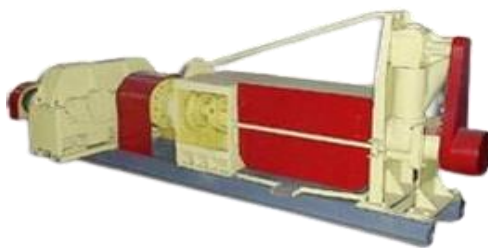
Пайдалы модель келесідей жұмыс істейді. Престоуге жататын күнжара тиеу шанағы 2 арқылы 6 престоу шнегіне түседі, ол оны 1 тұрық бойымен бойымен тасымалдайды. Шнекпен 6 тығыздалған кезде бастапқы материалдың айналуын болдырмау үшін, сондай-ақ ұсақтау және қозғалысты бағыттау үшін 1 корпусының бетінде қосымша 3 бойлық қабырғалары болады. 6-шнектің қысым күшінің әсерінен күнжара бір уақытта сығылып, қызады және 6-шнектің бұрылу қадамын азайту арқылы жартылай пластиктенеді және жейденің 5 конустық бөлігіне енеді, ал 7-ші біліктің 11-ші ұшы конустық пішінді, бұл күнжараның конустық бөлігіне өтуін жеңілдетеді және оның тығыздалуын айтарлықтай азайтады. Төлкенің конустық бөлігінде 5 қоспа механикалық деформацияға, араластыруға, сығуға, қыздыруға ұшырайды, нәтижесінде ол тұтқыр сұйық массаға айналады, нәтижесінде коэффициент өзгереді.

Прототиппен салыстырғанда, ұсынылған шнекті пресс-түйіршіктеу конструкциясы күнжараның тығыздалуын болдырмайды және оның шнек білігінің ұшы мен конустық жең арасында өтуін жеңілдетеді, бұл тұтынудың төмендеуіне және құрылғының өнімділігінің артуына әкеліп соғады.

Тамақ өндірісінің жабдықтары зауыты АҚ «Алиментармаш» (Ресей). Бұл шнекті пресс моделі ертерек шығарылған престерден айырмашылығы бар. Мұнда технологиялық шешімдер жүзеге асырылған, ондағы мойынтіректегі өстік күші төмендетілген. Екі сатылы сығуды қолдану, май шығуын жоғарылатуға мүмкіндік береді [4].

Престің технологиялық көрсеткіші - өнімділігі, белгілі орнатылған қуаты, сенімділік көрсеткіші бойынша М8-МШП пресс бәсекелестікке түсе алады (4 сурет). Қызмет көрсетуі қарапайым, сенімді және көп уақыт жұмыс істейді. Негізгі буындары тұғыр, зеерлі камера, шнекті білік, жетек табылады.

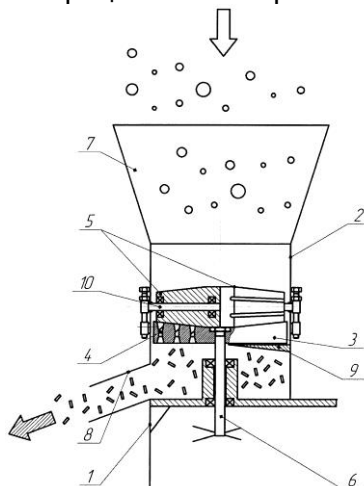
Өсімдік тұқымынан сұйық және қатты фазалар материалдың өтуі кезінде бұрандалы білік пен астық камерасының арнайы дизайны арқылы жасалған қысыммен үздіксіз механикалық бөлу жүргізіледі.



Сурет 4 – М8-МШП шнекті пресс-түйіршіктегіш

Майды ажыратқыш пресс М8-ПМ. Пресс зығыр дөнінен, алдын ала ұсақтап және ылғалды өңдеуді қажет етпейтін, «суық» күйінде престеу технологиясы бойынша май және күнжара өндіруге арналған. Күнжара қалыңдығы мен май сығу дәрежесі конусты сомынмен реттеледі.

Пайдалы модельге RU209159U1 (Ресей) патенті белгілі (5 сурет). Пресс түйіршіктегіш жетек орналастырылған рамадан 1, тұрықтан 2, оған тігінен орнатылған жетекті біліктен 6, корпуспен жалғанған бастапқы материалды жүктеуге арналған құрылғыдан 7, түйіршіктелген өнімді түсіруге арналған құрылғыдан 8, пышақтан 9, тігінен бекітілген саңылаулы матрицадан 3 тұрады. Мойынтірек жинақтары арқылы домалату роликтері 5 көлденең оське 10 орнатылады, оның ұштары корпусқа 2 бекітілген және тік қозғала алады, ал профильді арналары 4 бар перфорирленген матрица 3 тігінен орналасқан жетек білігіне 6 қосылған.



Сурет 5 – Пресс түйіршіктегіш

Жетек білігі рамаға 1 орнатылған жетектен айналады, перфорацияланған 3-матрицаны айналмалы қозғалысқа келтіреді.

Қайта өңделетін бастапқы материал құрылғы 7 арқылы бастапқы материалды 5 айналмалы роликтер мен перфорацияланған матрица 3 арасындағы кеңістікке тиеу үшін берілген қалыңдықтың қабатын құрайды. Түйіршіктелетін материал роликтері 5 мен перфорацияланған матрица 3 арасында профильді арналар 4 арқылы итеріледі. Түйіршіктеу өтпелі престеу режимінде және бастапқы материалды пластикациялау арқылы жүзеге асырылады. Перфорацияланған 3 матрицаның профильді арналары 4 арқылы алға жылжу кезінде түйіршіктер пайда болады, олар пышақпен 9 кесіледі. Түйіршікті өнімді түйіршікті өнімді түсіруге арналған құрылғы 8 арқылы түсіріледі.

Ұсынылған түйіршіктегіштің ұқсас құрылғылардан айтарлықтай айырмашылығы-бұл құрылмасында перфорацияланған матрица айналады, ал мойынтіректер арқылы роликтер көлденең оське орнатылады, оның ұштары корпусқа бекітілген және тік қозғалу мүмкіндігі бар. Ол құрылғының жоғары өткізу қабілеттілігінде және үздіксіз жұмысында түйіршіктердің сапасын (біртектілігін) сақтауға мүмкіндік береді. Сондықтан, ұсынылған пресс-түйіршіктегіш құрылғыны пайдалану сенімділік пен тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Түйіршіктейтін шнекті пресс жоғарлатылған тұтқырлықтағы, жылжыту беріктігінің шектелген қорындағы, әртүрлі өнеркәсіп аймақтарында төмен адгезиялық қабілеттілікпен

жоғары концентрленген полидисперсті материалдарды өңдеу процесі кезінде қолданылады, мысалы, химиялық (катализаторлар өндірісінде), тамақ және т.б.

Түйіршіктейтін шнекті пресс тұрықтан, шнек өсіне бағытталған бұрышы 20° аспайтын, оның ішкі бетіне бұрандалы толқын тәрізді рифтер орындалған төлкеден, төлке рифтері мен және шнектің бұрандалық сызығының қабырғасының көтерілу бұрышы 90° тең, шнектен және көпарналы пресс-аспаптан тұрады. Берілген өнертабыстың техникалық мақсаты қалыптастырылушы массаның ауыспалылығына жұмсалатын қуаттың аз ғана өзгеруі кезінде өнімділіктің артуы [5,6,7].

Түйіршіктегіш шнекті пресс өнертабысы ауылшаруашылық машина жасауға, сонымен қатар түйіршіктелген жемдерді дайындау құрылғыларына жатады. Шнекті пресс – түйіршіктегіш престеуші тұрықтан және тораптан тұрады. Тұрық ішінде шнек орналасқан. Престеу торабы кіру конусты және шығатын цилиндрлік бөлігі бар қаптама тұрықтан тұрады. Қаптама ішінде тесіктері бар фильера орналасқан. Фильера шнекпен байланысқан және өсті айнала айналу мүмкіншілігімен орнатылған. Фильера тесігі оның периметрімен бойлық саңылаулар түрінде орындалған. Қаптаманың шығатын цилиндрлік бөлігінің ішкі жағы ауыспалы төлкемен жабдықталған. Өнертабыс түйіршіктелген жемдер дайындаудың сапасын арттырады және процестің энергия сыйымдылығы төмендетеді.

Түйіршіктейтін шнекті пресс жоғарлатылған тұтқырлықтағы, жылжыту беріктігінің шектелген қорындағы, әртүрлі өнеркәсіп аймақтарында төмен адгезиялық қабілеттілікпен жоғары концентрленген полидисперсті материалдарды өңдеу процесі кезінде қолданылады, мысалы, химиялық (катализаторлар өндірісінде), тамақ және т.б. Түйіршіктейтін шнекті пресс тұрықтан, оның ішкі бетіне бұрандалы толқын тәрізді рифтар орындалған төлкеден, төлке рифтары және шнектен және көпарналы пресс-аспаптан тұрады. Берілген өнертабыстың техникалық мақсаты қалыптастырылушы массаның ауыспалылығына жұмсалатын қуаттың аз ғана өзгеруі кезінде өнімділіктің артуы.

Ұсынылып отырған түйіршіктейтін шнекті престі қолдану – аксиальды қималарда рифті массалардың бөлінуін болдырмайды, атап айтқанда шнек қабырғасы мен кедір-бұдырланған төлке арасындағы саңылауларда, бұл қалыптау процесінің тұрақтылығын сақтайды және құрам диапазонының кеңейуі кезінде түйіршіктейтін шнекті престің өнімділігін арттырады.

Түйіршіктейтін шнекті пресс өткізіп престеу әдісімен жоғары концентрацияланған полидисперстік жоғары тұтқырлы материалдарды өңдеу аймағына жатады және әртүрлі өндіріс салаларында, мысалы, химия (катализаторлар өндірісінде), тамақ және т.б. қолданылуы мүмкін. Преске тұрқы, шнек және көпарналы пресс-құрал кіреді. Пресс-құралдың масса ағынына қараған ішкі бетінде кіру бөлігі бар қалыптаушы арна жасалған. Шеттік қалыптаушы арналардың тарылу бөлігі, өту бөлігінде тұрқының ішкі бетімен көпарналы пресс-құрал арасында күрделі геометриялық жазықтық жасайды [8].

Ұсынылып отырған көпарналы пресс-аспапты қолдану қалыптастыру арналарда қалыптасу жылдамдықтарын теңдестіреді, бұл материал біркелкі құрылымдары мен олардың ұзындық өлшемдерінің тұрақтануынан түйіршік сапасы жоғарылайды.

Түйіршіктейтін шнекті пресс жоғарлатылған тұтқырлықтағы, жылжыту беріктігінің шектелген қорындағы, әртүрлі өнеркәсіп аймақтарында төмен адгезиялық қабілеттілікпен жоғары концентрленген полидисперсті материалдарды өңдеу процесі кезінде қолданылады. Түйіршіктейтін шнекті пресс тұрықтан, оның ішкі бетіне бұрандалы толқын тәрізді рифтер орындалған төлкеден, төлке рифтері және шнектен және көпарналы пресс-аспаптан тұрады.

Түйіршіктейтін шнекті пресс өткізіп, престеу әдісімен жоғары концентрацияланған полидисперстік жоғары тұтқырлы материалдарды өңдеу аймағына жатады және әртүрлі өндіріс салаларында, мысалы, химия (катализаторлар өндірісінде), тамақ және т.б. қолданылуы мүмкін. Преске тұрқы, шнек және көпарналы пресс-құрал кіреді.

Пресс-құралдың масса ағынына қараған ішкі бетінде кіру бөлігі бар қалыптаушы арна жасалған. Шеттік қалыптаушы арналардың тарылу бөлігі, өту бөлігінде тұрқының ішкі бетімен көпарналы пресс-құрал арасында күрделі геометриялық жазықтық жасайды. Ұсынылып отырған көпарналы пресс-аспапты қолдану қалыптастыру арналарда қалыптасу жылдамдықтарын теңдестіреді, бұл материал біркелкі құрылымдары мен олардың ұзындық өлшемдерінің тұрақтануынан түйіршік сапасы жоғарылайды.

Жоғарыда қарастырылған патенттік өнертабыстарда жабдықтың жұмысшы құралдарына өзіндік жекелеген жетілдірулер енгізгенімен, жабдықтың престеу жылдамдығын арттыру мәселелер тұрғысынан нақты шешу жақтары толық түрде қарастырылмаған [9].

Осы мәселелерді шешудің нақты бірден-бір жолы ол, қазіргі кезде барлық өндірістерде қолға алынып кеңінен зерттеле бастаған аралас процестерді атқара алатын жабдықтарды жобалау екендігі айқындалды. Сондықтан престоуде және престоуден кейін өнімнің физикалық қасиеттері мен технологиялық жағдайларының талаптарын қанағаттандыруы, престоуді түйіршіктеу процесімен біріктірудің тиімді екендігін көрсетеді [50].

Зерттеу нәтижелері

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, зерттеу барысында Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің мамандарымен құрама жем грануляторы әзірленді. Әзірленген гранулятордың міндеті жұмыс органдарына ең жоғары жүктемелерді азайту, сенімділікті арттыру, жұмыс органдарының әрекет ету аймағына жем қоспасын беруді жақсарту болып табылады.

Техникалық нәтижесі гранулятордың тік білігі ұзартылып, оның соңында көлбеу орнатылған пышақтар бекітіліп, қысыммен жем қоспасы жұмыс органдарының әрекет ету аймағына жіберіледі [10].

Нәтижелерді талқылау.

Гранулятор негізден (корпустан) және тік біліктен тұрады. Тік білікке үлестіру пышағы, роликтер, матрица және түсіру пышағы орнатылған. Үлестіру пышағы тік білікке шайба, ішкі алтыбұрышты бұранда және серіппелі тоқтатқыш шайбасы арқылы ұсталады. Тік білікте призмалық шпонкасы мойынтіректерге орнатылады, олар тоқтатқыш шайбамен бекітіледі. Роликтерде қақпақтары бар мойынтіректерге орнатылған біліктер бар. Жем қоспасы үлестіру пышағына түседі де, роликтер оны матрицаның тесіктері арқылы итереді. Дайын қоспа түсіру қалақшасының көмегімен түсіріледі. Гранулятордың жетегі электрқозғалтқышынан сынабелдікті берілісі арқылы жүзеге асырылады.

Қорытынды:

Осылайша, зерттеу нәтижесінде біз құрама жем грануляторын жетілдірдік. Жетілдірілген құрама жем гранулятордың құрылмасы қарапайым және сыртқы түрі шағын болып келеді. Оның құрылмасы сапалы және оңтайлы консистенциясы бар түйіршікті жем өндіруге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Живетин В.В. Лен и его комплексное использование / В.В. Живетин, Л.В. Гинзбург, О.М. Ольшанская – М.:ИнформЗнание, 2002. – 394 с.
2. Лен – прядильная и масличная культура: учеб. пособие / В.А. Зубцов, Р.А. Ростовцев, И.Э. Миневич, Л.Л. Осипова. – Тверь: Твер.гос.ун-т, 2017. – 304 с.
3. Қияс А. Лен масличный – хороший предшественник яровой пшеницы. Режим доступа: <https://baraev.kz/statya/424-len-maslichnyyhoroshiy-predshestvennik-yarovoy-pshenicy.html>
Дата обращения: 15.02.2024.
4. Изучение качества льняных масла и жмыха, полученных по новой технологии двукратного прессования семян льна с экструдированием / А.С. Заруба, С.К. Мустафаев, Е.А. Калиенко, А.А. Андржайчак // Электронный политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2015. – № 2.
5. The effect of standard pelleting and more thermally aggressive pelleting utilizing a hygieniser on feed manufacture and reduction of enterococcus faecium, a salmonella surrogate / T.P. Boltz, J.W. Boney, C. Shen et al // Journal of Applied Poultry Research. – 2019. – № 28(4). – P. 1226–1233. DOI: 10.3382/japr/pfz088.
6. Therapeutic potential of flaxseed / A. Goyal, A. Patel, M.K. Sihag et al // Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods. 2018. – P. 255-274. DOI:10.1016/B978-0-12-814625-5.00013-3.
7. Coskuner Y. Physical properties of coriander seeds (Coriandrum sativum L.) / Y. Coskuner, E. Karababa // J.Food Eng. – 2007. – 80. – P. 408-416.
8. Ratio of omega-6/omega-3 Fatty Acids of Spelt and Flaxseed Pasta and Consumer Acceptability / J. Filipović, M. Ivkov, M. Košutić et al // Food Sci. – 2016. – 34. – P. 522-528.
9. Design and production of a fish feed pelletizing machine / P.Ch. Okolie, I.Ch. Chukwujike, J.L. Chukwuneke // Heliyon. – 2019. – 5(6). DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02001.

10. Заявление о выдаче патента Республики Казахстан на полезную модель, Рег. № 2024/0150.2. Гранулятор комбикорма / заявители: Сергибаева Ж.А., Абдилова Г.Б., Еренгалиев А.Е., Кабулов Б.Б., Дукенбаев Д.К.; пат. Поверенный Кундызбаев Д.К.; дата пост. 02.02.2024. – 2 с.

References

1. Zhivetin V.V. Len i ego kompleksnoe ispolzovanie / V.V. Zhivetin, L.V. Ginzburg, O.M. Ol'shanskaya – M.:InforMZnanie, 2002. – 394 s. (In Russian).
2. Len – pryadil'naya i maslichnaya kul'tura: ucheb. posobie / V.A. Zubtsov, R.A. Rostovtsev, I.EH. Minevich, L.L. Osipova. – Tver: Tver.gos.un-t, 2017. – 304 s. (In Russian).
3. Kiyas A. Len maslichnyi – khoroshii predshestvennik yarovoi pshenitsy. Rezhim dostupa: <https://baraev.kz/statya/424-len-maslichnyyhoroshiy-predshestvennik-yarovoy-pshenicy.html> Data obrashcheniya: 15.02.2024. (In Russian).
4. Izuchenie kachestva lnyanykh masla i zhmykha, poluchennykh po novoi tekhnologii dvukratnogo pressovaniya semyan l'na s ehkstrudirovaniem / A.S. Zaruba, S.K. Mustafaev, E.A. Kalienko, A.A. Andrzhachak // Ehlektronnyi politematicheskii zhurnal «Nauchnye trudy KuBGTU». – 2015. – № 2. (In Russian).
5. The effect of standard pelleting and more thermally aggressive pelleting utilizing a hygieniser on feed manufacture and reduction of enterococcus faecium, a salmonella surrogate / T.P. Boltz, J.W. Boney, C. Shen et al // Journal of Applied Poultry Research. – 2019. – № 28(4). – R. 1226–1233. DOI: 10.3382/japr/pfz088. (In English).
6. Therapeutic potential of flaxseed / A. Goyal, A. Patel, M.K. Sihag et al // Theraperutic, Probiotic, and Unconventional Foods. 2018. – R. 255-274. DOI:10.1016/B978-0-12-814625-5.00013-3. (In English).
7. Coskuner Y. Physical properties of coriander seeds (Coriandrum sativum L.) / Y. Coskuner, E. Karababa // J.Food Eng. – 2007. – 80. – P. 408-416. (In English).
8. Ratio of omega-6/omega-3 Fatty Acids of Spelt and Flaxseed Pasta and Consumer Acceptability / J. Filipović, M. Ivkov, M. Košutić et al // Food Sci. – 2016. – 34. – P. 522-528. (In English).
9. Design and production of a fish feed pelletizing machine / P.Ch. Okolie, I.Ch. Chukwujike, J.L. Chukwuneke // Heliyon. – 2019. – 5(6). DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02001. (In English).
10. Zayavlenie o vydache patenta Respubliki Kazakhstan na poleznuyu model', Reg. № 2024/0150.2. Granulyator kombikorma / zayaviteli: Sergibaeva ZH.A., Abdilova G.B., Erengaliev A.E., Kabulov B.B., Dukenbaev D.K.; pat. Poverennyi Kundyzbaev D.K.; data post. 02.02.2024. – 2 s. (In Russian).

Ж.А. Сергибаева*, Г.Б. Абдилова, Д.Р. Орынбеков, Б.Б. Кабулов, М.Е. Шаменов
Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: jadra1980@mail.ru

ОБЗОР И АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА МЕТОДОМ ПРЕССОВАНИЯ И ГРАНУЛИРОВАНИЯ

Статья посвящена разработке гранулятора комбикорма. Рассмотрены гранулированные корма как перспективный продукт для животноводства из-за их высокой пищевой ценности. Приведено описание гранулятора кормов как основы производства гранул из кормовых культур. Одним из ключевых элементов гранулятора является матрица, представляющую собой стальную деталь со множеством отверстий, через которую под давлением пропускается питательная масса при гранулировании. Матрицы делятся на плоские и кольцевые. Грануляторы по конструкции также делятся на валковые, барабанные, тарельчатые, лопастные, вибрационные и роторно-центробежные. Грануляторы также бывают бытовые и промышленные, отличие которых друг от друга заключается в разных габаритных размерах и производительности. На сегодняшний день выпуск грануляторов осуществляется на некоторых заводах России. Исходя из послания Президента РК следует, что Казахстану необходимо наладить собственное производство оборудования для переработки сырья агропромышленного комплекса, в том числе и грануляторов комбикормов. В ходе

исследований нами разработан гранулятор комбикорма. Конструкция разработанного гранулятора позволит снизить пиковые нагрузки на рабочие органы, повысить надежность, улучшить подачу кормовой смеси в зону действия рабочих органов. Гранулятор состоит из основания (корпуса), валов, выгрузочной лопасти, матрицы, шайбы, винта с внутренним шестигранником, пружинной стопорной шайбы, гайки, винта с внутренним шестигранником, подшипников, стопорной шайбы, призматической шпонки, кольца, винта, ролика и распределительной лопасти. Разработанный гранулятор комбикорма имеет простую конструкцию и компактный внешний вид. Его конструкция позволит вырабатывать гранулированные корма хорошего качества и оптимальной консистенции.

Ключевые слова: гранулированные корма, гранулятор комбикорма, матрица, вертикальный вал

Zh. Sergibaeva*, G. Abdilova, D. Orynbekov, B. Kabulov, M. Shamenov

Shakarim Semey University,
071412, The Republic of Kazakhstan
*e-mail: jadra1980@mail.ru

OVERVIEW AND ANALYSIS OF EQUIPMENT FOR OIL PRODUCTION BY PRESSING AND GRANULATION

The article is devoted to the development of a feed granulator. Granular feed is considered as a promising product for animal husbandry due to their high nutritional value. The description of the feed granulator as the basis for the production of pellets from fodder crops is given. One of the key elements of the granulator is a matrix, which is a steel part with many holes through which the nutrient mass is passed under pressure during granulation. The matrices are divided into planar and annular. Granulators by design are also divided into roller, drum, disc, blade, vibrating and rotary-centrifugal. Granulators can also be domestic and industrial, which differ from each other in different overall dimensions and performance. To date, the production of granulators is carried out at some plants in Russia. Based on the message of the President of the Republic of Kazakhstan, it follows that Kazakhstan needs to establish its own production of equipment for processing raw materials of the agro-industrial complex, including feed pellets. In the course of our research, we have developed a feed granulator. The design of the developed granulator will reduce peak loads on the working bodies, increase reliability, and improve the feed mixture supply to the area of operation of the working bodies. The granulator consists of a base (housing), shafts, an unloading blade, a die, a washer, a screw with an internal hexagon, a spring lock washer, a nut, a screw with an internal hexagon, bearings, a lock washer, a prismatic key, a ring, a screw, a roller and a distribution blade. The developed feed granulator has a simple design and compact appearance. Its design will allow the production of granular feed of good quality and optimal consistency.

Key words: granulator, feed, granular, matrix, vertical shaft.

Авторлар туралы мәліметтер

Жадра Ахметовна Сергибаева* – «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: jadra1980@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Галия Бекеновна Абдилова – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Думан Рымғалиұлы Орынбеков – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының оқытушысы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Болат Бейсенғалиевич Кабулов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Мерей Ерболұлы Шаменов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының оқытушысы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: shmerai@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7054-7302>.

Сведения об авторах

Жадра Ахметовна Сергибаева* – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: jadra1980@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Галия Бекеновна Абдилова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Думан Рымғалиевич Орынбеков – кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Болат Бейсенғалиевич Кабулов – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Мерей Ерболұлы Шаменов – кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: shmerai@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7054-7302>.

Information about the authors

Zhadra Akhmetovna Sergibaeva* – PhD student of the Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: jadra1980@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Galiya Bekenovna Abdilova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Duman Rymgalievich Orynbekov – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Bolat Beisengalievich Kabulov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Merey Yerbolovich Shamenov – Candidate of Technical Sciences, teacher of the Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: shmerai@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7054-7302>.

*Редакцияға енуі 21.02.2024
Жариялауға қабылданды 05.03.2024*



**Z.V. Kapshakbayeva^{1*}, Zh. Kalibekkyzy², A.A. Mayorov³, Sh.K. Zhakupbekova²,
Sh.T. Kyrykbaeva⁴**

¹Toraighyrov universitet,

140008, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, Lomov Street, 64

²Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

³Siberian research Institute of cheese making,

656016, Russian Federation, Barnaul, 66 Sovetskaya Armiya str.

⁴Alikhan Bokeikhan University

071400, Republic of Kazakhstan, Semey, ul. Mangilik EI, 11

*e-mail: z.k.87@mail.ru

RESEARCH OF CHANGES IN THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SEMI-HARD CHEESE DURING DEFROSTING

Abstract: *The article presents the results of a study of the structural and mechanical properties of semi-hard cheese produced by coagulation of goat's milk with enzyme preparations of plant and animal origin. Data on the structural and mechanical properties of a freshly processed sample of cheese type halloumi and a sample subjected to low-temperature storage were obtained, and the relaxation coefficient characterizing the plastic-elastic properties of the cheese mass was calculated. The structural and mechanical properties of cheese produced using an animal-derived enzyme preparation had better indicators than those produced using a vegetable-derived enzyme preparation. Scientific research was carried out on the basis of Siberian Scientific Research Institute of Cheese Making (Barnaul, Russia). According to study, based on the experimental method, an objective indicator of the consistency of cheese was calculated-the relaxation coefficient, which fully reflects the most important rheological properties. Thus, it was found that the relaxation coefficient of defrosted cheese produced with the help of the SG-50 enzyme had better indicators and amounted to $K_{relax}=93.709$ N/s, while for cheese produced with the help of the Renin enzyme, the relaxation coefficient was $K_{relax}=89.91$ N/s. The results are of practical significance, as they allow to adjust the technological modes of cheese production and evaluate the influence of various factors on the formation of cheese consistency.*

Key words: *cheese, defrosting, relaxation coefficient, rheological properties, quality.*

Introduction

Consistency in many cases is one of the characteristics involved in assessing the quality and properties of raw materials and finished foods. Such an indicator, in addition to organoleptic properties such as hardness, viscosity, evaluated during tasting, in some cases characterizes resistance to mechanical influences during storage and transportation. Scientists from all over the world are interested in studying the qualitative characteristics of frozen cheese [1-4].

The key point in the development of cheese was the high quality of the finished product. When evaluating the quality of cheese, one of the main characteristics is the consistency, which is evaluated organoleptically, which is not always an objective assessment [5,6].

Previously, we developed the technology of semi-hard halloumi cheese of the European brand. Optimal doses of enzyme preparations of various nature and origin were determined experimentally using special experimental devices developed at the Siberian research Institute of cheese making. Since this type of cheese is subjected to low-temperature storage, the task was to investigate changes in structural and mechanical properties during its defrosting [7].

Based on the study of the rheological characteristics of the product, the initial requirements for the conditions of packaging, storage and transportation, for containers intended for these operations are formulated. Data on the structural and mechanical properties of the product are necessary when designing and selecting equipment for processing. In technological processes,

adhesion processes play an important role, characterizing the ability of the product to adhere to the working organs of the apparatus [4].

To evaluate this characteristics, various devices are used, the operation of which is based on the interaction of an indenter with a product. Various penetrometers, defometers, and adhesiometers are widely known to measure any characteristic [8].

The most common devices used in research are penetrometers and defometers. The work of the penetrometers is based on measuring the depth of penetration of the cone (indenter) deep into the product at constant load. Defometers measure the amount of deformation at a given load value. They are used to measure elasticity and plasticity.

Penetrometers are used to measure the consistency of products and materials. The penetration index (the depth of immersion of the cone into the product under study) characterizes the complex of product properties. Hardness is considered the main indicator of penetration, although it is influenced by a set of properties, including friction of the indenter surface on the product, plastic properties, connectivity and adhesion. Nevertheless, such a generalizing indicator is objective, reproducible and quite easily implemented in practice[9].

Research methods

To conduct research on the influence of various factors on the structural and mechanical characteristics of the product, a device was developed and constructed at the Siberian Research Institute of Cheese Making, the main purpose of which is to measure deformation under variable load. The design of the device is simple and consists of a support table on which the test sample of the product is installed (Figure 1).

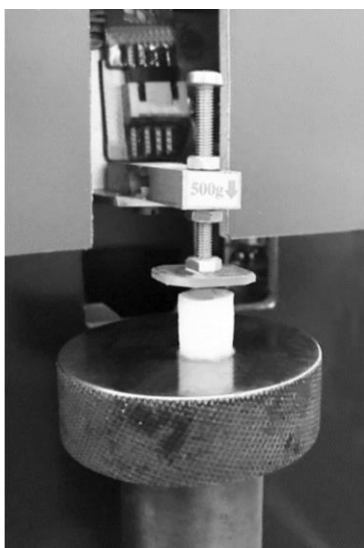


Figure 1 – Device for measuring the structural and mechanical characteristics of the product

To obtain an objective instrumental assessment of the consistency of the cheese mass, a method has been developed and a device has been manufactured that allows obtaining data on the hardness and plastic-elastic properties of the cheese mass. The rheological characteristics of cheese were determined using a device for measuring the relaxation of the cheese mass developed at the Siberian research Institute of cheese making. This device, unlike previously used ones, directly measures the change in the compression stress in the sample with a special strain gauge, while typical defometers measure the change in linear dimensions in the absence of load. In addition, the device displays data on the dynamics of the relaxation process, which allows to evaluate the elastic and relaxation properties of samples [10].

The method for determining the relaxation of the cheese mass is based on measuring the impact force of a pre-compressed cheese sample on the indenter. Preparation of samples for analysis was carried out as follows: a special sampler was used to cut out a blank with a diameter of 10 mm and a length of 15-20 mm. The samples were a fresh and frozen cheese type halloumi produced by coagulation with animal origin «SG-50» and microbial origin «Renin» enzymes.

The resulting sample is cut off from the ends using special calibers (conductors), first with a 12 mm caliber, and then with a 10 mm caliber. As a result, a prepared sample of cheese is obtained in the form of a cylinder with a height of 10 mm and a diameter of 10 mm. The resulting cheese sample, which is subject to relaxation measurement, is thermostated to a temperature of $(20\pm 0.5)^\circ\text{C}$. After temperature control, the cheese sample is placed on an adjustable table in its central part under the indenter and subjected to compression. The force generated by the movement of the indenter is recorded via an analog-to-digital converter and sent to the USB input of the computer, where it is recorded in the form of a graph or table. Data processing and control of the measurement process is carried out using a special program.

Research results

The results of relaxation of the cheese mass produced by coagulation of «SG-50» and «Renin» are shown in figure 2. It should be noted that, studies of structural and mechanical properties were carried out with fivefold repetition under the same conditions and the average value of the results was determined.

According to the deformation graph, during the indenter movement during compression of the cheese sample and its deformation, the load increases until it reaches the point (A) where the indenter position is fixed. After stopping the indenter, there is a smooth decrease in the force (point B) of the impact of the cheese mass on the indenter, which records the impact force and transmits data for processing and writing to the memory of the microprocessor.

The stress relaxation process continues until 28 seconds have elapsed since the start of the indenter movement. Thus, the duration of relaxation was 16.91 s (27.6-10.69). The relaxation coefficient is calculated using the formula (1):

$$K_{\text{relax}} = T_{\text{relax}} / (Q_1 - Q_2) \quad (1)$$

where Q_1 – initial force on the indenter, N;
 Q_2 – indenter force at the end of measurement, N;;
 T_{relax} – time of relaxation;
 K_{relax} – relaxation coefficient, N/s.

Thus, for cheese produced by coagulation with the «SG-50» enzyme, the relaxation coefficient is $K_{\text{relax}} = 16,91 / (0,426 - 0,273) = 110,552$ N/s.

According to figure 2 b, for cheese produced from milk fermented by the «Renin» enzyme, the relaxation duration is 16.26 seconds (27.6-11.34), while the relaxation coefficient is equal to $K_{\text{relax}} = 16,26 / (0,499 - 0,339) = 101,625$ N/s.

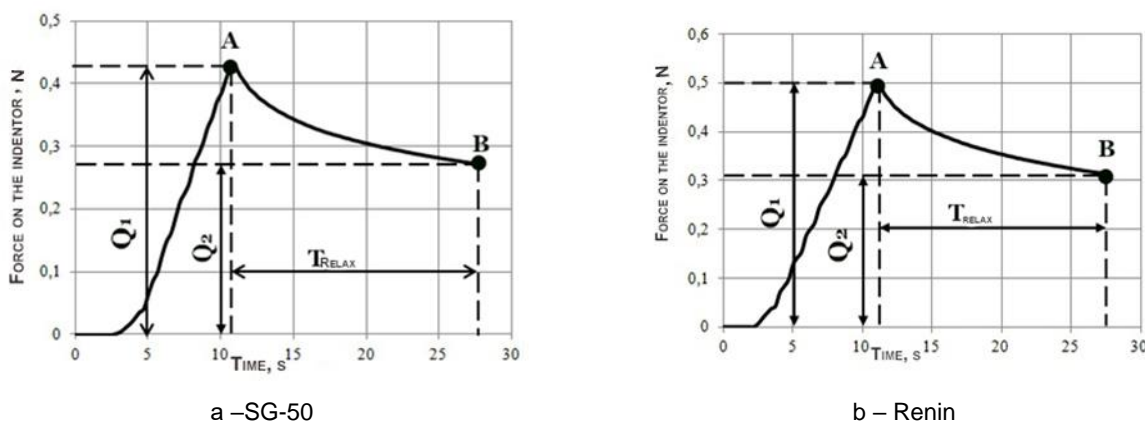


Figure 2 – Diagram of deformation and relaxation of the cheese mass

The relaxation coefficient characterizes the plastic properties of cheese, which are a manifestation of internal friction that occurs as a result of moving the cheese under load. In physics, relaxation is the transition of a body from a non-equilibrium state to an equilibrium state. When a solid body is deformed at a certain speed, its thermodynamic equilibrium is disturbed and a relaxation process occurs, due to the desire of the cheese mass to return to the state of equilibrium.

Further, the study of plastic and elastic properties was performed on cheese samples stored at low temperature (-18 °C) for 6 months.

The results of deformation and relaxation of thawed samples are shown in figure 3.

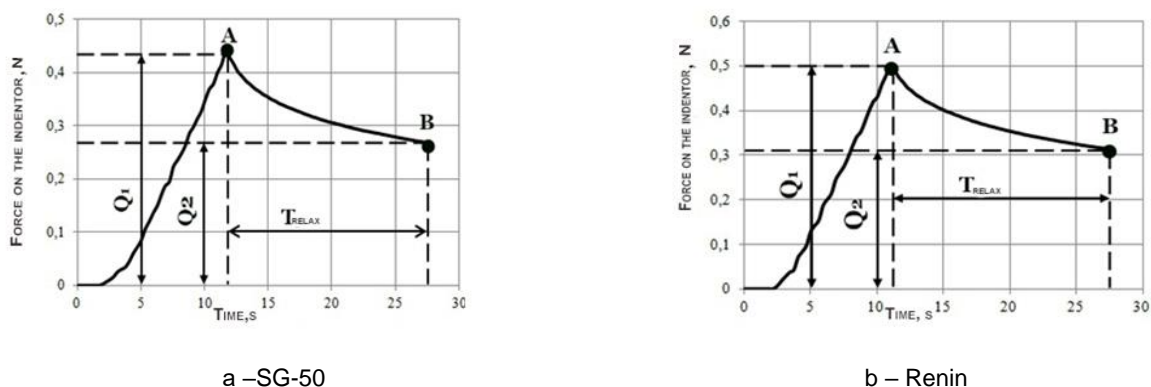


Figure 3 – Diagram of deformation and relaxation of cheese after defrosting

As shown in figure 3 a, the duration of relaxation was 15.94 s (27.6-11.66) s, with the relaxation coefficient equal to $K_{relax} = 15,94 / (0,439 - 0,269) = 93,709$ N/s.

According to the results of the graph of figure 3 b, the duration of relaxation was 16.59 s (27.6-11.01) s, with the relaxation coefficient equal to $K_{relax} = 16,59 / (0,498 - 0,314) = 89,91$ N/s.

Discussion of scientific results

The value of the relaxation coefficient depends on the quality of the rennet clot, as well as its structural and mechanical properties obtained as a result of coagulation of milk proteins. The higher the relaxation coefficient, the better the quality of the structural characteristics of the cheese and the more connected the structure of the cheese. The low relaxation coefficient indicates a hard, rubbery structure of the cheese. Note that, despite the freezing of cheese, all defrosted cheese samples had relaxing properties and withstood the load without losing the quality of the cheese consistency.

Analyzing the data obtained, it becomes clear that the most relaxing properties have a sample of cheese produced as a result of coagulation with the «SG-50» enzyme both in freshly processed cheese and subjected to low-temperature freezing.

Conclusion

Based on the research conducted on the development of cheese and the determination of structural and mechanical properties, it was decided to use the enzyme preparation of animal origin SG-50. This choice is justified by the fact that the enzyme of animal origin has an obvious priority over the microbial one, since its use increases the yield of the product and improves rheological characteristics, due to the uniform flow of the coagulation process due to adequate proteolytic activity.

In addition, from the point of view of food safety, the use of an enzyme of animal origin is more acceptable, since the enzyme of microbial origin is less studied and unpredictable.

References

1. Digvijay Digvijay Ice crystallization and structural changes in cheese during freezing and frozen storage: implications for functional properties / Digvijay Digvijay, Alan L. Kelly, Prabin Lamichhane // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2023. – Vol. 103. – P. 2-24. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2277357>.
2. Effect of frozen and refrigerated storage on proteolysis and physicochemical properties of high-moisture citric mozzarella cheese / M. Alinovi, L. Wiking, M. Corredig, G. Mucchetti // *Journal of Dairy Science*. – 2020. – № 9, Vol 103. – P. 7775-7790.
3. Shelf-life extension of cheese: Frozen storage / N.B. Alvarenga, S.P. Ferro, A.S. Almodôvar et al // *Handbook of cheese in health Production, nutrition and medical sciences*. – 2013. – № 6. – P. 203-210.

4. Effect of freezing conditions on functional properties of low moisture Mozzarella cheese / N.C. Bertola, A.N. Califano, A.E. Bevilacqua, N.E. Zaritzky // Journal of Dairy Science. – 1996. – № 79(2). – P. 185-190.
5. Research on the possibility of extending the shelf life of cheese raw material and heat-treated cheese by their freezing for further use in Horeca / G.M. Sviridenko, V.V. Kalabushkin, A.N. Shishkina, E.E. Uskova // Food Systems. – 2020. – № 4, Vol. 17. – P. 39-44.
6. Akpanov Zh. Improving the quality and the technology of processed cheeses/ Zh. Akpanov, M. Alimardanova, A. Prosekov // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Vol.17. – P. 788-800. <https://doi.org/10.5219/1911>.
7. Eksperimentalnoe issledovanie molokoosvertyvayushchei aktivnosti fermentnykh preparatov v kozem moloke / Z.V. Kapshakbaeva, Zh.K. Moldabaeva, A.A. Maiorov, A.N. Utegenova // Vestnik gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima g. Semei. – 2019. – № 185. – S. 49-52.
8. Maiorov A.A. Issledovanie strukturno-mekhanicheskikh kharakteristik produktov / A.A. Maiorov, YU.A. Sidenko, V.A. Loginov // Aktualnye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka: sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyi 60-letiyu otdeleniya SIBNIIHF FGBNU «FSKN Rossii». – Barnaul, 2018 – 14. – S. 24-29.
9. Maiorov A.A. Formirovanie strukturno-mekhanicheskikh svoystv syra: monografiya / A.A. Maiorov, E.A. Nikolaeva. – Barnaul, 2005 – 223 s.
10. Maiorov A.A. Novye naukoemkie metody otsenki reologicheskikh svoystv pri proizvodstve syra: izuchenie protsessov svertyvaniya moloka i formirovaniya struktury sgustka / A.A. Maiorov, YU.A. Sidenko, O.N. Musina // Tekhnika i tekhnologiya proizvodstva pishchevykh produktov. – 2017. – № 2(45). – S. 55-61.

**З.В. Капшакбаева¹, Ж. Қалибекқызы², А.А. Майоров³, Ш.К. Жакупбекова²,
Ш.Т. Кырыкбаева⁴**

¹Университет имени Торайгырова,
140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64

²Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

³Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия,
656016, Российская Федерация, г. Барнаул, ул. Советской Армии, дом 66

⁴Alikhan Bokeikhan University,
071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Мәңгілік Ел, 11

*e-mail: z.k.87@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА В ПРОЦЕССЕ ДЕФРОСТАЦИИ

В статье представлены результаты исследования структурно-механических свойств полутвердого сыра, выработанный с помощью коагуляции козьего молока ферментными препаратами растительного и животного происхождения. Получены данные по структурно-механическим свойствам свежесыродельного образца сыра халлуми и образца подвергнувшийся низкотемпературному хранению и рассчитан коэффициент релаксации, характеризующий пластическо-эластических свойствах сырной массы. Структурно-механические свойства сыра, выработанного при использовании ферментного препарата животного происхождения имели лучшие показатели, чем показатели при выработке сыра ферментным препаратом растительного происхождения. Научные исследования проводились на базе Сибирского научно-исследовательского института сыроделия (Барнаул, Россия). В ходе проведенных исследований, основанных на опытно-экспериментальном методе, рассчитан объективный показатель консистенции сыра – коэффициент релаксации, который достаточно полно отражает важнейшие реологические свойства. Так, было установлено, что коэффициент релаксации дефростированного сыра, выработанного с помощью фермента СГ-50 имел лучшие показатели и составил $K_{relax}=93,709$ N/s, в то время как для сыра, выработанного с помощью фермента «Ренин» коэффициент релаксации составил $K_{relax}=89,91$ N/s.

Результаты имеют практическое значение, поскольку позволяют корректировать технологические режимы выработки сыров и оценивать влияние различных факторов воздействия на формирование консистенции сыров.

Ключевые слова: сыр, дефростация, коэффициент релаксации, реологические свойства, качество.

**З.В. Қапшақбаева¹, Ж. Қалибекқызы², А.А. Майоров³, Ш.К. Жакупбекова²,
Ш.Т. Қырықбаева⁴**

¹Торайғыров атындағы университет,
140008, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломов к-сі, 64

²Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

³Сібір ірімшігі ғылыми-зерттеу институты,
656016, Ресей Федерациясы, Барнаул қ., Совет Армиясы к-сі, 66 үй

⁴Alikhan Bokeikhan University,
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Мәңгілік Ел көшесі, 11

*e-mail: z.k.87@mail.ru

ЕРІТУ ПРОЦЕСІНДЕ ЖАРТЫЛАЙ ҚАТТЫ ІРІМШІКТІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада ешкі сүтін өсімдік және жануар тектес ферменттік препараттармен коагуляциялау арқылы өндірілген жартылай қатты ірімшіктің құрылымдық-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Халлуми ірімшігінің жаңа өңделген үлгісі мен төмен температурада сақталатын үлгінің құрылымдық-механикалық қасиеттері туралы мәліметтер алынды және ірімшік массасының пластикалық-серпімді қасиеттерін сипаттайтын релаксация коэффициенті есептелді. Жануарлардан алынатын ферменттік препаратты қолдану кезінде өндірілген ірімшіктің құрылымдық-механикалық қасиеттері өсімдік тектес ферменттік препаратпен ірімшік өндірудегі көрсеткіштерге қарағанда жақсы көрсеткіштерге ие болды. Ғылыми зерттеулер Сібір ірімшігі ғылыми-зерттеу институтының (Барнаул, Ресей) базасында жүргізілді. Тәжірибелік-эксперименттік әдіске негізделген зерттеулер барысында ірімшіктің консистенциясының объективті көрсеткіші – релаксация коэффициенті есептеледі, ол маңызды реологиялық қасиеттерді толық көрсетеді. Сонымен, СГ-50 ферментімен өндірілген дефростирленген ірімшіктің релаксация коэффициенті ең жақсы көрсеткіштерге ие болды және $K_{relax}=93,709$ N/s құрады, ал Ренин ферментімен өндірілген ірімшік үшін релаксация коэффициенті $K_{relax}=89,91$ N/s болды.

Нәтижелер практикалық мәнге ие, өйткені олар ірімшіктерді өндірудің технологиялық режимдерін түзетуге және ірімшіктердің консистенциясын қалыптастыруға әсер ететін әртүрлі факторлардың әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ірімшік, дефростация, релаксация коэффициенті, реологиялық қасиеттері, сапа.

Information about the authors

Zarina Vladimirovna Kapshakbayeva* – PhD, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan; e-mail: z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Zhanar Kalibekkyzy – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science and Innovation, Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-001-6384-0646>.

Alexander Albertovich Mayorov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Siberian research Institute of Cheese Making, Barnaul, leading Researcher, Russian Federation; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-9259>.

Shynar Turarbekovna Kyrykbaeva – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Applied Biology, Alikhan Bokeikhan University, Republic of Kazakhstan; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Shugyla Kadyrovna Zhakupbekova – Master of Technical Sciences, 3rd-year doctoral student of the specialty «Food Safety», NPJSC «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Авторлар туралы мәліметтер

Зарина Владимировна Қапшақбаева* – PhD, «Биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Жанар Қалибекқызы – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ғылым және инновациялар жөніндегі проректор, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-001-6384-0646>.

Александр Альбертович Майоров – техника ғылымдарының докторы, профессор, Сібір ірімшік ғылыми зерттеу институты, жетекші ғылыми қызметкер, Ресей Федерациясы; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-9259>.

Шұғыла Қадырқызы Жакупбекова – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ қауіпсіздігі» мамандығының 3-курс докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Шынар Тұрарбекқызы Қырықбаева – техника ғылымдарының магистрі, қолданбалы биология кафедрасының аға оқытушысы, Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Сведения об авторах

Зарина Владимировна Капшақбаева* – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Биотехнология», Торайғыров университет, Республика Казахстан; e-mail: z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Жанар Калибекқызы – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, проректор по науке и инновациям, НАО «Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; email: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-001-6384-0646>.

Александр Альбертович Майоров – доктор технических наук, профессор, СибНИИ сыроделия, г. Барнаул, ведущий научный сотрудник, Российская Федерация; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-9259>.

Шынар Тұрарбековна Кырықбаева – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной биологии, Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – магистр технических наук, докторант 3-курса специальности «Пищевая безопасность», Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан. e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Received 12.12.2023

Revised 28.12.2023

Accepted 03.01.2024

T. Boranbayeva*, D. Zhalelov, A. Bolat, A. Zhunisbek
 Kazakh National Agrarian Research University,
 050000, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8.
 *e-mail: togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz

PROBIOTIC PROPERTIES OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM MARE'S MILK

Annotation: *This work aims to identify and study the probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from mare's milk. One of the main probiotic properties of the obtained strains is resistance to acidic pH media and bile acid salts, resistance to various types of antibiotics, adhesive ability and high antagonistic activity against pathogenic and opportunistic microorganisms. This article presents the study and isolation of lactic acid bacteria from mare's milk and presents the results of studying the biological properties of isolated strains and their identification. During the study, 98 isolates isolated from mare's milk samples were selected based on the biological properties of the strains. Some probiotic properties were determined using a total of 98 isolates, but the study continued with 41 strains. The most active strains that showed probiotic properties were selected from them, and the DNA model of the strains (deoxyribonucleic acid) was used in the genetic molecular diagnosis of microorganisms. When replicating the 16s gDNA zone, common bacterial primers for lactic acid bacteria were used. Based on 16s ribosomal gDNA analysis and carbohydrate profile, they were identified as *Lactobacillus (L.) plantarum*, *L. Paracasei* and *L. casei*.*

Key words: *mare's milk, probiotic potential, lactic acid bacteria, strains, resistance, antibiotics, adhesive ability, antagonistic activity.*

Introduction

Functional nutrition products are a kind of probiotic composition. The concentrations of nutrients present in functional nutrition products and having a regulating effect on the functions and reactions of the macroorganism are close to optimal, physiological, and therefore such products must be taken to maintain the immune system [1, 2].

After the worldwide COVID-19 pandemic, the demand for therapeutic and preventive products has increased significantly. As you know, COVID-19 is a pandemic disease that has paralyzed social life and the economy around the world since the end of 2019 from which more than 5.5 million people have died so far. COVID-19 causes respiratory diseases, including pneumonia, and also affects many other organ systems, including the body's immune and digestive systems [3,4]. Therefore, the search for natural sources for the development of functional products with immunostimulating properties is an urgent task at the current time [5].

Mare's milk is a very valuable drink that can replace cow's milk. It is known that consumption of cow's milk in many cases causes digestive tract disorders in some people, especially allergy to cow's milk mediated by immunoglobulin, is one of the most common food allergies among the population, especially in infants [6, 7].

In addition, mare's milk has biophysical and biochemical properties [9], which bring it closer to human milk than to cow's milk [10,11,12]. The similar content of total protein and the optimal ratio of casein and whey protein, which can be an important factor in determining its allergenicity and richness of essential nutrients [8,13,14], confirm the potential of using horse milk as a substitute for breast milk. This may be especially important in certain scenarios to meet the nutritional needs of people with high sensitivity to cow's milk proteins. The popularity of mare's milk as a full-fledged dairy product is increasing everywhere and is used in the therapeutic and preventive direction of nutrition, since mare's milk contains many live probiotic microorganisms useful for humans to restore the normal functioning of the digestive tract [15, 16].

Probiotic biologically active additives are a complex of living microorganisms that are used for food additives, and, as a rule, are distributed through the pharmacy network. - Alimentary probiotics are living beneficial microorganisms that enrich food products (dairy, meat, flour, beverages), which play the role of a supplement to nutrition [6, 12]. According to the modern concept of functional nutrition, food should be not only a source of basic nutrients, but also other biologically active and

necessary substances for the body, for which positive clinical efficacy has been proven and which do not cause harm with constant consumption by healthy people [17].

Lactic acid bacteria and bifidobacteria, as reported in the literature, are probiotics with beneficial properties for health [3-6, 8, 10]. According to the data of the working group of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (UN) [13] and the World Health Organization (WHO) [16], probiotic bacteria are defined as living microorganisms that are useful when ingested in adequate quantities. In this regard, the isolation and study of the properties of probiotic microorganisms in mare's milk is an urgent task [18].

Methods and materials

The objects of research were mare milk obtained in private farms of IP "Sadygul", Zhambyl region, Zhambyl district, village of Karakemer and IP "Dzhumabaev N.N.", Almaty region, Karasay district. Milk samples were selected according to established standards. In total, 120 samples of mare's milk were studied, which were selected from two regions of Kazakhstan. The studies used standard methods of biochemical and microbiological studies, as well as genetic methods, in particular 16S-ribosomal DNA. The acceptance of fresh mare's milk was carried out in accordance with ST RK 1005-98 [ST RK 1005-98 «Mare's milk. Procurement requirements»]. Laboratory selection was carried out in the reference laboratory of dairy products at Kaznau by excluding gram-negative and catalase-positive bacterial isolates from the experiment.

Isolation of lactic acid microorganisms. Samples of mare's milk were used to isolate microorganisms. All samples were sequentially diluted in sterile phosphate buffer saline solution (1X; pH 7.0; PBS), seeded with MRS-agar and M17-lactose agar for the isolation of lactobacilli and lactococci and pink Bengal agar for yeast. Cups with MRS-agar and M17-lactose agar were incubated at 37°C for 48 hours, while yeast cultures were incubated at 30 °C for 48 hours. Colonies were randomly selected and then purified. Staining of isolates (simple staining for yeast, gram staining for lactobacilli) of bacteria was analyzed for catalase activity using 2% (i/v) hydrogen peroxide. The isolated isolates were stored in an appropriate broth with a 15% glycerin content at -20°C for further testing.

The resistance of pure crops to acidity and bile acid salts. Inoculation was performed on an agar nutrient medium from active cultures by the method of bar plates (bar layout). The agar cups were kept at a temperature of 30° C for yeast and at a temperature of 37° C for lactobacilli and lacto cocci for 16-18 hours. After that, they were suspended in a sterile PBS solution. McFarland was set to 0.5 for yeast and 1.0 for lactic acid bacteria. Each isolate, prepared accordingly, was inoculated into a broth brought to pH 2.0, 4.0 and 7.0. After that, they were incubated at 30° C (yeast) and 37° C (lactic acid bacteria) for 24 hours. At the beginning of incubation and after 3 and 24 hours, samples of selected yeast and bacterial strains were taken aseptically and sequentially diluted in sterile PBS. Then their number was determined by counting plates. Resistance to bile acid salts was determined by inoculation of microorganisms carried out on an agar culture medium containing 0.3% bile (Tryptone Bile Salts Agar,) as described above.

Tests for antibiotic sensitivity. Tests for the sensitivity of bacteria to antibiotics were determined by the method of disk diffusion. Accordingly, strains stored at -80°C were activated twice in the appropriate broth with incubation duration of 16 and 18 hours at appropriate temperatures. The concentrations of these cultures were adjusted according to McFarland to 1.0. Petri dishes with a diameter of 9 cm were used for susceptibility tests, and agar medium was poured into Petri dishes to a depth of 4 mm. The suspension of microorganisms was evenly distributed over the surface of the medium with a sterile swab. Discs with antibiotics (enrofloxacin 5 mcg/disc, erythromycin 15 mcg/disc, gentamicin 10 mcg/disc, penicillin G10 IU/disc, tetracycline 30 mcg/disc, vancomycin 30 mcg/disc, trimethoprim-sulfamethoxazole 25 mcg/disc,) were placed on the inoculated bacteria medium at a distance of 10 mm from the edge of the Petri dish and 15 mm apart. The diameters of the inhibition zones around the discs were measured after 16-20 hours of incubation at an appropriate temperature. The sensitivity of the strains to antibiotics was determined by the obtained diameters of the inhibition zones. All inhibition zones were measured and evaluated for antibiotic sensitivity.

Adhesive properties of probiotic cultures. To determine the hydrophobic, i.e. adhesive properties of the cell surface, a test of microbial adhesion to hydrocarbons was performed. Cultures with triple activation were centrifuged for 10 minutes at 5000 rpm. After removing the supernatants,

the precipitate was washed 3 times with sterile PBS. The precipitate is dissolved in the same solution as at 600 Nm in the range of 0.4-0.6. The results obtained are accepted as Odb. The percentage of adhesive activity was calculated as follows.

$$\text{Adhesion \%} = \frac{(\text{ODb} - \text{ODa})}{(\text{ODb})} \times 100$$

Electrophoresis of the genomic DNA sample was performed in 35 ml of gel so that the agarosis was about 0.7% (W/v) in total. The electrophoresis process was carried out at 65 volts for 1.5-2 hours. Replication and sequence analysis of isolates using polymerase chain reaction (PCR) of the 16s rRNA zone was performed on a Techne TC3000 heat exchanger using a total PCR mixture of 50 µl. During replication of the 16s region of gDNA, common bacterial primers pA (forward) 5'-AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG-3' and pE' (reverse) 5'-CCG TCA ATT CCT TTG AGT TT-3' (primer sequence obtained by Edwards et al.1989) were used. The electrophoresis of 16s rDNA PCR fragments is made from a gel prepared with an agarose ratio of 1% on Thermo Minicell®Primo EC320, and the fragment size is calculated using the DNA marker O'generulertm 100-bp.

The statistical analysis was carried out using the Minitab 17 (ANOVA) program. Differences between the groups in which the study was conducted were revealed by the Turkey test $P < 0.05$. The studied samples were conducted in parallel with the average and the probability of deviation from the standard.

Results and discussion

In this study, a total of 98 isolates were isolated from mare's milk and the probiotic potential was determined. Laboratory selection was carried out in the reference laboratory of dairy products at Kaznau by excluding gram-negative and catalase-positive bacterial isolates from the experiment. In addition, since some strains lost their viability during the purification and storage stages, the study continued using 12 yeasts, 16 laboratory cocci and 13 lactobacilli; a total of 41 isolates.

Some using a total of 98 isolates. Most isolates were negatively affected by pH 2.0; however, they retained their viability at pH 4.0 and 0.3% bile salt. Most of the laboratory isolates were sensitive to penicillin and tetracycline.

Resistance to acidic conditions of microorganisms was studied at three different pH values (pH 2.0, 4.0 and 7.0). Most isolates showed sensitivity to pH 2.0, but all microorganisms studied at pH 4.0 remained viable. While the absorption capacity of 8 yeast isolates increased at pH 2.0, the absorption capacity of 4 isolates remained the same after 3 and 24 hours. Accordingly, 11 laboratory cocci increased at pH 2.0, while 5 remained unchanged. Indicators of the absorption capacity of lactobacilli have retained their initial values. All isolates increased at pH 7.0. The results of the conducted counting of the selected microorganisms showed similar trends.

The tolerance properties of the same microorganisms to bile salt were also determined. The optical density values of all yeasts and lactococci increased in the medium containing bile salts after 3 and 24 hours, but no changes were observed in lactobacilli. The results of resistance to acidic conditions of microorganisms are shown in Fig. 1 and 2.

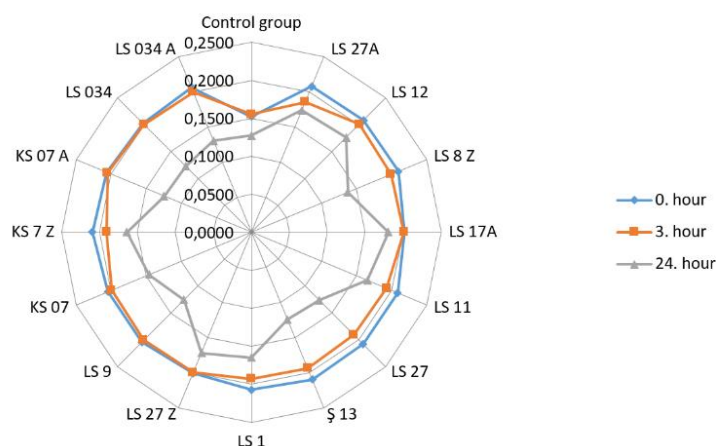


Figure 1 – Results of resistance to acidic conditions of pH 2 microorganisms

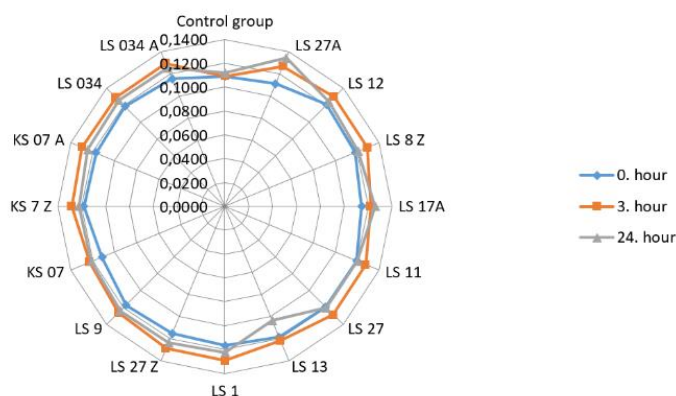


Figure 2 – Results of resistance to acidic conditions of pH 4 microorganisms

Sensitivity of isolates to antibiotics. To determine their sensitivity to antibiotics, 16 LAB lactococci and 13 lactobacilli were studied. Most laboratory cocci strains were sensitive to penicillin, tetracycline and vancomycin, but resistant to trimethoprim-sulfamethoxazole and enrofloxacin. All lactobacillus strains (100%) were sensitive to penicillin, but resistant to gentamicin. Most strains were sensitive to tetracycline, but resistant to vancomycin. The antibiotic sensitivity of selected laboratory isolates by their sensitivity status is shown in Table 1.

Table 1 – Sensitivity of isolates to antibiotics

Antimicrobial Agent	Disk Content	Strain						
		KS 07	LS 1	KS 2	LS 012	KS 13	LS 08	LS 034
Penicillin G (P10)	10 units	41-41	39-37.5	40-41.5	34.5-32	27.5-29	38.5-39.5	37-38.5
Gentamicin (CN 10)	10 µg	13-15	-	-	11-12	10-9.5	15.5-13.5	15-12.5
Vancomycin (VA 30)	30 µg	-	28-26.5	-	20-21	21.5-22.5	26-24.5	-
Enrofloxacin (ENR 5)	5 µg	15.5-16	14-12	25-26	17.5-16	21.5-23	22.5-21.5	18.5-19
Erythromycin (E 15)	15 µg	33.5-34	14-13	39-41	30.5-30.5	26.5-26.5	37.5-35	33-32.5
Tetracycline (TE 30)	30 µg	36.5-34.5	30-33	39-37	29-31	33-33	37.5-35	31-32.5
Trimethoprim (SXT 25)	25 µg /	-	-	-	23-25	-	28-29	11-11.5

Note: *TE 30 – Tetracycline (TE 30, Contents dose in disk 30 µg); E 15 – Erythromycin (E 15, Contents dose in disk 15 µg); ENR 5 – Enrofloxacin (ENR 5; Contents dose in disk 5 µg); P 10 – Penicillin G (P10; Contents dose in disk 10 units); SXT 25 – Trimethoprim (SXT 25; Contents dose in disk 25 µg); CN 10 – Gentamicin (CN 10; Contents dose in disk 10 µg); VA 30 – Vancomycin (VA 30; Contents dose in disk 30 µg).

The most important characteristic feature of probiotic bacteria is their adhesive ability. As a result of the study, it was found that the vast majority of lactococcal and yeast strains have high adhesive activity. However, Lactobacilli showed very high adhesive activity (71%). It was found that 8% of lactococcal strains and 2% of yeast strains exhibit high adhesive activity. The adhesive activity of the selected laboratory isolates is shown in Table 2.

Common bacterial primers pA (direct) 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' and pE' (reverse) were used for amplification of the 16s rDNA region 5'- CCG TCA ATT CCT TTG AGT TT-3'. As a result of gel electrophoresis of a genomic DNA sample, concentrations of probiotic strains showed 900-1000 base pairs. In the electrophoresis buffer Thermo OWL EASYCAST B2 (USA) was painted with marker paint prepared with the addition of bromophenol blue, the results of the staining process were photographed using the UviTec DBT-08 gel imaging system under the ultraviolet light of the gel Fig. 3.

Table 2 – Adhesive activity of selected isolates

Strain	Hydrophobicity of lactobacillus in 600 nm		Hydrophobicity of lactobacillus was read with Toluene in 600 nm		calculating with the formula
	1	2	1	2	
Number of parallels					
LS 03	0.597	0.594	0.319	0.408	38.95886
LS 07A	0.404	0.402	0.049	0.080	83.99504
KS 6	0.560	0.559	0.100	0.063	85.43342
LS 27	0.548	0.551	0.172	0.135	72.06551
LS 027A	0.566	0.565	0.076	0.113	83.28912
LS 27 Z	0.548	0.549	0.113	0.121	78.6691
KS 12	0.588	0.586	0.468	0.448	21.97615
LS 13	0.465	0.467	0.121	0.118	74.35622
LS 034	0.564	0.562	0.067	0.091	85.96803
LS 034 Z	0.543	0.541	0.401	0.397	26.38376
LS 14	0.562	0.563	0.563	0.560	0.177778
LS 07	0.404	-	0.205	-	49.25743
LS 7 Z	0.431	0.430	0.125	0.110	72.70616
LS 17 Z	0.556	0.558	0.293	0.316	45.33214

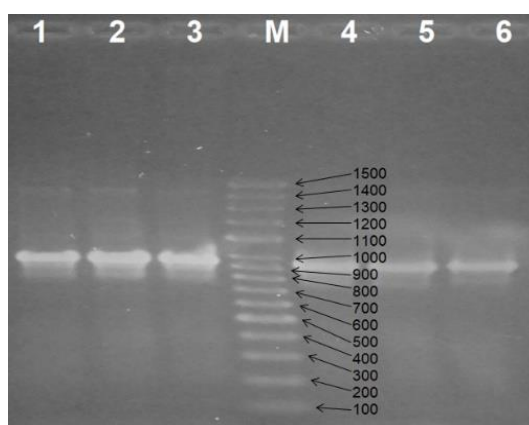


Figure 3 – The result of gel electrophoresis of a sample of the DNA genome of probiotic strains

As a result of the conducted PCR DNA sequence analysis studies, it was revealed that the dominant species of lactic acid bacteria in mare's milk are *Lactobacillus (L.) plantarum*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus paracasei*. It was found that 41 lactic acid bacteria isolated from mare's milk of 6 strains have probiotic activity, identified as *Lactobacillus (L.) plantarum*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus paracasei* ssp.

Conclusion

As a result of the conducted studies of the microflora of mare's milk, selected from 2 regions of Kazakhstan, it was possible to identify and identify 6 homofermentative probiotic strains of lactic acid bacteria. They have been identified and classified as *Lactobacillus (L.) plantarum*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus paracasei* spp. and which are tolerant to bile salts and gastric juice and antibiotics. Thus, isolated and identified strains of lactic acid bacteria with probiotic properties can be recommended for inclusion in the collection of microorganisms in Kazakhstan and the creation of starter cultures used in the production of functional fermented milk products.

Acknowledgment, conflict of interest (funding)

The authors gratefully acknowledge to the "Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan" for the financial support of the research project AP 19579056 "Development of technology for obtaining therapeutic and preventive nutrition products based on mare's milk with immunomodulatory properties" within the scientific and technical projects on grant financing for 2023-2025.

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

1. Composition of Mare's Milk / Ullrey D.E., Struthers, R.D., Hendricks, D.G. & Brent, B.E. // *Journal of Animal Science*. – 1966. – 25(1). – 217-222. DOI:10.2527/jas1966.251217x.
2. Ганина, В.И. Новый синбиотический кисломолочный напиток / В.И. Ганина, Е.Н. Терешина, Л.В. Калинина, С.И. Перминов // *Молочная промышленность*. – 2008. – № 10. – С. 85.
3. Diets Differentially Modulated the Immune System and Gut Microbiota of Mice Colonized by Healthy Infant Feces / N. Li, Q. Xie, Q. Chen et al // *J. Agric. Food Chem.* – 2020./ – 68/ – 15345-15357.
4. Lisa A. Beltz Chapter 4 – COVID-19 / Lisa A. Beltz // *Pathogenic Coronaviruses of Humans and Animals* № – 2022. – P. 173-273. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98809-4.00013-9>.
5. Transcriptome study underlying difference of milk yield during peak lactation of Kazakh horse / X. Yu, C. Fang, L. Liu et al // *Journal of Equine Veterinary Science*. – 2021. – № 102. P. 103424. DOI: 10.1016/j.jevs.2021.103424.
6. Ganina, V.I. Probiotiki. Naznachenie, svoistva i osnovy biotekhnologii: monografiya / V.I. Ganina. – M.: MGUPB, 2001. – 169 s. Gupta, V. Probiotics / V. Gupta, R. Garg // *Indian Journal of Medical Microbiology*, 2009, 27. – P. 202-209.
7. Ishida Y. Clinical effects of *Lactobacillus acidophilus* strain L-92 on perennial allergic rhinitis: a double-blind, placebocontrolled study / Y. Ishida, F. Nakamura, H. Kanzato et al // *Journal of Dairy Science*. – 2005. – № 88. – P. 527-533.
8. Comparative analysis of gut microbial composition and potential functions in captive forest and alpine musk deer / F. Jiang, P. Song, H. Wang et al // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2022. – № 106. – P. 1325-1339.
9. Kato K. Randomized placebo controlled trial assessing the effect of bifidobacteria fermented milk on active ulcerative colitis / K. Kato, S. Mizuno, Y. Umesaki et al // *Alimentary pharmacology & therapeutics*. – 2004. № 20. P. 1133-1141.
10. Protein and fat composition of mare's milk: Some nutritional remarks concerning human and cow's milk / M. Massimo, F. Martuzzi, A. Summer, Mariani Primo // *Int. Dairy J.* – 2002. – 12. P. 869-877.
11. Rosenfeldt, V. Effect of probiotic *Lactobacillus* strains in children with atopic dermatitis / V. Rosenfeldt, E. Benfeldt, S.D. Nielsen et al // *The Journal of allergy and clinical immunology*. – 2003. – 111. P. 389-395.
12. Salimei E. Animals that Produce Dairy Foods|Donkey / E. Salimei // *In Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA. – 2011. P. 365-373.
13. Shuangquan. Microflora in traditional starter cultures for fermented milk, hurunge, from Inner Mongolia, China / Shuangquan, Burentegusi, Yu B, T. Miyamoto // *Animal Science Journal*. – 2006. – 77. – P. 235-241.
14. Sullivan, A. Probiotics and gastrointestinal diseases / A. Sullivan, E.C. Nord // *Journal of internal Medicine*. – 2005. – 257. – P. 78-92.
15. WHO, Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria, a joint FAO / WHO expert consultation // Cordoba, Argentina, 1–4 October 2001. [homepage on the Internet].
16. Mathara J.M. Functional characteristics of *Lactobacillus* spp. From traditional Maasai fermented milk products in Kenya / J.M. Mathara, U. Schillinger, C. Guigas et al // *International Journal of Food Microbiology*. – 2008. – 126. P. 57-64.

Т. Боранбаева*, Д. Жалелов, А. Болат, А. Жүнісбек
Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8.
*e-mail: togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz

БИЕ СҮТІНЕН ОҚШАУЛАНҒАН СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАРЫНЫҢ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Бұл жұмыстың мақсаты-бие сүтінен оқшауланған сүт қышқылды бактерияларының пробиотикалық әлеуетін анықтау және зерттеу. Алынған штамдардың негізгі пробиотикалық қасиеттерінің бірі-қышқыл рН орталарына және өт тұздарына төзімділік, антибиотиктердің әртүрлі түрлеріне төзімділік, адгезия қабілеті және патогендік және оппортунистік микроорганизмдерге қатысты жоғары антагонистік белсенділік. Бұл мақалада бие сүтінен сүт қышқылды бактерияларын зерттеу және оқшаулау ұсынылған және оқшауланған штамдардың биологиялық қасиеттерін зерттеу және оларды анықтау нәтижелері келтірілген. Зерттеу барысында штамдардың биологиялық қасиеттері негізінде бие сүтінің үлгілерінен оқшауланған 98 изолят таңдалды. Кейбір пробиотикалық қасиеттер барлығы 98 изолятты қолдану арқылы анықталды, бірақ зерттеу 41 штаммен жалғасты. Олардың ішінен пробиотикалық қасиеттері бар ең белсенді штамдар таңдалды және микроорганизмдердің генетикалық молекулалық диагностикасында штамдардың ДНҚ моделі (дезоксирибонуклеин қышқылы) қолданылды. гДНҚ-ның 16s аймағын репликациялау кезінде сүт қышқылы бактерияларына арналған жалпы бактериялық праймерлер қолданылды. Талдау мен көмірсулар профилінің 16s рибосомалық гДНҚ негізінде олар *Lactobacillus (L.) plantarum*, *L. Paracasei* және *L. casei* ретінде анықталды.

Түйін сөздер: бие сүті, пробиотикалық потенциал, сүт қышқылды бактериялар, штамдар, төзімділік, антибиотиктер, адгезиялық қабілет, антагонистік белсенділік.

Т. Боранбаева*, Д. Жалелов, А. Болат, А. Жүнісбек
Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
050000, Республика Казахстан, г.Алматы, проспект Абая, 8.
*e-mail: togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz

ПРОБИОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА

Цель данной работы является идентификация и изучение пробиотического потенциала молочнокислых бактерий, выделенных из кобыльего молока. Одним из основных пробиотических свойств полученных штаммов является устойчивость к кислым средам рН и солям желчных кислот, устойчивость к разным видам антибиотиков, адгезивная способность и высокая антагонистическая активность по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам. В данной статье представлено изучение и выделение молочнокислых бактерий из кобыльего молока и представлены результаты изучения биологических свойств выделенных штаммов и их идентификации. В ходе исследования было отобрано 98 изоляты, выделенных из образцов кобыльего молока на основе биологических свойств штаммов. Некоторые пробиотические свойства были определены с использованием в общей сложности 98 изолятов, но исследование продолжалось с 41 штаммами. Из них были отобраны самые активные штаммы, проявившие пробиотические свойства и в генетической молекулярной диагностике микроорганизмов, использовалась модель ДНК штаммов (дезоксирибонуклеиновая кислота). При репликации зоны 16s гДНК использовались общие бактериальные праймеры для молочнокислых бактерий. На основе 16s рибосомальной гДНК анализа и углеводного профиля их идентифицировали как *Lactobacillus (L.) plantarum*, *L. Paracasei* и *L. casei*.

Ключевые слова: кобылье молоко, пробиотический потенциал, молочнокислые бактерии, штаммы, резистентность, антибиотики, адгезивная способность, антагонистическая активность.

Information about authors

Togzhan Boranbayeva* – PhD, Senior Lecturer, Department of Technology and food safety, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1159-1200>.

Dulat Zhalelov – Master of Science, Senior Lecturer, Department of Technology and food safety, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: dula_219@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9688-2639>.

Bolat Ayazhan – Master of Technology, Junior science research worker, Reference laboratory of dairy products, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: aya_030396@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6263-9094>.

Aruzhan Zhunisbek – Bachelor of Technology, Laboratory assistant, Reference laboratory of dairy products, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: 0101aruka@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8870-1153>.

Авторлар туралы ақпарат

Тоғжан Боранбаева* – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Тағам өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1159-1200>.

Дулат Жалелов – ғылым магистрі, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Тағам өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: dula_219@mail.ru. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9688-2639>.

Аяжан Болат– технология магистрі, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Сүт өнімдерінің анықтамалық зертханасының» кіші ғылыми қызметкері, Алматы қ., Қазақстан; aya_030396@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6263-9094>.

Аружан Жүнісбек – технология бакалавры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Сүт өнімдерінің анықтамалық зертханасының» зертханашысы, Алматы, Қазақстан; e-mail: 0101aruka@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8870-1153>.

Информация об авторах

Тогжан Боранбаева* – PhD, старший преподаватель кафедры «Технологии и безопасности пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматы, Казахстан; e-mail: togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1159-1200>.

Дулат Жалелов – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Технологии и безопасности пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматы, Казахстан; e-mail: dula_219@mail.RU; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9688-2639>.

Аяжан Болат – магистр технологии, младший научный сотрудник референтной лаборатории «Молочных продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматы, Казахстан; e-mail: aya_030396@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6263-9094>.

Аружан Жунисбек – бакалавр технологии, лаборант референтной лаборатории «Молочных продуктов», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан; e-mail: 0101aruka@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8870-1153>.

Received 08.02.2024

Accepted 11.03.2024

А.О. Бекбусинова^{1*}, Т.А. Байбатыров¹, Т.А. Булеков¹, Е.Н. Урбанчик², С.Т. Жиенбаева³

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51

²Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3

³Алматинский технологический университет, 050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Фурката, 348/4

*e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОРАЩИВАНИЯ

Аннотация: Пшеница играет важную экономическую роль как одно из основных зерновых культур в мире. Ее производство и экспорт имеют значительное влияние на мировую экономику.

Существенная часть зерна пшеницы состоит из углеводов. В основном они представлены крахмалом (48-63 %). Помимо крахмала, в зернах содержится 2-7 % сахара (в основном в зародыше), а также 2-3% клетчатки. Содержание жира в зародыше и алейроновом слое составляет 2 %. В 1 кг зерна содержится в среднем 1,2 к. ед. [1].

В статье приведены результаты исследования комплексного анализа зерна озимой пшеницы сорта «Рассвет». На основании полученных экспериментальных данных жизнеспособность и энергия прорастания исследуемой пшеницы составило 84 %, что означает данный образец пшеницы хорошо подходит для проращивания. Получены аналитические зависимости изменений физико-химических свойств во время проращивания. Полученные результаты позволяют анализировать изменения, возникающие при проращивании зерна пшеницы в период с 1 до 48 ч. Полученные данные свидетельствуют о перспективном использовании зерна пшеницы для дальнейшего исследования и производства биологически активного сырья и его применении в пищевых целях.

Ключевые слова: зерно, пшеница, проращивание, замачивание, пророщенное зерно пшеницы, биологически активное сырье

Введение

За последние несколько лет ученые разных стран оказывают внимание на разработку продуктов питания в профилактических целях. Об этом свидетельствует большое количество публикаций и исследований в области разработки функциональных, обогащенных и специализированных продуктов питания [2].

На сегодняшний день для обогащения продуктов питания биологически активными веществами, витаминами и различными минералами используют разнообразное сырье и в первую очередь зерновое. Особый интерес в этом направлении представляют проростки зерна [3].

Пророщенное зерно по сравнению с цельным зерном является одним из источников незаменимых (18-20 %) и заменимых аминокислот. Так же пророщенная пшеница богата витаминами Е, витаминами группы В (В1, В2, В5, В6, В9, РР) и минеральными веществами как – магний, фосфор, марганец, цинк и др. [4-6].

Ряд исследований ученых разных стран проведены по направлению технике и технологии пророщенного зерна и продукты питания с его использованием. Однако отсутствует в литературе информация о технологических свойствах биологически активного зерна пшеницы, изменении физико-химических показателей при процессе проращивания.

Целью исследований являлась комплексная оценка зерна пшеницы и изучение изменения физико-химических свойств зерна пшеницы при проращивании.

В научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий проведены научные исследования по изучению технологии проращивание зерна пшеницы.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований было определено зерно озимой пшеницы Белорусской селекции сорта «Рассвет» урожая 2023 г.

На первом этапе исследований были отобраны пробы зерна пшеницы по ГОСТ 13586.3-2015. Образцы зерна очищали на сепараторе QUATUOR 2 Chopin в лабораторных условиях. Определение физико-химические и семенные свойства зерна пшеницы сорта «Рассвет». Содержание крахмала, протеина и зольность зерна пшеницы определяли методом экспресс-анализа качества зерна путем поглощения ИК излучения на инфракрасном анализаторе INFRANEO. Инфракрасный анализатор зерна и муки INFRANEO – относится к последнему поколению ИК анализаторов оснащённых дифракционным монохроматором. Анализ цельного зерна и муки осуществляется с применением способа прохождения света в инфракрасной области, в диапазоне длин волн от 750 до 1100 нанометров.

Следующие физико-химические свойства зерна пшеницы определяли по стандартным методикам: влажность зерна измеряли согласно ГОСТ 13586.5-2015; натуру – по ГОСТ 10840-2017 с применением пурки; число падения характеризуется временем свободного падения шток-мешалки в клейстеризованной водно-мучной суспензии по ГОСТ 27676-88; масса 1000 зерен согласно ГОСТ 10842-89.

Семенные свойства пшеницы определяются показателями жизнеспособностью и энергии прорастания зерна пшеницы. Жизнеспособность зерна определяли с помощью анализатора GermPro, а энергию прорастания классическим методом [12].

Измерение кислотности зерна пшеницы проводили методом титрования по болтушке согласно ГОСТ 10844-74.

Следующий этап исследований включал замачивание и проращивание зерна с целью изучения изменение физико-химических свойств зерна пшеницы при проращивании. Зерно проращивали поэтапным водно-воздушным способом [14]. Зерна пшеницы промывали холодной водопроводной водой и замачивали. Пробы отбирали через каждые 2 часа, длительность проращивания 48 часов.

Результаты исследования и обсуждение

Сорная примесь в пробе составила 0,7%, вредная примесь не обнаружена, зерновая примесь составила 1,2%, зараженность вредителями не обнаружена. Визуальная оценка показала, что в образцах исследуемого зерна не обнаружено проросшего в поле зерна, отсутствуют посторонние запахи.

Возможность прорастания зерна пшеницы оценивали по семенным свойствам зерна, которые включали показатели – энергия прорастания и жизнеспособности. Также были исследованы физико-химические свойства зерна пшеницы. Результаты анализа представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Физико-химические свойства пшеницы сорта «Рассвет»

Культура	Номер образца	Показатели качества										
		Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Плотность зерновки, кг/м ³	Объем зерновки, мм ³	Влажность, %	Крахмал	Кислотность, град	Протеин, %	Зольность, %	pH	ЧП, с
Пшеница	1	801	38,22	1,19	0,031	12,0	67,4	1,9	12,6	1,6	6,7	349
	2	799	37,69	1,17	0,033	12,0	66,8	1,9	12,8	1,6	6,7	313
	3	802	38,25	1,18	0,032	12,1	66,2	1,8	12,6	1,6	6,7	325
	4	798	37,64	1,18	0,033	12,0	68,0	1,9	12,7	1,6	6,7	337
	Среднее значение	800	37,95	1,18	0,032	12,0	67,1	1,9	12,7	1,6	6,7	331

По результатам физико-химического анализа зерна пшеницы исследуемая пшеница по всем показателям соответствует нормам 2-3 класса.

Таблица 2 – Результаты анализа семенных свойств зерна пшеницы сорта «Рассвет»

Показатели		Пшеница
Жизнеспособность GermPro, %		84±4
Энергия прорастания, %		84±3
Всхожесть, %	нормально проросшие	88±2
	ненормально проросшие	2±3
	Набухшие	2±3
	Загнившие	8±2

По результатам анализа семенных свойств из жизнеспособных зерен пшеницы 80-88 % фактически прорастает 81-87%. Установлено, что у исследуемой пшеницы значение семенных свойств – высокое и является пригодным для проращивания.

На рисунке 1 представлен график изменения физико-химических свойств зерна пшеницы во время проращивания.

Масса 1000 зерен указывает на величину зерна, его крупность и выполненность (степень его налива, созревания). Величина этого показателя оказывает существенное влияние на выход муки [15].

По данным исследований установлено, что с увеличением времени проращивания масса 1000 зерен пшеницы увеличивается, максимальная масса во время проращивания в течение 38 часов достигает 75,8 г.

Влажность зерна – это содержание воды (свободной и частично-связанной) в зерне, выраженное в процентах по отношению к его общей массе, равной сумме всех сухих веществ и воды [4].

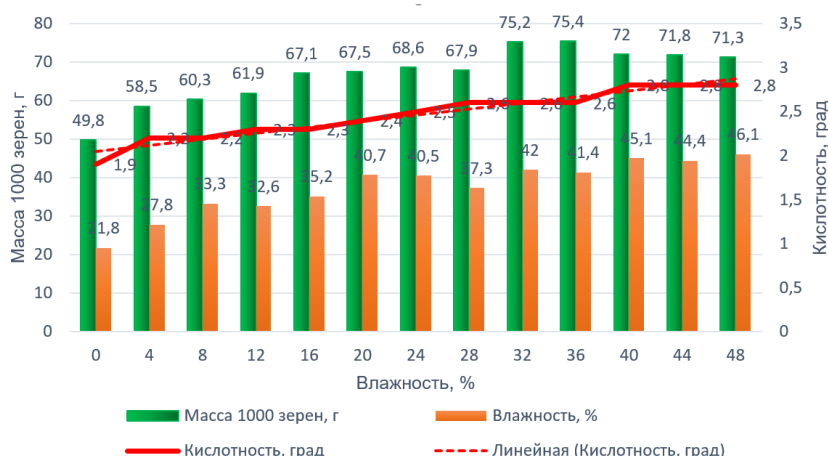


Рисунок 1 – Изменение влажности, кислотности и массы 1000 зерен зерна пшеницы при проращивании

Влажность зерна влияет на технологические процессы переработки пророщенного зерна [2]. На рисунке 1 видно, что влажность зерна пшеницы повышается не систематически, в период с 14 ч до 24 ч проращивания изменение влажности происходит наиболее интенсивно (с 32,2 % до 41,6 %), максимальное значение достигается при 48 часах проращивания и составляет 46,1 %.

Плотность зерна снижается неравномерно с 1,28 г/см³ до 1,21 г/см³.

Объем зерновки, так же, возрастает неравномерно, в периоды с 2 ч до 14 ч и 24 ч до 36 ч проращивания объем интенсивно увеличивается с 0,033 см³ до 0,038 см³ и с 0,032 см³ до 0,037 см³. Максимальное значение объема зерновки наблюдалось при 14 часах проращивания.

Кислотность при проращивании существенно возрастает – с 1,9 градусов до 2,8 градусов кислотности.

Показатель зольности в процессе проращивания зерна пшеницы увеличивается с 1,6 % до 1,9 %, а содержание протеина уменьшается 18,4 %.

На рисунке 2 представлены зерна пшеницы на разных стадиях проращивания.



Рисунок 2 – Промытое, дезинфицированное зерно (1), зерно пшеницы пророщенное в течении 8 ч (2), 16 ч (3), 24 ч (4) и 44 ч (5)

Как видно на рисунке по сравнению исходным зерном органолептические свойства изменились. Цвет зерна стал светлее, объем зерновки и размеры зерен увеличились, запах и вкус по сравнению с исходным зерном стал сладковатым.

Заключение

Изучены физико-химические и семенные свойства зерна пшеницы белорусской селекции. Установлено, что зерно пшеницы обладает высокими значениями энергия прорастания – 81-87%, и может быть рекомендовано для проращивания и получения биологически активного зернового сырья. Получены аналитические зависимости изменений физико-химических свойств во время проращивания. Полученные результаты анализа физико-химических свойств при проращивании зерна пшеницы в период с 1 до 48 ч. показывают о значительном повышении влажности от 21,8 до 46,1 %, объема зерновки и кислотности от 1,9 до 2,8 град. Полученные данные свидетельствуют о перспективном использования зерно пшеницы для дальнейшего исследования и производства биологически активного сырья и его применении в пищевых целях.

Список литературы

1. Вильдфлуш И.Р. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш и др. [Электрон. ресурс]. – 2021. – URL: <https://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/550/1/ecd2253.pdf> (дата обращения: 20.02.2024).
2. Комплексная оценка качества зерна гречихи Белорусской селекции в процессе замачивания и проращивания [Электрон. ресурс] / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, А.С. Барашков, Л.В. Шустова. – 2022. – URL: <https://reader.lanbook.com/journalArticle/722144#1> (дата обращения: 26.02.2024).
3. Бережная О.В. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания / О.В. Бережная, Г.Г. Дубцов, Л.И. Войно // Пищевая промышленность. – 2015. – № 5. – С. 26-29.
4. Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы / Ф.К. Хузин, З.А. Канарская, А.Р. Ивлева, В.М. Гематдинова // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79, № 1. – С. 178-187.
5. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека [Электрон. ресурс]. / Н.И. Мячикова, В.Н. Сорокопудов, О.В. Биньковская, Е.В. Думачева – 2012. – URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2012/5/119.pdf> (дата обращения: 26.02.2024).
6. Влияние использования цельнозерновой муки из пророщенного зерна пшеницы на реологические и микроструктурные свойства теста и хлеба [Электрон. ресурс] / Н. Науменко,

- И. Потороко, И. Калинина et al – 2021. – URL: <https://downloads.hindawi.com/journals/ijfs/2021/7548759.pdf> (дата обращения: 24.02.2024).
7. ГОСТ 13586.3-2015. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб. – Взамен ГОСТ 13586.3-83. Введ. 2016-07-01. – Москва: Стандартинформ. – 2019. – 11 с.
8. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности. – Взамен ГОСТ 13586.5-93. – Введ. 2016-07-01. – Москва: Стандартинформ. – 2019. – 11 с.
9. ГОСТ 10840-2017. Зерн. Метод определения природы. – Взамен ГОСТ 10840-64. – Введ. 2019-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 10 с.
10. ГОСТ 27676-88. Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. – Введен впервые. – Введ. 1990-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 5 с.
11. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. – Взамен ГОСТ 10842-76. – Введ. 1991-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 4 с.
12. ГОСТ 10968-88. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания. – Взамен ГОСТ 10968-72. – Введ. 1988-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 4 с.
13. ГОСТ 10844-74. Зерно. Метод определения кислотности по болтушке. – Взамен ГОСТ 10844-64. – Введ. 1974-12-10. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 3 с.
14. Способ оптимизации проращивания зерна или семян по методу поэтапного воздушноводяного замачивания: пат. 20250 С2. Респ. Беларусь / Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта; заявитель Могил. гос. ун-т прод. – № а 20130033; заявл. 30.06.2013; опубл. 30.08.2016 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 4. – С. 77.
15. Белкина Р.И. Производство продовольственной пшеницы в Северном Зауралье: учебное пособие [Электрон. ресурс] / Р.И. Белкина и др. – 2023. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/339863#27> (дата обращения: 24.02.2024).

References

1. Vil'dflush I.R. Sovremennye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur / I.R. Vil'dflush i dr. [Elektron. resurs]. – 2021. – URL: <https://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/550/1/ecd2253.pdf> (data obrashcheniya: 20.02.2024). (In Russian).
2. Kompleksnaya otsenka kachestva zerna grechikhi Belorusskoi seleksii v protsesse zamachivaniya i prorashchivaniya [Elektron. resurs] / V.A. Sharshunov, E.N. Urbanchik, A.S. Barashkov, L.V. Shustova. – 2022. – URL: <https://reader.lanbook.com/journalArticle/722144#1> (data obrashcheniya: 26.02.2024). (In Russian).
3. Berezhnaya O.V. Prorostki pshenitsy – ingredient dlya produktov pitaniya / O.V. Berezhnaya, G.G. Dubtsov, L.I. Voino // Pishchevaya promyshlennost'. – 2015. – № 5. – S. 26-29. (In Russian).
4. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva khlebobulochnogo izdeliya na osnove izmel'chennogo prorosshego zerna pshenitsy / F.K. Khuzin, Z.A. Kanarskaya, A.R. Ivleva, V.M. Gematdinova // Vestnik VGUI. – 2017. – T. 79, № 1. – S. 178-187. (In Russian).
5. Proroshchennye semena kak istochnik pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv dlya organizma cheloveka [Elektron. resurs]. / N.I. Myachikova, V.N. Sorokopudov, O.V. Bin'kovskaya, E.V. Dumacheva – 2012. – URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2012/5/119.pdf> (data obrashcheniya: 26.02.2024). (In Russian).
6. Vliyaniye ispol'zovaniya tsel'nozernovoi muki iz proroshchennogo zerna pshenitsy na reologicheskie i mikrostrukturnye svoystva testa i khleba [Elektron. resurs] / N. Naumenko, I. Potoroکو, I. Kalinina et al – 2021. – URL: <https://downloads.hindawi.com/journals/ijfs/2021/7548759.pdf> (data obrashcheniya: 24.02.2024). (In Russian).
7. GOST 13586.3-2015. Zerno. Pravila priemki i metody otbora prob. – Vzamen GOST 13586.3-83. Vved. 2016-07-01. – Moskva: Standartinform. – 2019. – 11 s. (In Russian).
8. GOST 13586.5-2015. Zerno. Metod opredeleniya vlazhnosti. – Vzamen GOST 13586.5-93. – Vved. 2016-07-01. – Moskva: Standartinform. – 2019. – 11 s. (In Russian).
9. GOST 10840-2017. Zern. Metod opredeleniya natury. – Vzamen GOST 10840-64. – Vved. 2019-01-01. – Moskva: Standartinform, 2009. – 10 s. (In Russian).
10. GOST 27676-88. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya chisla padeniya. – Vveden v pervyye. – Vved. 1990-07-01. – Moskva: Standartinform, 2009. – 5 s. (In Russian).

11. GOST 10842-89. Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan. – Vzamen GOST 10842-76. – Vved. 1991-07-01. – Moskva: Standartinform, 2009. – 4 s. (In Russian).
12. GOST 10968-88. Zerno. Metody opredeleniya ehnergii prorstaniya i sposobnosti prorstaniya. – Vzamen GOST 10968-72. – Vved. 1988-07-01. – Moskva: Standartinform, 2009. – 4 s. (In Russian).
13. GOST 10844-74. Zerno. Metod opredeleniya kislotnosti po boltushke. – Vzamen GOST 10844-64. – Vved. 1974-12-10. – Moskva: Standartinform, 2009. – 3 s. (In Russian).
14. Sposob optimizatsii prorashchivaniya zerna ili semyan po metodu poehtapnogo vozdushnovodyanogo zamachivaniya: pat. 20250 S2. Resp. Belarus' / E.N. Urbanchik, A.E. Shalyuta; zayavitel' Mogil. gos. un-t prod. – № a 20130033; zayavl. 30.06.2013; opubl. 30.08.2016 // Afitsyiny byul. / Nats. Tsehnter intehlektual. ulasnasti. – 2016. – № 4. – S. 77. (In Russian).
15. Belkina R.I. Proizvodstvo prodovol'stvennoi pshenitsy v Severnom Zaural'e: uchebnoe posobie [Ehlektron. resurs] / R.I. Belkina i dr. – 2023. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/339863#27> (data obrashcheniya: 24.02.2024). (In Russian).

A.O. Бекбусинова^{1*}, Т.А. Байбатыров¹, Т.А. Булеков¹, Е.Н. Урбанчик², С.Т. Жиенбаева³

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, 090009, Қазақстан Республикасы, Орал қаласы, Жәңгір хан көшесі, 51

²Беларусь Мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті, 212027, Беларусь Республикасы, Могилев қаласы, Шмидт даңғылы, 3

³Алматы технологиялық университеті, 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Фуркат к-сі, 348/4

*e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com

БЕЛАРУСЬ СЕЛЕКЦИЯСЫНЫҢ БИДАЙ ДӘНІНІҢ ӨНУ ПРОЦЕСІНДЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІН ЗЕРТТЕУ

Бидай әлемдегі негізгі дәнді дақылдардың бірі ретінде маңызды экономикалық рөл атқарады. Оның өндірісі мен экспорты әлемдік экономикаға айтарлықтай әсер етеді.

Бидай дәнінің негізгі бөлігі көмірсулардан тұрады. Олар негізінен крахмал ретінде кездеседі (48-63 %). Крахмалдан басқа, дәндерде 2-7 % қант (негізінен эмбрионда), сондай-ақ 2-3 % талшық бар. Эмбрион мен алейрон қабатындағы майдың мөлшері 2 % құрайды. 1 кг астықта орта есеппен 1,2 к.бірлік бар.

Мақалада «Рассвет» сортының күздік бидай дәнін кешенді талдаудың зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, зерттелетін бидайдың өміршеңдігі мен өсу энергиясы 84% құрады, демек, бұл бидайдың үлгісі өсіруге жарамды. Өсіру кезінде физика-химиялық қасиеттердің өзгеруіне аналитикалық тәуелділіктер алынды. Алынған нәтижелер 1-ден 48 сағатқа дейін бидай дәнінің өсіру кезінде болатын өзгерістерді талдауға мүмкіндік береді. Алынған деректер өсірілген бидай дәндерін одан әрі зерттеуге және биологиялық белсенді шикізат алуға перспективалы нұсқа болатынына куәландырады.

***Түйін сөздер:** астық, бидай, өсіру, тұндыру, өскен бидай дәні, биологиялық белсенді шикізат.*

A. Bekbusinova^{1*}, T. Baibatyrrov¹, T. Bulekov¹, E. Urbanchik², S. Zhiyenbayeva³

¹West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan, 090009, Republic of Kazakhstan, Uralsk, Zhangir Khan Street, 51

²Belarusian State University of Food and Chemical Technologies 212027, Republic of Belarus, 3 Schmidt Ave., Mogilev,

³Almaty Technological University, 050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Furkata str., 348/4

*e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com

STUDY OF CHANGES IN THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF BELARUSIAN WHEAT GRAIN IN THE GERMINATION PROCESS

Wheat plays an important economic role as one of the main grain crops in the world. Its production and exports have a significant impact on the global economy.

The main part of wheat grain consists of carbohydrates. They are mainly represented by starch (48-63 %). In addition to starch, grains contain 2-7% sugar (mainly in the germ), as well as 2-3 % fiber. The fat content in the embryo and the aleurone layer is 2 %. 1 kg of grain contains an average of 1.2 k units.

The article presents the results of a comprehensive analysis of the grain of winter wheat of the "Dawn" variety. Based on the experimental data obtained, the viability and germination energy of the wheat under study was 84%, which means that this wheat sample is well suited for germination. Analytical dependences of changes in physico-chemical properties during germination are obtained. The results obtained allow us to analyze the changes that occur during the germination of wheat grains in the period from 1 to 48 hours. The data obtained indicate the promising use of wheat grain for further research and production of biologically active raw materials and its use for food purposes.

Key words: grain, wheat, germination, soaking, sprouted wheat grain, biologically active raw materials.

Сведения об авторах

Айдана Орынбасаровна Бекбусинова* – магистрант специальности «Технология перерабатывающих производств»; Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана; Республика Казахстан; e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com.

Торекбек Абелбаевич Байбатыров – кандидат технических наук, ассоциированный профессор высшей школы «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана; Республика Казахстан; e-mail: torebek-18@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7940-626X>.

Тулеген Ахметович Булеков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент высшей школы «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана; Республика Казахстан; e-mail: usxoc.1914@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5975-3232>.

Елена Николаевна Урбанчик – кандидат технических наук, доцент, директор Института повышения квалификации и переподготовки, профессор кафедры «Технология хлебопродуктов»; Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий; Республика Беларусь; e-mail: urbanchik@bgut.by.

Сауле Турганова Жиенбаева – доктор технических наук, доцент, ассоциированный профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств»; Алматинский технологический университет; Республика Казахстан; e-mail: sauleturgan@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2003-8909>.

Авторлар туралы мәліметтер

Айдана Орынбасаровна Бекбусинова* – «Қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» мамандығының магистранты; Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com.

Торекбек Абелбаевич Байбатыров – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиялары» Жоғары мектебінің қауымдастырылған профессоры; Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: torebek-18@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7940-626X>.

Тулеген Ахметович Булеков – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиялары» Жоғары мектебінің доценті; Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті; Қазақстан Республикасы; E-mail: usxoc.1914@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5975-3232>.

Елена Николаевна Урбанчик – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, біліктілікті арттыру және қайта даярлау институтының директоры, «Нан өнімдері технологиясы» кафедрасының профессоры; Беларусь Мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті; Беларусь Республикасы; e-mail: urbanchik@bgut.by.

Сауле Турганова Жиенбаева – техника ғылымдарының докторы, доцент, «Нан өнімдері және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Алматы технологиялық университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: sauleturgan@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2003-8909>.

Information about the authors

Aidana Orynbasarovna Bekbusinova* – Master's degree student in the specialty "Technology of processing industries"; West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan; Republic of Kazakhstan; e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com.

Torebek Abelbaevich Baibaturov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Higher School of Food and Processing Technologies; Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University; Republic of Kazakhstan; e-mail: torebek-18@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7940-626X>.

Tulegen Akhmetovich Bulekov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Higher School of Technology of Food and Processing Industries; West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan; Republic of Kazakhstan; e-mail: uchoc.1914@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5975-3232>.

Elena Nikolaevna Urbanchik – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Advanced Training and Retraining, Professor of the Department "Technology of Bread Products"; Belarusian State University of Food and Chemical Technologies; Republic of Belarus; e-mail: urbanchik@bgut.by.

Saule Turganova Zhienbayeva – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department "Technology of Bread Products and Processing Industries"; Almaty Technological University; Republic of Kazakhstan; e-mail: sauleturgan@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2003-8909>.

Поступила в редакцию 01.03.2024
Поступила после доработки 14.03.2024
Принята к публикации 15.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-34

FTAXA: 65.63



А.Ж. Хастаева^{1*}, Н.Е. Альжаксина², Д.Е. Сағымбаева¹

¹Қазақ технология және бизнес университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Қ.Мұхамедханов к-сі, 37А

²Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты»,

010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Әл-Фараби даңғ., 47

*e-mail: gera_or@mail.ru

СҮТТІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА КАППА-КАЗЕИН ГЕНОТИПІНІҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Сүттің тағамдық қасиеттері оның химиялық құрамына және барлық органикалық заттардың жоғары сіңімділігіне (95-98 %) байланысты. Сүттің құрамына химиялық құрылымы бойынша 200-ден астам күрделі компоненттер кіреді. Сүттің дәмі мен технологиялық қасиеттеріне тікелей әсер ететін негізгі компоненттер - сүт ақуызы, май және лактоза. Тауарлық сүттегі негізгі компоненттердің нақты құрамы жеткілікті кең диапазонда өзгеруі мүмкін: ақуыз – 2,8 - ден 3,6% - ға дейін, май – 2,8 - ден 6% - ға дейін, лактоза – 4,5 - тен 4,8% - ға дейін. Каппа-казеин гендерінің полиморфизмін анықтау және каппа-казеиннің әртүрлі генотиптері бар жануарларда экономикалық пайдалы белгілерді бағалау үшін барлығы 60 сиыр таңдалды, оның ішінде 20 голштин сиыры, 20 алатау сиыры және 20 қара-ала тұқымды сиыр. Каппа-казеин гендерінің полиморфизмін бағалау полимеразды тізбекті реакция (ПТР) талдау әдісімен жүргізілді. Әрі қарай зерттеу үшін каппа-казеин генінің генотиптеу нәтижелері бойынша аналогтар принципіне сәйкес әр топта сиырлардың 3 кіші тобы құрылды. Бірінші топқа каппа-казеин AA генотипі бар сиырлар, екіншісіне АВ генотипі, үшіншісіне ВВ генотипі кірді.

Түйін сөздер: каппа-казеин, полимеразды тізбекті реакция, сүт, сиыр тұқымы.

Кіріспе

Мал шаруашылығына ДНҚ технологияларын енгізу жануарлардың экономикалық пайдалы қасиеттерін бақылауға және болжауға мүмкіндік береді, бұл әр малды одан әрі пайдалануды анықтау үшін аса маңызды [1].

Биотехнологиялық тілде молекулалық маркер геномдағы белгілі бір орынмен байланысты ДНҚ бөлігі болып табылады және оны генетикалық маркер деп те атауға болады; бұл маркер белгісіз ДНҚ пулындағы жартылай ДНҚ тізбегін анықтау үшін қолданылады [2]. 1980 жылдан бастап ДНҚ молекулалық маркерлерінің бірнеше түрі зерттелді, олардың барлығы ауылшаруашылық жануарларының генетикалық әртүрлілігін бағалауда маңызды рөл атқарады [3]. Генетикалық маркер – кез келген көрінетін немесе талданатын фенотипке немесе байқалатын фенотиптік вариацияны бағалауға арналған генетикалық негізге арналған кең термин. Генетикалық маркерлер келесідегідей жіктеледі: көзбен бағаланатын белгілерге (морфологиялық және өнімді белгілер), гендік өнімге негізделген (биохимиялық маркерлер) және ДНҚ талдауына негізделген (молекулалық маркерлер) [4].

Биотехнологияның соңғы жетістіктері ДНҚ деңгейінде көптеген генетикалық полиморфизмдерді ашуға мүмкіндік берді. Нәтижесінде зерттеушілер мен ғалымдарға оларды байқалған фенотиптік вариацияның генетикалық негізін бағалау үшін маркерлер ретінде пайдалануға ұсынылды [5].

Молекулярлық маркерлердің бірегей генетикалық қасиеттері, сондай-ақ әдіснамалық артықшылықтары оларды басқа генетикалық маркерлермен салыстырғанда генетикалық зерттеулер үшін пайдалы және қолайлы етеді [6]. Олардың қолдану аясы кең: шығу тегін анықтау; генетикалық қашықтықты бағалау; егіз зигота мен еркін мартинизмді анықтау; имплантация алдындағы эмбриондардың жынысын анықтау және ауру тасымалдаушыны анықтау; гендік карталау, сондай-ақ маркер арқылы таңдау [7].

Молекулярлық маркерлерді трансгендік селекцияда анықтамалық нүкте ретінде және арнайы трансгендерді тасымалдаушы жануарларды анықтау үшін оңай пайдалануға болады. Осылайша, мал түрлерінің жалпы жақсаруына молекулярлық маркерлерді қолдану айтарлықтай ықпал етеді [8, 9].

Каппа казеин гені (CSN3) сүт ақуызымен және оның коагуляциялық қасиеттерімен байланысты. Аталмыш аллельдердің ең құндысы В аллелі болып табылады, ол ақуыз бен майдың жоғары пайызымен, сондай-ақ ірімшік өндіру үшін оңтайлы қасиеттерімен байланысты. А аллелі негізінен сүттің, майдың және ақуыздың шығымына оң әсер етеді [10, 11]. Авторлар әртүрлі ірі қара мал тұқымдарына жүргізген зерттеулерінде В аллелінен А аллелінің басым болуын сипаттады [12, 13]. Каппа-казеин генінің генотиптерінің тек АА және АВ екі топшасына таралуы туралы деректер бар [14].

М.А. Часовщиковааның зерттеулерінде каппа-казеин генотипі сүттің құрамына, қасиетіне, ірімшіктің құрамына және шығымына әсер ететінін көрсетеді. CSN3 ВВ генотипі сиырларының сүті жоғары құрғақ заттармен, ақуыздармен, қоректік заттардың жақсы арақатынасымен, сондай-ақ сүттің жақсы ұюымен сипатталды, яғни оны ірімшік жасау үшін ең перспективалы шикізат етеді, бұл шикізаттың ірімшік өндіру шығындарын азайтуға және дайын өнімнің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді [15].

О.П. Курак өз зерттеулерінде CSN3 ВВ генотипі бар сиырлардың сүті CSN3 АА генотипі сиырларының сүтімен салыстырғанда сүттегі ақуыздың (0,9% - ға) және лактозаның (0,21% - ға) жоғарылауымен сипатталғанын анықтады [16].

Гончаренко Г.М., Горячева Т.С., Медведева Н.С., Гришина Н.Б., Акулич Е.Г., Кононенко Е.В. симментал сиырларының арасында жүргізген зерттеулерінде олар генотипі ВВ және АВ бар жануарлардың сүтінің дәмдік және ірімшік жасау қасиеттерінің ең жақсы екенін анықтады. Мұндай сиырлардың 1 кг ірімшік алу үшін арналған сүт шығыны сәйкесінше 9,04 және 9,1 кг құрайды, бұл АА генотипті нұсқаға қарағанда 1,26 және 1,20 кг немесе 12,3 және 11,7%-ға төмен [17].

Зерттеу шарттары мен әдістері

CSN3 генін генотиптеу үшін ПТР әдісі арқылы каппа-казеин геніндегі полиморфизмді анықтау Қазақстан-Жапон инновациялық орталығының «Жасыл биотехнология және жасушалық инженерия» зертханасының қызметкерлерімен бірлесіп жүргізілді. Зерттеу жүргізу және каппа-казеин генін бағалау үшін тәжірибелік жануарлардан қан үлгілері алынды және ДНҚ үлгілері бөлініп алынды. ДНҚ экстракциясы өндірушінің нұсқауларына сәйкес Pure Link

Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific, АҚШ) арқылы жүзеге асырылды. Күшейту Master Cycler Nexus анықтау циклінің көмегімен жүзеге асырылды (Eppendorf AG, Германия). ПТР қоспасы келесі құрамда пайдаланылды: зерттелетін геннің аймағын күшейту үшін праймер жұбы, нуклеозидтрифосфаттардың қоспасы (2/5 мМ), магний хлориді (25 мМ), ПТР үшін 10 еселік буфер, Тақ полимераза [18, 19]. CSN3 генінің фрагменттерін күшейту үшін [20] олигонуклеотидтердің келесі жұптары пайдаланылды:

- алға праймер 5'-ATAGCCAAATATATCCCAATTCAGT-3';
- кері праймер 5'-TTTATTAATAAGTCCATGAATCTTG-3.

Осы праймерлермен амплификаттау келесі бағдарлама бойынша жүргізілді: CSN3 генінің фрагменті үшін бірінші цикл 95°C, 5 мин; кейінгі 35 цикл: денатурация – 95°C температурада 30 с, күйдіру – 63°C температурада 50 с, синтез – 72°C температурада 30 с; ұзарту – 72°C температурада 5 мин. Алынған ампликондар өндірушінің ұсыныстарына сәйкес рестриктаза ферменттеріне – Hinf I (CSN3 гені) шектеу ферменттеріне ұшырады. Рестрикциядан кейін ампликон фрагменттері 2,5% агарозды геледе көлденең электрофорезге ұшырады. Фрагменттерді бояу және визуализациялау үшін электрофорезден кейін агарозды гелдер 0,005% этидий бромиді ерітіндісінде 15 минут бойы ұсталды және GelDoc жүйесі (Bio-Rad, АҚШ) арқылы түсірілді. Фрагменттердің молекулалық салмақтары ампликон фрагменттерімен параллель орындалатын молекулалық салмақ стандарттарының «баспалдақтары» арқылы анықталды.

Харди-Вайнберг заңы бойынша зерттелетін популяциядағы генотип жиіліктерінің күтілетін нәтижелері есептелді [21].

Зерттеу нәтижелері және талқылау

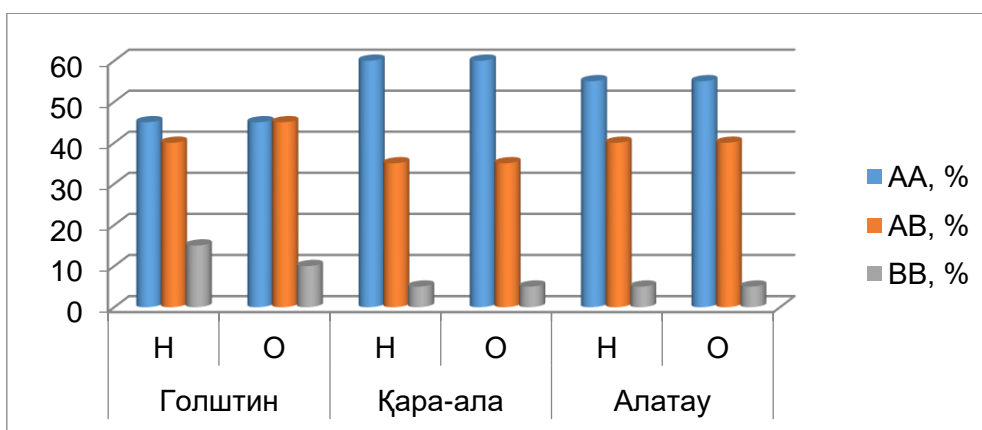
1-кестеге сәйкес зерттелген үлгілерде каппа казеинінің AA, AB және BB үш генотипінің болуын көрсетті. Голштин тұқымдас сиырларда A аллелінің пайда болу жиілігі 0,65, ал B аллелі 0,35 болды. AA генотипі үшін пайда болу жиілігі 45%, AB үшін – 40% және BB – 15% құрады. Ал қара-ала тұқымды жануарларда A аллелінің пайда болу жиілігі 0,78, ал B аллелі 0,22 болды. AA генотипі үшін пайда болу жиілігі 60%, AB үшін – 35% және BB – 5% құрады. Ал Алатау тұқымды сиырларда A аллелінің кездесу жиілігі 0,75, ал B аллелі 0,25 болды. AA генотипі үшін пайда болу жиілігі 55%, AB үшін – 40% және BB – 5% құрады. Барлық үш тұқымның сиырларында каппа-казеин генінің AA, AB және BB генотиптері мен аллельдерінің кездесу жиілігі 1-кестеде барынша анық көрсетілген.

1 кесте – Зерттелген сиырлардағы каппа-казеин генінің генотиптері мен аллельдерінің кездесу жиілігі

Сиыр тұқымы	n	Генотип жиілігі						Аллель жиілігі		
		AA		AB		BB		A	B	
		n	%	n	%	n	%			
Голштин	H	20	9	45	8	40	3	15	0.65	0.35
	O		9	45	9	45	2	10		
Қара-ала	H	20	12	60	7	35	1	5	0.78	0.22
	O		12	60	7	35	1	5		
Алатау	H	20	11	55	8	40	1	5	0.75	0.25
	O		11	55	8	40	1	5		

Жалпы алғанда, голштин сиырларында генотиптердің күтілетін жиілігі BB аллельдерінің генотипі бақыланатын шамаларға қарағанда 5%-ға төмен, AB генотипі бақыланатын шамаларға қарағанда жоғары және AA генотиптері бірдей. Қара-ала және Алатау тұқымдарының сиырларында күтілетін және байқалатын AA, AB және BB генотиптерінің кездесу жиілігі бірдей болды (1 сурет).

Сиыр сүтінің физика-химиялық құрамына каппа-казеин генотипінің әсерін зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, каппа-казеиннің BB генотипі бар Алатау тұқымды сиырлары AB генотипі бар сиырлардан жоғары деп айтуға болады. Және май мөлшері бойынша AA 0,11% және 0,24%, ақуыз 0,06% және 0,20% (2-кесте).



1 сурет – Зерттеліп отырған әр түрлі тұқымды сиырлардағы каппа-казеин генотиптерінің жиілігінің таралуы

Н – генотиптердің байқалатын таралуы; О – генотиптердің күтілетін таралуы

2 кесте – Каппа-казеиннің әртүрлі генотиптері бар зерттелетін сиырлар сүтінің физика-химиялық көрсеткіштері.

Каппа-казеин генотипі	Голштин		Қара-ала		Алатау	
	Май, %	Ақуыз, %	Май, %	Ақуыз, %	Май, %	Ақуыз, %
AA	3.90	3.21	3.87	3.28	3.97	3.21
AB	4.20	3.35	3.99	3.33	4.10	3.35
BB	4.50	3.46	4.10	3.39	4.21	3.41
BB-AB	0.30	0.11	0.11	0.06	0.11	0.06
BB-AA	0.60	0.25	0.23	0.11	0.24	0.20

Демек, геномында каппа-казеин генінің В аллелі бар жануарлар сүттің физика-химиялық көрсеткіштері бойынша басқа генотиптермен аналогтардан айтарлықтай жоғары.

Қорытынды

Сүт – бүкіл әлемде ең көп тұтынылатын тағамдардың бірі. Сүттің құрамы көптеген микробөлшектерден тұратын көпкомпонентті полидисперсті жүйе. Жұмыс аясында сиыр сүтінің физика-химиялық құрамына каппа-казеин генотипінің әсері бойынша зерттеулер жүргізілді. 2-кестеде келтірілген деректер каппа-казеинің BB генотипі бар голштиндік жануарлардың AB және AA генотиптері бар сиырлардан майлылығы бойынша 0,3% және 0,6%, ақуыз 0,11% және 0,25% артықшылығын көрсетеді. Алынған деректер каппа-казеиннің BB генотипі бар қара-ала тұқымды малдардың майлылығы бойынша AB және AA генотипті сиырлардан 0,11% және 0,23%, ақуыз 0,06% және 0,11% артықшылығын көрсетеді. Алынған нәтижелерді пайдалана отырып, сүт құрылымын толығырақ зерттеуге көмектесетін қосымша зерттеулер жүргізуге болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Effect of DNA polymorphisms related to fatty acid composition in adipose tissue of Holstein cattle / T. Narukami, S. Sasazaki, K. Oyama et al // Animal Science Journal. – 2011. – Vol. 82(3). – P. 406-411.
2. Chauhan, T. Molecular markers and their applications in fisheries and aquaculture / T. Chauhan, K. Rajiv // Advances in Bioscience and Biotechnology. – 2010. – № 1(4). – P. 281-291.
3. Yang, L. Molecular cloning and development of RAPD-SCAR markers for Dimocarpus Longan variety authentication / L. Yang, S. Fu, M.A. Khan // SpringerPlus. – 2013. – № 2. – P. 1-8.
4. Teneva A. Application of molecular markers in livestock improvement / A. Teneva, M.P. Petrovic, // Biotechnology in Animal Husbandry. – 2010. – № 26. – P. 135-154.
5. Yadav B.R. One Day Symposium on Emerging DNA Technologies for the Next Millenium / B.R. Yadav, A. Mitra // CCMB/CDFD, Hyderabad, 23 February, Abstract. – 1999. – 9 p.
6. Naqvi A.N. Application of molecular genetic technologies in livestock production / A.N. Naqvi // AdvBiolRes. – 2007. – № 1. – P. 72-84.

7. Molecular marker assisted selection for disease resistance breeds of cattle / R. Deb, U. Singh, S. Kumar, et al // *Agriculture Research Updates*. vol. 4. Hauppauge, NY: Nova Academy Publishing; – 2012. – Vol. 4, № 4. – P. 153-166.
8. Molecular markers and their application in livestock improvement / A. Mitra, R. Yadav, A. NazirGanai et al // *NSIF Proceedings*. – 1999. – № 2. – P. 56-59.
9. Erhardt G. Use of molecular markers for evaluation of genetic diversity and in animal production / G. Erhardt, C. Weimann // *ArchLatinoamProdAnim*. – 2007. – № 15. – P. 63-66.
10. Калашникова Л.А. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров холмогорской породы / Л.А. Калашникова, В.Г. Труфанов // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2006. – № 4. – С. 43-44.
11. Полиморфизм гена каппа-казеина в стадах крупно рогатого скота Республики Татарстан / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Л.Р. Загидуллин et al // *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана*. – 2016. – Т. 255, № 1. – С. 148-151.
12. Оценка аллельного и генотипического разнообразия крупного рогатого скота Якутии по генам молочности / Н.И. Павлова, Н.П. Филиппова, Х.А. Куртанов, Л.П. Корякина // *Наука и образование*. – 2016. – № 3. – С. 122-127.
13. Khaizaran, Z. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism / Z. Khaizaran, F. Al-Razem // *Journal of Cell and Animal Biology*. – 2014. – Vol. 8, № 5. – P. 74-85.
14. Полиморфизм генов молочной продуктивности в популяции крупного рогатого скота Республики Беларусь / О.А. Епишко, Л.А. Танана, В.В. Пешко, Р.В. Трахимчик // УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Республика Беларусь. – Гродно, 2010. – С. 194-201.
15. Часовщикова М.А. Влияние гена каппа-казеина на технологические качества молока, состав и выход сыра / М.А. Часовщикова // *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. – Тюмень, 2013. – № 3(22). – С. 30-33.
16. Курак О.П. Физико-химические свойства молока коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами по локусу гена каппа-казеина / О.П. Курак // *Зоотехническая наука Беларуси*. – Жодино, 2010. – Т. 45, № 1. – С. 91-96.
17. Полиморфизм гена к-казеина и сыродельческие признаки молока коров симментальской породы / Г.М. Гончаренко, Т.С. Горячева, Н.С. Медведева и др. // *Достижения науки и техники АПК*. – М., 2013. – № 10. – С. 45-46.
18. Овсяников А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсяников. – М.: Колос, 1976. – 303 с.
19. Дунин И.М. Проведение научных исследований в скотоводстве: Методические рекомендации / И.М. Дунин, Д.Б. Переверзев, А.Г. Козанков– М., 2000. – 80 с.
20. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных / Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко и др. // *Лесные Поляны: ВНИИплем*, 1999. – 148 с.
21. Петухов В.Л. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики / В.Л. Петухов, А.И. Жигачев, Г.А. Назарова – М.: Агропромиздат, 1985. – 369 с.

References

1. Effect of DNA polymorphisms related to fatty acid composition in adipose tissue of Holstein cattle / T. Narukami, S. Sasazaki, K. Oyama et al // *Animal Science Journal*. – 2011. – Vol. 82(3). – P. 406-411. (In English).
2. Chauhan, T. Molecular markers and their applications in fisheries and aquaculture / T. Chauhan, K. Rajiv // *Advances in Bioscience and Biotechnology*. – 2010. – № 1(4). – P. 281-291. (In English).
3. Yang, L. Molecular cloning and development of RAPD-SCAR markers for Dimocarpus Longan variety authentication / L. Yang, S. Fu, M.A. Khan // *SpringerPlus*. – 2013. – № 2. – P. 1-8. (In English).
4. Teneva A. Application of molecular markers in livestock improvement / A. Teneva, M.P. Petrovic, // *Biotechnology in Animal Husbandry*. – 2010. – № 26. – P. 135-154. (In English).
5. Yadav B.R. One Day Symposium on Emerging DNA Technologies for the Next Millenium / B.R. Yadav, A. Mitra // *CCMB/CDFD, Hyderabad, 23 February, Abstract*. – 1999. – 9 p. (In English).

6. Naqvi A.N. Application of molecular genetic technologies in livestock production / A.N. Naqvi // AdvBiolRes. – 2007. – № 1. – P. 72-84. (In English).
7. Molecular marker assisted selection for disease resistance breeds of cattle / R. Deb, U. Singh, S. Kumar, et al // Agriculture Research Updates. vol. 4. Hauppauge, NY: Nova Academy Publishing; – 2012. – Vol. 4, № 4. – P. 153-166. (In English).
8. Molecular markers and their application in livestock improvement / A. Mitra, R. Yadav, A. NazirGanai et al // NSIF Proceedings. – 1999. – № 2. – P. 56-59. (In English).
9. Erhardt G. Use of molecular markers for evaluation of genetic diversity and in animal production / G. Erhardt, C. Weimann // ArchLatinoamProdAnim. – 2007. – № 15. – P. 63-66. (In English).
10. Kalashnikova L.A. Vliyanie genotipa kappa-kazeina na molochnyuyu produktivnost' i tekhnologicheskie svoystva moloka korov kholmogroskoi porody / L.A. Kalashnikova, V.G. Trufanov // Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. – 2006. – № 4. – S. 43-44. (In Russian).
11. Polimorfizm gena kappa-kazeina v stadakh krupno rogatogo skota Respubliki Tatarstan / S.V. Tyul'kin, T.M. Akhmetov, L.R. Zagidullin et al // Uchenye zapiski KGAVM im. N.EH. Bauman. – 2016. – T. 255, № 1. – S. 148-151. (In Russian).
12. Otsenka allel'nogo i genotipicheskogo raznoobraziya krupnogo rogatogo skota Yakutii po genam molochnosti / N.I. Pavlova, N.P. Filippova, KH.A. Kurtanov, L.P. Koryakina // Nauka i obrazovanie. – 2016. – № 3. – S. 122-127. (In Russian).
13. Khaizaran, Z. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism / Z. Khaizaran, F. Al-Razem // Journal of Cell and Animal Biology. – 2014. – Vol. 8, № 5. – P. 74-85. (In English).
14. Polimorfizm genov molochnoi produktivnosti v populyatsii krupnogo rogatogo skota Respubliki Belarus' / O.A. Epishko, L.A. Tanana, V.V. Peshko, R.V. Trakhimchik // UO «Grodenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet». – Respublika Belarus'. – Grodno, 2010. – S. 194-201. (In Russian).
15. Chasovshchikova M.A. Vliyanie gena kappa-kazeina na tekhnologicheskie kachestva moloka, sostav i vykhod syra / M.A. Chasovshchikova // Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya. – Tyumen', 2013. – № 3(22). – S. 30-33. (In Russian).
16. Kurak O.P. Fiziko-khimicheskie svoystva moloka korov belorusskoi cherno-pestroi porody s razlichnymi genotipami po lokusu gena kappa-kazeina / O.P. Kurak // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. – Zhodino, 2010. – T. 45, № 1. – S. 91-96. (In Russian).
17. Polimorfizm gena k-kazeina i syrodel'cheskie priznaki moloka korov simmental'skoi porody / G.M. Goncharenko, T.S. Goryacheva, N.S. Medvedeva i dr. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – M., 2013. – № 10. – S. 45-46. (In Russian).
18. Ovsyanikov A.I. Osnovy opytного dela v zhivotnovodstve / A.I. Ovsyanikov. – M.: Kolos, 1976. – 303 s. (In Russian).
19. Dunin I.M. Provedenie nauchnykh issledovaniy v skotovodstve: Metodicheskie rekomendatsii / I.M. Dunin, D.B. Pereverzev, A.G. KozankoV– M., 2000. – 80 s. (In Russian).
20. DNK-tekhnologii otsenki sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh / L.A. Kalashnikova, I.M. Dunin, V.I. Glazko i dr. // Lesnye Polyany: VNIIPlem, 1999. – 148 s. (In Russian).
21. Petukhov V.L. Veterinarnaya genetika s osnovami variatsionnoi statistiki / V.L. Petukhov, A.I. Zhigachev, G.A. Nazarova – M.: Agropromizdat, 1985. – 369 s. (In Russian).

А.Ж. Хастаева^{1*}, Н.Е. Альжаксина², Д.Е. Сагымбаева¹

¹Казахский университет технологии и бизнеса,

010000, Республика Казахстан, г.Астана, ул. К. Мухамедханова, 37А

²Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»,

010000, Республика Казахстан, Астана, пр. Аль-Фараби, 47

*e-mail: gera_or@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА КАППА-КАЗЕИНА НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ МОЛОКА

Питательные свойства молока обусловлены его химическим составом и высокой степенью переваримости (на 95-98%) всех органических веществ. В состав молока входит более 200 сложных по химической структуре компонентов, многие из которых природа не

повторила ни в одном из продуктов. Основными составляющими компонентами, непосредственно влияющими на вкусовые качества и технологические свойства молока, являются молочный белок, жир и лактоза. Фактическое содержание основных компонентов в товарном молоке может колебаться в достаточно широких диапазонах: белка – от 2,8 до 3,6 %, жира – от 2,8 до 6%, лактозы – от 4,5 до 4,8%. Для определения полиморфизма генов каппа-казеина и оценки хозяйственно-полезных признаков у животных с разными генотипами каппа-казеина, было отобрано всего 60 коров, из них 20 коров голштинской, 20 коров алатауской и 20 коров черно-пестрой породы. Оценку полиморфизма генов каппа-казеина проводили методом ПЦР анализа. Для дальнейшего исследования согласно принципу аналогов по результатам генотипирования по гену каппа-казеина были сформированы в каждой группе по 3 подгруппы коров. В первую группу были включены коровы с генотипом каппа-казеина AA, во вторую – генотипом AB, в третью – генотипом BB.

Ключевые слова: каппа-казеин, полимеразная цепная реакция, молоко, порода.

A.Zh. Khastayeva^{1*}, N.Ye. Alzhaxina², D.E. Sagymbaeva¹

¹Kazakh University of Technology and Business,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, 37A Kayym Mukhamedkhanov Street
²Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry»,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Al-Farabi Ave., 47

*e-mail: gera_or@mail.ru

THE INFLUENCE OF THE KAPPA-CASEIN GENOTYPE ON THE NUTRITIONAL VALUE OF MILK

The nutritional property of milk depends on its chemical composition and a high degree of digestibility (95-98%) of all organic substances. The composition of milk includes more than 200 components that are complex in chemical structure, many of which nature has not repeated in any other products. Milk protein, fat and lactose are the main components that directly affect the taste and technological properties of milk. The actual content of the main components in commercial milk can vary in wide ranges: protein from 2.8 to 3.6%, fat from 2.8 to 6%, lactose from 4.5 to 4.8%. To determine the polymorphism of kappa-casein genes and evaluate economically useful traits in animals with different genotypes of kappa-casein, only 60 cows were selected, including 20 Holstein cows, 20 Alatau cows and 20 black-and-white cows. The polymorphism of kappa-casein genes was evaluated by PCR analysis. For further research, 3 subgroups of cows were formed in each group according to the principle of analogues, the results of genotyping and kappa-casein gene. The first group included cows with the AA kappa-casein genotype, the second – the AB genotype, and the third – the BB genotype.

Key words: kappa-casein, polymerase chain reaction, milk, breed.

Авторлар туралы мәліметтер

Айгерим Жанузаковна Хастаева – PhD, «Технология және стандарттау» кафедрасының қауым.профессоры; Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gera_or@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2679-0210>.

Назым Ерболовна Альжаксина – PhD, Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институтының директорының қ.а., Қазақстан Республикасы; e-mail: alzhaxina@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-0940>.

Диана Ержанқызы Сағымбаева – 3 курс студенті, Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: sagymbaevadiana20@gmail.com.

Сведения об авторах

Айгерим Жанузаковна Хастаева – PhD, асс.профессор кафедры «Технология и стандартизация»; Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан; e-mail: gera_or@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2679-0210>.

Назым Ерболовна Альжаксина – PhD, и.о. директора Астанинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой

промышленности», Республика Казахстан, e-mail: alzhaxina@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-0940>.

Диана Ержановна Сагымбаева – студентка 3 курса, Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан; e-mail: sagymbaevadiana20@gmail.com.

Information about the authors

Aigerim Khastayeva – PhD, ass.Professor of the Department of Technology and Standardization; Kazakh University of Technology and Business; Republic of Kazakhstan; e-mail: gera_or@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2679-0210>.

Nazym Alzhaxina – PhD, Director of the Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», Republic of Kazakhstan; e-mail: alzhaxina@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-0940>.

Diana Erzhanqyzy Sagymbaeva – 3rd year student, Kazakh University of Technology and Business; Republic of Kazakhstan; e-mail: sagymbaevadiana20@gmail.com.

Редакцияға енуі 14.01.2024

Өңдеуден кейін түсуі 15.03.2024

Жариялауға қабылданды 18.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-35

MPHTI: 65.59.29



Д.Р. Орынбеков, К.Ж. Амирханов, Б.К. Асенова, Г.Н. Нұрымхан, Н.Р. Муслимова*

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

*e-mail: muslimova.n.r@mail.ru

ТӨМЕНГІ СОРТТЫ ЕТТІ ФЕРМЕНТТІК ПРЕПАРАТТАРМЕН BIOTEХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ

Аңдатпа: Ет өнеркәсібінде шикізатты өңдеудің биотехнологиялық әдістері озық технологияларды құрумен тығыз байланысты. Отандық және әлемдік тәжірибе жетілу процесстерін жеделдету және жартылай фабрикаттардың сапасын арттыру үшін ет өнеркәсібінде ферменттерді қолданудың тиімділігін көрсетеді. Технологиялық процесстерді интенсификациялау, дайын өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру мақсатында төменгі сортты ет шикізатын өңдеу процесінде ферментті препараттар қолданылады. Қазіргі уақытта фитозин, папаин, бромелин және т.б өсімдік тектес ферментті препараттар кеңінен қолданылады. Етті ферменттермен өңдеу оның консистенциясын жақсартады, күрделі және қатты біріктіргіш бұлшықет талшықтары мен дәнекер тінінің құрылымын жұмсартады; өнімнің сіңімділік дәрежесін арттыруға көмектеседі; дәмін, иісі мен түсін жақсартады және еттің жетілу процесін жылдамдатады[1].

Ферменттермен өңдеу тамақ өндірісінде қолданылатын дәстүрлі және жаңа технологиялық процесстердің бірі болып табылады. Ауыл шаруашылығы жануарларының бұлшық еттері жасушаішілік ферменттердің төмен концентрациясымен сипатталады. Ұшаның кейбір анатомиялық бөліктері дәнекер тінінің көп болуымен ерекшеленеді. Бұл мұндай еттің қаттылығына және оның баяу жетілуіне алып келеді. Қалыпты жағдайда сиыр еті 2-4°C температурада 10-14 күн тұрғаннан кейін жетіледі. Ферменттермен өңдегеннен кейін ет шикізаты 1-2 күнде жетіледі. Сиыр етін сақтаудың негізгі мақсаты – бұлшық ет талшығының құрылымын бұзу және еттің табиғи дәмін жақсарту [2].

Төменгі сортты ет шикізатын өсімдік тектес ферменттермен өңдеу ет ұшасының қатты бөліктерін: арқты аяқ, иық бөліктерін және кеуде тұстарын толығымен өндірісте қолдануға мүмкіндік береді. Етті өсімдік тектес ферменттік препаратпен өңдеу тиімді жұмсарту әсерін қамтамасыз ететін елеулі деструктивтік өзгерістерге әкеледі және физикалық-химиялық және функционалдық-технологиялық қасиеттерінің жақсаруына

сәйкес келеді[3].

Ферменттік препараттарды қолдану шикізаттың нәзіктігіне, шырындылығына, тағамдық құндылығына, суды байланыстыру және суды ұстау қабілетінің қажетті деңгейін қалыптастыруға оң әсер етеді және өсімдік тектес фермент және ферменттік препарат бұлшықет тінінің компоненттеріне мақсатты әсер етуімен органолептикалық қасиеттерін жақсартады[4].

Түйін сөздер: биотехнологиялық өңдеу әдістері, ферменттік препарат, тағамдық құндылығы, биологиялық құндылығы, функционалдық және технологиялық қасиеттері, коллаген, төменгі сортты ет, бұлшықет талшықтары.

Кіріспе

Төменгі сортты ет шикізатының бұлшықет талшықтарын жұмсарту үшін ферменттерді қолдану ақуыз ресурстарын ұтымды пайдалануға және коллаген ақуыздарының құрамын көбейту арқылы биологиялық құндылықты арттыруға мүмкіндік береді. Өсімдік тектес ферменттік препараттармен өңдеудің арқасында ет шикізатының сапалық көрсеткіштері жоғарылайды, өнімнің негізгі компоненттерінің қарқынды сіңуін жеңілдетеді [1].

Физика-химиялық әдістермен салыстырғанда ферментативтік модификацияның артықшылығы өнімнің биологиялық құндылығы мен сіңімділігін арттыру, қасиеттерді мақсатты реттеу мүмкіндігімен тікелей байланысты. Ферменттік препараттар саркоплазмалық (суда еритін), миофибриллярлық (сілтіде еритін) және дәнекер тіндік ақуыздарға (сілтіде еритін) әсер етуімен ерекшеленеді [8]. Ет өнімдерін өндіру технологиясында ферменттік препараттарды қолдану технологиялық процесті интенсификациялауға және төменгі сортты шикізатты пайдалануға мүмкіндік береді [9]. Ақуыздардың протеолизі, әртүрлі молекулалық массадағы полипептидтердің және бос амин қышқылдарының түзілуі препараттың түрі мен концентрациясына, сонымен қатар жетілудің технологиялық көрсеткіштеріне байланысты [10].

Бастапқы өңдеу тобы ретінде микроорганизмдерді таңдаудың басым критерийі ет өнімдерін өндіру технологиясын интенсификациялау жағдайында микроорганизмнің дайын өнімнің дәмі мен хош иісті қасиеттеріне оң әсер ету дәрежесі болып табылады. Жиі қолданылатын хош иістендіргіштер ретінде сүт қышқылды бактерияларының штаммдары болды [7].

Ет өнімдерін өндіруде қолданылатын микроорганизмдердің негізгі топтарына, ең алдымен, сүт қышқылды бифидобактериялар және ферменттер кіреді [11].

Ферментпен өңделген ет өнімдерін өндіру үшін ең үлкен қауіп- *Escherichia coli* және *Staphylococcus aureus* микроорганизмдері, өйткені бүкіл өндіріс барысында тосқауыл көрсеткіштерінің мәндері (температура, рН, a_w) осы микроорганизмдердің өсуін тежеу үшін қажетті мәнге жетпейді. Әдебиеттерге сәйкес, бұл мәселені пробиотикалық микроорганизмдерді қолдану арқылы шешуге болады. *Aspergillus terricola* саңырауқұлақтарынан алынған ферменттік препараттар өнімдердің сапасын жақсартады және 750 мг/л-ден аспайтын мөлшерде төменгі ет сорттарынан жасалған жартылай фабрикаттарды жұмсартуға жақсы әсер етеді [4].

Ет өнеркәсібінде ферменттік препараттарды қолдану технологиялық процестерді интенсификациялауға, дайын өнімнің сапасын жақсартуға және салқындатылған шикізаттың сақтау мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді [13].

Зерттеу нысаны ретінде төменгі сортты ет шикізатының дәнекер тінін жұмсарту үшін «Фитозин» өсімдік ферменті және өнімнің сапасын жақсарту үшін *Aspergillus terricola* ферменттік препараты таңдалды. Ферменттік препараттың түрі мен мөлшері ет және ет жүйелерінің әртүрлі ақуыздарына әсер ету дәрежесі бойынша таңдалды [5].

Тәжірибе үшін ферменттік препаратты қолдану бірқатар себептермен түсіндіріледі: бұл мүлдем қауіпсіз өнім, өйткені ол өсімдіктерде синтезделеді, бұлшықет талшықтарын белсендіреді, өнімнің рН мәнін реттеуге көмектеседі, еттің жетілу уақытын қысқартады және күшті бактерицидтік әсері етеді [14]. Ферменттік препарат ерітіндісімен өңделген шикі еттің рН көрсеткіші 4,0-5,4 диапазонында болады, соның нәтижесінде патогендік микрофлораның дамуын тежейтін «қорғаныш қабаты» пайда болады. *Aspergillus terricola* саңырауқұлағынан алынған ферменттік препарат ауыр металдарды байланыстыруға және оларды денеден біртіндеп шығаруға көмектеседі. Ферменттік препарат енгізілген ақуыз массасы құнды ақуыздарға, минералдарға бай және құрамында май жоқ. Жартылай фабрикатқа ақуыздық

масса қосқанда дайын өнімнің жұмсақтығы, шырындылығы артып, жағымды дәм мен хош иіс пайда болады [15].

Төменгі сортты ет ферменттік препаратпен өңделгеннен кейін, МЕСТ 32951-2014 талаптарына сәйкес жартылай ет фабрикаттарын-котлеттерді өндіру үшін пайдаланылды. Бақылау үлгілері ферменттік препаратпен өңделмеген еттен дайындалды.

Зерттеу әдістері

Көрсеткіштерді анықтау алынған өнімнің сапасына негізделіп отырып таңдалды. Жұмыста келесі әдістер қолданылды:

- бес балдық шкала бойынша органолептикалық көрсеткіштерді анықтау;
- физика-химиялық көрсеткіштерді анықтау;
- микробиологиялық көрсеткіштерді анықтау.

Дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіші бес балдық шкала бойынша дегустациялық комиссиямен бағаланды. Органолептикалық бағалау кезінде өнімнің негізгі сапа көрсеткіштерінің (сыртқы түрі, көлденең қимасы, иісі, дәмі, консистенциясы) стандарт талаптарына сәйкестігі анықталды.

Физика-химиялық көрсеткіштерді анықтау

Ылғалдың массалық үлесі МЕСТ 33319-2015 бойынша анықталды. 0,001 г дәлдікпен алынған салмағы 2-3 г болатын екі мәрте ұсақтаудан өткен өнімнің үлгісі пеште 105°C температурада бір сағат бойы шыны таяқшасы бар металл бөтелкеде кептірілді.

МЕСТ 9793-74 және МЕСТ Р 51479-99 сәйкес ылғалдылық (1) формула бойынша есептелді:

$$X_1 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - m) \quad (1)$$

мұнда X_1 – ылғал мөлшері, %;

m_1 – кептіруге дейінгі бөтелкедегі үлгінің салмағы, г;

m_2 – кептіруден кейінгі бөтелкедегі үлгінің салмағы, г;

m – бюкса массасы, г.

Ақуыздың құрамын анықтау автоматтандырылған жану пеші мен дистилляциялық аппаратты қолдану арқылы DK6, UDK129 аспаптарының көмегімен Кьельдал әдісімен жүргізілді. Ақуызды анықтау МЕСТ 25011-2017 бойынша жүргізілді. Ақуызды анықтау әдісі классикалық Кьельдал әдісіне негізделген, автоматтандырылған жану пеші мен DK6, UDK129 аспаптарын пайдаланады.

Майдың құрамын анықтау МЕСТ 23042-2015 бойынша анықталды.

Жалпы күлдің массалық үлесін анықтау МЕСТ 31127-2012 бойынша анықталды.

pH мәні ҚР СТ ИСО 2917-2009 бойынша потенциометриялық әдіспен анықталды.

Микробиологиялық көрсеткіштер. Микробиологиялық зерттеулер ҚР СТ МЕСТ Р 51448-2010 бойынша жүргізілді. Ет және ет өнімдері. Микробиологиялық зерттеулерге үлгіні дайындау әдістері. Ұзақ сақталатын өнімдердің микрофлорасын зерттеу кезінде классикалық микробиологиялық әдістер қолданылды. МЕСТ 10444.15-94 бойынша мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдердің саны; МЕСТ 31747-2012 бойынша ішек таяқшасы тобындағы бактериялар (таяқшалар); Зең, КТБ/г МЕСТ 10444.12-2013 [3] бойынша.

Зерттеу нәтижелері

Дайын өнімде келесі көрсеткіштер анықталды:

– органолептикалық (сыртқы түрі, иісі, түсі) – сипаттау әдісі бойынша;

– физика-химиялық (ақуыздың, майдың, ас тұзының массалық үлесі) – стандартты әдістер бойынша;

– микробиологиялық көрсеткіш (осы санаттағы өнімдерге ТР КО 034/2013 талаптарымен белгіленген) – жалпы қабылданған әдістер бойынша.

Дайындалған котлеттердің органолептикалық көрсеткіштері сипаттамалық әдіспен анықталды, нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Көрсетілген зерттеулер жартылай фабрикаттардың құрамына 5% ферменттік препаратпен өңделген ақуызды-майлы эмульсияны енгізу өнімнің тығыздығын, шырындылығын және жұмсақтығын арттыруға, консистенцияны жақсартуға көмектесетінін көрсетеді.

Кесте 1 – Органолептикалық көрсеткіштер

Көрсеткіш	Сипаттамасы	
	Бақылау үлгісі	Сынама үлгісі
Сыртқы түрі	Котлеттердің пішіні сопақша, беті тегіс, кедір-бұдыр жиіктері жоқ. Кескенде ет турамасы біркелкі, жақсы араласқан, белгіленген нормаға сай болып келді.	
Иісі	Шикізаттың сыртқы түрі жақсы, барлық талапқа сай болды.	
	Термиялық өңдеуден кейін дәмдеуіштердің жағымды хош иісі бар иіс өнімге тән Еттің иісі айқын, дәмі жағымды.	Термиялық өңдеуден кейін дәмдеуіштердің жағымды хош иісі бар иіс өнімге тән. Дәмі жағымды болып келді.
Консистенция	Біртекті, біркелкі	

Физика-химиялық көрсеткіштерді анықтау нәтижелері 1 суретте келтірілген.



Сурет 1 – Зерттелген жартылай фабрикаттардың физика-химиялық көрсеткіштері

Жартылай фабрикаттар үшін «Ет және ет өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» ТР КО 034/2013 реттелетін микробиологиялық көрсеткіштерді, сондай-ақ олардың рұқсат етілген деңгейлерін анықтау нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Зерттелетін жартылай фабрикаттың микробиологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Көрсеткіш мәні		
	ТР КО 32951-2014 бойынша рұқсат етілген деңгей	жұмыс барысында анықталады	
		Бақылау үлгісі	Сынама үлгісі
Мезофильді саны аэробты және факультативтік-анаэробты микроорганизмдер, КТБ / г, артық емес	$5 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^5$ КОЕ/г көп емес
Коли тобындағы бактериялар (колиформалар) 5 0,0001 г Зең, КТБ/г, көп емес	Рұқсат етілмейді 500	Анықталмады	Анықталмады

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Әдеби дереккөздерді талдау микроб тектес ферменттік препараттардың еттің органолептикалық, физика-химиялық, микробиологиялық көрсеткіштерінің қалыптасуына, сапалық сипаттамаларына және дайын өнімнің сақтау мерзіміне оң әсері туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Тағамдық құндылықты арттырудың перспективті әдістерінің бірі микроорганизмдердің тірі культурасын қолдану арқылы ферменттік өңдеу болып табылады. Ферментативті өңдеу барлық маңызды аминқышқылдарын толық дерлік сақтауға мүмкіндік береді, осылайша өнімнің сапасын арттырады. Дайын ферменттік препараттарды өнеркәсіптік ауқымда қолдану қымбат және шығынды болуы мүмкін, ал микроорганизмдердің тірі культурасын енгізу коллагені бар шикізатты өңдеуге кететін шығынды азайтады [3]. Биотехнологиялық өңдеу әдістері әртүрлі перспективалардан үлкен мүмкіндік береді. Ең алдымен, төменгі сұрыпты шикізатты модификациялау және оларды одан әрі ет өнімдерінің технологиясына қолдану, бұл шикізат базасын айтарлықтай кеңейтуге және жануар

ақуызының ресурстарын арттыруға мүмкіндік береді. Ферменттік препараттарды қолдану адамға зиянсыз және коллаген мен эластиннің гидролизін ынталандыруға, бұлшықет тініне әлсіз әсер етуге және дәнекер тінінде өзгерістер туғызуға мүмкіндік береді. Өсімдік ферменттерінің препараттары жоғары температурада оптималды әсерге ие, олар максималды белсенділікпен аздаған қышқыл немесе бейтарап ортада әрекет ете алады.

Жүргізілген зерттеулер ақуыздық массада ферменттік препараттарды қолдану ет жартылай фабрикаттарын пайдалы заттармен байытуға ғана емес, сонымен қатар өнімнің жоғары тұтынушылық қасиеттерін қамтамасыз ететінін растайды. Ұсынылған деректер тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары төмен сортты ет шикізатынан салқындатылған ет өнімдерін өндірудің орындылығын көрсетеді.

Қорытынды

Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерін ескере отырып, төменгі сортты ет шикізатын өсімдік тектес ферменттерімен өңдеу табиғи түрде қаттылығы жоғары ұшаның төменгі сортты бөліктерін: артқы аяқтарының етін, иық және төс еті бөліктерін пайдалануға мүмкіндік береді деген қорытындыға келді. Етті өсімдік тектес ферменттік препаратымен өңдеу тиімді жұмсарту әсерін қамтамасыз ететін елеулі деструктивтік өзгерістерге әкеледі және физикалық-химиялық және функционалдық технологиялық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Ферменттік препараттарды қолдану шикізаттың нәзіктігіне, шырындылығына, тағамдық құндылығына, суды байланыстыру және су ұстау қабілетінің қажетті деңгейін қалыптастыруға, бұлшықет тіндеріне оң әсер етеді және өсімдік ферменттерінің мақсатты әсер етуі арқылы органолептикалық сипаттамаларын жақсартады.

Осылайша, биотехнологиялық өңдеу әдістерін дұрыс пайдалану ет шикізатының құрылым-механикалық қасиеттерін жақсартып, салқындатылған күйде сақтау мерзімін ұзартып, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары өнімді алуды қамтамасыз ететіні анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Ильина Н.М. Применение методов биотехнологии в мясной промышленности / Н.М. Ильина, А.Е. Куцова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 3. – С. 21-28.
2. Зинина О.В. Ферменты в мясной отрасли пищевой промышленности / О.В. Зинина, А.А. Соловьева // Мясная промышленность. – 2019. – № 1. – С. 60-61.
3. Жуманова Г.Т. Разработка технологии и оценка качества рубленого полуфабриката из конины с использованием белковых обогатителей: дис. на соиск. степ.доктора философии : 6D073500 – Пищевая безопасность; науч. консультанты: Б.К. Асенова, М.Б. Ребезов, В.М. Горбатова ; Ун-т им. Шакарима города Семей... – Семей, 2022. – 161 с. – Библиогр.: с. 116-126.
4. Асенова Б.К. Разработка технологии комбинированных колбасных изделий с использованием белковых обогатителей из слизистых субпродуктов: дис. ... кандидата технических наук : 05.18.04. – Семипалатинск. – 136 с.
5. Кажобаева Г.Т. Разработка технологии комбинированных мясных продуктов с использованием кишечного сырья: дис. на соиск. учен. степ. к.т.н. : Спец. 05.18.04 / Семипалатин. гос. ун-т им. Шакарима. – Семипалатинск, 2000. – 125 с.
6. Амирханов К.Ж. Технология получения многокомпонентных белковых комплексов / К.Ж. Амирханов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 1(51).
7. Потрясов Н.В. Разработка условий получения функциональных продуктов с использованием консорциумов микроорганизмов / Н.В. Потрясов, Е.А. Редькина, А.М. Патиева // Молодой ученый. – 2014. – № 7. – С. 171-174.
8. Амирханов К.Ж. Использование биофизических методов для обработки мяса: монография / К.Ж. Амирханов. – Семей. – 2006. С. 157-195.
9. Соловьева А.А. Изучение влияния стартовых культур на функционально-технологические свойства и микробиологическую безопасность модельных фаршей / А.А. Соловьева, М.Б. Ребезов, О.В. Зинина // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2(5). – С. 18-22.
10. Антипова Л.В. Получение и применение ферментного препарата Протепсин в технологии мясных продуктов / Л.В. Антипова, Р.А. Бибишев, О.В. Ларичев // Новые мировые

- тенденции в производстве продуктов из мяса птицы и яиц: материалы международной научно-практической конференции 17-18 октября 2006 года. – ГУ ВНИИПП, 2006. – С. 22-23.
11. Ферменты в мясной отрасли пищевой промышленности / О.В. Зинина, А.А. Соловьева, Я.М. Ребезов и др. // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 6. <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=14245> (дата обращения: 04.05.2016).
 12. Ратушный А.С. Применение ферментов для обработки мяса / А.С. Ратушный // Пищевая промышленность. – М., 1976. – 273 с.
 13. Рогов И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. – М.: Колос, 2004. – 440 с.
 14. Перспективы применения препарата при производстве мясных продуктов / Л.В. Антипова, Р.А. Бибишев, О.В. Ларичев и др. // Мясная индустрия. – 2006. – № 9. – С. 35-36.
 15. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: КолосС, 2004. – 571 с.

References

1. Il'ina N.M. Primenenie metodov biotekhnologii v myasnoi promyshlennosti / N.M. Il'ina, A.E. Kutsova // Vestnik YUURGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii». – 2017. – Т. 5, № 3. – С. 21-28. (In Russian).
2. Zinina O.V. Fermenty v myasnoi otrasli pishchevoi promyshlennosti / O.V. Zinina, A.A. Solov'eva // Myasnaya promyshlennost'. – 2019. – № 1. – С. 60-61. (In Russian).
3. Zhumanova G.T. Razrabotka tekhnologii i otsenka kachestva rublenogo polufabrikata iz koniny s ispol'zovaniem belkovykh obogatitelei: dis. na sois. step.doktora filosofii : 6D073500 – Pishchevaya bezopasnost'; nauch. konsul'tanty: B.K. Asenova, M.B. Rebezov, V.M. Gorbatova; Un-t im. Shakarima goroda Semei... – Semei, 2022. – 161 s. – Bibliogr.: s. 116-126. (In Russian).
4. Asenova B.K. Razrabotka tekhnologii kombinirovannykh kolbasnykh izdelii s ispol'zovaniem belkovykh obogatitelei iz slizistykh subproduktov: dis. ... kandidata tekhnicheskikh nauk : 05.18.04. – Semipalatinsk. – 136 s. (In Russian).
5. Kazhibaeva G.T. Razrabotka tekhnologii kombinirovannykh myasnykh produktov s ispol'zovaniem kishechnogo syr'ya: dis. na soisk. uchen. step. k.t.n. : Spets. 05.18.04 / Semipalatin. gos. un-t im. Shakarima. – Semipalatinsk, 2000. – 125 s. (In Russian).
6. Amirkhanov K.ZH. Tekhnologiya polucheniya mnogokomponentnykh belkovykh kompleksov / K.ZH. Amirkhanov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 1(51). (In Russian).
7. Potryasov N.V. Razrabotka uslovii polucheniya funktsional'nykh produktov s ispol'zovaniem konsortsiumov mikroorganizmov / N.V. Potryasov, E.A. Red'kina, A.M. Patieva // Molodoi uchenyi. – 2014. – № 7. – С. 171-174. (In Russian).
8. Amirkhanov K.ZH. Ispol'zovanie biofizicheskikh metodov dlya obrabotki myasa: monografiya / K.ZH. Amirkhanov. – Semei. – 2006. С. 157-195. (In Russian).
9. Solov'eva A.A. Izuchenie vliyaniya startovykh kultur na funktsional'no- tekhnologicheskie svoistva i mikrobiologicheskuyu bezopasnost' model'nykh farshei / A.A. Solov'eva, M.B. Rebezov, O.V. Zinina // Aktual'naya biotekhnologiya. – 2013. – № 2(5). – С. 18-22. (In Russian).
10. Antipova L.V. Poluchenie i primeneniye fermentnogo preparata Protepsin v tekhnologii myasnykh produktov / L.V. Antipova, R.A. Bibishev, O.V. Larichev // Novye mirovye tendentsii v proizvodstve produktov iz myasa ptitsy i yaits: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii 17-18 oktyabrya 2006 goda. – GU VNIIPP, 2006. – С. 22-23. (In Russian).
11. Fermenty v myasnoi otrasli pishchevoi promyshlennosti / O.V. Zinina, A.A. Solov'eva, YA.M. Rebezov i dr. // Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik. – 2015. – № 6. <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=14245> (data obrashcheniya: 04.05.2016). (In Russian).
12. Ratushnyi A.S. Primenenie fermentov dlya obrabotki myasa / A.S. Ratushnyi // Pishchevaya promyshlennost'. – М., 1976. – 273 s. (In Russian).
13. Rogov I.A. Pishchevaya biotekhnologiya / I.A. Rogov, L.V. Antipova, G.P. Shuvaeva. – М.: Kolos, 2004. – 440 s. (In Russian).
14. Perspektivy primeneniya preparata pri proizvodstve myasnykh produktov / L.V. Antipova, R.A. Bibishev, O.V. Larichev i dr. // Myasnaya industriya. – 2006. – № 9. – С. 35-36. (In Russian).
15. Antipova L.V. Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. – М.: KoloSS, 2004. – 571 s. (In Russian).

Информация о финансировании

Данное исследование выполнено в рамках научно-технической программы BR21882447 – «Разработка системы обеспечения безопасности пищевых продуктов в условиях длительного хранения на основе электрофизических и радиационных методов обработки» финансируемой Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан.

Д.Р. Орынбеков, К.Ж. Амирханов, Б.К. Асенова, Г.Н. Нурымхан, Н.Р. Муслимова*

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: muslimova.n.r@mail.ru

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА НИЗКОСОРТНОГО МЯСА ФЕРМЕНТНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Аннотация: Биотехнологические методы обработки сырья мясной отрасли связаны с созданием прогрессивных технологий. Отечественный и мировой опыт свидетельствуют о целесообразности применения в мясной промышленности ферментов, обеспечивающих ускорение процессов созревания и повышение сортности полуфабрикатов. С целью интенсификации технологических процессов, повышения пищевой и биологической ценности готовой продукции в процессе обработки низкосортного мясного сырья используют ферментные препараты. В настоящее время, широко используются растительные ферментные препараты фитозин, папаин, бромелин и др. Обработка мяса ферментами улучшает консистенцию мяса, размягчает структуру грубых и прочных мышечных волокон и соединительной ткани; способствует увеличению степени перевариваемости продукта; улучшению вкуса, запаха и цвета и ускоряет процесс созревания мяса [1].

Ферменты являются участниками как традиционных, так и новых технологических процессов, применяемых в производстве пищевых продуктов. Для мышц сельскохозяйственных животных характерна низкая концентрация внутриклеточных ферментов. Некоторые анатомические части туши отличаются повышенным содержанием соединительной ткани. Этим обусловлены жесткость такого мяса и его медленное созревание. Говядина в обычных условиях созревает через 10-14 дней выдержки при температуре 2-4°C. После обработки ферментами мясо созревает через 1-2 суток. Основной целью выдержки говядины является разрушение структуры мышечных волокон и усиление естественного вкуса мяса[2].

Обработка низкосортного мяса растительными ферментами позволит использовать части туши, полноценные по составу, но имеющие от природы повышенную жесткость: мясо задних конечностей, лопатки, грудинки. Обработка мяса растительным ферментным препаратом приводит к значительным деструктивным изменениям, обеспечивающим эффективное размягчающее воздействие, и согласуется с полученными оценками физико-химических и функционально-технологических свойств [3].

Применение ферментных препаратов положительно влияет на нежность, сочность, пищевую ценность сырья, формирование требуемого уровня водосвязывающей и водоудерживающей способности, улучшает органолептические характеристики благодаря целенаправленному воздействию растительных ферментов и ферментативных препаратов на компоненты мышечной ткани[4].

Ключевые слова: биотехнологические методы обработки, ферментный препарат, пищевая ценность, биологическая ценность, функционально-технологические свойства, коллаген, низкосортное мясо, мышечные волокна .

D. Orynbekov, K. Amirkhanov, B. Asenova, G. Nurymkhan, N. Muslimova*

Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

*e-mail: muslimova.n.r@mail.ru

BIOTECHNOLOGICAL PROCESSING OF LOW-GRADE MEAT WITH ENZYME PREPARATIONS

Biotechnological methods for processing raw materials in the meat industry are associated

with the creation of advanced technologies. Domestic and world experience indicate the advisability of using enzymes in the meat industry to accelerate the maturation processes and increase the quality of semi-finished products. In order to intensify technological processes, increase the nutritional and biological value of finished products, enzyme preparations are used in the process of processing low-grade meat raw materials. Currently, herbal enzyme preparations phytosin, papain, bromelain, etc. are widely used. Processing meat with enzymes improves the consistency of meat, softens the structure of rough and strong muscle fibers and connective tissue; helps to increase the degree of digestibility of the product; improves taste, smell and color and accelerates the ripening process of meat [1].

Enzymes are participants in both traditional and new technological processes used in food production. The muscles of farm animals are characterized by low concentrations of intracellular enzymes. Some anatomical parts of the carcass are characterized by a high content of connective tissue. This determines the toughness of such meat and its slow maturation. Beef under normal conditions matures after 10-14 days of aging at a temperature of 2-4°C. After treatment with enzymes, the meat matures in 1-2 days. The main purpose of aging beef is to break down the muscle fiber structure and enhance the natural flavor of the meat [2].

Processing low-grade meat with plant enzymes will make it possible to use parts of the carcass that are full in composition, but have naturally increased rigidity: meat from the hind legs, shoulder blades, and brisket. Processing meat with a plant enzyme preparation leads to significant destructive changes that provide an effective softening effect, and is consistent with the obtained assessments of physicochemical and functional technological properties [3].

The use of enzyme preparations has a positive effect on the tenderness, juiciness, nutritional value of raw materials, the formation of the required level of water-binding and water-holding capacity, and improves organoleptic characteristics due to the targeted effect of plant enzymes and enzymatic preparations on the components of muscle tissue [4].

Key words: enzyme preparation, nutritional value, biological value, functional and technological properties, collagen, low-grade meat, muscle fibers.

Авторлар туралы мәліметтер

Думан Рымғалиевич Орынбеков – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының қауымдас.профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Кумарбек Жунусбекович Амирханов – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Бахыткуль Кажкеновна Асенова – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Гүлнұр Несіптайқызы Нұрымхан – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының қауымдас.профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-352>.

Назерке Рахифовна Муслимова* – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ өндірістерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Сведения об авторах

Думан Рымғалиевич Орынбеков – кандидат технических наук, ассоцир.профессор кафедр «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Кумарбек Жунусбекович Амирханов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Бахыткуль Каженовна Асенова – кандидат технических наук, профессор профессор кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Гулнур Несиптаевна Нурымхан – кандидат технических наук, ассоцир.профессор кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-352>.

Назерке Рахифовна Муслимова* – магистр технических наук, докторант кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Information about the authors

Duman Orynbekov – candidate of technical sciences, associate professor of the Department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Kumarbek Amirkhanov – doctor of technical sciences, professor of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Bakhytkul Asenova – candidate of technical sciences professor of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Gulnur Nurymkhan – candidate of technical sciences, associate professor of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-352>.

Nazerke Muslimova* – master of technical sciences, doctoral student of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Редакцияға енуі 15.03.2024

Жариялауға қабылданды 19.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-36

MPHTI: 65.35.29; 62.09.37



Ғ.Р. Смағұл^{1*}, Ю.А. Синявский², Д.Н. Туйгунов², Т.В. Савенкова³

¹Алматинский технологический университет,
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, улица Толе Би, 100

²Казахская академия питания,
050008, Республика Казахстан, г. Алматы, улица Клочкова, 66

³ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»,
115054 Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., 36.

*e-mail: s.galiya_22@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СУХОГО КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА И ПОЛИСАХАРИДА МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ШОКОЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Аннотация. В настоящее время одной из глобальных проблем мирового здравоохранения является широкое распространение хронических неинфекционных заболеваний, обусловленных индивидуальными психологическими и социальными

коррелятами характера питания, а также недостаточной физической активности. Одним из путей решения данной проблемы является проведение эффективной политики рационализации питания населения путем введения в рацион новых специализированных пищевых продуктов диетического и профилактического питания. В этой связи, актуальным является разработка новых продуктов здорового питания из номенклатуры кондитерских изделий, обогащенных различными природными биологически активными соединениями, обладающих выраженными общеукрепляющими и иммуномодулирующими свойствами, с применением современных биотехнологических подходов. Учитывая вышеизложенное целью настоящего исследования явилось изучение технологических особенностей обогащения шоколадных изделий сульфатированным полисахаридом – фукоиданом, выделенным из бурых морских водорослей. В статье излагаются данные по применению сухого кобыльего молока и фукоидана при конструировании шоколадных изделий с заданными свойствами. В ходе исследования изучены оптимальные дозы внесения порошка фукоидана в состав шоколада, а также оценены органолептические и физико-химические свойства разработанных продуктов. Исследовались вносимые дозы порошка фукоидана в концентрациях 0,001%, 0,005%, 0,01% и 0,05%. Результаты оценки органолептических и физико-химических показателей лабораторных партий шоколадных изделий показали, что оптимальной дозой внесения порошка фукоидана, в качестве функционального компонента, является концентрация 0,01 г на 100 г продукта. По результатам проведенного исследования разработана рецептура и технология производства специализированных шоколадных изделий.

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты, шоколадные изделия, кобылье молоко, сульфатированные полисахариды, иммуностимулирующие свойства, профилактическое питание.

Введение

Глобальный и перманентный рост урбанизации, наряду с физиологической изменчивостью человеческих популяций и повышением уровня техногенных факторов, характеризуется негативным воздействием на общее состояние организма населения и трансформации физиологических, психологических и когнитивных ритмов жизнедеятельности, снижением иммунного барьера организма, а также повышением риска развития хронических неинфекционных заболеваний [1]. Кроме того, современный ритм жизнедеятельности общества отрицательно отражается на нутритивном статусе и характере питания населения. Сформировавшиеся в последние годы современные тенденции питания привели к дефициту в рационе населения основных эссенциальных нутриентов, в частности, полноценных белков животного и растительного происхождения, незаменимых аминокислот, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, водо- и жирорастворимых витаминов, макро- и микроэлементов, биофлавоноидов, полифенолов и других минорных соединений [2]. Исследования взаимодействия между отдельными компонентами пищевых продуктов играют важную роль в рационализации питания и усиливают важность «пищевой синергии» как фундаментальной единицы. Данная концепция способствует более эффективному пониманию взаимосвязи между питанием и здоровьем. На сегодняшний день установлена закономерность влияния несбалансированного питания населения на распространенность новообразований [3], сахарного диабета [4], гипертонической болезни с преимущественным поражением сердечной мышцы [5], ишемической болезни сердца [6], язвенной болезни желудка [7], двенадцатиперстной кишки [8] и ряда других. Правильное и сбалансированное питание, в свою очередь, способствует профилактике данных заболеваний.

В этой связи особо актуальным направлением пищевой биотехнологии и превентивной медицины является алиментарная профилактика хронических неинфекционных заболеваний, путем разработки рецептур и технологий производства, а также введения в рацион новых специализированных продуктов питания с направленными общеукрепляющими и иммуномодулирующими свойствами.

При разработке новых функциональных продуктов питания, основным критерием выбора базового продукта для модификации и фортификации, а также последующего применения в специализированном питании является его массовое потребление. В данную категорию, несомненно, можно отнести шоколадные изделия, являющиеся составной частью

ежедневного рациона населения. Шоколад имеет высокую калорийность, а также отличается стимулированием обменных процессов в организме. При этом, представленные на сегодняшний день на республиканском рынке шоколадные изделия содержат в своем составе большое количество сахара, консервантов и искусственных вкусоароматических компонентов, что может оказывать негативное влияние как на организм в целом, так и на отдельные его системы [9].

Повышение осведомленности населения о здоровом питании стало одним из наиболее важных стимулирующих факторов для быстрого глобального роста индустрии специализированного питания. Методология разработки технологий производства новых специализированных продуктов питания должна учитывать ряд основополагающих медико-биологических, технологических и товароведных принципов. Ключевыми аспектами модификации рецептур и технологий производства традиционных шоколадных изделий является поиск и подбор перспективных источников биологически активных веществ естественного происхождения, а также использование современных технологических методов, с целью получения новых функциональных продуктов с направленными превентивными свойствами.

Одним из перспективных источников для производства специализированных шоколадных изделий является кобылье молоко. Кобылье молоко обладает высокой биологической ценностью, а также максимальной усвояемостью. Химический состав кобыльего молока характеризуется высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот, низкомолекулярных пептидов, водо- и жирорастворимых витаминов, а также макро- и микроэлементов [10]. Многочисленными фундаментальными и прикладными научными исследованиями подтверждено благоприятное влияние кобыльего молока на иммунитет [11], дыхательную [12], сердечно-сосудистую [13] и пищеварительные системы организма [14]. Однако применение кобыльего молока в производстве специализированных пищевых продуктов сдерживается слабой изученностью вопросов технологии переработки молочного сырья, стабилизации химического состава и технологических свойств молока. В этой связи, основываясь на высоких иммунобиологических свойствах данного сырья, в качестве функционального ингредиента, при разработке специализированного шоколада, было взято сухое кобылье молоко.

Кроме того, в последние годы при фортификации пищевых продуктов особое внимание уделяется морским источникам, вследствие сбалансированности данных ингредиентов по основным фитохимическим и биоактивным веществам. За последние десятилетия из морских организмов было выделено множество новых соединений, обладающих высоким биотехнологическим потенциалом для использования при разработке специализированных и функциональных продуктов питания, а также биологически активных добавок к пище [15]. Фукоиданы представляют собой сложный ряд сульфатированных полисахаридов, широко встречающихся в клеточных стенках бурых водорослей. Фукоидан обладает направленными общеукрепляющими, антиоксидантными [16], иммуностимулирующими [17] и антигипертензивными свойствами [18].

Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования явилось изучение технологических особенностей обогащения шоколадных изделий сульфатированным полисахаридом бурых морских водорослей – фукоиданом.

Материалы и методы

Материалами настоящего исследования служили образцы сухого кобыльего молока, производства ТОО «SaumalBiotech», Казахстан, а также концентрированные сухие экстракты полисахарида морских водорослей – фукоидана «Fucoidan Power-u», производства ТОО «Fucoidan», Казахстан.

Для исследования возможности обогащения шоколада полисахаридом морских бурых водорослей, были выработаны экспериментальные образцы шоколадных изделий с добавлением кобыльего молока и порошка фукоидана в различных концентрациях. В качестве контрольного образца был взят шоколад без добавления фукоидана. После процесса фортификации оценивались потребительские свойства готового шоколада, физико-химические показатели, а также пищевая и энергетическая ценность разработанных продуктов.

Исследование возможности разработки специализированных шоколадных изделий с добавлением сухого кобыльего молока и порошка фукоидана проводили в следующих направлениях:

1. Выбор функциональных компонентов для введения в состав шоколадных изделий.
2. Изучение влияния этапа и оптимальной дозы сухого порошка фукоидана в состав шоколадных изделий.
3. Разработка рецептуры и технологии производства шоколадных изделий с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана.
4. Оценка потребительских свойств готовых шоколадных изделий, обогащенных сухим порошком фукоидана.
5. Оценка физико-химических показателей, а также пищевой и энергетической ценности разработанных шоколадных изделий.

В работе применялись общепринятые органолептические, технологические и физико-химические методы исследований.

Исследования органолептических свойств разработанных продуктов проводили на базе лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов питания в ТОО «ОО Казахская академия питания». Органолептическая оценка продуктов проводилась в соответствии с общепринятыми правилами, прописанными в ГОСТ ISO 6658-2016 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство». Исследования проводились в лаборатории, в специальной комнате без посторонних запахов. Оценивались следующие показатели разработанных продуктов – цвет, вкус, аромат, внешний вид, текстура, форма и структура шоколадных изделий. Методы анализа включали визуальную оценку исследуемых образцов, а также метод дегустации.

Приемку и отбор анализируемых проб проводили в соответствии с ГОСТ 5904-2019 «Изделия кондитерские. Правила приемки и методы отбора проб».

Исследование массовой доли белка в составе шоколадных изделий, обогащенных полисахаридами морских водорослей, проводили в соответствии с ГОСТ 34551-2019 «Изделия кондитерские. Метод определения массовой доли белка». На первом этапе проводили анализ массовой доли общего азота после минерализации исследуемых образцов шоколада концентрированной серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сульфата аммония. После этого, сульфат аммония переводили в аммиак, с последующей отгонкой аммиака и его титриметрическим определением. На завершающем этапе проводили пересчеты полученных результатов на массовую долю белка с использованием коэффициентов пересчета азота на общий белок.

Исследование массовой доли жира в составе шоколадных изделий, обогащенных полисахаридами морских водорослей, проводили в соответствии с ГОСТ 31902-2012 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира». Экстракцию липидов из шоколадных изделий проводили с использованием органических и неорганических растворителей. После проведения процесса экстракции массовую долю жира в исследуемых образцах определяли путем выпаривания используемых растворителей.

Исследование массовой доли углеводов проводили с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии на аминопрофильной фазе. Метод основан на растворении исследуемых образцов в растворителе. Для пробоподготовки в лабораторный стакан объемом 50,0 мл взвешивали 5,0 г исследуемого образца. К навеске добавляли 10,0 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивали до образования однородной консистенции. Приготовление данной навески осуществляли в трех повторностях до полного растворения шоколадной массы. Полученную смесь переносили в мерную колбу объемом 100,0 мл. После этого дистиллированной водой доводили до 2/3 объема колбы. К смеси добавляли 25,0 мл метанола и доводили дистиллированной водой до метки. Полученный раствор фильтровали через нейлоновый фильтр.

Для приготовления жидкой фазы, в конической колбе объемом 250,0 мл смешивали 80,0 мл ацетонитрила и 20,0 мл воды. Раствор элюента прогоняли через хроматографическую систему для фильтрации и дегазации. Испытания проводили при следующих условиях хроматографирования: температура колонки – $30,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$, скорость потока – 1 мл/мин, элюент – 80% ацетонитрила и 20% дистиллированной воды, объем вводимого раствора – 20,0 мкл, детектор – рефрактометрический.

Анализ содержания влаги и сухих веществ в исследуемых образцах шоколадных изделий проводили в соответствии с ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ». Согласно данному нормативному документу, исследование массовой доли влаги и сухих веществ проводили путем высушивания анализируемых проб при температуре $130,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$, а также последующих проведениях расчета массопотерь по отношению к анализируемой пробе до высушивания.

Количество золы в исследуемых образцах осуществляли в соответствии с ГОСТ ГОСТ 5901-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси». Исследуемые образцы шоколадных изделий подвергались озолению при температуре $500-600,0^\circ\text{C}$. После завершения процесса озоления проводили оценку массовой доли общей золы в анализируемой пробе.

Анализ физико-химических показателей исследуемых шоколадных изделий проводили в трех повторностях. Пробоподготовку образцов к анализу проводили в один и тот же день при одинаковых условиях. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы MS Office Excel 2021, рассчитывая среднюю арифметическую параметра, среднее квадратическое отклонение и ошибку средней арифметической. Для сравнения применяли *t*-критерий Стьюдента, различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

В мировой нутрициологии достигнуто единое мнение о принципах построения сбалансированного питания, рациональных физиологических нормах потребления белка, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, а также теоретических основах разработки продуктов питания специализированного назначения. Следующим шагом является конструирование, на основании данных принципов, новых специализированных пищевых продуктов с набором заранее заданных характеристик. Совершенствование базовых пищевых продуктов, путем их обогащения функциональными, биологически активными компонентами, позволит провести эффективную политику рационализации питания населения. Концепция специализированного и функционального питания характеризуется потреблением пищевых продуктов, обладающих направленными общеукрепляющими, иммуностимулирующими, антиоксидантными, антиэйджинговыми и профилактическими свойствами.

Кондитерские изделия, в частности шоколад, являются неотъемлемой составляющей рациона различных возрастных групп населения, в особенности детей и молодежи. Шоколадные массы представляют собой смесь какао-продуктов и сахарозы. Основными компонентами сухого вещества какао-бобов являются жиры, алкалоиды – теобромин, кофеин, белки, углеводы, органические кислоты, дубильные вещества, ароматические соединения и др. В состав молочного шоколада входит молоко или сухие сливки, отвечающие за нежность и насыщенность вкуса продуктов. Однако состав шоколадных изделий не сбалансирован, характеризуясь низкой биологической ценностью, вследствие высокого уровня насыщенных жиров и углеводов при низком содержании эссенциальных нутриентов.

В рамках проведения настоящего исследования отработаны рецептуры и технологические режимы производства молочного шоколада с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана. Выбор и научное обоснование сырьевых источников, а также определение оптимальной дозы внесения данных компонентов осуществлялся путем исследования функционально-технологических свойств применяемых ингредиентов, при определении рационального состава шоколадной массы и влияния используемого сырья на физико-химические, сенсорные и структурные характеристики исследуемой продукции.

Кобылье молоко содержит в своем составе большое количество биологически активных веществ, включая низкомолекулярные пептиды, свободные аминокислоты, лактоальбумины и глобулины, витамины А, С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, лизоцим, макро- и микроэлементы и другие минорные соединения [19]. Особый интерес применения кобыльего молока в диетологии обусловлен сбалансированностью его жирнокислотного состава. Кобылье молоко характеризуется низким содержанием холестерина и высоким уровнем моно- и полиненасыщенных жирных кислот, в особенности экзогенных жирных кислот, таких как линолевая и α -линолевая кислота, являющихся необходимыми элементами ежедневного рациона питания современного человека. Кроме того, в составе кобыльего молока отсутствуют трансизомеры жирных кислот,

коррелирующие с повышением риска развития ряда хронических неинфекционных заболеваний [20].

Морские водоросли составляют основную часть растительности морей и запасы их очень велики. Способность данных представителей растительного мира снижать риск хронических заболеваний частично связана с продуцированием их вторичных метаболитов, которые, как было показано в ряде экспериментальных исследований, проявляют широкий спектр биологической активности. Регулярное поступление данных соединений в организм в значительных количествах как часть диеты может оказывать заметный долгосрочный физиологический эффект. Особый научно-практический интерес представляет полисахариды бурых водорослей – фукоиданы, благодаря их выраженным антиоксидантным, противоаллергическим, противоопухолевым, антигипертензивным, иммуностимулирующим действиям. Указанные свойства фукоиданов позволяют использовать их в составе функциональных и специализированных пищевых продуктов для профилактики ряда инфекционных и неинфекционных заболеваний и укрепления общего состояния здоровья. Учитывая широкое использование экстрактов водорослей в пищевой промышленности, разработка новых специализированных пищевых продуктов, содержащих морские водоросли, а также их вторичные метаболиты является инновационным шагом [21, 22].

Для обогащения шоколадных изделий сухим порошком фукоидана был выбран метод прямого внесения. Нами были взяты сухие экстракты фукоидана (СЭФ) в концентрациях 0,001, 0,005 0,01 и 0,5 г из расчета на 100 г готового продукта. С целью выбора оптимальной дозы вносимых функциональных компонентов, выработаны лабораторные партии шоколадных изделий с добавлением кобыльего молока, а также полисахаридов морских водорослей, порошков фукоидана в различных концентрациях. Для оптимизации процесса фортификации проанализированы потребительские свойства выработанных образцов. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных концентраций фукоидана на потребительские свойства функциональных шоколадных изделий

Наименование показателя	Контроль	СЭФ 0,001%	СЭФ 0,005%	СЭФ 0,01%	СЭФ 0,05%
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Проявление светло-серого оттенка
Внешний вид	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком
Вкус и аромат	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Проявление характерного привкуса горечи, обусловленного добавлением фукоидана
Структура	Однородная	Однородная, с единичными вкраплениями	Однородная, с единичными вкраплениями	Однородная, с единичными вкраплениями	Наблюдается рыхлость в структуре, обусловленная добавлением фукоидана
Форма	Без деформаций	Без деформаций	Без деформаций	Без деформаций	Имеются некоторые деформации формы шоколада, обусловленные добавлением порошка фукоидана
Текстура	Твердая	Твердая	Твердая	Твердая	Твердая

Исследование потребительских свойств кондитерских изделий, в частности шоколадных изделий, позволяет проанализировать такие свойства продукции, как цвет, форма, внешний вид, вкус и аромат, структура и текстура, позволяя таким образом определить общее восприятие продукта с точки зрения потребителя. Анализ потребительских свойств разработанных функциональных шоколадных изделий проводилось методом визуального и дегустационного анализа, основанного на десятибалльной оценке каждого показателя качественных характеристик.

На рисунке 1 приведены данные сравнительной оценки разработанных шоколадных изделий, обогащенных сухими экстрактами фукоидана, в сравнении с контрольным образцом – шоколадом без добавок.

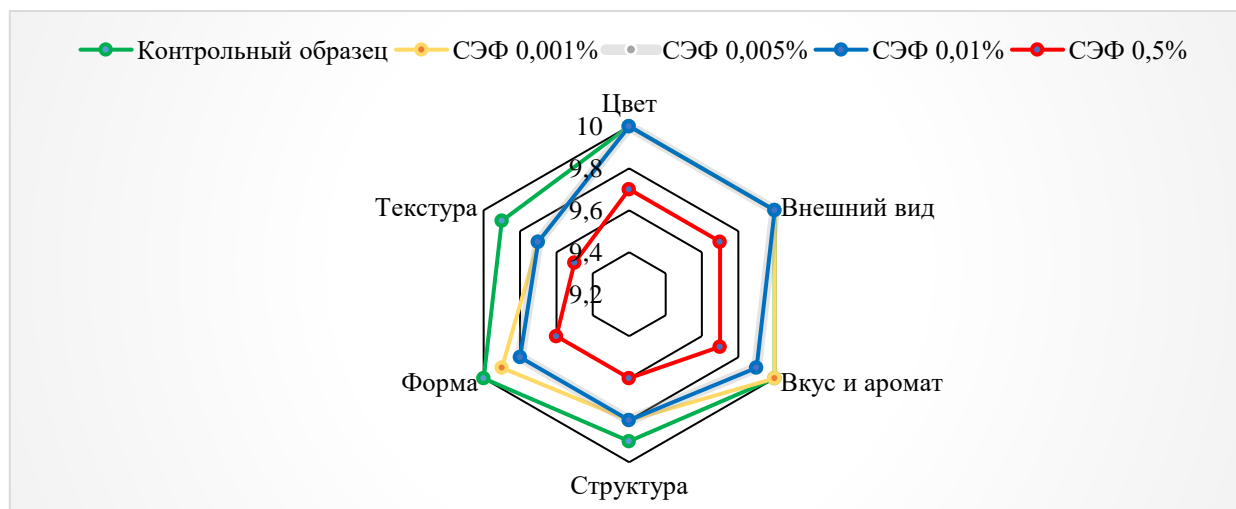


Рисунок 1 – Профилограмма влияния различных концентраций сухих экстрактов фукоидана на потребительские свойства шоколадных изделий

В ходе проведенного исследования также оценены физико-химические показатели, а также пищевая и энергетическая ценность разработанных шоколадных изделий профилактического назначения с добавлением порошка фукоидана в различных концентрациях. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ физико-химических показателей, а также пищевой и энергетической ценности разработанных шоколадных изделий с добавлением фукоидана в различных концентрациях, из расчета на 100 г готовых продуктов

Наименование показателей	Контроль	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,001%	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,005%	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,01%	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,05%
Белки, г	7,18±0,25	7,19±0,24	7,20±0,22	7,22±0,24	7,23±0,28
Жиры, г	34,14±1,22	34,12±1,26	34,09±1,25	34,05±1,29	34,01±1,33
Углеводы, г	53,83±2,72	53,85±2,83	53,87±2,74	53,90±2,78	53,92±2,76
Влага, %	3,59±0,17	3,58±0,19	3,56±0,19	3,54±0,17	3,51±0,17
Зола, %	1,22±0,06	1,23±0,06	1,25±0,07	1,28±0,07	1,30±0,06
Энергетическая ценность, ккал/кДж	552/2310	552/2310	551/2305	551/2305	551/2305

Представленные выше результаты проведенных исследований влияния различных концентраций функциональных компонентов свидетельствуют, что обогащение шоколадных изделий порошком фукоидана в концентрациях 0,001, 0,005 и 0,01 г на 100 г готового продукта не оказывают существенного влияния на потребительские и физико-химические свойства шоколада. При этом увеличение дозировки вносимого функционального компонента до 0,05 г на 100 г продукта привело к структурным изменениям формы, текстуры и вкуса шоколадных изделий. Данная концентрация сухих функционального ингредиента способствовала появлению деформаций и рыхлости в структуре шоколада, а также проявлению характерной горечи, обусловленной добавлением используемого компонента. Анализ физико-химических

показателей, а также пищевой и энергетической ценности шоколадных изделий свидетельствует об отсутствии значительных изменений характеристик продукта. С увеличением концентрации вносимого компонента – сухого экстракта фукоидана, отмечалось незначительное снижение содержания жира в продукте, а также как следствие его энергетической ценности. В этой связи, в целях максимального усиления иммунологической составляющей шоколадных изделий, без значимого влияния на органолептические и сенсорные характеристики, за оптимальную концентрацию функциональной добавки была выбрана дозировка 0,01 г сухого экстракта фукоидана на 100 г готового шоколада.

Учитывая полученные данные, а также основываясь на уникальном химическом составе кобыльего молока и фукоидана, нами была разработана рецептура и технология производства специализированного шоколада с добавлением сухого кобыльего молока и порошка фукоидана, предназначенного для диетического и профилактического питания. Рецептура на специализированный шоколад приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Рецептура на специализированный шоколад диетического и профилактического питания с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана из расчета на 100 г готового продукта

Наименование ингредиентов	Количество, г
Мальтодекстрин	34,69
Какао-масло	25,00
Какао тертое	20,00
Сухое кобылье молоко	20,00
Соевый лецитин	0,30
Порошок фукоидана	0,01

Технологический процесс производства шоколада с добавлением кобыльего молока и фукоидана включает стадии подготовки используемого сырья, взвешивания всех компонентов в соответствии с рецептурой, приготовления шоколадной массы, формования шоколадных изделий, заправки и упаковки готового шоколада. Приготовление шоколадной массы начинается с загрузки в меланжер какао тертого, мальтодекстрина, какао-масла, сухого кобыльего молока и сухого порошка фукоидана перетирания указанных компонентов в течение 20 минут, после чего полученная масса подается на пятывальную мельницу. Измельченная масса подается на станцию приготовления шоколада конш-машины. После конширования шоколадная масса поступает в промежуточный сборник, где интенсивно перемешивается. Затем масса поступает в гомогенизатор, где заканчивается вторая стадия конширования. Температура технологического процесса $65,0 \pm 5,0^\circ\text{C}$. После прохождения вибрационного сита готовая шоколадная масса с температурой $70,0 \pm 5,0^\circ\text{C}$ перекачивается насосом в промежуточный сборник, где интенсивно темперировается в течение 72 часов при температуре $45,0 \pm 5^\circ\text{C}$. По окончании процесса темперирования плитки охлаждают до температуры $30,0 \pm 2^\circ\text{C}$. Затем шоколадную массу отливают на автоматическом формующем агрегате в формы. После процесса формования шоколадные изделия охлаждают до температуры $8,0 \pm 2^\circ\text{C}$. Готовые шоколадные изделия упаковывают и готовят к транспортировке и хранению.

Результаты проведенного исследования показали, что образцы шоколадных изделий с добавлением сухого кобыльего молока, обогащенные порошком фукоидана, имели высокие органолептические и сенсорные характеристики и физико-химические показатели.

Заключение

Таким образом, в рамках проведенного исследования научно обоснован выбор сухого кобыльего молока и сухого порошка фукоидана в качестве функциональных компонентов при разработке специализированного шоколада для диетического профилактического питания, изучено влияния этапа и оптимальной дозы внесения фукоидана в состав шоколадных изделий, оценены органолептические и физико-химические свойства разработанных продуктов, предназначенных для здорового питания.

Результаты анализа физико-химических показателей, а также пищевой и энергетической ценности разработанных продуктов показали, что специализированный

молочный шоколад с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана для диетического и профилактического питания характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью, обусловленной высоким содержанием белка и легкоусвояемых углеводов. Следует отметить, что разработанные шоколадные изделия не содержат сахара и могут использоваться в диетическом питании. Благодаря наличию в составе сухого кобыльего молока и сухого порошка фукоидана, специализированные шоколадные изделия, обладают выраженными общеукрепляющими, иммуностимулирующими, антибактериальными, антиоксидантными и детоксицирующими свойствами. Представленные данные имеют важное значение в разработке функциональных и специализированных продуктов питания диетического и профилактического питания для расширения ассортимента ряда отечественного рынка данной категории продуктов.

Список литературы

1. The rise of chronic non-communicable diseases in southeast Asia: time for action / A. Dans, N. Ng, Ch. Varghese et al // *The Lancet*. – 2011. – Vol. 377, Issue 9766. – P. 680-689. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61506-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61506-1).
2. Tulchinsky T.H. Micronutrient deficiency conditions: global health issues / T.H. Tulchinsky // *Public health reviews*. – 2010. – Vol. 32. – P. 243-255. <https://doi.org/10.1007/BF03391600>.
3. Nutritional and vitamin status in patients with neuroendocrine neoplasms / D.S.V.M. Clement, M.E.T. Tesselaar, M.E. van Leerdam et al // *World journal of gastroenterology*. – 2019. – Vol. 10(25). – P. 1171-1184. <https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i10.1171>.
4. Приоритеты в разработке специализированных пищевых продуктов оптимизированного состава для больных сахарным диабетом 2 типа / В.А. Тутельян, Х.Х. Шарафетдинов, И.А. Лапик и др. // *Вопросы питания*. – 2014. – № 6, Т. 83. – С. 41-51.
5. Vitamin D deficiency induces high blood pressure and accelerates atherosclerosis in mice / S. Weng, J.E. Sprague, J. Oh et al // *PloS one*. – 2013. – Vol. 1(8). – P. 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054625>.
6. International food group-based diet quality and risk of coronary heart disease in men and women / T.T. Fung, S. Isanaka, F.B. Hu, et al // *The American journal of clinical nutrition*. – 2018. – Vol. 1(107). – P. 120-129.
7. Этиопатогенетические основы развития язвенной болезни (обзор литературы) / А.Г. Хасанов, И.Ф. Суфияров, Р.Р. Фаязов и др. // *Архивариус*. – 2021. – № 6(60), Т. 7. – С. 16-18.
8. Ryan-Harshman M. How diet and lifestyle affect duodenal ulcers. Review of the evidence / M. Ryan-Harshman, W. Aldoori // *Canadian family physician*. – 2004. – Vol. 5(50). – P. 727-732.
9. Романов П.С. Проблема повышенного содержания сахара в пищевых продуктах и напитках, позиционирующихся как компоненты здорового питания / П.С. Романов, И.П. Романова // *Вестник Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета*. – 2020. – № 15. – С. 186-191.
10. Определение биологической и энергетической ценности йогурта из кобыльего молока / С.Г. Канарейкина, И.А. Ахатова, В.И. Канарейкин // *Вестник мясного скотоводства*. – 2010. – № 63(2). – С. 152-156.
11. Valiev A.G. Features of secondary immune response and status of nonspecific resistance of the rat, fed rations with mare's milk, rich in essential fatty acids / A.G. Valiev // *Voprosy Pitaniia*. – 2001. – Vol. 5(70). – P. 10-13.
12. Функциональный продукт на основе кобыльего молока / Х.С. Сарсембаев, Ю.А. Синявский, Ж.Т. Лесова // *Вестник Алматинского технологического университета*. – 2016. – № 2. – С. 71-77.
13. Применение продукта кобыльего молока в реабилитации больных ишемической болезнью сердца / Л.Т. Гильмутдинова, Н.Х. Янтурина, Р.Р. Кудаярова, и др. // *Бюллетень сибирской медицины*. – 2010. – № 3(9). – С. 121-124.
14. Кобылье молоко в гастроэнтерологии (обзорная статья) / Б.Р. Бимбетов, А.К. Жангабылов, В.В. Бенберин и др. // *Медицина (Алматы)*. – 2019. – № 9. – С. 73-78.
15. Pangestuti R. Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae / R. Pangestuti, S.K. Kim // *Journal of functional foods*. – 2011. – Vol. 4(3). – P. 255-266. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.07.001>.

16. In vitro antioxidant properties of fucoidan fractions from *Sargassum tenerrimum* / T. Marudhupandi, T.T.A. Kumar, S.L. Senthil, N. Devi // *Pakistan Journal of Biological Sciences* – 2014. – Vol. 3(17). – P. 402-407. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.402.407>.
17. Kim M.H. Immunostimulatory effects of fucoidan on bone marrow-derived dendritic cells / M.H. Kim, H.G. Joo // *Immunology letters*. – 2008. – Vol. 2(115). – P. 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2007.10.016>.
18. Antihypertensive effect of fucoidan from Yangqicai (*Sargassum fusiforme*) in EA.hy-926 cells and spontaneously hypertensive rats / F.T. Li, X. Li, Y.H. Fu // *Journal of Applied Phycology*. – 2023. – Vol. 1(35). – P. 397-403. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02868-y>.
19. Якунин А.В. Оценка пищевой ценности кобыльего молока и кисломолочных продуктов на его основе и возможности их использования в детском питании / А.В. Якунин, Ю.А. Сиявский, Ы.С. Ибраимов // *Вопросы современной педиатрии*. – 2017. – № 3(16). – С. 235-240. <https://doi.org/10.15690/vsp.v16i3.1734>.
20. Orlandi M. Fat composition of mare's milk with reference to human nutrition / M. Orlandi, J. Goracci, M.C. Curadi // *Annali della Facolta di Medicina veterinaria*. – 2003. – Vol. 56. – P. 97-106.
21. Одинец А.Г. Фукоидан: современные представления о его роли в регуляции углеводного обмена / А.Г. Одинец, Л.В. Татарина // *Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 40-44.
22. Fitton J.H. Therapies from fucoidan: An update / J.H. Fitton, D.N. Stringer, S.S. Karpiniac // *Marine drugs*. – 2015. – Vol. 9(13). – P. 5920-5946. <https://doi.org/10.3390/md13095920>.

References

1. The rise of chronic non-communicable diseases in southeast Asia: time for action / A. Dans, N. Ng, Ch. Varghese et al // *The Lancet*. – 2011. – Vol. 377, Issue 9766. – P. 680-689. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61506-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61506-1). (In English).
2. Tulchinsky T.H. Micronutrient deficiency conditions: global health issues / T.H. Tulchinsky // *Public health reviews*. – 2010. – Vol. 32. – P. 243-255. <https://doi.org/10.1007/BF03391600>. (In English).
3. Nutritional and vitamin status in patients with neuroendocrine neoplasms / D.S.V.M. Clement, M.E.T. Tesselaaar, M.E. van Leerdam et al // *World journal of gastroenterology*. – 2019. – Vol. 10(25). – P. 1171-1184. <https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i10.1171>. (In English).
4. Priorityety v razrabotke spetsializirovannykh pishchevykh produktov optimizirovannogo sostava dlya bol'nykh sakharnym diabetom 2 tipa / V.A. Tutel'yan, KH.KH. Sharafetdinov, I.A. Lapid i dr. // *Voprosy pitaniya*. – 2014. – №. 6, T. 83. – S. 41-51. (In Russian).
5. Vitamin D deficiency induces high blood pressure and accelerates atherosclerosis in mice / S. Weng, J.E. Sprague, J. Oh et al // *PloS one*. – 2013. – Vol. 1(8). – P. 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054625>. (In English).
6. International food group–based diet quality and risk of coronary heart disease in men and women / T.T. Fung, S. Isanaka, F.B. Hu, et al // *The American journal of clinical nutrition*. – 2018. – Vol. 1(107). – P. 120-129. (In English).
7. Ehtiopatogeneticheskie osnovy razvitiya yazvennoi bolezni (obzor literatury) / A.G. Khasanov, I.F. Sufiyarov, R.R. Fayazov i dr. // *Arkhivarius*. – 2021. – №. 6(60), T. 7. – S. 16-18. (In Russian).
8. Ryan-Harshman M. How diet and lifestyle affect duodenal ulcers. Review of the evidence / M. Ryan-Harshman, W. Aldoori // *Canadian family physician*. – 2004. – Vol. 5(50). – P. 727-732. (In English).
9. Romanov P.S. Problema povyshennogo sodержaniya sakhara v pishchevykh produktakh i napitkakh, pozitsioniruyushchikhsya kak komponenty zdorovogo pitaniya / P.S. Romanov, I.P. Romanova // *Vestnik Kolomenskogo instituta (filiala) Moskovskogo politekhnicheskogo universiteta*. – 2020. – №. 15. – S. 186-191. (In Russian).
10. Opredelenie biologicheskoi i ehnergeticheskoi tsennosti iogurta iz kobylyego moloka / S.G. Kanareikina, I.A. Akhatova, V.I. Kanareikin // *Vestnik myasnogo skotovodstva*. – 2010. – №. 63(2). – S. 152-156. (In Russian).
11. Valiev A.G. Features of secondary immune response and status of nonspecific resistance of the rat, fed rations with mare's milk, rich in essential fatty acids / A.G. Valiev // *Voprosy Pitaniia*. – 2001. – Vol. 5(70). – P. 10-13. (In English).
12. Funktsional'nyi produkt na osnove kobylyego moloka / KH.S. Sarsembaev, YU.A. Sinyavskii, ZH.T. Lesova // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2016. – №. 2. – S. 71-77.

13. Primenenie produkta kobyly'ego moloka v reabilitatsii bol'nykh ishemicheskoi bolezniyu serdtsa / L.T. Gil'mutdinova, N.KH. Yanturina, R.R. Kudayarova, i dr. // Byulleten' sibirskoi meditsiny. – 2010. – № 3(9). – S. 121-124. (In Russian).
14. Kobyl'e moloko v gastroehnterologii (obzornaya stat'ya) / B.R. Bimbetov, A.K. Zhangabylov, V.V. Benberin i dr. // Meditsina (Almaty). – 2019. – №. 9. – S. 73-78. (In Russian).
15. Pangestuti R. Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae / R. Pangestuti, S.K. Kim // Journal of functional foods. – 2011. – Vol. 4(3). – P. 255-266. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.07.001>. (In English).
16. In vitro antioxidant properties of fucoidan fractions from Sargassum tenerrimum / T. Marudhupandi, T.T.A. Kumar, S.L. Senthil, N. Devi // Pakistan Journal of Biological Sciences – 2014. – Vol. 3(17). – P. 402-407. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.402.407>. (In English).
17. Kim M.H. Immunostimulatory effects of fucoidan on bone marrow-derived dendritic cells / M.H. Kim, H.G. Joo // Immunology letters. – 2008. – Vol. 2(115). – P. 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2007.10.016>. (In English).
18. Antihypertensive effect of fucoidan from Yangqicai (Sargassum fusiforme) in EA.hy-926 cells and spontaneously hypertensive rats / F.T. Li, X. Li, Y.H. Fu // Journal of Applied Phycology. – 2023. – Vol. 1(35). – P. 397-403. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02868-y>. (In English).
19. Yakunin A.V. Otsenka pishchevoi tsennosti kobyly'ego moloka i kislomolochnykh produktov na ego osnove i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v detskom pitanii / A.V. Yakunin, YU.A. Sinyavskii, Y.S. Ibraimov // Voprosy sovremennoi pediatrii. – 2017. – № 3(16). – С. 235-240. <https://doi.org/10.15690/vsp.v16i3.1734>. (In Russian).
20. Orlandi M. Fat composition of mare's milk with reference to human nutrition / M. Orlandi, J. Goracci, M.C. Curadi // Annali della Facolta di Medicina veterinaria. – 2003. – Vol. 56. – P. 97-106. (In English).
21. Odinetz A.G. Fukoidan: sovremennye predstavleniya o ego roli v regulyatsii uglevodnogo obmena / A.G. Odinetz, L.V. Tatarinova // Lechebnoe delo: nauchno-prakticheskii terapevticheskii zhurnal. – 2016. – № 3. – S. 40-44. (In Russian).
22. Fitton J.H. Therapies from fucoidan: An update / J.H. Fitton, D.N. Stringer, S.S. Karpiniec // Marine drugs. – 2015. – Vol. 9(13). – P. 5920-5946. <https://doi.org/10.3390/md13095920>. (In English).

Ғ.Р. Смағұл^{1*}, Ю.А. Синявский², Д.Н. Туйгунов², Т.В. Савенкова³

¹Алматы технологиялық университеті,
050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100.

²Қазақ тағамтану академиясы,
050008, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Клочков көшесі, 66

³Г.В. Плеханов атындағы Ресей экономика университеті,
115054, Ресей Федерациясы, Мәскеу қаласы, Стремянный пер., 36

*e-mail: s.galiya_22@mail.ru

САЛАУАТТЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН МАМАНДАНДЫРЫЛҒАН ШОКОЛАД ӨНІМДЕРІН ӨЗІРЛЕУДЕ БИЕ СҮТІН ЖӘНЕ ТЕҢІЗ БАЛДЫРЫНЫҢ ПОЛИСАХАРИДІН ҚОЛДАНУ

Қазіргі уақытта денсаулық сақтаудың жаһандық проблемаларының бірі тамақтану схемаларының жеке психологиялық және әлеуметтік корреляциясынан, сондай-ақ физикалық белсенділіктің жеткіліксіздігінен туындаған созылмалы инфекциялық емес аурулардың кең таралуы болып табылады. Бұл мәселені шешудің бір жолы – ас үлесіне диеталық-профилактикалық тамақтануға арналған жаңа мамандандырылған азық-түлік өнімдерін енгізу арқылы халықтың тамақтануын ұтымды етудің тиімді саясатын жүргізу. Осыған байланысты заманауи биотехнологиялық тәсілдерді қолдана отырып, кондитерлік өнімдердің ассортиментінен әртүрлі табиғи биологиялық белсенді қосылыстармен байытылған, айқын қалпына келтіретін және иммуномодуляциялаушы қасиеттері бар жаңа пайдалы тағам өнімдерін өзірлеу өзекті болып табылады. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, бұл зерттеудің мақсаты шоколад өнімдерін қоңыр балдырлардан алынған сульфатты полисахарид – фукоиданмен байытудың технологиялық ерекшеліктерін зерттеу болды. Мақалада құрғақ бие сүті мен фукоидан ұнтағының қасиеттері жаңа

шоколад өнімдерін жобалауда қолдану деректері келтірілген. Зерттеу барысында шоколад өнімдеріне фукоидан ұнтағын қосудың оңтайлы дозалары зерттелді, сонымен қатар әзірленген өнімдердің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері бағаланды. Фукоидан ұнтағының қолданылған дозалары 0,001%, 0,005%, 0,01% және 0,05% концентрацияларында зерттелді. Шоколад өнімдерінің зертханалық партияларының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін бағалау нәтижелері функционалдық компонент ретінде фукоидан ұнтағының оңтайлы дозасы 100 г өнімге 0,01 г концентрация екенін көрсетті. Зерттеу нәтижелері бойынша мамандырылған шоколад өнімдерін өндірудің рецептурасы мен технологиясы құрастырылды.

Түйін сөздер: мамандырылған тағам өнімдері, шоколад өнімдері, бие сүті, сульфатты полисахаридтер, иммуностимуляциялау қасиеттері, профилактикалық тамақтану.

G.R. Smagul^{1*}, Yu.A. Sinyavskiy², D.N. Tuigunov², T.V. Savenkova³

¹Almaty Technological University,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole Bi st., 100

²Kazakh Academy of Nutrition,
050008, Republic of Kazakhstan, Almaty, Klochkov st., 66

³Plekhanov Russian University of Economics,
115054 Russian Federation, Moscow, Stremyanniy, 36

*e-mail: s.galiya_22@mail.ru

THE USE OF MARE'S MILK POWDER AND SEAWEED POLYSACCHARIDE IN THE DEVELOPMENT OF SPECIALIZED CHOCOLATE FOR HEALTHY DIET

Currently, one of the global problems of world health is the widespread occurrence of chronic non-communicable diseases caused by individual psychological and social correlates of nutrition, as well as insufficient physical activity. One of the ways to solve this problem is to conduct an effective policy of rationalizing the population's nutrition by introducing new specialized food products for dietary and preventive nutrition into the diet. In this regard, it is relevant to develop new healthy food products from the range of confectionery products enriched with various natural biologically active compounds that have pronounced restorative and immunomodulatory properties, using modern biotechnological approaches. The purpose of this research was to study the technological features of the enrichment of chocolate products with sulfated polysaccharide – fucoidan, isolated from brown algae. The article presents data on the use of mare's milk powder and fucoidan in the design of chocolate products with desired properties. In the course of the study, the optimal doses of adding fucoidan powder to the composition of chocolate were studied, and the organoleptic and physico-chemical properties of the developed products were evaluated. The applied doses of fucoidan powder were studied at concentrations of 0.001%, 0.005%, 0.01% and 0.05%. The results of the assessment of organoleptic and physico-chemical parameters of laboratory batches of chocolate products showed that the optimal dose of fucoidan powder, as a functional component, is a concentration of 0.01 g per 100 g of the product. Based on the results of the study, the composition and technology for the production of specialized chocolate products was developed.

Key words: Specialized food products, chocolate products, mare's milk, sulfated polysaccharides, immunostimulatory properties, preventive nutrition.

Сведения об авторах

Ғалия Рысбекқызы Смағұл* – PhD докторант кафедры пищевой биотехнологии, АО «АТУ», улица Толе Би, 100, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7366-0371>.

Юрий Александрович Синявский – доктор биологических наук, профессор, вице-президент Казахской академии питания, улица Клочкова, 66, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Диляр Нурдунович Туйгунов – магистр технических наук, старший научный сотрудник Казахской академии питания, улица Клочкова, 66, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Татьяна Валентиновна Савенкова – доктор технических наук, профессор РЭУ имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер. 36, г. Москва, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-7931>.

Авторлар туралы мәліметтер

Галия Рысбекқызы Смағұл* – «АТУ» АҚ Тағам биотехнологиясы кафедрасының PhD докторанты, Төле би көшесі, 100, Қазақстан Республикасы, Алматы қ. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7366-0371>.

Юрий Александрович Синявский – биология ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ тағамтану академиясының вице-президенті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Клочков көшесі, 66. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Диляр Нурдунович Туйғунов – техникалық ғылымдарының магистрі, Қазақ тағамтану академиясының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Клочков көшесі, 66. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Татьяна Валентиновна Савенкова – техника ғылымдарының докторы, Г.В. Плеханов атындағы Ресей экономика университетінің профессоры, Стремянный пер. 36, Мәскеу, Ресей Федерациясы. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-7931>.

Information about the authors

Galiya Rysbekkyzy Smagul* – PhD doctoral student of the Department of Food Biotechnology, "ATU", Tole Bi Street, 100, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7366-0371>.

Yuriy Alexandrovich Sinyavskiy – Doctor of Biological Sciences, Professor, Vice-President of the Kazakh Academy of Nutrition, Klochkov Street, 66, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Dilyar Nurdunovich Tuigunov – Master of technical sciences, Senior Researcher Kazakh Academy of Nutrition, Klochkov Street, 66, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Tatyana Valentinovna Savenkova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Stremyanny per. 36, Moscow, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-7931>.

*Поступила в редакцию 19.03.2024
Принята к публикации 26.03.2024*

М.К. Скаков¹, О.С. Букина^{2,3*}, Ю.Ю. Бакланова², Е.Т. Коянбаев², В.В. Бакланов²

¹Национальный ядерный центр Республики Казахстан,
071100, Республика Казахстан, г. Курчатов, ул. Бейбіт атом, 2Б

²Филиал Институт атомной энергии РГП «Национальный ядерный центр» РК,
071100, Республика Казахстан, г. Курчатов, ул. Бейбіт атом 10,

³Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан; г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: o.bukina@inbox.ru

ПОДБОР СОСТАВА МАТРИЦЫ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ОБЛУЧЕННОГО ТОПЛИВА РЕАКТОРА ИГР

Аннотация: Импульсный графитовый реактор (далее ИГР) является уникальной в своем роде ядерной установкой – исследовательским реактором, активная зона которого состоит из уран-графитовых блоков и стержней с обогащением 90 масс. % по изотопу ^{235}U . В рамках конверсии реактора ИГР на низкообогащенное топливо, изучается возможность иммобилизации первой активной зоны, которая была извлечена из реактора в 1967 году. По содержанию бета-излучателей, облученное топливо относится к категории среднеактивных отходов. Расчетное значение степени выгорания ВОУ топлива составило менее 1% масс. Специалистами филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК предложен способ иммобилизации облученного топлива реактора ИГР в цементную матрицу. Предварительно предполагается произвести разбавление топлива обедненным ураном для снижения обогащения до уровня < 20 масс. % по ^{235}U . Свойства матрицы должны соответствовать технологическим требованиям, определенным международными [3, 4, 5] и национальными стандартами [6, 7]. Подбор состава матрицы в связи с вышеперечисленным, как и определение ее характеристик, является актуальной задачей, стоящей перед специалистами института.

Цель работы состояла в подборе состава цементного раствора, обеспечивающего формирование надежной матрицы для иммобилизации облученного топлива реактора ИГР.

В статье приводятся методики и результаты определения времени (начала) схватывания, равномерности изменения объема, водоотделения, вязкости и однородности цементного раствора.

Ключевые слова: исследовательский реактор, реактор ИГР, уран-графитовое топливо, иммобилизация, матрица, ОЯТ, обращение с ОЯТ.

Введение

Импульсно-графитовый реактор (ИГР) был построен в 1960 году на Семипалатинском полигоне по инициативе И.В. Курчатова специалистами предприятий бывшего СССР, в основном, РНЦ «Курчатовский институт» и НИКИЭТ [8].

Реактор создавался для испытаний тепловыделяющих элементов ядерного ракетного двигателя и должен был служить для получения кратковременных, но весьма интенсивных потоков нейтронов и γ -лучей для облучения образцов [9]. В качестве топлива реактора ИГР используется графит с импрегнированным в него ураном с обогащением 90% по изотопу ^{235}U [9, 10]. Первые испытания экспериментальных твэлов на реакторе ИГР были проведены в феврале 1962 года по программе создания ядерных ракетных двигателей. В 1967-1968 году была проведена модернизация активной зоны реактора [10].

В соответствии с Международным договором реактор ИГР попал в программу конверсии топлива высокого обогащения исследовательских реакторов на топливо низкого обогащения. Предполагалось, что отработавшее топливо реактора ИГР в рамках программы RRRFR [11] будет вывезено в Российскую Федерацию, как в страну-производитель. Вывоз облученного топлива был осложнен отсутствием правовой базы для ввоза в страну отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с очень низким содержанием урана и отсутствием готовой технологии переработки облученного высокообогащенного уранового (ВОУ) топлива. Решением данных задач явилась идея разработки такой технологии в организации-пользователе – в Национальном ядерном центре Республики Казахстан.

Таким образом перед Институтом атомной энергии Национального ядерного центра РК (ИАЭ НЯЦ РК) встал вопрос об иммобилизации имеющихся запасов облученного уран-графитового топлива, участвовавшего в работе реактора в первые годы его существования с предварительным снижением его обогащения ниже 20% по ^{235}U .

Опыта обращения с облученным уран-графитовым топливом высокого обогащения в НЯЦ РК не было, поэтому в качестве возможных методов иммобилизации такого топлива рассматривались методы, применяемые к радиоактивным отходам (РАО). Из известных в настоящее время технологий – остекловывания [12, 13], заключение в полимерную и геополимерную матрицу [14], битумирования [15, 5], цементирования [5, 16] – была выбрана технология цементирования.

Одним из ключевых условий иммобилизации топлива ИГР являлось формирование гомогенной и прочной матрицы, в связи с чем ограничивались размеры частиц компонентов матрицы и топлива – допустимый диапазон 150 – 200 мкм и, соответственно, исключалось использование песка и крупного наполнителя, в отличие от стандартного цементирования. При этом, свойства матрицы должны соответствовать технологическим требованиям, определенным международными [3, 4, 5] и государственными стандартами [6, 7].

В соответствии с рекомендациями [3] основные требования к матрицам варьируются в зависимости от класса отходов, к которому они относятся, и уровня активности: высокая химическая устойчивость; радиационная устойчивость; долговременная (термодинамическая) стабильность; максимальный коэффициент уменьшения объема; механическая прочность; хорошая теплопроводность (для высокоактивных отходов); величина вязкости, позволяющая достичь гомогенизации продукта; гомогенное распределение радионуклидов (особенно для делящихся материалов); простота, надежность и безопасность технологии производства; возможность получения при наиболее низких температурах во избежание потерь радионуклидов за счет испарения; устойчивость к биодеградации; совместимость с геологической средой; максимально затрудненное извлечение радиоактивных компонентов из матрицы.

Для длительного хранения и утилизации иммобилизация отходов должна быть необратимым процессом, позволяющим избежать выброса загрязняющих веществ из матрицы и извлечение делящегося изотопа.

Использование цемента в качестве единственного компонента матрицы для иммобилизации топлива нежелательно, т.к. возникают последствия, негативно сказывающиеся на свойствах его конечной формы – химическая активность и растрескивание по причине высокого тепловыделения при гидратации цемента. Для нивелирования негативных последствий была изучена возможность добавок к цементу наполнителей. В результате в качестве таких наполнителей были выбраны зола-уноса и доменный шлак.

Изготовление цементного раствора должно осуществляться при соблюдении ряда технологических требований [5]:

- для исключения появления жидких РАО, ограничивается водоотделение растворов, которое не должно превышать 3 об. %;
- для достижения гомогенности раствора, время его схватывания должно быть достаточным для качественного смешивания компонентов матрицы и составлять не менее 2 часов;
- при застывании цементный раствор не должен существенно изменять объем;
- избыток тепловыделения при гидратации или неэффективный отвод тепла должны быть исключены;
- структура раствора должна быть однородной, то есть отсутствовать расслоения или недоуплотнения смеси, локальные скопления компонентов или крупные поры.

Готовая матрица представляет собой цементный компаунд с включенными жидкими или твердыми радиоактивными отходами [7]. Прочность застывшей матрицы должна обеспечивать целостность матрицы, исключать хрупкость и ее разрушение при транспортировке и хранении.

Условия и методы исследования

Объектом исследования являлись образцы растворов матриц различных составов, основой которых является портландцемент со специальными добавками (далее – Д, зола-уноса или доменный шлак). Характеристика материалов, используемых при изготовлении образцов и растворов:

- Портландцемент (цемент, ПЦ) марки ЦЕМ I 42, по ГОСТ 31108-2016, маркировка «Super 500» (ТОО «ПК «Цементный завод Семей») и «EXTREMA PLUS 550» (производитель ТОО «JAMBYL CEMENT»). Портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Н содержит в качестве основного компонента вещественного состава только портландцементный клинкер, без минеральных или других добавок. Преимущественный размер частиц < 100 мкм, этот показатель обеспечивается заводом-изготовителем.

- Имитатор топлива – реакторный графит марок МГ-1 и R4340, по физико-механическим свойствам близкий к графиту топлива, графит предварительно измельчался в шаровой мельнице и просеивался через сито с размером ячеек 200 мкм.

- Вода.

- Зола-уноса (ЗУ) – идентифицирована как каменноугольная вид II, тип кислые, категория б серийное производство по ГОСТ 25818-2017. Преимущественный размер частиц ЗУ < 100 мкм. Перед изготовлением растворов производили просев ЗУ через сито с размером ячеек 200 мкм для удаления посторонних частиц.

- Доменный шлак (ДШ) – соответствовал требованиям ГОСТ 3476-2019, перед изготовлением растворов производили измельчение ДШ до размеров частиц < 200 мкм.

Всего исследован 21 состав с золой-уноса и 10 составов с доменным шлаком – разные соотношения масс портландцемента к массе специальной добавки (от 18 до 56 масс. %), разные соотношения массы воды к сухим компонентам (от 28 до 60 масс. %). Массовая доля имитатора топлива не превышает 2 масс. %.

При анализе существующих способов иммобилизации РАО в качестве матрицы для облученного уран-графитового топлива реактора ИГР были рассмотрены полимерные и цементные системы. В результате предпочтение было отдано матрице на основе портландцемента со специальными добавками в виде золы уноса и доменного шлака.

Мировой опыт показывает, что цементные или бетонные матрицы для твердых РАО применяются довольно часто. Цементация радиоактивных отходов в мире практикуется в основном для иммобилизации отходов низкого и среднего уровня активности. Основные преимущества данного метода заключаются [4] в общедоступности цемента, простой и недорогой технологии, которая реализуется при температуре окружающей среды. Кроме того, цементная матрица действует как диффузионный барьер и обеспечивает места сорбции и реакции; подходит для шламов, растворов, эмульгированных органических жидкостей и сухих твердых веществ; отходы имеют хорошую термическую, химическую и физическую стабильность; щелочная химия обеспечивает низкую растворимость для многих ключевых радионуклидов; форма отходов не воспламеняется; форма отходов не разрушается радиацией и обеспечивает хорошую самоизоляцию; форма отходов имеет хорошую прочность на сжатие, что облегчает обработку; легко обрабатывается удаленно; цемент универсальный и может быть модифицирован для конкретного вида отходов. Главным недостатком цементации РАО является увеличение объема отходов.

Зола-уноса является мелкая, состоящая преимущественно из шарообразных стекловидных частиц пыль, образующуюся при сгорании мелко смолотого угля и обладающая пуццолановыми свойствами и/или гидравлической активностью. Влияние золы-уноса тем больше, чем мельче ее частицы. Преимущества введения золы-уноса в цементный раствор: повышение конечной прочности, улучшение удобоукладываемости, повышение однородности и плотности смеси, меньший расход воды, уменьшение усадки и снижение начального тепловыделения при гидратации, повышение стойкости к чистым и сульфатным

водам, снижение объемной массы цементного камня, повышение огнестойкости и сопротивления тепловому удару.

Доменным шлаком называется мелкофракционный (<10 мм) сыпучий многокомпонентный материал, преимущественно стекловидный, получаемый быстрым охлаждением водой жидкого горячего шлака, образованного во время выплавки чугуна в доменной печи. Преимущества добавления доменного шлака в цементный раствор: понижение тепловыделения, улучшение водопотребности, повышение стойкости материала к мягким и сульфатным водам, снижение плотности, повышение водостойкости, морозостойкости и жаростойкости. Недостатком шлакосодержащего раствора является замедленное твердение в первое время после изготовления.

На этапе входного контроля материала проводилось фракционирование цемента, золы-уноса и доменного шлака. Фракционный состав материалов определялся рассевом с помощью вибрационного ситового грохота ANALYSETTE 3.

Измельчение графита (как имитатора топлива реактора ИГР) и доменного шлака, производилось с помощью щековой дробилки PULVERISETTE 1 и дисковой мельницы PULVERISETTE 3.

Зола-уноса предварительно просеивалась через сито с размером ячеек 200 мкм на ситовом грохоте.

Смешивание компонентов выполнялось с помощью лабораторного смесителя раствора ELE 39-0045 по предустановленной программе для перемешивания цементных растворов в соответствии с требованиями стандарта испытаний EN 196-3.

Испытания прочности на сжатие проводились на гидравлическом прессе ADR TOUCH CONTROL PRO. Определение прочности состояло в измерении минимальных усилий, разрушающих образцы матрицы при их статическом нагружении, с постоянной скоростью нарастания нагрузки, и последующем вычислении напряжений при этих усилиях.

Растворы цементных матриц для подбора параметров изготавливались по алгоритму:

- 1) отмерялась масса каждого компонента, согласно расчетным пропорциям;
- 2) наливалась вода в чашу для смешивания, затем последовательно добавлялись специальная добавка, имитатор топлива (графит) и цемент;
- 3) выполнялось смешивание с помощью автоматического смесителя раствора ELE 39-0045 по стандартному режиму оборудования для перемешивания цементного раствора до получения однородной консистенции раствора;
- 4) выполнялись испытания цементного раствора.

Вязкость раствора определялась с помощью установления консистенции раствора. Для оценки консистенции раствора используется встряхивающий столик, форма-конус и штыковка в соответствии с методикой по ГОСТ [18].

Для определения водоотделения применялся адаптированный метод на основе ГОСТ [19] для строительных цементных растворов. Водоотделение цемента – это количество воды, отделившейся при расслоении цементного теста, хранившегося в нормированных условиях, вследствие седиментационного осаждения частиц цемента.

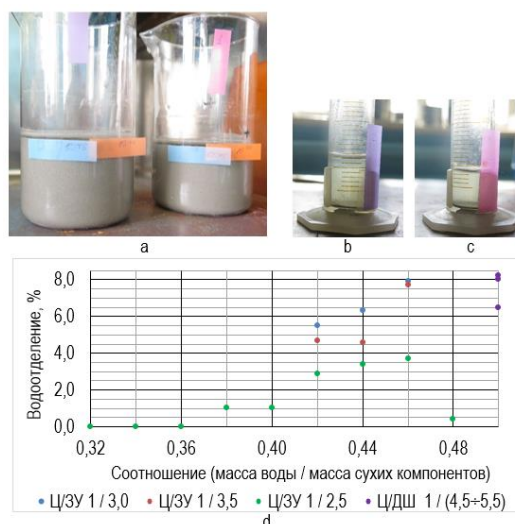
Определение времени схватывания проводилось в соответствии со стандартом по определению нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема цементного раствора [20].

Определение равномерности изменения объема проводилось по ГОСТ [19]. Равномерность изменения объема цемента – свойство цемента в процессе твердения образовывать цементный камень, деформация которого не превышает значений, установленных нормативным документом.

Для испытаний прочности образцы изготавливались в соответствии с ГОСТ [20].

Результаты исследований

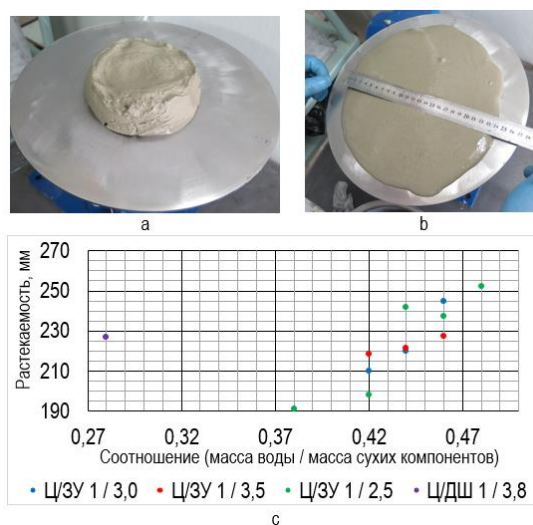
Иллюстрация процедуры определения водоотделения цементного раствора показана на рисунке 1. За два часа отстаивания происходило оседание раствора и отделение воды на поверхности (рис. 1 а), объем выделившейся воды регистрировался для каждого состава (рис. 1 б и 1 с). Предпочтительным являлись состав и тип цемента, приводящие к минимальному водоотделению.



а – оседание раствора и водоотделение в процессе отстаивания в течение 2-х часов; б и с – параллельное определение объема отделившейся воды; d – сравнение водоотделения растворов с разным количеством золы-уноса и цемента «Super 500», и растворов с доменным шлаком

Рисунок 1 – Определение водоотделения

Процесс определения вязкости раствора через растекаемость показан на рисунке 2. После встряхивания раствора на столике 30 раз, определялась величина растекаемости (рис. 2 а и 2 б). Растекаемость растворов в состав которых входила зола-уноса и цемент типа «Super 500» (ТОО «ПК «Цементный завод Семей») меньше, чем с той же золой-уноса и цементом типа «Extrema plus 550» производителя ТОО «JAMBYL CEMENT».

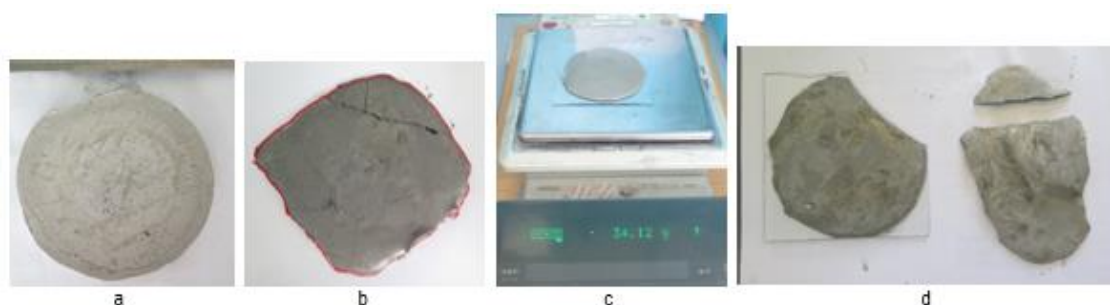


а – раствор с доменным шлаком на столике до встряхивания;
 б – тот же раствор с доменным шлаком после встряхивания на столике 30 раз;
 с – обобщение результатов определения растекаемости

Рисунок 2 – Определение вязкости раствора через растекаемость:

Время схватывания определяет возможную длительность смешивания компонентов цементного раствора. Время начала схватывания для составов с золой-уноса составило не менее 6 часов. Это позволяет осуществлять смешивание в несколько подходов и позволяет создать условия для достижения гомогенности раствора.

Визуальное обследование образцов на основе цемента «Super 500» не выявило каких-либо повреждений поверхности или искривлений, а также увеличения объема образцов в результате кипячения (рис. 3 а). Не все образцы на основе цемента «Extrema plus 550» прошли испытание: у некоторых были обнаружены сколы на поверхности, образцы двух составов разрушились еще до кипячения (рис. 3 б).



a – образец с золой-уноса и цементом «Super 500» после испытаний;
 b – образец с золой-уноса и цементом «Extrema plus 550» разрушился до кипячения;
 c – образец с доменным шлаком и цементом «Super 500», масса образца меньше установленной стандартом;
 d – образцы с доменным шлаком разрушились до кипячения

Рисунок 3 – Определение постоянства изменения объема

Образцы цементного раствора на основе доменного шлака имели слишком жидкую консистенцию. В связи с чем затруднение вызвали как формирование образцов нужной массы и геометрических размеров, так и работа с ними. В связи с тем, что раствор растекался по поверхности пластины, при изготовлении образцов выдерживался только диаметр согласно стандарту (рис. 3 с).

Для определения прочности были изготовлены образцы размером 100×100×100 мм. Иллюстрация цементного раствора в форме и внешнего вида образца после распалубливания представлены на рисунке 4а и 4б.

Результаты определения прочности на сжатие образцов разных составов в возрасте от 3 до 56 суток представлены на рисунке 5.

Образцы всех исследованных составов имеют значения прочности на сжатие более 10 МПа в возрасте 28 суток. Максимальная прочность в образцах с золой-уноса характерна для образцов, содержащих в составе больше цемента (соотношение Ц / ЗУ = 1 / 1,77 и В / (Ц+ЗУ+Г) = 0,42).

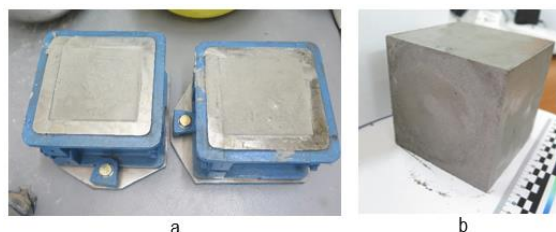


Рисунок 4 – Цементный раствор в форме сразу после изготовления (а) и образец цементной матрицы после распалубливания (48 часов твердения) (б)

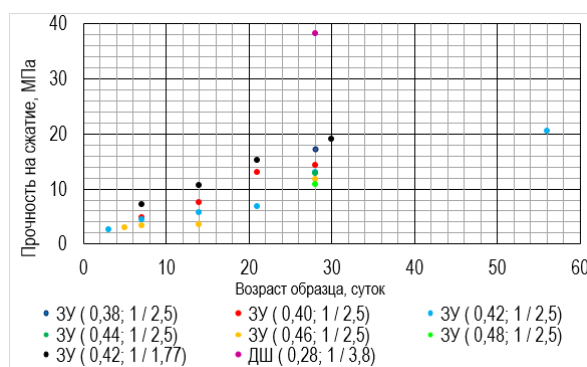


Рисунок 5 – Сравнение прочности на сжатие образцов разны составов

Обсуждение результатов

Методики, используемые для определения водоотделения, вязкости, времени схватывания раствора, равномерности изменения объема, однородности и прочности образцов цементных матриц, основывались на методиках, применяемых к определению

характеристик цементных растворов. Они показали свою состоятельность. Требования, применяемые для подбора состава матриц для иммобилизации отработавшего уран-графитового топлива реактора ИГР, оказались применимыми и достаточно конструктивными. Они могут быть рекомендованы для решения задач по подбору консистенции матриц.

Установлено, что водоотделение растворов с золой-уноса с одинаковыми соотношениями компонентов, в состав которых входил цемент типа «Super 500» (ТОО «ПК «Цементный завод Семей») меньше, чем водоотделение растворов с цементом типа «Extrema plus 550» производителя ТОО «JAMBYL CEMENT». Значения коэффициентов водоотделения растворов с доменным шлаком превышают допустимый предел водоотделения ($<3\%$), согласно принятым требованиям.

На растворах с золой-уноса показано, что коэффициент водоотделения имеет меньшие значения при снижении количества воды в растворе, но в то же время слишком густая смесь не позволит качественно смешать компоненты и получить однородную консистенцию раствора. Поэтому составы, в которых не было водоотделения, далее не рассматривались в качестве кандидатных. Минимально-допустимым соотношением воды к сухим компонентам принято $V / (Ц+ЗУ+Г)$ от 0,38. С уменьшением массы цемента и увеличением массы золы-уноса водоотделение снижается (см. рисунок 3 d). По результатам определения было выяснено, что минимальное водоотделение характерно для соотношения $(Ц / ЗУ) = (1 / 2,5)$.

На основании исследований водоотделения, вязкости (через растекаемость) раствора, постоянства сохранения объема, времени схватывания, прочности и однородности распределения графита в образцах были определены составы, с которыми продолжены научно-исследовательские работы.

Определить тип специальной добавки, рекомендуемой для создания матрицы для иммобилизации облученного топлива реактора ИГР, на данном этапе определить не удалось. Работы по тестированию матриц на механическую прочность, стойкость к длительному пребыванию в воде, морозостойкость и скорость выщелачивания будут продолжены с составами, в которых в качестве специальной добавки используется как зола-уноса, так и доменный шлак.

Составы с золой-уноса отличаются содержанием воды по отношению к сухим компонентам – от 0,38 до 0,48, а также соотношением массы цемента к массе специальной добавки – $1 / 2,5$ и $1 / 1,77$.

Состав с доменным шлаком определен однозначно: оптимальным соотношением массы воды к сухим компонентам оказалось 0,28, соотношение массы цемента к массе доменного шлака – $1 / 3,8$. Этот состав позволяет получить образцы высокой прочности, минимальное водоотделение, удовлетворительную растекаемость и пр.

Дальнейшие работы по тестированию матриц на механическую прочность, стойкость к длительному пребыванию в воде, морозостойкость и скорость выщелачивания в соответствии с требованиями [7] проводились с образцами, изготовленными по указанным соотношениям компонентов.

Заключение

В результате работ по подбору состава матрицы для иммобилизации облученного топлива реактора ИГР были установлены составы, удовлетворяющие требованиям по водоотделению, вязкости, времени схватывания раствора, равномерности изменения объема, однородности и прочности образцов.

Методики, используемые для определения характеристик цементных матриц, основывались на методиках, применяемых к определению характеристик цементных растворов. Они показали свою состоятельность. Требования по водоотделению, вязкости, времени схватывания раствора, равномерности изменения объема, однородности и прочности образцов, применяемые для подбора состава матриц для иммобилизации отработавшего уран-графитового топлива реактора ИГР, оказались применимыми и достаточно конструктивными, а также могут быть рекомендованы для решения задач по подбору консистенции матриц.

Список литературы

1. Экологический кодекс Республики Казахстан: офиц. текст по состоянию на 2 января 2021 года № 400-VI. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>.
2. Измерение мощности излучения от облученного ядерного топлива реактора ИГР и анализ радионуклидного состава ОЯТ: отчет о НИР / А.Г. Коровиков. – Курчатов: Филиал ИАЭ РГП НЯЦ РК, 2017. – № 36-100-05/375 вн. от 01.03.17.
3. Nuclear Waste Forms / S.V. Stefanovsky, S.V. Yudinsev, R. Giere, G.R. Lump-kin // Energy, Waste and the Environment: A Geological Perspective. Geological Society, London. – 2004. – Special Publication. – V. 236. – P. 37-63.
4. Ojovan M.I. An introduction to nuclear waste immobilization / M.I. Ojovan, W.E. Lee. – Second Edition. Elsevier.
5. Технологические и организационные аспекты обращения с радиоактивными отходами // IAEA-TCS-27. – Вена. – 2005.
6. Правила организации сбора, хранения и захоронения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива, утв. приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 8 февраля 2016 года № 39 (с изменениями от 21.09.2020 г.).
7. СТ РК 3723-2021. Отходы радиоактивные цементированные. Общие технические требования. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33712184.
8. Обзор результатов исследований импульсного реактора ИГР [Электронный ресурс] / Горин Н.В., Кандиев Я.З., Щербина А.Н. и др. – 2003. URL: <https://www.nnc.kz/media/bulletin/files/xOzRdhY81A.pdf> (дата обращения: 04.11.2023).
9. Институт атомной энергии национального ядерного центра республики Казахстан – 60 лет: Книга / Под ред. Батырбекова Э.Г. и Скакова М.К. – Кокшетау: КФ «Кокшетау», 2018. – 51 с.
10. Реактор ИГР. Разбавление высокообогащенного уранового топлива / Батырбеков Э.Г., Коянбаев Е.Т., Гныря В.С., Котляр А.Н. // Человек. Энергия. Атом. – 2020. – № 1(33). – С. 23-27.
11. Импульсный графитовый реактор ИГР / И.В. Курчатов, С.М. Фейнберг, Н.А. Доллежалъ и др. // Атомная Энергия. – 1964. – Т. 17, вып. 6. – С. 463-474.
12. Dedik T. Russian Research Reactor Fuel Return Program starts shipping fuel to Russia [Электронный ресурс] / T. Dedik, I. Bolshinsky, A. Krass – 2003. – URL: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/35/066/35066230.pdf> (дата обращения 16.12.2023 г.)
13. Малинина Г.А. Строение и гидrolитическая устойчивость самарий, гафний и урансодержащих стеклокристаллических материалов для иммобилизации твердых радиоактивных отходов: дис. ...канд.хим.наук: 05.17.02 / Малинина Галина Александровна; ФГУП «РАДОН». – М., 2016. – 117 с.
14. Апсэ В.А. Ядерные технологии: учебное пособие / В.А. Апсэ, А.Н. Шмелев – М.: МИФИ, 2008. – 128 с.
15. Encapsulation of HEU / Graphite Particulate – Potential Formulations and Other Considerations, DEC_0988_A, S Farris, Sellafeld LTD, 2020.
16. Туманов Ю.Н. Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах: книга / Ю.Н. Туманов. – М.: Физматлит, 2010. – 958 с.
17. Р.З. Рахимова Композиционные вяжущие для иммобилизации токсичных и радиоактивных отходов / Н.Р. Рахимова, Р.З. Рахимов, О.В. Стоянов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. № 4. – Т. 16. – С. 175-182.
18. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. М.: Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.
19. ГОСТ 310.6-85. Цементы. Методы определения водоотделения. М.: Изд-во стандартов, 2003. – 2 с.
20. ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема. М.: Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
21. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. М.: Изд-во стандартов, 2018. – 32 с.

References

1. Ehkologicheskii kodeks Respubliki Kazakhstan: ofit. (In Russian).
2. Izmerenie moshchnosti izlucheniya ot obluchennogo yadernogo topliva reaktora IGR i analiz radionuklidnogo sostava OYAT: otchet o NIR / A.G. Korovikov. – Kurchatov: Filial IAEH RGP NYATS RK, 2017. – № 36-100-05/375 vn. ot 01.03.17. (In Russian).
3. Nuclear Waste Forms / S.V. Stefanovsky, S.V. Yudin, R. Gier, G.R. Lumpkin // Energy, Waste and the Environment: A Geological Perspective. Geological Society, London. – 2004. – Special Publication. – V. 236. – P. 37-63. (In English).
4. An introduction to nuclear waste immobilization / M.I. Ojovan, W.E. Lee. – Second Edition. Elsevier. (In English).
5. Tekhnologicheskie i organizatsionnye aspekty obrashcheniya s radioaktivnymi otkhodami // IAEA-TCS-27. – Vena. – 2005. (In Russian).
6. Pravila organizatsii sbora, khraneniya i zakhroneniya radioaktivnykh otkhodov i otrabotavshego yadernogo topliva, utv. prikazom Ministra ehnergetiki Respubliki Kazakhstan ot 8 fevralya 2016 goda № 39 (s izmeneniyami ot 21.09.2020 g.). (In Russian).
7. ST RK 3723-2021. Otkhody radioaktivnye tsementirovannye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33712184. (In Russian).
8. Obzor rezul'tatov issledovaniya impul'snogo reaktora IGR [Ehlektronnyi resurs] / Gorin N.V., Kandiev YA.Z., Shcherbina A.N. i dr. – 2003. URL: <https://www.nnc.kz/media/bulletin/files/xOzRdhY81A.pdf> (data obrashcheniya: 04.11.2023). (In Russian).
9. Institut atomnoi ehnergii natsional'nogo yadernogo tsentra respubliki Kazakhstan – 60 let: Kniga / Pod red. Batyrbekova EH.G. i Skakova M.K. – Kokshetau: KF «KokshetaU», 2018. – 51 s. (In Russian).
10. Reaktor IGR. Razbavlenie vysokoobogashchennogo uranovogo topliva / Batyrbekov EH.G., Koyanbaev E.T., Gnyrya V.S., Kotlyar A.N. // Chelovek. Ehnergiya. Atom. – 2020. – № 1(33). – S. 23-27. (In Russian).
11. Impul'snyi grafitovyi reaktor IGR / I.V. Kurchatov, S.M. Feinberg, N.A. Dollezhal' i dr. // Atomnaya Ehnergiya. – 1964. – T. 17, vyp. 6. – S. 463-474. (In Russian).
12. Dedik T. Russian Research Reactor Fuel Return Program starts shipping fuel to Russia [Ehlektronnyi resurs] / T. Dedik, I. Bolshinsky, A. Krass – 2003. – URL: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/35/066/35066230.pdf> (data obrashcheniya 16.12.2023 g.). (In English).
13. Malinina G.A. Stroenie i gidroliticheskaya ustoichivost' samarii, gafnii i uransoderzhashchikh steklokristallicheskikh materialov dlya immobilizatsii tverdykh radioaktivnykh otkhodov: dis. ...kand.khim.nauk: 05.17.02 / Malinina Galina Aleksandrovna; FGUP «RADON». – M., 2016. – 117 s. (In Russian).
14. Apseh V.A. Yadernye tekhnologii: uchebnoe posobie / V.A. Apseh, A.N. Shmelev – M.: MIFI, 2008. – 128 s. (In Russian).
15. Encapsulation of HEU / Graphite Particulate – Potential Formulations and Other Considerations, DEC_0988_A, S Farris, Sellafield LTD, 2020. (In English).
16. Tumanov YU.N. Plazmennyye, vysokochastotnyye, mikrovolnovyye i lazernyye tekhnologii v khimiko-metallurgicheskikh protsessakh: kniga / YU.N. Tumanov. – M.: Fizmatlit, 2010. – 958 s. (In Russian).
17. R.Z. Rakhimova Kompozitsionnye vyazhushchie dlya immobilizatsii toksichnykh i radioaktivnykh otkhodov / N.R. Rakhimova, R.Z. Rakhimov, O.V. Stoyanov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2013. № 4. – T. 16. – S. 175-182. (In Russian).
18. GOST 310.4-81. Tsementy. Metody opredeleniya predela prochnosti pri izgibe i szhatii. M.: Izd-vo standartov, 2003. – 11 s. (In Russian).
19. GOST 310.6-85. Tsementy. Metody opredeleniya vodootdeleniya. M.: Izd-vo standartov, 2003. – 2 s. (In Russian).
20. GOST 310.3-76. Tsementy. Metody opredeleniya normal'noi gustoty, srokov skhvatyvaniya i ravnomernosti izmeneniya ob"ema. M.: Izd-vo standartov, 2003. – 6 s. (In Russian).
21. GOST 10180-2012. Betony. Metody opredeleniya prochnosti po kontrol'nym obraztsam. M.: Izd-vo standartov, 2018. – 32 s. (In Russian).

М.К. Скаков¹, О.С. Букина^{2,3}, Ю.Ю. Бакланова², Е.Т. Коянбаев², В.В. Бакланов²

¹Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы,
071100, Қазақстан Республикасы, Курчатов қаласы, Бейбіт атом көшесі, 2Б

²«Ұлттық ядролық орталық» РМК Атом энергиясы институты филиалы ҚР,
071100, Қазақстан Республикасы, Курчатов қаласы, Бейбіт атом көшесі 10,

³Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы; Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

*e-mail: o.bukina@inbox.ru

ИГР РЕАКТОРЫНЫҢ СӘУЛЕЛЕНГЕН ОТЫНЫН ИММОБИЛИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН МАТРИЦАНЫҢ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУ

Импульстік графитті реактор (бұдан әрі – ИГР) өз түріндегі бірегей ядролық қондырғы – зерттеу реакторы болып табылады, оның белсенді аймағы ²³⁵U изотопы бойынша 90 масс. % байытылған уран-графитті отындардан тұрады. ИГР реакторын төмен байытылған отынға түрлендіру аясында 1967 жылы реактордан алынған алғашқы белсенді аймақты иммобилизациялау мүмкіндігі зерттелуде. Бета-сәулелендіргіштердің құрамы бойынша сәулеленген отын орташа белсенді қалдықтар санатына жатады. ЖБК отынының жану дәрежесінің есептік мәні массаның 1% - дан азын құрады. ҚР ҰАО РМК АЭИ филиалының мамандары ИГР реакторының сәулеленген отынын цемент матрицасына иммобилизациялау әдісін ұсынды. Байытуды ²³⁵U бойынша <20 масс. % деңгейіне дейін төмендету үшін отынды сарқылған уранмен сұйылтуды жүргізу алдын ала болжанады. Матрицаның қасиеттері Халықаралық және Ұлттық стандарттарымен анықталған технологиялық талаптарға сәйкес келуі керек. Жоғарыда айтылғандарға байланысты матрицаның құрамын таңдау, оның сипаттамаларын анықтау сияқты, институт мамандарының алдында тұрған өзекті міндет болып табылады.

Жұмыстың мақсаты ИГР реакторының сәулеленген отынын иммобилизациялау үшін сенімді матрицаның қалыптасуын қамтамасыз ететін цемент ерітіндісінің құрамын таңдау болды.

Мақалада цемент ерітіндісінің ұсталу уақытын (басталуын), көлемінің өзгеру біркелкілігін, су бөлуді, тұтқырлығы мен біркелкілігін анықтау әдістері мен нәтижелері келтірілген.

***Түйін сөздер:** зерттеу реакторы, ИГР реакторы, уран-графитті отын, иммобилизациялау, матрица, ПЯО, ПЯО айналысу.*

M.K. Skakov¹, O.S. Bukina^{2,3}, Yu.Yu. Baklanova², E.T. Koyanbaev², V.V. Baklanov²

¹National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan,
071100, Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Beibit atom str., 2B

²PHILIAL Institute of Atomic Energy RSE «National Nuclear Center» of the RK,
071100, Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Beibit atom str. 10,

³Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan; Semey, Glinka str., 20 A

*e-mail: o.bukina@inbox.ru

SELECTING OF MATRIX COMPOSITION FOR IMMOBILIZATION OF IRRADIATED FUEL OF THE IGR REACTOR

Impulse Graphite Reactor (IGR) is a unique nuclear installation namely research reactor with the core consisting of uranium-graphite fuel elements with 90% enrichment by U235. Possible immobilization of the first core taken from the reactor in 1967 is studied here as part of the IGR reactor conversion to low-enriched uranium fuel. Irradiated fuel is related to the category of medium-active waste according to the content of beta-emitters. Expected value of highly-enriched uranium fuel (HEU) burnup rate was less than 1 % mass. The experts from the Institute of Atomic Energy (IAE) proposed the way how to immobilize irradiated IGR reactor fuel into the cement matrix. First, the fuel is suggested to dilute with depleted uranium in order to lower the enrichment up to the <20 mass. % by U235. The properties of the matrix should meet the engineering criteria ruled by

international and national standards. So, according to aforesaid, The IAE team is facing an actual problem of selection the matrix and understanding its characteristics.

The work was aimed at selection of composition of cement mortar for making robust matrix to immobilize irradiated IGR reactor fuel.

The paper describes techniques and results of the time identification (start) of solidification, gradual volume change, water separation, velocity and uniform cement mortar.

Key words: research reactor, IGR reactor, uranium-graphite fuel, immobilization, matrix, SNF, SNF management.

Сведения об авторах

Мажын Канапинович Скаков – доктор физико-математических наук, профессор, академик КазНАЕН; Национальный ядерный центр Республики Казахстан, Казахстан; e-mail: skakov@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3716-8846>.

Ольга Сергеевна Букина* – докторант кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; начальник группы лаборатории испытаний конструкционных и топливных материалов; филиал Институт атомной энергии РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», Казахстан; e-mail: o.bukina@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2564-0421>.

Юлия Юрьевна Бакланова – начальник отдела материаловедческих испытаний; филиал Институт атомной энергии РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», Казахстан; e-mail: basalai@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4054-7831>.

Ерболат Тайтолеуович Коянбаев – заместитель директора по по материаловедческим исследованиям; филиал Институт атомной энергии РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», Казахстан, e-mail: erbol@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4675-1067>.

Виктор Владимирович Бакланов – первый заместитель директора; филиал Институт атомной энергии РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», Казахстан; e-mail: Baklanov@nnc.kz. Web of Science ResearcherID:IBU-8740-2023, Scopus Author ID: 16315181100.

Авторлар туралы мәліметтер

Мажын Канапинович Скаков – физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚазҰАЕН академигі; Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы, Қазақстан; e-mail: skakov@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3716-8846>.

Ольга Сергеевна Букина* – техникалық физика және жылу энергетикасы кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; Конструкциялық және отын материалдарының зертханалық сынақ зертханасының меңгерушісі; «Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы» РМК филиалы Атом энергиясы институты, Қазақстан; e-mail: o.bukina@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2564-0421>.

Юлия Юрьевна Бакланова – материалдарды сынау бөлімінің бастығы; «Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы» РМК филиалы Атом энергиясы институты, Қазақстан; e-mail: basalai@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4054-7831>.

Ерболат Тайтөлеуұлы Қоянбаев – директордың материалтану зерттеулері жөніндегі орынбасары; филиалы Атом энергиясы институты «Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы» РМК, Қазақстан, e-mail: erbol@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4675-1067>.

Виктор Владимирович Бакланов – директордың бірінші орынбасары; «Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы» РМК филиалы Атом энергиясы институты, Қазақстан; e-mail: Baklanov@nnc.kz. Web of Science ResearcherID:IBU-8740-2023, Scopus Author ID: 16315181100.

Information about the authors

Mazhyn Kanapinovich Skakov – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of KazNAEN; National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan; e-mail: skakov@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3716-8846>.

Olga Sergeevna Bukina* – doctoral student of the Department of Technical Physics and Thermal Power Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Head of the laboratory testing laboratory for structural and fuel materials; branch Institute of Atomic Energy of the RSE «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», Kazakhstan; e-mail: o.bukina@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2564-0421>.

Yulia Yurievna Baklanova – head of the materials testing department; branch Institute of Atomic Energy of the RSE «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», Kazakhstan; e-mail: basalai@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4054-7831>.

Erbolat Taitoleuovich Koyanbaev – Deputy Director for Materials Science Research; branch Institute of Atomic Energy RSE «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», Kazakhstan, e-mail: erbol@nnc.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4675-1067>.

Viktor Vladimirovich Baklanov – first deputy director; branch Institute of Atomic Energy of the RSE «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», Kazakhstan; e-mail: Baklanov@nnc.kz. Web of Science ResearcherID:IBU-8740-2023, Scopus Author ID: 16315181100.

Поступила в редакцию 19.12.2023
Поступила после доработки 12.01.2024
Принята к публикации 15.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-38

МРНТИ: 29.19.16



А. Касымбаев^{1*}, С.В. Плотников¹, А. Тұрлыбеқұлы², А. Погребняк³

¹Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, 070004, Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова 69

²Institute of materials engineering, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сауран 5г, 156

³Сумской государственный университет, 40007, Украина, г. Сумы ул. Римского-Корсакова 2

*e-mail: alexey_kasymbayev@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ, МНОГОСЛОЕВЫХ, ТВЕРДЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация: Работа посвящена анализу и обобщению результатов исследований физико-механических свойств нитридных и карбидных многослойных систем на основе $(TiZrNbTa)N$ в зависимости от методов нанесения и термической обработки. Повышение прочности конструкции без увеличения массы изделия и обеспечение специфических свойств поверхности, таких как высокая износостойкость, оптимальные трибологические характеристики, жаростойкость и коррозионная стойкость имеют решающее значение на сегодняшний день. Рассмотрено влияние введения чрезвычайно высоких доз ионов N^+ (10^{18} см^{-2}) в наноструктурированные покрытия $(TiZrNbTa)N$ нанесенных методом вакуумно-дугового напыления. Исследовано изменение твердости твердость покрытий, достигнута величина твердости 23 ГПа на глубинах $\geq 200 \text{ нм}$. Исследовано нанесение тонкого слоя, направленного на устранение капельных фракций, образующихся при катодной эрозии при вакуумно-дуговом напылении, привело к снижению микротвердости имплантированных образцов. Изучено повышение давления в камере осаждения до $3 \times 10^{-3} \text{ Торр}$ существенно повысило концентрацию азота в составе покрытия при одновременном уменьшении количества таких металлических компонентов, как Ti , Nb и V . Предварительные испытания на приборе для испытания на

царапины подтвердили, что полученные покрытия продемонстрировали улучшение индекса пластичности $H/E \geq 0,1$, что указывает на исключительную износостойкость.

Ключевые слова: покрытие, тонкие пленки, микроструктура, многослойные покрытия, магнетронное распыление.

Введение

Современные машины и агрегаты, характеризующиеся растущими скоростями, специфическими нагрузками, различными рабочими температурами и требованиями к функциональности в сложных условиях, таких как вакуум или агрессивные среды, имеют большую потребность в производительности материалов. Достижение повышенной прочности конструкции без увеличения массы изделия и обеспечение специфических свойств поверхности, в том числе высокой износостойкости, оптимальных трибологических характеристик, жаростойкости и коррозионной стойкости, является актуальным [1 - 8].

За последнее десятилетие появилась революционная разработка в виде высокоэнтропийных сплавов, составляющих новый класс соединений металлов. Эти сплавы с атомным процентным содержанием от 5 до 35% продемонстрировали термодинамическую стабильность как в объемноцентрированной кубической (ОЦК), так и в гранецентрированной кубической (ГЦК) решетках в сочетании с исключительной прочностью. Необходимость производства нитридов или карбидов на основе этих высокоэнтропийных сплавов стала еще более актуальной из-за их исключительной твердости, достигающей 46 ГПа (сверхтвердость), термодинамической стабильности до 1000°C и превосходной износостойкости и коррозионной стойкости [9, 10].

В работе рассмотрены и изучены закономерности влияния размера зерна на механические характеристики покрытий при их переходе на наноструктурный уровень. Понимание корреляции между твердостью и размером зерна имеет решающее значение, поскольку оно играет ключевую роль в сопротивлении материала упругой и пластической деформации. Хорошо известный закон Холла-Петча обеспечивает основу для изучения этой взаимосвязи, показывая, что на предел текучести существенное влияние оказывает размер зерна. По мере перехода материалов на нанометровый структурный уровень зависимость твердости от размера зерна приобретает немонотонный характер, что представляет собой уникальную задачу и возможность для дальнейших исследований.

Таким образом, это исследование влияния размера зерна на механические характеристики и замечательную твердость покрытий, особенно полученных из высокоэнтропийных сплавов и нанокристаллических многослойных слоев, способствует развитию области современных материалов для применения в сложных условиях эксплуатации.

Материалы и методы

Для нанесения покрытий использовалось магнетронное распыление. Региональная инженерная лаборатория Восточно-Казахстанского государственного технического университета провела исследования необработанных и обработанных образцов сплава. Основные методы включают масс-спектрометрию (AGILENT), оптическую микроскопию, рентгеновскую дифрактометрию (X-PERT-Pro), сканирующую электронную микроскопию с энергодисперсионным микроанализом (Jeol JSM-6390LV) и просвечивающую электронную микроскопию (Jeol JEM-2100).

Результаты и обсуждение

В исследованиях использовался рентгеновский дифрактометр X-PERT-Pro CuK α для оценки фазового состава покрытий и изучения структуры и субструктуры образцов, имеющих покрытия. Рабочее напряжение и ток рентгеновского дифрактометра составляют 40 кВ и 300 мА соответственно. Под углами 2°, 3°, 10° и 30° были получены рентгеноструктурные спектры образцов в исходном состоянии (после нанесения покрытия). При фокусировке по Брэггу–Брентано в диапазоне углов 25-90° для регистрации дифракционного спектра для фазового анализа использовалась система сканирования θ –2 θ . В зависимости от ширины и интенсивности дифракционных максимумов эксперименты проводились в поточечном режиме с шагом сканирования $\Delta(2\theta) = 0,02$ – $0,2^\circ$ и

длительностью накопления импульса в каждой точке 10–100 с. С помощью ионного пучка для подготовки фольг или ламелей для электронного микроскопа использовали прибор JEOL JEM-2100F с энергией электронов до 200 кэВ для анализа структуры и фазового состава.

Таблица 1 – Параметры осаждения и концентрации полученных покрытий

Номер серии	U, V	PN, Torr	Концентрация, at. %				
			N at%	Ti	Zr	Nb	Ta
1	150	$3 \cdot 10^{-3}$	54	7.03	8.52	9.93	4.20
2	70	$4 \cdot 10^{-3}$	55	10.76	7.71	8.38	4.24
3	150	$3 \cdot 10^{-4}$	46	9.04	9.8	12.13	4.62
4	150	$7 \cdot 10^{-4}$	53	9.72	8.44	8.1	4.78
катод	-	-	-	21.52	18.77	18.2	15.81

Таблица 1 иллюстрирует, как понижение давления с 3×10^{-4} до 3×10^{-3} Торр приводит к увеличению содержания азота в композиции покрытия. В то же время металлические компоненты, такие как Ti, Nb и V, становятся менее распространенными. Концентрация элементов в покрытии, отличных от типичных для состава литого катода, изменяется в результате изменения давления в камере в процессе осаждения.

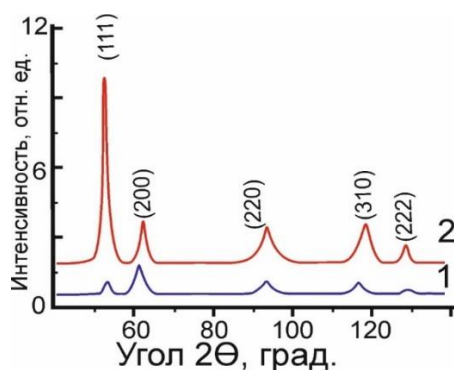


Рисунок 1 – Части дифракционных спектров покрытий системы (TiZrNbTa)N, полученные при различных PN = 3×10^{-4} (1) и 3×10^{-3} Торр

Спектры рентгеноструктурного анализа (РФА) нитридных покрытий, изготовленных из высокоэнтропийных сплавов, при различных давлениях азота в процессе осаждения представлены на рис. 1. Фаза с ГЦК-решеткой, характерной для нитридной структуры мульти-элементный сплав, по результатам рентгеноструктурного исследования, очевидно, образуется в качестве первичной кристаллической фазы. Формула Шеррера дает средний размер кристаллитов около 8 нм для ГЦК-фазы в покрытиях при низком давлении 3×10^{-4} Торр. Плоскость (200) в данном случае параллельна поверхности, что указывает на преобладающую ориентацию роста кристаллитов (ось текстуры [100] в данном случае перпендикулярна плоскости поверхности). По результатам испытаний покрытий на твердость по Виккерсу в этом случае отмечена высокая твердость $51 \pm 0,7$ ГПа. Покрытие, полученное при относительно высоком давлении 3×10^{-3} Торр, представленное спектром 2 на рисунке 1, демонстрирует принципиальное отличие: преобладающая ориентация плоскости (111) появляется параллельно поверхности роста, что приводит к заметное увеличение относительной интенсивности пиков из соответствующей плоскости. ГЦК-фаза покрытия, помещенная под большее давление, демонстрирует существенное увеличение среднего размера кристаллитов, достигая уже 17-20 нм.

Следует отметить, что интеграл концентрации по глубине анализа покрытия является причиной увеличения концентрации N⁺ до 64 ат.%. В действительности концентрация N на проективной глубине достигает 90%.

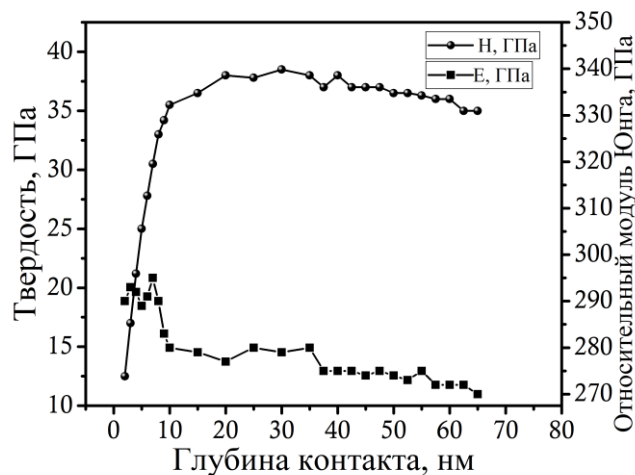


Рисунок 2 – Результаты динамических измерений модуля упругости и твердости покрытия до имплантации N^+ (H/E – индекс пластичности)

Зависимости приведенного модуля упругости E_r и нанотвердости от глубины вдавливания представлены на рисунке 2. Максимальная нанотвердость составляет 28 ГПа, а при $P=3 \times 10^{-4}$ Торр модуль упругости находится в пределах 230–240 ГПа. Следует отметить, что об исключительной износостойкости свидетельствует повышение показателя пластичности $H/E \geq 0,1$. Твердость покрытия повышается до 34,6 ГПа для образцов с покрытиями, нанесенными при 3×10^{-3} Торр, которые имеют большую концентрацию N в покрытии.

При введении ионов N^+ в дозе 10^{18} см^{-2} твердость снижается до 12 ГПа, а затем начинает повышаться с глубиной. На глубинах более 200 нм твердость достигает максимума 23 ГПа, что практически соответствует значению исходного состояния (после осаждения).

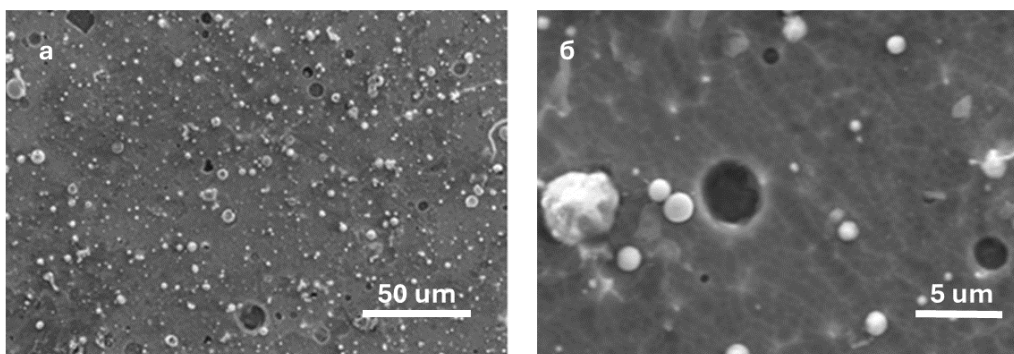
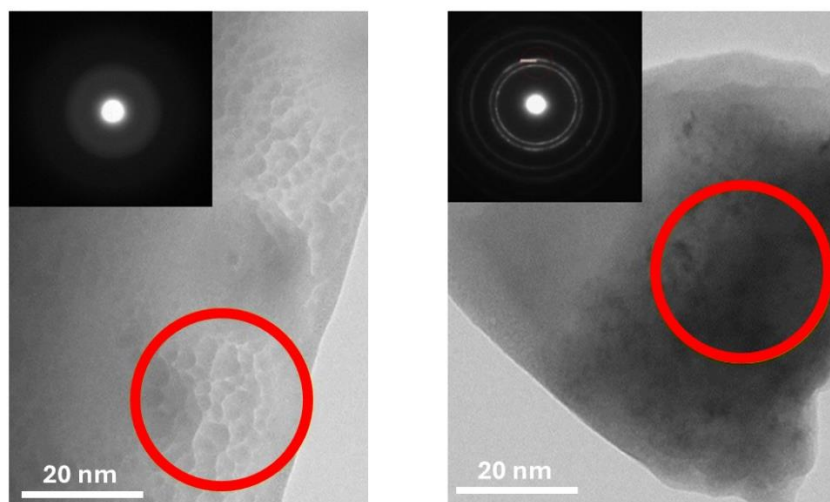


Рисунок 3 – РЭМ-изображение покрытий (образец 4)

Изображение поверхности покрытия $(TiZrNbTa)N$ после осаждения и имплантации ионов N^+ (10^{18} см^{-2}) представлено на рисунке 3. Тонкий слой, напыленный с поверхности покрытия, привел к уменьшению шероховатости поверхности покрытия. На рис. 3б показано поперечное сечение покрытия толщиной около 5 мкм. Здесь также присутствует типичная капельная фракция, которая часто образуется при вакуумно-дуговом испарении катода (из-за отсутствия имплантации).

Она составляет (68–72) нм в зависимости от состава покрытия (или изменения концентрации тугоплавких нитридов), как показали исследования проективного пути $R_p \approx$ для ионов N^+ с энергией 60 КэВ. Результаты исследования ПЭМ, представленные на рисунке 4, показывают, что слой аморфного покрытия имеет толщину более 40 нм, а под ним находится нанокристаллический слой с размерами нанокристаллитов 5–6 нм.



а) приповерхностный слой аморфной фазы; б) слой под аморфной нанокристаллической (с дисперсным размером нанозерен) фазой

Рисунок 4 – области поперечного сечения покрытий $(TiZrNbTa)N$, полученные на изображениях ПЭМ. В правом верхнем углу отображается микродифракция выбранной области.

Известно, что внутренняя энергия кристаллических решеток ГЦК и ГПУ близка, с относительно небольшим энергетическим барьером превращения. Кроме того, известно, что плоскости (100) соответствует межплоскостное расстояние 0,275-0,278 нм для нитридов переходных металлов с ГПУ-решеткой. В связи с этим можно предположить, что сдвиговый механизм может вызывать перестройку решетки из ГЦК в ГПУ в локализованных участках материала покрытия из-за неоднородности состава при относительно низкой концентрации азота, связанной с низким рабочим давлением. Повышенная термодинамическая стабильность ГПУ-решетки в сочетании с отсутствием атомов азота в октаэдрических междоузлиях может быть основной движущей силой этого процесса [11].

Заключение

В ходе исследования было выявлено, что при введении в наноструктурированные покрытия $(TiZrNbTa)N$ высоких доз ионов N^+ (10^{18} см^{-2}) формируется многослойная структура, состоящая из аморфного, нанокристаллического (дисперсного) и наноструктурированного слоев. Твердость покрытий снижается до 12 ГПа в приповерхностной области, а затем возрастает с глубиной, достигая максимума 23 ГПа на больших глубинах ≥ 200 нм. Также, напыление небольшого слоя поверхности покрытия, приводящее к устранению капельной фракции, образующейся при катодной эрозии при вакуумно-дуговом напылении, является причиной снижения микротвердости имплантированных образцов. Определена зависимость получаемой структуры от даления в камере осаждения и при повышении до 3×10^{-3} Торр концентрация азота в составе покрытия существенно возрастает, а количество металлических компонентов типа Ti, Nb и V снижается. Основная ориентация плоскости (111) возникает в результате сдвига давления, параллельного росту поверхности и образованию структуры ГПУ.

Предварительные испытания на приборе для испытания на царапины подтверждают, что полученные покрытия демонстрируют улучшение индекса пластичности $H/E \geq 0,1$, что указывает на исключительную износостойкость.

Список литературы

1. Peculiarities of Structure State and Mechanical Characteristics in ion-Plasma Condensates of Quasibinary System Borides $W_2B_5-TiB_2$ / O.V. Sobol, O.N. Grigorjev, Yu.A. Kunitsky et al // Science of Sintering. – 2006. – V. 38. – P. 63-72.
2. Соболев О.В. Концентрационно-структурное упорядочение в нано-кристаллических ионно-плазменных конденсатах $(W, Ti)C$ твердого раствора / О.В. Соболев // ФИП. – 2007. – Т. 5, № 1. – С. 69 -74.

3. Соболев О.В. Процесс наноструктурного упорядочения в конденсатах системы W-Ti-B / О.В. Соболев // ФТТ. – 2007. – Т. 49, Вып. 6. – С. 1104-1110.
4. Sobol O.V. Study of concentration and structural ordering in nanocrystal-line ion-plasma condensates of (W, Ti)C solid solution / O.V. Sobol // Functional Materials. – 2007. – Vol.14, № 3. – P. 392-397.
5. Соболев О.В. Особенности фазового состава, структуры, напряженного состояния и механических характеристик конденсатов боридной системы W-Ti-B, полученных триодным распылением / О.В. Соболев, С.Н. Дуб, О.Н. Григорьев и др.// Сверхтвердые материалы. – 2005. – № 5. – С. 38-47.
6. Haines J. Synthesis and design of superhard materials / J. Haines, J.M. Leger, G. Bocquillon // Annu. Rev. Mater. Res. – 2001. – V. 31. – P. 1-23.
7. Mayrhofer P.H. Ab initio calculated binodal and spinodal of cubic Ti_{1-x}Al_xN / P.H. Mayrhofer, D. Music, J.M. Schneider // Appl. Phys. Letter. – 2006. – V.88. – P. 071922.
8. Zhang R.F. Veprék S. Metastable phases and spinodal decomposition in Ti_{1-x}Al_xN system studied by ab initio and thermodynamic modeling, a comparison with the TiN–Si₃N₄ system / R.F. Zhang, S. Veprék // Mater. Sci. Eng., A. – 2007. – V.448. – P.111-119.
9. Microstructure, physical and chemical properties of nanostructured (Ti-Hf-Zr-V-Nb)N coatings under different deposition conditions / A.D. Pogrebnjak, I.V. Yakushchenko, A.A. Bagdasaryan et al // Mater. Chem. Phys. 2014. – Vol. 147, № 3. – P. 1079-1091.
- 10 Sobol O.V. Influence of Ion Implantation on the Structural and Stressed State and Mechanical Properties of Nitrides of High-entropy (TiZrAlYNb)N and (TiZrHfVNbTa)N Alloys / O.V. Sobol, I.V. Yakushchenko // J. Nano- Electron. Phys. – 2015. – Vol.7, № 3. – P. 03044-1 - 03044-6.
- 11 Pogrebnjak A.D. The structure and properties of high-entropy alloys and nitride coatings based on them / A.D. Pogrebnjak, A.A. Bagdasaryan, I.V. Yakushchenko, V.M. Beresnev // Rus. Chem. Rev. – 2014. – Vol.83, № 11. – P. 1027-1061.

References

1. Peculiarities of Structure State and Mechanical Characteristics in ion-Plasma Condensates of Quasibinary System Borides W₂B₅-TiB₂ / O.V. Sobol, O.N. Grigorjev, Yu.A. Kunitsky et al // Science of Sintering. – 2006. – V. 38. – P. 63-72. (In English).
2. Sobol O.V. Kонтсентратсионно-структурное упорядочение в nano-kристаллических ионно-плазменных конденсатах (W,Ti)C твердого раствора / O.V. Sobol' // FIP. – 2007. – Т. 5, № 1. – С. 69 -74. (In Russian).
3. Sobol O.V. Protсess nanostrukturного упорядочения в конденсатах системы W-Ti-B / O.V. Sobol' // ФТТ. – 2007. – Т. 49, Вып. 6. – С. 1104-1110. (In Russian).
4. Sobol O.V. Study of concentration and structural ordering in nanocrystal-line ion-plasma condensates of (W, Ti)C solid solution / O.V. Sobol // Functional Materials. – 2007. – Vol.14, № 3. – P. 392-397. (In Russian).
5. Sobol O.V. Osobennosti fazovogo sostava, struktury, napryazhennogo sostoyaniya i mekhanicheskikh kharakteristik kondensatov boridnoi sistemy W-Ti-B, poluchennykh triodnym raspyleniem / O.V. Sobol', S.N. Dub, O.N. Grigor'ev i dr.// Sverkhтвердые материалы. – 2005. – № 5. – С. 38-47. (In Russian).
6. Haines J. Synthesis and design of superhard materials / J. Haines, J.M. Leger, G. Bocquillon // Annu. Rev. Mater. Res. – 2001. – V. 31. – P. 1-23. (In English).
7. Mayrhofer P.H. Ab initio calculated binodal and spinodal of cubic Ti_{1-x}Al_xN / P.H. Mayrhofer, D. Music, J.M. Schneider // Appl. Phys. Letter. – 2006. – V.88. – P. 071922. (In English).
8. Zhang R.F. Veprék S. Metastable phases and spinodal decomposition in Ti_{1-x}Al_xN system studied by ab initio and thermodynamic modeling, a comparison with the TiN–Si₃N₄ system / R.F. Zhang, S. Veprék // Mater. Sci. Eng., A. – 2007. – V.448. – P.111-119. (In English).
9. Microstructure, physical and chemical properties of nanostructured (Ti-Hf-Zr-V-Nb)N coatings under different deposition conditions / A.D. Pogrebnjak, I.V. Yakushchenko, A.A. Bagdasaryan et al // Mater. Chem. Phys. 2014. – Vol. 147, № 3. – P. 1079-1091. (In English).
- 10 Sobol O.V. Influence of Ion Implantation on the Structural and Stressed State and Mechanical Properties of Nitrides of High-entropy (TiZrAlYNb)N and (TiZrHfVNbTa)N Alloys / O.V. Sobol, I.V. Yakushchenko // J. Nano- Electron. Phys. – 2015. – Vol.7, № 3. – P. 03044-1 - 03044-6. (In English).
- 11 Pogrebnjak A.D. The structure and properties of high-entropy alloys and nitride coatings based

А. Касымбаев^{1*}, С.В. Плотников¹, А. Тұрлыбекұлы², А. Погребняк³

¹ Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті,
070004, Қазақстан Республикасы, Өскемен қ., Протозанова көш. 69

²Institute of materials engineering,
010000, Республика Казахстан, Астана қ., Сауран 5ғ, 156

³Сумы мемлекеттік университеті,
40007, Украина, Сумы қ., Римский-Корсаков көш. 2

*e-mail: alexey_kasymbayev@mail.ru

КӨП КОМПОНЕНТТІ, КӨП ҚАТТЫ, ҚАТТЫ НАНОКОМПОЗИТТІ ҚАБЫЛДАУЛАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.

(TiZrNbTa)N негізіндегі нитридті және карбидті көпқабатты жүйелердің физикалық-механикалық қасиеттерін, тұндыру және термиялық өңдеу әдістеріне байланысты талдау және жинақтау нәтижелері талданған және жабындарды магнетронды шашырату арқылы тұндырған. бастапқы және өңделген қорытпа үлгілері аймақтық инженерлік зертханада жүргізілді. Наноқұрылымды жабындарға (TiZrNbTa)N N⁺ иондарының өте жоғары дозалары (10¹⁸ см⁻²) енгізілгенде аморфты, нанокристалды (дисперсті) және наноқұрылымды қабаттар. Қаптамалардың қаттылығы жер бетіне жақын аймақта 12 ГПа дейін төмендейді, содан кейін тереңдікте артады, ≥ 200 нм үлкен тереңдікте максимум 23 ГПа жетеді. Қаптама бетінің кішкене қабатын шашырату, вакуумды-доғалық шашырату кезінде катодты эрозия кезінде түзілетін тамшы фракциясының жойылуына әкелетін имплантацияланған үлгілердің микроқаттылығының төмендеуіне себеп болып табылады.

Түйін сөздер: *покрытие; микроструктура; механические свойства; износостойкость; CA-PVD.*

A. Kasymbayev^{1*}, S.V. Plotnikov¹, A. Turlybekuly², A. Pogrebnyak²

¹ D. Serikbaev East Kazakhstan Technical University,
070004, Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, Protozanova 69 st.

²Institute of Materials Manufacturing, 1
010000, Republic of Kazakhstan, 56, Sauran 5g, Astana

³Sumy State University,
40007, Ukraine, Sumy, 2 Rimsky-Korsakov st.

*e-mail: alexey_kasymbayev@mail.ru

RESEARCH OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF MULTI-COMPONENT, MULTILAYER, SOLID NANOCOMPOSITE COATINGS

The results of studies of the physical and mechanical properties of nitride and carbide multilayer systems based on ((TiZrNbTa)N, depending on the methods of deposition and heat treatment are analyzed and summarized. The coatings were deposited by magnetron sputtering. Studies of the original and processed alloy samples were carried out in a regional engineering laboratory. When extremely high doses of N⁺ ions (10¹⁸ cm⁻²) are introduced into nanostructured coatings (TiZrNbTa)N, a multilayer structure is formed, consisting of amorphous, nanocrystalline (dispersed) and nanostructured layers. The hardness of the coatings decreases to 12 GPa in the near-surface region, and then increases with depth, reaching a maximum of 23 GPa at great depths ≥ 200 nm.

Sputtering a small layer of the coating surface, leading to the elimination of the droplet fraction formed during cathode erosion during vacuum-arc sputtering, is the reason for the decrease in the microhardness of the implanted samples.

Key words: *coating; microstructure; mechanical properties; wear resistance; CA-PVD.*

Сведения об авторах

Алексей Касымбаев* – докторант ВКТУ по направлению «Техническая физика», Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан; e-mail: alexey_kasymbayev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6588-8098>.

Сергей Викторович Плотников – доктор физико-математических наук, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан, e-mail: splotnikov@ektu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4105-2128>.

Аманжол Тұрлыбекұлы – старший научный сотрудник, Ph.D, Institute of materials engineering, Республика Казахстан, e-mail: aturlybekuly@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8686-949X>.

Александр Дмитриевич Погребняк – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой наноэлектроники и модификации поверхности, Сумской государственной университет, Украина; e-mail: alexp@i.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9218-6492>.

Авторлар туралы мәліметтер

Алексей Касымбаев* – «Техникалық физика» бағыты бойынша ШҚТУ докторанты, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: alexey_kasymbayev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6588-8098>.

Сергей Викторович Плотников – физика-математика ғылымдарының докторы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: splotnikov@ektu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4105-2128>.

Аманжол Тұрлыбекұлы – аға ғылыми қызметкер, т.ғ.д., материалдар жасау институты, Қазақстан Республикасы, e-mail: aturlybekuly@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8686-949X>.

Александр Дмитриевич Погребняк – физика-математика ғылымдарының докторы, Наноэлектроника және бетті модификациялау кафедрасының меңгерушісі, Сумы мемлекеттік университеті, Украина, e-mail: alexp@i.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9218-6492>.

Information about the authors

Alexey Kasymbayev* – student at VKTU in the direction of «Technical Physics», D. Serikbaev East Kazakhstan Technical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: alexey_kasymbayev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6588-8098>.

Sergey Viktorovich Plotnikov – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, East Kazakhstan Technical University named after. D. Serikbaeva, Republic of Kazakhstan, e-mail: splotnikov@ektu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4105-2128>.

Amanzhol Turlybekuly – Senior Researcher, Ph.D, institute of materials engineering, Republic of Kazakhstan, e-mail: aturlybekuly@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8686-949X>.

Alexander Dmitrievich Pogrebnyak – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Nanoelectronics and Surface Modification, Sumy State University, Ukraine; e-mail: alexp@i.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9218-6492>.

*Поступила в редакцию 24.01.2024
Поступила после доработки 06.02.2024
Принята к публикации 07.02.2024*

**R.E. Kelsingazina^{1,2}**¹Branch «Institute of Atomic Energy» NNC RK,
071100, Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Beybit Atom street, 10²Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka street, 20 A
e-mail: kelsingazina@nnc.kz

SAFETY JUSTIFICATION FOR TRANSPORTATION OF NUCLEAR MATERIALS

Abstract: *The Institute of Atomic Energy of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan conducts a large number of studies to justify the safety of designed reactors and already operating reactors. Experiments are carried out both at in-pile and out-of-pile research installations. To implement these studies, there is a need to transport nuclear materials to the place where they are performed. Thus, it is necessary to justify the safety of nuclear material transportation. This paper presents neutronic calculations of the effective neutron multiplication factor to justify the safety of nuclear material transportation in accordance with the legislation of the Republic of Kazakhstan. The calculations used the most commonly transported type of nuclear materials – uranium dioxide (UO₂) fuel pellets of various enrichments. Transportation was conducted using a transport packaging set IP-1, in accordance with the rules for the transportation of nuclear materials. Both normal and emergency conditions for the transportation of nuclear materials were modeled, taking into account the possibility of water leaking into the packaging and water getting into canisters with uranium dioxide fuel pellets. To determine the effective neutron multiplication factor (k_{eff}) of the transport and packaging set, the Monte Carlo calculation method was used in the MCNP5 program, with the ENDF/B-VII nuclear data library.*

Key words: *nuclear materials, transportation, Monte Carlo method, transport and packaging container, effective neutron multiplication factor.*

Introduction

The Institute of Atomic Energy of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (IAE NNC RK) is engaged in research of processes accompanying the development of a severe core melt accidents at nuclear power plants. For this purpose, experiments are carried out both in reactor and non-reactor installations. For example, thanks to the design features of the research impulse graphite reactor IGR [1], it is possible to conduct large-scale experiments with a model fuel assembly containing up to 10 kg of uranium dioxide [2]. There is a need to transport nuclear materials to the assembly site of model fuel assemblies to conduct experiments on time. At each nuclear energy facility there is a system for transporting and storing fresh nuclear fuel; operations of reception, storage, preparation for loading and loading are carried out.

The International Atomic Energy Agency (IAEA) establishes standards of safe transport of radioactive materials [3]. Their basic concept is that during transportation of radioactive materials the safety and protection of people, property, and the environment from the harmful effects of ionizing radiation is mainly ensured by packaging [4]. According to the Law of the Republic of Kazakhstan “On the Use of Atomic Energy” [5], transportation of nuclear materials, radioactive substances and radioactive waste must be carried out in transport packaging sets (TPS).

There are different types of transport packaging sets (Fig. 1) depending on the radioactive material being transported, classified into the following types: excepted packaging; industrial packaging types 1 (IP-1), 2 (IP-2), 3 (IP-3); packaging types A, B, C [6].

In accordance with the rules for the transportation of nuclear materials, radioactive substances and radioactive waste [7], one of the requirements is to exclude the achievement of a critical mass under normal, routine and accident transportation conditions.

Nuclear safety during the transportation of radioactive materials in containers will be achieved under the conditions that the effective multiplication factor k_{eff} of an individual package does not exceed 0.95 under normal, routine and accident transportation conditions.



TPS-39M1



TPS-115



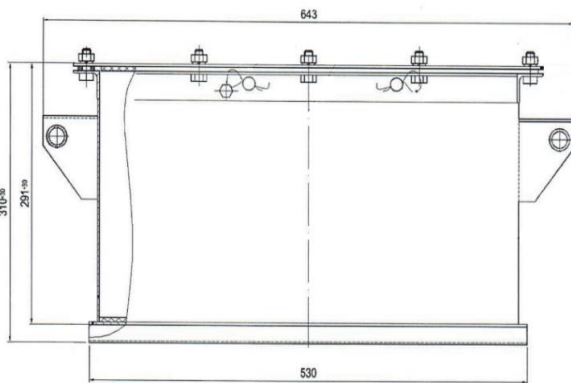
TPS-19

Fig. 1 – Transport packaging set

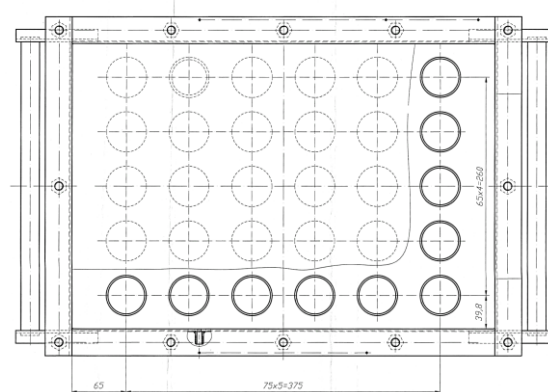
Problem formulation

The most frequently transported nuclear materials are fuel pellets made of uranium dioxide of various enrichments, intended for experimental devices with model fuel assemblies, when conducting research at reactor and non-reactor installations of the Institute of Nuclear Energy of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan in support of scientific and technical programs for the development of nuclear energy in the Republic of Kazakhstan. To assemble one fuel assembly of a model fuel assembly, more than 1 kg of fuel pellets is required. According to [7], transportation of fuel pellets must be carried out in industrial packaging type 1 (IP-1).

TPS IP-1 (Fig. 2) is a container consisting of a welded body of rectangular cross-section with a wall thickness of 2 mm, with a removable lid whose thickness is 3 mm. The material of the body and lid is St3 steel. The container contains a tray with 30 holes designed to accommodate cylindrical cases. The canisters are used for loading fuel pellets, they are made of stainless steel 12X18H10T.



Container IP-1 (side view)



Tray for canisters (top view, TPS lid not shown)

Fig. 2 – Components of the TPS IP-1

The purpose of this work is to calculate the effective neutron multiplication factor (k_{eff}) to justify the safety of transportation of uranium dioxide fuel pellets. The main characteristics of the transported material are presented in Table 1.

Table 1 – Characteristics of transported fuel pellets

No	Name	Enrichment, %	Mass, g
1	Pellets UO ₂	16	1756
2	Pellets UO ₂	12	1171

It is accepted that transportation of pellets will be carried out inside canisters as part of the transport packaging set. According to the requirements [7], there are should be not more than 5 grams of fissile nuclides of uranium 235 in each individual package.

Neutronic calculations and their results

Among the methods for calculating the effective neutron multiplication factor, the most widely used is the Monte Carlo method, which allows calculations of any materials with a complex geometric configuration.

In this work, to determine the effective neutron multiplication factor (k_{eff}), a neutronic model of the TPS was developed, containing canisters with uranium dioxide pellets (Fig. 3), in the MCNP5 program [8] with the ENDF/B-VII nuclear data library. The physical properties of the materials were borrowed from reference literature [9, 10].

In order to take a conservative approach to calculating k_{eff} , uranium dioxide fuel pellets are modeled in the form of monolithic cylinders and distributed evenly among all canisters, and the possible redistribution of fuel pellets with maximum proximity to each other is also taken into account.

Two emergency situations were considered in calculations, taking into account the possibility of the packaging being flooded with water and the packaging getting into water or snow:

- flooding of TPS IP-1 with water, while there is no water in the canisters;
- complete flooding of the canisters and TPS IP-1 with water.

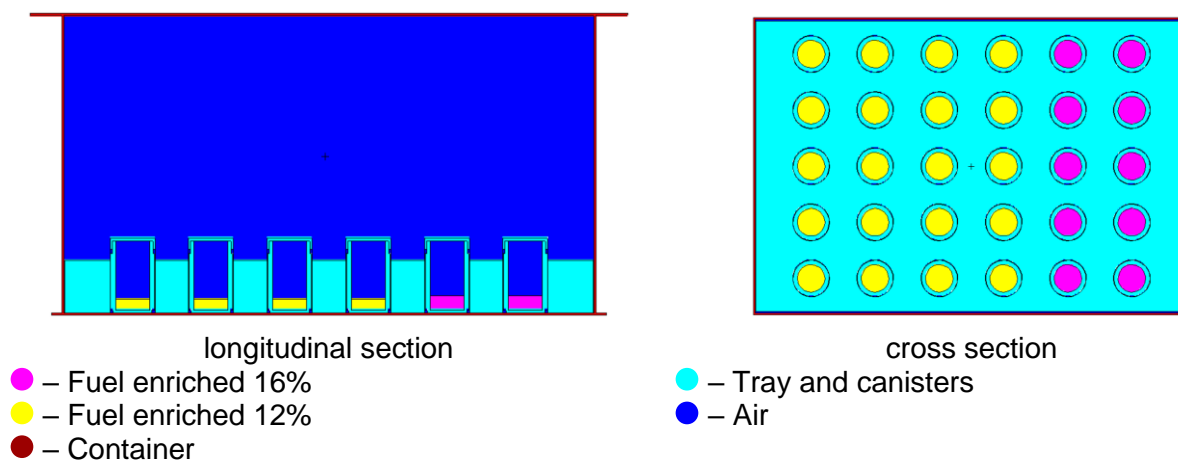


Fig. 3 – Calculation model of the TPS IP-1

As a result of neutronics calculations under normal and ordinary transportation conditions, the effective neutron multiplication factor is 0.0152. In case of partial flooding of the TPS, when water did not enter the canister, $k_{\text{eff}} = 0.0179$. When the transport packaging is completely flooded, the coefficient k_{eff} does not exceed 0.0314.

Conclusions

To establish the safety of transportation of nuclear materials to the research site with model fuel assemblies, a computational model of the TPS IP-1 transport and packaging container with a canister containing uranium dioxide fuel pellets was developed. A number of neutronics calculations have been performed to justify nuclear safety during the transportation of uranium dioxide fuel pellets inside of a transport packaging set under conditions of normal movement and in the event of a number of accident situations. In none of the considered accident situations the value of the effective neutron multiplication coefficient exceeds the limit $k_{\text{eff}} = 0.95$. Thus, we can assume that in the case considered, the transportation of nuclear materials is safe and complies with the rules for the transportation of nuclear materials, radioactive substances and radioactive waste [7]

References

1. Batyrbekov E. Experimental opportunities and main results of the impulse graphite reactor use for research in safety area / E. Batyrbekov, V. Vityuk, A. Vurim, G. Vityuk. // Annals of Nuclear Energy. – 2023. – Vol. 182. – P. 109582. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2022.109582>.
2. Impulse graphite reactor IGR. Atomic Energy / I.V. Kurchatov, S.M. Feinberg, N.A. Dollezhal et al // Academy of Sciences of the USSR. – 1964. – T. 17, Issue. 6. – P. 463-474.
3. Radiation protection and safety of radiation sources : international basic safety standards / Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014. – P. 24.
4. Rules for the safe transportation of radioactive materials. 2018 Edition IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 (Rev. 1). International Atomic Energy Agency. Vein. – 2019. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1798R_web.pdf.

5. Law of the Republic of Kazakhstan «On the use of atomic energy». – 2016. – № 442-V.
6. International Conference on the Safety of Transport of Radioactive Material (2003: Vienna, Austria) Safety of transport of radioactive material: proceedings of an International Conference on the Safety of Transport of Radioactive Material / organized by the International Atomic Energy Agency, co-sponsored by the International Civil Aviation Organization [et al.], and held in Vienna, 7–11 July 2003. p.; 24 cm. – (Proceedings series, ISSN 0074–1884).
7. Can «Rules for the transportation of nuclear materials, radioactive substances and radioactive waste» Approved. by order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan. 2021. – № 183 dated May 28.
8. MCNP-5.1.40 Monte-Carlo N-Particle Transport Code; Los Alamos National Laboratory; Los Alamos, New Mexico. – April 24, 2003.
9. Chirkin V.S. Thermophysical properties of nuclear technology materials: M., Atomizdat, 1968. – 484 p.
10. Thermophysical Properties of Materials for Nuclear Engineering: Tutorial for students of specialty “Nuclear Power Plants” / Edited by Prof. P.L. Kirillov. Second revised and augmented edition. – Obninsk. 2006. – 182 PP.

Р.Е. Келсингазина^{1,2}

¹ҚР ҰЯО «Атом энергиясы институты» филиалы,
071100, Қазақстан Республикасы, Курчатов қ., Бейбіт Атом көшесі, 10

² Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка көшесі, 20 А
e-mail: kelsingazina@nnc.kz

ЯДРОЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ТАСЫМАЛДАУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК НЕГІЗДЕМЕСІ

«Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы» РМК «Атом энергиясы институты» филиалында жобаланатын және іске қосылған реакторлардың қауіпсіздігін негіздеу үшін көптеген зерттеулер жүргізіледі. Эксперименттер реакторлық және реактордан тыс зерттеу қондырғыларында жүргізіледі. Осы зерттеулерді жүзеге асыру үшін ядролық материалдарды олар жүргізілетін жерге дейін тасымалдау қажет болады. Осылайша ядролық материалдарды тасымалдау қауіпсіздігін негіздеу қажеттілігі туындайды. Бұл жұмыста Қазақстан Республикасының заңнамасына сәйкес ядролық материалдарды тасымалдау қауіпсіздігін негіздеу үшін нейтрондардың тиімді көбею коэффициентінің нейтрондық-физикалық есептеулері ұсынылған. Есептеулерде ядролық материалдардың ең көп тасымалданатын түрі – әртүрлі байытылған уран диоксиді (UO₂) отын таблеткалары пайдаланылды. Тасымалдау кезінде ядролық материалдарды тасымалдау ережелеріне сәйкес ПУ-1 типті көліктік-қаптама комплектісі пайдаланылды. Ядролық материалдарды тасымалдаудың қалыпты, сондай-ақ авариялық жағдайлары уран диоксиді отын таблеткалары салынған қаптамаға судың ағып кету және пеналдарға су кіру мүмкіндігі ескеріліп модельденді. Көліктік-қаптама комплектінің тиімді нейтронды көбейту коэффициентін ($K_{эф}$) анықтау үшін ENDF/B-VII ядролық деректер кітапханасымен MCNP5 бағдарламасында Монте-Карло есептеу әдісі қолданылды.

***Түйін сөздер:** ядролық материалдар, тасымалдау, Монте Карло әдісі, көліктік-қаптама контейнері, нейтрондардың тиімді көбею коэффициенті.*

Р.Е. Келсингазина^{1,2}

¹Филиал «Институт атомной энергии» НЯЦ РК,
071100, Республика Казахстан, г. Курчатов, улица Бейбит атом, 10

²Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, улица Глинка, 20 А
e-mail: kelsingazina@nnc.kz

ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В Филиале «Институт атомной энергии» Национального ядерного центра Республики Казахстан проводится большое количество исследований в обоснование

безопасности проектируемых и уже введенных в эксплуатацию реакторов. Эксперименты проводятся как на реакторных, так и вне реакторных исследовательских установках. Для осуществления данных исследований возникает необходимость транспортировки ядерных материалов до места их проведения. Таким образом, возникает необходимость обоснования безопасности перевозки ядерных материалов. В данной работе представлены нейтронно-физические расчеты эффективного коэффициента размножения нейтронов в обоснование безопасности транспортировки ядерных материалов, согласно законодательству Республики Казахстан. В расчетах использовался наиболее часто перевозимый вид ядерных материалов – топливные таблетки диоксида урана (UO_2) разных обогащений. Транспортировка производилась с использованием транспортно-упаковочного комплекта типа ПУ-1, в соответствии с правилами транспортировки ядерных материалов. Моделировались нормальные и аварийные условия перевозки ядерных материалов, учитывающие возможности протечки воды в упаковку и попадание воды в пеналы с топливными таблетками диоксида урана. Для определения эффективного коэффициента размножения нейтронов ($k_{эф}$) транспортно-упаковочного комплекта использовался метод расчета Монте Карло в программе MCNP5, с библиотекой ядерных данных ENDF/B-VII.

Ключевые слова: ядерные материалы, транспортировка, метод Монте Карло, транспортно-упаковочный контейнер, коэффициент эффективного размножения нейтронов.

Сведения об авторах

Рузия Ерлановна Келсингазина – инженер лаборатории испытаний реакторного топлива; Филиал «Институт атомной энергии» Национального ядерного центра Республики Казахстан, Курчатов, Казахстан; e-mail: kelsingazina@nnc.kz.

Авторлар туралы мәліметтер

Рузия Ерлановна Келсингазина – реакторлық отын сынақтары зертханасының инженері; Қазақстан Республикасының Ұлттық Ядролық орталығы, Курчатов, Қазақстан; e-mail: kelsingazina@nnc.kz.

Information about the authors

Ruziya Erlanovna Kelsingazina – engineer of the Reactor Fuel Test Laboratory; National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Kazakhstan; e-mail: kelsingazina@nnc.kz.

Received 10.01.2024

Revised 07.02.2024

Accepted 11.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-40

MPHTI: 44.31.35



О.В. Кофтанюк*, А.К. Кинжибекова

Торайгыров университет,
140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64
*e-mail: oksana.koftanyuk@mail.ru

АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЭЦ

Аннотация: В данном исследовании были изучены показатели энергорезультативности работы ТЭЦ-3 АО «Павлодарэнерго», которые дают возможность отслеживать изменения в энергоэффективности технологического процесса. Это позволяет наблюдать, как повышение энергоэффективности, влияет на энергетические характеристики оборудования. Такой анализ позволяет тепловой энергоцентрали оптимизировать свои энергетические ресурсы и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

При расчете этих показателей учитывалось, как наихудшее, так и наилучшее отклонение от базовых значений. Для сравнительного анализа использовались фактические данные, полученные за отчетный период. Показатели энергорезультативности представляют собой отношение затрат энергии к объему произведенной продукции или выходу технологического процесса, а также затратам на бытовые нужды, за определенный период времени, например, в течение месяца.

Практическая значимость проведенного анализа энергоэффективности работы ТЭЦ-3 заключается в возможности разработки мероприятий для повышения уровня эффективности на данном предприятии. Это позволит определить, как изменится энергоэффективность после проведения энергосберегающего мероприятия и насколько эффективными будут эти мероприятия.

Используя методы повышения энергоэффективности, можно уменьшить потребление энергии и снизить экономические расходы на производстве, при этом обеспечивая надежность энергоснабжения и сохраняя высокое качество производимой продукции и услуг.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоаудит, энергетические ресурсы, экономия, расход.

Введение

На сегодняшний день крупные казахстанские ТЭЦ теряют тепловую нагрузку по разным причинам. Среди основных – высокая степень износа основного оборудования; низкий тепловой КПД (35-50%, по сравнению с КПД до 70% в передовых международных системах); полное или частичное отсутствие теплоизоляции; слабый гидравлический режим теплосетей, нерегулярные гидравлические, температурные испытания и испытания на плотность; отсутствие схем развития тепловых сетей; низкий уровень автоматизации процессов на предприятиях по производству, передаче и распределению тепловой энергии и другие [1].

Данная тема является актуальной и требует постоянного внимания. При рассмотрении аналогичных работ в области эффективности работы станций можно отметить работу [2]. В ней проведено сравнение показателей энергетической эффективности ТЭЦ при количественном и качественном регулировании тепловой нагрузки. В статье исследована методика регулирования нагрузки на системы теплоснабжения на тепловых электростанциях. Был выполнен расчет и проанализированы показатели энергетической эффективности ТЭЦ при различных способах регулирования нагрузки. В результате была определена экономия топливно-энергетических ресурсов при использовании количественного регулирования нагрузки на ТЭЦ. Вопросы по повышению эффективности работы станции нашли отражения во многих работах, например, [3-6]

Одним из возможных решений проблем снижения потерь тепловой нагрузки является повышение энергоэффективности при производстве тепловой и электрической энергии. Повышение энергоэффективности позволит экономить топливно-энергетические ресурсы и повысить технико-экономические показатели теплоэлектроцентралей.

Первым и необходимым шагом к энергоэффективности являются энергоаудиты предприятий. Методики проведения энергоаудитов и некоторые результаты энергоаудитов представлены в работах [7-10].

В качестве основных предпосылок энергоаудита в данных работах выделяют:

1. Экономические – рост цен и тарифов на энергоносители;
2. Политические – требования законодательства, международные организации и программы;
3. Технологические – возникновение высокоэффективных и дорогостоящих технологий (системы автоматического регулирования, высокоэффективные теплообменники, экономичные системы вентиляции и кондиционирования и т.п.);
4. Социальные – развитие методов менеджмента.

Основными целями энергоэффективности авторы работ [11-14] считают:

1. Для ТЭЦ:

- а) выравнивание графика электрических и тепловых нагрузок;
- б) повышение выработки электроэнергии на тепловом потреблении;
- в) общее снижение технологического, электро- и теплоснабжения

(отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) для районов с дефицитом электро- и тепловой энергии;

г) уменьшение расхода энергии на собственные нужды и технологических потерь;

д) повышение доли и качества возвращаемого потребителем теплоносителя.

2. Для тепловых сетей:

а) устранение утечек теплоносителя;

б) уменьшение тепловых потерь через изоляцию;

3. Для потребителя – снижение ежегодных издержек производства, связанных с энергоснабжением, конечно при сохранении надежности энергоснабжения и качества производимой продукции и услуг [15].

Материалы и методы

Для анализа потребления основных энергетических ресурсов при производстве электрической и тепловой энергии на ТЭЦ необходим учет многих факторов. При этом, определение факторов влияющих на потребление энергетических ресурсов осуществляется только к тем энергетическим ресурсам, которые относятся к значимым потребителям энергии.

Факторы, влияющие на потребление энергетических ресурсов на ТЭЦ, делятся на постоянные и переменные (рис. 1).



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на потребление энергетических ресурсов на ТЭЦ

Учет данных факторов необходим для анализа эффективности потребления энергетических ресурсов при производстве тепловой и электрической энергий.

В ходе проведения исследования были проанализированы количественные показатели работы станции ТЭЦ-3 АО «Павлодарэнерго» за 2022 год.

Были определены:

- удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии с шин;
- удельный расход условного топлива на отпуск тепловой энергии с коллекторов;
- расход электроэнергии на СН на производство электроэнергии;
- удельный расход электроэнергии на отпуск тепловой энергии с коллекторов;
- потребление электроэнергии на хозяйственные нужды на выработку электроэнергии;
- удельное потребление технической воды на производство электроэнергии;
- удельное потребление технической воды на производство тепловой энергии;
- потребление хозяйственно-питьевой воды на человека.

Данные удельные расходы определены как отношение затрат энергии к единице произведенной продукции или затратам на хозяйственно-бытовые нужды в определённый расчётный период времени (месяц). Вышеперечисленные показатели были сравнены с соответствующими базовыми значениями. В качестве базовых значений приняты средние значения по месяцам отопительного и не отопительного периода за 2021 год. Далее были определены значения отклонений от базового потребления и их причины.

ТЭЦ-3 АО «Павлодарэнерго» расположена в Северном промышленном районе г. Павлодар в семи километрах к северу от жилой застройки, вблизи нефтеперерабатывающего завода.

Климат города резко-континентальный. Рассматриваемая зона характеризуется следующими климатологическими показателями:

– расчетная температура, используемая при проектировании систем отопления – минус 34,6 °С [3] ;

– усредненная температура отапливаемого периода – минус 8,3 °С;

– длительность отопительного периода – 212 суток.

Основной продукцией ТЭЦ-3 является тепловая энергия в паре и горячей воде для промышленной зоны и зоны централизованного теплоснабжения города, электроэнергия, а также химически очищенная и обессоленная вода на производство, снабжает горячей водой и отоплением коммунальный и жилой сектор в Центральном районе. ТЭЦ-3 обеспечивает поступление электроэнергии в Павлодар и областные пункты.

Результаты и обсуждение

В ходе анализа были получены данные сравнительных показателей (индикаторов) энергоэффективности работы станции (рис. 2-9).



Рисунок 2 – Расход условного топлива на отпуск электроэнергии с шин

Анализ рисунка 2 показывает, что расход условного топлива на отпуск электроэнергии с шин имеет лучший показатель в феврале. В целом по году происходит ухудшение экономичности на 6% по выпуску электроэнергии с шин, с резким скачком на 25% в августе. Скачок расхода топлива в августе объясняется увеличением отпуска электроэнергии потребителям.

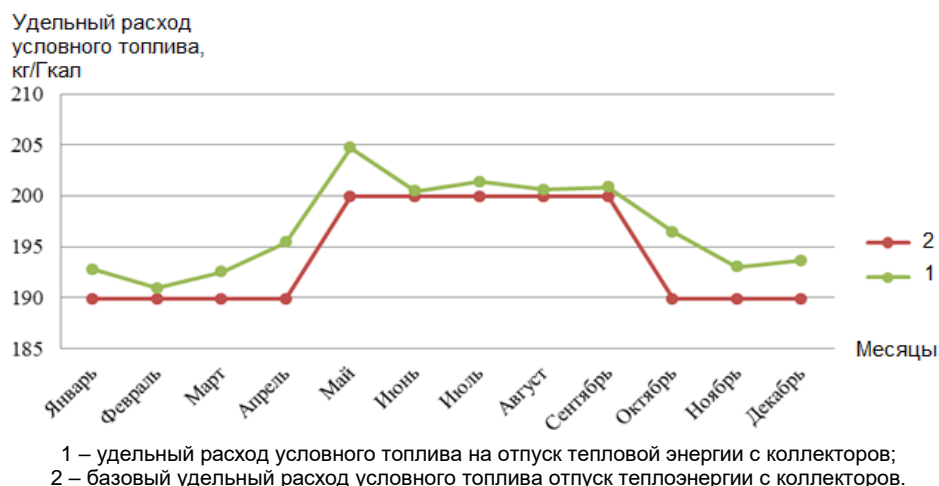


Рисунок 3 – Расход условного топлива на отпуск тепловой энергии с коллекторов

Анализ данного графика показывает, что в среднем по году расход условного топлива на отпуск тепловой энергии с коллекторов превышает базовые значения на 1%. Расход условного топлива на отпуск тепловой энергии с коллекторов зависит от сезона года, то есть в зимнее время больше отпускают тепловую энергию с коллекторов, в летнее время – меньше.

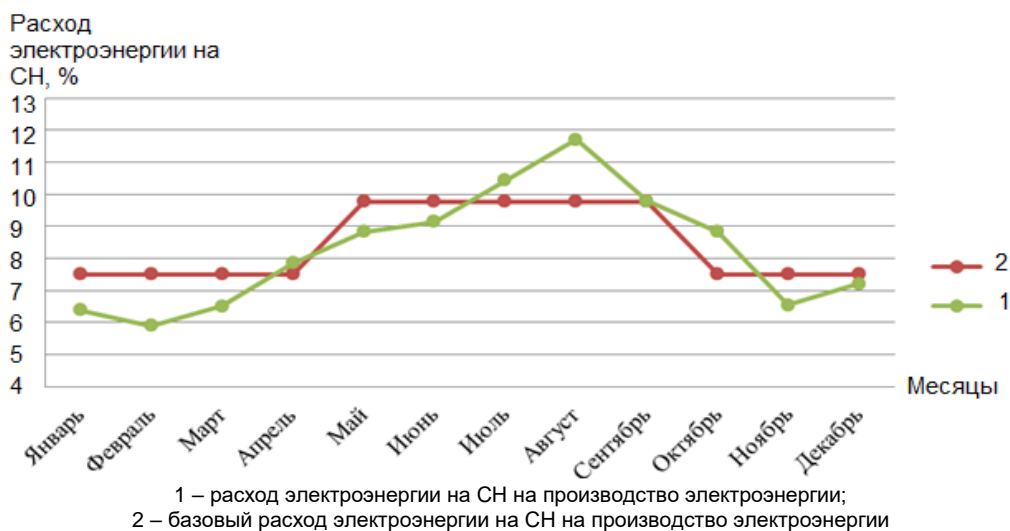


Рисунок 4 – Расход электроэнергии на собственные нужды

Можно заметить, что расход электроэнергии на собственные нужды ниже базовых значений на 2%. Есть значительное отклонение в августе на 200%. Скачок расхода электроэнергии в августе происходит за счёт роста затрат на привод вспомогательных механизмов и устройств в связи с увеличением отпуска электроэнергии потребителям.



Рисунок 5 – Расход электроэнергии на отпуск тепловой энергии с коллекторов

В данном случае видно, что расход электроэнергии на отпуск тепловой энергии с коллекторов превышает базовое значение в мае на 114%. Это объясняется тем что в мае месяце был увеличен отпуск теплоты на технологические нужды промышленных предприятий. Также в это время года потребность в отоплении снижена, но при этом может увеличиться потребление электроэнергии на собственные нужды, такие как подключения дополнительных насосов, вспомогательного, основного оборудования, дополнительный подогрев и перекачка воды и т.д.

В среднем за год расход электроэнергии на отпуск тепловой энергии с коллекторов превышает базовый удельный расход.



Рисунок 6 – Потребление электроэнергии на хозяйственные нужды

Анализ данного графика показывает, что потребление электроэнергии на хозяйственные нужды на выработку электроэнергии за год показывает хорошие показатели – 2,93%, незначительные отклонения происходят в августе на 14%. Потребление электроэнергии летом значительно больше зимнего значения, так как станция работает в конденсационном режиме.



Рисунок 7 – Потребление технической воды на производство электроэнергии

Рисунок 7 показывает, что потребление технической воды на производство электроэнергии летом расходуется больше, так как станция работает в основном конденсационном режиме. Происходит рост пропуска пара в конденсатор, соответственно в гораздо большем объеме используется техническая вода для охлаждения циркуляционной воды. В зимний период пропуск пара в конденсатор уменьшается. Режим работы турбин становится теплофикационным.

Анализ рисунка 8 показывает, что потребление технической воды на производство тепловой энергии за год дает хорошие показатели минус 7,73%. Незначительные отклонения происходят в апреле увеличение на 11%). Потребления технической воды на производство тепловой энергии зависит от сезона года, то есть в зимнее время больше потребители потребляют технической воды.



Рисунок 8 – Потребление технической воды на производство тепловой энергии



Рисунок 9 – Расход хоз. питьевой воды на человека

Анализ данного графика показывает, что в целом расход хоз. питьевой воды на человека в год эффективно использовалась, показатели хорошие. Значение потребление хозяйственно-питьевой воды зависит от расхода питьевой воды и на полив растений.

На основе полученных графиков потребления энергоресурсов произведен расчёт показателей энергорезультативности станции за год (табл. 1).

Анализ таблицы 1 показал, что максимальное отклонение на 114% от базового потребления приходится на отпуск тепловой энергии с коллекторов в мае месяце. Причина зависит от потребителей, в мае потребителям потребовалось гораздо больше тепловой энергии.

В период с мая по сентябрь потребление хозяйственно-питьевой воды отклонилось от базовых значений на 25-35%. Потребление хозяйственно-питьевой воды в эти месяцы увеличилось за счет дополнительного полива растений.

С целью повышения уровня энергоэффективности на ТЭЦ предложены ряд мероприятий, позволяющих вывести станцию на новый уровень энергосбережения (таблица 2).

Таблица 1 – Расчёт показателей энергорезультативности работы ТЭЦ за 2022 год

Месяцы	Отклонение от базового потребления, %							
	на отпуск электрической энергии с шин	на отпуск тепловой энергии с коллекторов	на СН на производство электроэнергии	на отпуск тепловой энергии с коллекторов	на хозяйственные нужды на выработку электроэнергии	на производство электрической энергии	на отпуск тепловой энергии с коллекторов	потребление хозяйственно-питьевой воды на человека
Январь	4%	2%	-15%	15%	-11%	-17%	-19%	-7%
Февраль	-5%	1%	-21%	38%	-14%	-13%	-7%	1%
Март	-2%	1%	-13%	36%	-10%	-9%	-5%	7%
Апрель	15%	3%	5%	41%	0%	24%	11%	-21%
Май	4%	2%	-10%	114%	1%	-7%	-9%	-25%
Июнь	8%	0%	-6%	73%	-7%	-1%	-9%	-29%
Июль	9%	1%	7%	18%	2%	5%	-2%	-29%
Август	25%	0%	20%	4%	14%	14%	-6%	-23%
Сентябрь	0%	0%	0%	13%	-1%	-20%	-19%	-35%
Октябрь	14%	3%	18%	4%	5%	10%	2%	-19%
Ноябрь	4%	2%	-13%	27%	-10%	-11%	-12%	-20%
Декабрь	-3%	2%	-4%	5%	-7%	-21%	-16%	-17%
Год	6%	1%	-2%	36,32%	-2,93%	-3,45%	-7,73%	-18,29%

Таблица 2 – Мероприятия для повышения уровня энергоэффективности на ТЭЦ-3 АО «Павлодарэнерго»

№	Намеченное мероприятие	Плановая экономия от реализации мероприятия
1.	Замена тепловой изоляции трубопровода отопления вдоль галереи ЛК-3 «А, Б»	Экономия угля 83 тонны/год.
2.	Угольный склад. Замена прожекторов ПЗМ 500 Вт на светильники ECOLED-200/420W/48400/G400 светодиодные (5 шт.)	Экономия электроэнергии на собственные нужды 3 360 кВт*ч.
3.	Сжигание мазутного шлама из резервного резервуара при растопках к/а ст.№1÷6	Экономия мазута при растопках на 30 т/год.
4.	Замена труб азросмеси горелок к/а ст.№1, 3, 5	Снижение перерасхода угля по трём котлам на 2 688 т/год.
5.	Ремонт кубов ВЗП к/а ст.№1, 3, 5	Снижение перерасхода угля на 6 048 т/год, и перерасхода электроэнергии на собственные нужды 1 416 тыс. кВт*ч/год
6.	Устранение присосов по газо-воздушному тракту к/а ст. №1÷6	Расчётное снижение перерасхода угля на 2 396 т/год.
7.	Ремонт и очистка разбрызгивающих форсунок градирен №1, 2, 3, 4, 5	Снижение температуры циркуляции, повышение экономичности турбоагрегатов. Снижение перерасхода угля на 789 т.н.т.
8.	Обработка ионообменных смол пенообразователями для удаления органических загрязнений на Н-катионитовых фильтрах I и II ступенях схемы ХОВ	Снижение расхода частично обессоленной воды на 500 тонн/год. Повышение надежности работы оборудования ХВО.
9.	Замена светильников освещения территории ОРУ 110 кВ, мачт освещения ДСП, территории ММХ, территории ТЭЦ 3, потолочного освещения административно-бытовых помещений на светодиодные, в количестве 110 штук.	Снижение потребления электроэнергии на хоз. нужды 48 тыс. кВт*ч/год.

Выводы

Энергоэффективность играет важную роль в современном управлении энергетическими ресурсами, способствуя экономической эффективности, сокращению потребления энергии и снижению негативного влияния на окружающую среду. В основе проведения анализа показателей энергорезультативности лежат фактические данные, полученные за отчетный период работы тепловой электроцентрали. При расчёте показателей энергорезультативности учитывалось наихудшее и наилучшее отклонение от базовой линии. Показатели энергорезультативности (удельные расходы) были определены как отношение затрат энергии к единице произведенной продукции или затратам на

хозяйственно-бытовые нужды в определённый расчётный период времени (месяц). Предложены мероприятия для повышения энергоэффективности работы станции.

Анализ энергоэффективности позволяет разработать энергосберегающие мероприятия, достичь снижения энергопотребления и экономических издержек производства, сохраняя при этом надёжность энергоснабжения и качество производимой продукции и услуг.

Список литературы

1. Теплоснабжение в Казахстане: проблемы и пути решения. Международное Информационное Агентство. [Электронный ресурс]. – https://www.inform.kz/amp/teplosnabzhenie-v-kazahstane-problemy-i-puti-resheniya_a3963511/ (дата обращения: 26.09.2023).
2. Сравнение показателей энергетической эффективности ТЭЦ при количественном и качественном регулировании тепловой нагрузки. [Электронный ресурс]. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=25332549> (дата обращения: 21.01.2024).
3. Возможности повышения энергетической эффективности ТЭЦ путем совершенствования технологий деаэрации подпиточной воды теплосети. [Электронный ресурс]. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22006264> (дата обращения: 21.01.2024).
4. Повышение системной эффективности ТЭЦ как фактор перехода к ресурсосберегающей и экологически безопасной энергетике. [Электронный ресурс]. – <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-sistemnoy-effektivnosti-tets-kak-faktor-perehoda-k-resursosberegayuschey-i-ekologicheskii-bezopasnoy-energetike> (дата обращения: 21.01.2024).
5. Основные направления повышения эффективности энергетического оборудования ТЭЦ [Электронный ресурс]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44428855> (дата обращения: 21.01.2024).
6. Эффективность работы парогазовых ТЭЦ при переменных электрических нагрузках с учетом износа оборудования. [Электронный ресурс]. – <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-raboty-parogazovyh-tets-pri-peremennyh-elektricheskikh-nagruzkah-s-uchetom-iznosa-oborudovaniya> (дата обращения: 21.01.2024).
7. Митрофанов С.В. Методика проведения энергоаудита : учеб. пособие / С.В. Митрофанов, О.И. Кильметьева. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 116 с.
8. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин // М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. – 256 с.
9. Молодежникова Л.И. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учеб. пособие / Л.И. Молодежникова. – Томск: Изд-во ТПУ. – 2011. – 205 с.
10. Литвак В.В. Энергосбережение : учебное пособие / В.В. Литвак. – Томск: STT, 2012. – 212 с.
11. Середкин А.А. Разработка энергосберегающих мероприятий для комплекса «ТЭЦ-потребитель»: автореф. дис....к-та тех.наук: 05.14.14 / Середкин Александр Алексеевич; Читинский гос. тех. унив-т. – Улан-Удэ. – 2003. – 28 с.
12. Ушаков В.Я. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности: социально-экономические, организационные и правовые аспекты: учебное пособие / В.Я. Ушаков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 280 с.
13. Щёлоков Я.М. Энергетическое обследование: справочное издание. В 2 томах. Том 2. Электротехника / Я.М. Щёлоков. – Екатеринбург: Ризография НИЧ УрФУ, 2011. – 150 с.
14. Горяев А.Б. Энергосбережение в энергетике и технологиях. Энергосбережение в низкотемпературных процессах и технологиях / А.Б. Горяев, О.Л. Данилов, А.Л. Ефремов. – Москва: Изд-во МЭИ, 2002. – 48 с.
15. Шуина В.А. Повышение эффективности работы энергосистем / В.А. Шуина, М.Ш. Мисриханова, А.В. Мошкарин. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 560 с.

References

1. Teplosnabzhenie v Kazakhstane: problemy i puti resheniya. Mezhdunarodnoe Informatsionnoe Agentstvo. [Ehlektronnyi resurs]. – https://www.inform.kz/amp/teplosnabzhenie-v-kazahstane-problemy-i-puti-resheniya_a3963511/ (data obrashcheniya: 26.09.2023). (In Russian).

2. Sravnenie pokazatelei ehnergeticheskoi ehffektivnosti TEHTS pri kolichestvennom i kachestvennom regulirovanii teplovoi nagruzki. [Ehlektronnyi resurs]. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=25332549> (data obrashcheniya: 21.01.2024). (In Russian).
3. Vozmozhnosti povysheniya ehnergeticheskoi ehffektivnosti TEHTS putem sovershenstvovaniya tekhnologii deaehratsii podpitochnoi vody teploseti. [Ehlektronnyi resurs]. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22006264> (data obrashcheniya: 21.01.2024). (In Russian).
4. Povysenie sistemnoi ehffektivnosti TEHTS kak faktor perekhoda k resursosberegayushchei i ehkologicheskoi bezopasnoi ehnergetike. [Ehlektronnyi resurs]. – <https://cyberleninka.ru/article/n/povysenie-sistemnoy-effektivnosti-tets-kak-faktor-perehoda-k-resursosberegayuschey-i-ekologicheskoi-bezopasnoy-energetike> (data obrashcheniya: 21.01.2024). (In Russian).
5. Osnovnye napravleniya povysheniya ehffektivnosti ehnergeticheskogo oborudovaniya TEHTS [Ehlektronnyi resurs]. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44428855> (data obrashcheniya: 21.01.2024). (In Russian).
6. Ehffektivnost' raboty parogazovykh TEHTS pri peremennykh ehlektricheskikh nagruzkakh s uchetom iznosa oborudovaniya. [Ehlektronnyi resurs]. – <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-raboty-parogazovykh-tets-pri-peremennykh-elektricheskikh-nagruzkah-s-uchetom-iznosa-oborudovaniya> (data obrashcheniya: 21.01.2024). (In Russian).
7. Mitrofanov S.V. Metodika provedeniya ehnergoaudita : ucheb. posobie / S.V. Mitrofanov, O.I. Kil'met'eva. – Orenburg : OGU, 2015. – 116 s. (In Russian).
8. Fokin V.M. Osnovy ehnergosberezheniya i ehnergoaudita / V.M. Fokin // M.: «Izdatel'stvo Mashinostroenie-1», 2006. – 256 s. (In Russian).
9. Molodezhnikova L.I. Ehnergosberezhenie v teploehnergetike i teplotekhnologiyakh : ucheb. posobie / L.I. Molodezhnikova. – Tomsk: Izd-vo TPU. – 2011. – 205 s. (In Russian).
10. Litvak V.V. Ehnergosberezhenie: uchebnoe posobie / V.V. Litvak. – Tomsk : STT, 2012. – 212 s. (In Russian).
11. Seredkin A.A. Razrabotka ehnergosberegayushchikh meropriyatii dlya kompleksa «TEHTS-potrebitel'»: avtoref. diS....k-ta tekhn.nauk: 05.14.14 / Seredkin Aleksandr Alekseevich; Chitinskii gos. tekhn. univ-t. – Ulan-Udeh – 2003. – 28 s. (In Russian).
12. Ushakov V.YA. Ehnergosberezhenie i povysenie ehnergeticheskoi ehffektivnosti: sotsial'no-ehkonomicheskie, organizatsionnye i pravovye aspekty: uchebnoe posobie / V.YA. Ushakov. – Tomsk : Izd-vo TPU, 2011. – 280 s. (In Russian).
13. Shchelokov YA.M. Ehnergeticheskoe obsledovanie : spravochnoe izdanie. V 2 tomakh. Tom 2. Ehlektrotekhnika / YA.M. Shchelokov. – Ekaterinburg: Rizografiya NICH URFU, 2011. – 150 s. (In Russian).
14. Garyaev A.B. Ehnergosberezhenie v ehnergetike i tekhnologiyakh. Ehnergosberezhenie v nizkotemperaturnykh protsessakh i tekhnologiyakh / A.B. Garyaev, O.L. Danilov, A.L. Efremov. – Moskva : Izd-vo MEHI, 2002. – 48 s. (In Russian).
15. Shuina V.A. Povysenie ehffektivnosti raboty ehnergosistem / V.A. Shuina, M.SH. Misrikhanova, A.V. Moshkarina. – M.: Ehnergoatomizdat, 2003. – 560 s. (In Russian).

О.В. Кофтанюк*, А.К. Кинжибекова

Торайғыров университет,
140008, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломов к-сі, 64
*e-mail: oksana.koftanyuk@mail.ru

ЖЭО-ДА ЭЛЕКТР ЖӘНЕ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ НЕГІЗГІ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ РЕСУРСТАРДЫ ТҰТЫНУДЫ ТАЛДАУ

Бұл зерттеу технологиялық процестің энергия тиімділігіндегі өзгерістерді бақылауға мүмкіндік беретін энергия тиімділігі көрсеткішін зерттеді. Бұл энергия тиімділігінің артуы жабдықтың энергетикалық сипаттамаларына қалай әсер ететінін байқауға мүмкіндік береді. Мұндай талдау ЖЭО-ға өзінің энергетикалық ресурстарын оңтайландыруға және қоршаған ортаға теріс әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

Бұл көрсеткіштерді есептеу кезінде негізгі мәндерден ең нашар және ең жақсы ауытқу ескерілді. Салыстырмалы талдау үшін есепті кезеңде алынған нақты деректер пайдаланылды. Энергия тиімділігінің бұл көрсеткіштері энергия шығындарының өндірілген

өнім көлеміне немесе технологиялық процестің шығуына, сондай-ақ белгілі бір уақыт кезеңіндегі, мысалы, бір айдағы тұрмыстық қажеттіліктерге қатынасы болып табылады.

ЖЭО жұмысының энергия тиімділігіне жүргізілген талдаудың практикалық маңыздылығы осы кәсіпорында тиімділік деңгейін арттыру үшін іс-шараларды әзірлеу мүмкіндігінде жатыр. Бұл энергия үнемдеу шарасын өткізгеннен кейін энергия тиімділігінің қалай өзгертінін және бұл іс-шаралардың қаншалықты тиімді болатынын анықтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: энергия тиімділігі, Энергия аудиті, энергетикалық ресурстар, үнемдеу, тұтыну.

O.V. Koftanyuk*, A.K. Kinzhibekova

Toraighyrov University,
140008, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, 64 Lomova str.
*e-mail: oksana.koftanyuk@mail.ru

ANALYSIS OF THE CONSUMPTION OF BASIC ENERGY RESOURCES IN THE PRODUCTION OF ELECTRIC AND THERMAL ENERGY AT THE CHP.

In this study, the energy efficiency indicator was studied, which provides an opportunity to track changes in the energy efficiency of the technological process. This allows you to observe how energy efficiency increases affect the energy characteristics of equipment. Such an analysis allows the CHP to optimize its energy resources and reduce the negative impact on the environment.

When calculating these indicators, both the worst and the best deviation from the baseline values were taken into account. The actual data obtained during the reporting period were used for comparative analysis. These indicators of energy efficiency represent the ratio of energy costs to the volume of products produced or the output of the technological process, as well as the costs of household needs, for a certain period of time, for example, during a month.

The practical significance of the analysis of the energy efficiency of the CHP operation lies in the possibility of developing measures to increase the level of efficiency at this enterprise. This will allow us to determine how energy efficiency will change after the energy-saving event and how effective these measures will be.

Using methods of increasing energy efficiency, it is possible to reduce energy consumption and reduce economic costs in production, while ensuring the reliability of energy supply and maintaining the high quality of products and services.

Key words: energy efficiency, energy audit, energy resources, economy, consumption.

Сведения об авторах

Оксана Вячеславовна Кофтанюк* – магистрант кафедры «Теплоэнергетика», Торайгыров университет; Республика Казахстан; e-mail: oksana.koftanyuk@mail.ru.

Акмарал Кабиденовна Кинжибекова – профессор кафедры «Теплоэнергетика», Торайгыров университет; Республика Казахстан; e-mail: akmaral70@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Оксана Вячеславовна Кофтанюк* – «Жылу энергетикасы» кафедрасының магистранты, Торайгыров университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: oksana.koftanyuk@mail.ru.

Акмарал Кабиденовна Кинжибекова – «Жылу энергетикасы» кафедрасының профессоры, Торайгыров университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: akmaral70@mail.ru.

Information about the authors

Оксана Вячеславовна Кофтанюк* – Master's student of the Department of Thermal Power Engineering, Toraighyrov University; Republic of Kazakhstan; e-mail: oksana.koftanyuk@mail.ru.

Акмарал Кабиденовна Кинжибекова – Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Toraighyrov University; Republic of Kazakhstan; e-mail: akmaral70@mail.ru.

*Поступила в редакцию 16.12.2023
Поступила после доработки 26.01.2024
Принята к публикации 29.01.2024*



P. Kowalewski*, W. Wieleba, A. Brończyk, A. Ptak, M. Opałka, T. Leśniewski

Wroclaw University of Science and Technology
50-370, Poland, Wroclaw, st. Wybrzeże Wyspiańskiego, 27
*e-mail: Piotr.kowalewski@pwr.edu.pl

MODIFICATION OF POLYMERS IN JOINT ARTHROPLASTY

Abstract: *The review describes the known and most common modifications to various polymers in surgical applications. A short history of the plastics used as sliding materials in endoprostheses is presented. The unsuccessful attempts of using materials in joint alloplastic, such as PMMA, POM, PTFE and PEEK, as well as their modifications, were analyzed. Many polymers with excellent sliding properties cannot be used in joint arthroplasty due to allergic, toxicological reactions or technological problems. Attention was focused on PE-UHMW polyethylene, and also its modifications that increase its wear resistance and mechanical strength. The paper summarizes the wear rates of polyethylene subjected to various types of modification, such as plastic working, crosslinking, or carbon fiber reinforcement. The latest trends for improving polyethylene are also described. Modification of polymers in joint arthroplasty. A significant advance would be to obtain PEEK that is suitable for use in arthroplasty without negative consequences. An important direction of development in the area of sliding biomaterials may also concern materials obtained by incremental methods (3D printing).*

Key words: *biotribology, joint arthroplasty, PE-UHMW, selective cross-linking, polymers.*

Introduction

In modern medicine, endoprosthetic surgery is the only and best way to restore the lost motor function of the hip joint. It allows you to forget about pain and return to normal daily life. The vector of modern scientific research in the field of treatment of severe arthrosis of the hip joints is directed towards the improvement of technologies and materials for endoprosthetics. Today, this is the most progressive and fastest growing field of orthopedics. In order to increase the service life of endoprostheses, the latest innovative materials and technologies are used: titanium (as the main component metal), metal-ceramics, hydroxyapatite sputtering, porous metals and high-solid polymers.

The history of the development of sliding biomaterials has a rather specific course. Polyethylene (PE-UHMW) was first used in the 50s of the previous century, and despite the search for other polymers it is still a leading and irreplaceable material in endoprostheses. New trends related to the working of plastic and selective crosslinking indicate the possibility of obtaining very good mechanical and tribological properties. However, despite the fact that it is not free from imperfections, there is still no alternative to this material.

Directions of application and conditions of functioning of implants and endoprostheses, which are in contact with living tissues, determine the requirements to the nature and quality of materials intended for implant manufacturing, as well as to the technologies of their manufacturing. The general requirement related to the properties of materials for implants is the presence of osteoplastic, osteoconductive properties – the ability to act as conductors for blood vessels sprouting with the subsequent resorption and replacement by bone tissue. Osteoconductive materials serve as a matrix for the formation of new bone during reparative osteogenesis and have the ability to guide the growth of bone tissue. Hydrophilic properties are required for implants. Surgical interventions in bone surgery are often associated with pre-infected pathologic foci, and surgical treatment is often performed due to the development of inflammatory complications. An important problem is the choice of resistant (resistant to infection) materials, as well as materials that do not cause thrombosis.

Scientists are searching for materials and compositions that would have an osteoplastic effect and at the same time be resistant to bacterial influences. Recently, the range of materials with the above properties has been greatly expanded by the use of synthetic materials, including biopolymers and biodegradable compositions. Biopolymeric materials are most often completely non-

immunogenic, can be sterilized by modern medical methods, are relatively inexpensive to produce with few exceptions and, their most valuable advantage, can have a wide range of physical, mechanical and biochemical properties due to the regulation of the supramolecular and molecular structure of the polymers.

The successful clinical efficacy of total joint endoprostheses can be determined by many factors, including biomedical, biomechanical, and tribological considerations. Wear and biological response to wear have been found to play an important role in implant longevity. The choice of implant material is made based on its mechanical, technological, physical and chemical properties.

The article presents the most important achievements in the development of sliding polymers used in orthopedics. Much attention has been paid to the latest trends in the development of the polymers used for the sliding elements of endoprostheses.

Review of sliding polymers

The evolution of subsequent generations of endoprostheses gave reason for the application of newer materials. In the 20th century, a broad spectrum of completely different materials was used as the sliding components of endoprostheses, e.g. rubber [29], glass, celluloid, pyrex glass, bakelite [22], or polymethyl methacrylate (PMMA) [8]. The rapid growth of interest in polymers in the 1950s also influenced the development of biomaterials. At the end of the 50s and start of the 60s, sliding components made of polytetraethylene (PTFE) were very common. The huge wear and the allergic reactions on debris quickly ended the role of this material in arthroplasty [4]. Polyethylene was also used at this time, and Sir John Charney first used it in 1962 as an insert made of ultra-high molecular weight grade (PE-UHMW) [9, 12].

Apart from ultra-high molecular weight polyethylene, polyoxymethylene (POM) was also used for the sliding components of endoprostheses [1, 19]. Laboratory studies [3] later revealed, however, that the process of polyacetale wear is associated with the destruction of polymer chains with the dissipation of formaldehyde - a highly carcinogenic agent – which excluded the use of POM as a sliding biomaterial.

Another material with excellent mechanical and tribological properties, the use of which was tried in arthroplasty, was PEEK. Attempts have been made to use it in an unmodified and reinforced with carbon fiber form (CFR-PEEK) [15,26] as a material for the acetabulum of the hip joint. Despite the excellent results obtained in in vitro studies [17], and also the fact that it has 10 times less wear than PE-UHMW, it has been proved that there is a significant influence of wear particles on cytotoxic reactions [24,27]. Currently, in the area of sliding biopolymers, this material is only used for the coating on friction surfaces [6, 28].

Unsuccessful attempts (in orthopedics) to apply various polymers on the elements of working friction resulted in a return to the proven material polyethylene [10]. Interestingly, at the end of the 20-th century there were 10 varieties of PE-UHMW. They differed, among others, with regards to their molecular mass and content of calcium stearate (added to reduce oxidation during gamma sterilisation), and also with regards to the method of machining [13]. At the beginning of the current century, the number of polymer varieties dropped to three [13]. Efforts to improve the properties of PE-UHMW have been undertaken for many years. The objective was to reduce the quite high value of the rate of wear, and also to improve its resistance to cracking under impact loading.

Reinforcement of PE-UHMW by the addition of carbon fibres increased its resistance to creep and better reduced its wear rate [13], however, some technological issues appeared. The material Poly II® was withdrawn from the market 7 years after its introduction due to manufacturing problems involved with compression moulding [11, 13].

The next interesting modification of PE-UHMWPE was Hylamer®, a material produced with a strict control of its crystalline structure. The production process consisted in the application of a very high pressure (above 280 MPa), high temperature (above 250°C), and a slow cooling of the ready-made product. The material had a markedly higher rate of crystallinity (80%) and an elevated Young's modulus value [14]. On the basis of numerous laboratory and clinical tests, it was found that the production method has a great impact on the tribological properties of polyethylene [16]. Components manufactured by the direct moulding method are two times more resistant to wear than those manufactured by machining methods [13].

However, the most important modification in the use of polyethylene for an endoprosthesis element was cross-linking treatment, which is a natural consequence of radiation sterilization. The main chemical transformations driven by ion radiation in polyethylene, besides cross-linking, is

degradation and oxidation [21]. Cross-linking consists of the creation of C-C links between molecules. The degradation of elements made of polyethylene involves the disruption of chemical bonds between the macromolecules of the polymer. Oxidation developing at the surface, or just below the surface [13], consists of the creation of oxides and hydroxides [30]. A considerable decrease in the wear of elements made of PE-HD, which are subjected to 100 Mrad radiation, was observed when compared to radiation free PE-UHMW [13]. This increase in the resistance to wear is due to a better cross-linking of polyethylene molecules. Restriction in the access of oxygen during radiation by the use of neutral gas or a vacuum atmosphere significantly reduces negative chemical transformations in the upper layer of the material (oxidation). A considerable improvement of tribological performance, which is as a result of ion radiation and the limitation of the negative impacts of this process, resulted in its widespread and successful application to the present day. Table 1 contains a summary of approximate wear data for different types of polyethylene.

Table 1 – Wear of polymer materials used for hip endoprostheses

Material	Wear of socket of THR
Non-modified PE-UHMW	0.12 – 0.25 mm/year – metal head 0.098 – 0.03 mm/year – ceramic head
Crosslinked PE-UHMW	0.022 – 0.15 mm/year – metallic head
Highly crosslinked PE-HD	0.076 mm/year – metallic head 0.072 mm/year – ceramic head
Direct compression moulding PE-UHMW	0.05 mm/year – metallic head
Reinforced by CF PE-UHMW (20% CF) Poly II®	$4.89 \cdot 10^{-9}$ g/cycle – metallic head
Specific manufacturing conditions PE-UHMW Hylamer®	0.13 – 0,4 mm/year – metallic head 0.15 – 0.33 mg/mln. cycles – ceramic head

It should be noted that excessive cross-linking, in addition to generating a large amount of free radicals, reduces the impact toughness of the material [2, 23]. The optimal dose of radiation increases the wear resistance, while at the same time maintaining the required mechanical properties [5, 7]. The use of selective cross-linking can be seen to be interesting, the idea of which is to radiate only some areas of the polyethylene [18]. This allows the material matrix to remain flexible, while also reducing tribological wear [18].

There have been many different polymers in the history of alloplastic. Many polymers with excellent sliding properties cannot be used in joint arthroplasty due to allergic, toxicological reactions or technological problems. The polymers applied in joint arthroplasty are subjected to various modifications, such as plastic deformation, cross-linking or carbon fiber reinforcement. New modification methods, such as selective crosslinking, allow tribological properties to be improved without decreasing mechanical properties.

Figure 1 graphically presents all materials used in joint arthroplasty along with their possible modifications and tribological properties.

With the current development of new technology and material engineering, it seems bizarre that one base material is still used for the sliding elements of endoprostheses. Everything indicates that the further development of sliding materials in joint arthroplasty will involve modification of the material that has been used for the past 70 years - polyethylene. A significant advance would be to obtain PEEK that is suitable for use in arthroplasty without negative consequences. An important direction of development in the area of sliding biomaterials may also concern materials obtained by incremental methods (3D printing) [25].

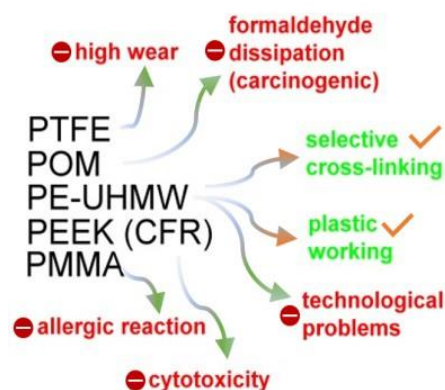


Figure 1 – List of materials used in joint arthroplasty, their tribological features and modification possibilities

Conclusion

In this review the approaches to achieving the material properties required for perfect implants have been considered. Polymeric implants have been produced for more than 15 years and are widely used in medicine not only in our country. They turned out to be very reliable, compatible with biological tissues and there are reasons to say that they have high durability. The role of polymeric material is to be a carrier of various growth factors and not to cause rejection by the body.

The introduction of a new generation of polymer implants will allow to significantly expand the range of patients who can be provided with surgical assistance, reduce the number of recurrences, improve the results of surgical interventions, and as a result - to restore the ability to work and improve the quality of life of patients. The success of using bone materials based on biodegradable polymers is based on an accurate understanding of the mechanism of action of various components of the implant composition and strict compliance with the increasingly stringent regulatory requirements of implant technology.

References

1. Bedzinski R., *Biomechanika inzynierska: Zagadnienia wybrane*. Oficyna Wydawnictwo Politechniki Wroclawskiej / R. Bedzinski. – Wroclaw, 1997. – 330 p.
2. Fatigue crack propagation resistance of highly crosslinked polyethylene / L. Bradford, D. Baker, M.D. Ries, L.A. Pruitt // *Clinical orthopaedics and related research*. – 2004. – Vol. 429. – P. 68-72. DOI: 10.1097/01.blo.0000150124.34906.34.
3. Capanidis D. Assessment of polyoxymethylene (POM) degradation occurring during its friction against steel / D. Capanidis // *Tribologia*. – 2002. – P. 801-809.
4. Charnley J. The optimum size of prosthetic heads in relation to the wear of plastic sockets in total replacement of the hip / J. Charnley, A. Kamangar, M.D. Longfield // *Medical and biological engineering*. – 1969. – Vol. 7. – P. 31-39. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02474667>.
5. Ciuprina F. Polyethylene crosslinking and water treeing / F. Ciuprina, G. Teissèdre, J.C. Filippini // *Polymer*. – 2001. – Vol.42. – P. 7841-7846. DOI: 10.1016/S0032-3861(01)00264-6.
6. Electrophoretic deposition of PEEK-nano alumina composite coatings on stainless steel / I. Corni, N. Neumann, S. Novak et al // *Surface and coatings technology*. – 2009. – Vol. 203. – P. 1349-1359. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2008.11.005.
7. Gierzyńska-Dolna M. *Biotribologia* / M. Gierzyńska-Dolna. – Wroclaw, 2002. – 156 p.
8. Judet J. The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint / J. Judet, R. Judet // *The journal of bone and joint surgery british*. – 1950. – Vol.32-B. – P. 166-173. DOI: 10.1302/0301-620X.32B2.166.
9. Measurement of polyethylene wear in total hip arthroplasty: accuracy versus ease of use / J.S. Kang, S.R. Park, E. Ebramzadeh, L.D. Dorr // *Yonsei medical journal*. – 2003. – Vol. 44(3). – P. 473-478. DOI: 10.3349/ymj.2003.44.3.473.
10. Kowalewski P. Sliding polymers in the joint alloplastic / P. Kowalewski, W. Wieleba // *Archives of civil and mechanical engineering*. – 2007. – Vol. 7(4). – P. 107-119. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1644-9665\(12\)60229-5](https://doi.org/10.1016/S1644-9665(12)60229-5).

11. Li S. Ultra-high molecular weight polyethylene: from Charnley to cross-linked / S. Li // *Operative techniques in orthopedics*. – 2001. – Vol. 11(4). – P. 288-295. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1048-6666\(01\)80044-6](https://doi.org/10.1016/S1048-6666(01)80044-6).
12. Complications of total hip arthroplasty associated with the use of an acetabular component with a Hylamer liner / B.J. Livingston, M.J. Chmell, M. Spector, R. Poss // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1997. – Vol. 79(10). – P. 1529-1538. DOI: 10.2106/00004623-199710000-00010.
13. Lu Z.P. On sliding friction and wear of PEEK and its composites / Z.P. Lu, K. Friedrich // *Wear*. – 1995. – Vol. 181-183(2). – P. 624-631. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(95\)90178-7](https://doi.org/10.1016/0043-1648(95)90178-7).
14. Markut-Kohi R. Structure-properties correlations in PE-UNMW: influence of consolidation, crosslinking, sterilization and in vivo use on hip implants / R. Markut-Kohi // *Dissertation*. – 2001. <https://resolver.obvsg.at/urn:nbn:at:at-ubtuw:1-47578>.
15. Characterization of carbon fiber-reinforced PEEK composite for use as a bearing material in total hip replacements, alternative bearing surfaces in total joint replacement / V. Polineni, A. Wang, A. Essner et al // *West Conshohocken*. – 1998. – Vol. 8. – P. 266-268. DOI:10.1520/STP12844S.
16. Ptak A. Numerical and experimental analysis of polyethylene material compositions for use in joint endoprosthesis / A. Ptak, P. Kowalewski, Z. Michalska // In book: *Proceedings of the 14th International Scientific Conference: Computer Aided Engineering*. – 2019. – P. 556-564. DOI: 10.1007/978-3-030-04975-1_64.
17. Pytko A. A. Human hip implants / A. Pytko, A. Kowal // *Materials of the 4th symposium on mechanics in medicine*. – 1998. – Vol. 1. – P. 197-209.
18. Materials in total joint replacement / S. Santavirta, Y. Konttinen, R. Lappalainen et al // *Current orthopaedics*. – 1998. – Vol. 12. – P. 51-57.
19. Singh A. Irradiation of polyethylene: Some aspects of crosslinking and oxidative degradation / A. Singh // *Radiation physics and chemistry*. – 1999. – Vol. 56. – P. 375-380. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(99\)00328-X](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(99)00328-X).
20. Smith-Petersen M. Arthroplasty of the hip / M. Smith-Petersen // *Journal of bone joint surgery*. – 1939. – Vol. 21. – P. 269-288.
21. Sobieraj M.C. Ultra-high molecular weight polyethylene: Mechanics, morphology and clinical behavior / M.C. Sobieraj, C.M. Rimnac // *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. – 2009. – Vol. 2. – P. 433-443. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2008.12.006.
22. The biologic response to polyetheretherketone (PEEK) wear particles in total joint replacement: a systematic review / A.A. Stratto-Powell, K.M. Pasko, C.L. Brockett, J.L. Tripper // *Clinical orthopedics and related research*. – 2016. – Vol. 474. – P. 2394-2404. DOI: 10.1007/s11999-016-4976-z.
23. Application of novel polymeric materials supporting 3D printing technology in the development of anatomical models and regenerative medicine / A.S. Swinarew, J. Paluch, K. Kubik et al // In book: *Innovations in Biomedical Engineering*. – 2019. – P. 293-300. DOI: 10.1007/978-3-030-15472-1_31.
24. Voss H., Friedrich K. On the wear behavior of short-fibre-reinforced PEEK composites / H. Voss, K. Friedrich // *Wear*. – 1987. – Vol. 116. – P. 1-18. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(87\)90262-6](https://doi.org/10.1016/0043-1648(87)90262-6).
25. Suitability and limitations of carbon fiber reinforced PEEK composites as bearing surfaces for total joint replacements / A. Wang, R. Lin, C. Stak, J. Dumbleton // *Wear*. – 1999. – Vol. 225-229(2). – P. 724-727. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(99\)00026-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(99)00026-5).
26. Wang Y., Terrell E.J. Influence of coating thickness and substrate elasticity on the tribological performance of PEEK coatings / Y. Wang, E.J. Terrell // *Wear*. – 2013. – Vol. 303. – P. 255-261. DOI: 10.1016/j.wear.2013.03.036.
27. Warren N. A short history of total hip replacement, joint replacement / N. Warren // *Mosby year book, London*. – 1990.
28. Zenkiewicz M. Comparison of some oxidation effects in polyethylene film irradiated with electron beam or gamma rays / M. Zenkiewicz, M. Rauchfleisz, J. Czuprynska // *Radiation physics and chemistry*. – 2003. – Vol. 68. – P. 799-809. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(03\)00368-2](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(03)00368-2).
29. Effects of electron-beam irradiation on surface oxidation of polymer composites / M. Zenkiewicz, M. Rauchfleisz, J. Czuprynska et al // *Applied surface science*. – 2007. – Vol. 253. – P. 8992-8999.

П. Ковалевский*, В. Виелеба, А. Брончик, А. Птак, М. Опалка, Т. Лесневский
Вроцлав ғылым және технология университеті
50-370, Польша, Вроцлав қ., Wybжеже Выспанского к., 27
*e-mail: Piotr.kowalewski@pwr.edu.pl

БУЫН АРТРОПЛАСТИКАСЫНДАҒЫ ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ МОДИФИКАЦИЯСЫ

Шолуда хирургиялық қолдануға арналған әртүрлі полимерлердің белгілі және кең таралған модификациялары сипатталған. Эндопротезде жылжымалы материалдар ретінде қолданылатын пластмассалардың қысқаша тарихы ұсынылған. PMMA, POM, PTFE және PEEK сияқты аллопластикалық материалдарды, сондай-ақ олардың модификацияларын біріктіруде қолданудың сәтсіз әрекеттері талданды. Аллергиялық, токсикологиялық реакцияларға немесе технологиялық мәселелерге байланысты буындарды эндопротездеу кезінде тамаша жылжымалы қасиеттері бар көптеген полимерлерді пайдалану мүмкін емес. PE-UHMW полиэтиленіне, сондай-ақ оның тозуға төзімділігі мен механикалық беріктігін арттыруға арналған модификацияларына назар аударылды. Мақалада пластмассамен өңдеу, тігу немесе көміртекті талшықты арматуралау сияқты әртүрлі түрлендірулерге ұшыраған полиэтиленнің тозу көрсеткіштері жинақталған. Полиэтиленді жетілдірудің соңғы тенденциялары да сипатталған. Буындарды эндопротездеу кезінде полимерлердің модификациясы. Маңызды жетістік теріс салдарсыз эндопротездеуге жарамды PEEK алу болар еді. Сырғанау биоматериалдары саласындағы дамудың маңызды бағыты кезең-кезеңмен алынған материалдарға да қатысты болуы мүмкін (3D басып шығару).

Түйін сөздер: биотрибология, буын артропластикасы, PE-UHMW, селективті тігу, полимерлер.

П. Ковалевский*, В. Виелеба, А. Брончик, А. Птак, М. Опалка, Т. Лесневский
Вроцлавский университет науки и технологий
50-370, Польша, г. Вроцлав, ул. Wybжеже Выспанского, 27
*e-mail: Piotr.kowalewski@pwr.edu.pl

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ ПРИ АРТРОПЛАСТИКЕ СУСТАВОВ

В обзоре описаны известные и наиболее распространенные модификации различных полимеров для применения в хирургии. Краткая история пластмасс, используемых в качестве скользящих материалов в эндопротезах. Проанализированы неудачные попытки использования в соединении аллопластических материалов, таких как PMMA, POM, PTFE и PEEK, а также их модификаций. Многие полимеры с отличными скользящими свойствами не могут быть использованы при эндопротезировании суставов из-за аллергических, токсикологических реакций или технологических проблем. Внимание было сосредоточено на полиэтилене PE-UHMW, а также его модификациях, повышающих износостойкость и механическую прочность. В статье приводится краткая информация об интенсивности износа полиэтилена, подвергнутого различным видам модификации, таким как пластическая обработка, сшивание или армирование углеродными волокнами. Также описаны последние тенденции в области совершенствования полиэтилена. Модификация полимеров в артропластике суставов. Значительным достижением было бы получение PEEK, пригодного для использования в эндопротезировании без негативных последствий. Важное направление развития в области биоматериалов скольжения может также касаться материалов, полученных поэтапными методами (3D-печать).

Ключевые слова: биотрибология, артропластика суставов, PE-UHMW, селективное сшивание, полимеры.

Information about the authors

Piotr Kowalewski* – DSc. PhD. Eng. Associate professor at Wrocław University of Science and Technology; e-mail: Piotr.kowalewski@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2216-5706>.

Wojciech Wieleba – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Wrocław University of Science and Technology; e-mail: wojciech.wieleba@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-9568>.

Anna Brończyk – PhD. Eng, at Wrocław University of Science and Technology; e-mail: anna.bronczyk@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3935-1345>.

Anita Ptak – PhD. Professor at Wrocław University of Science and Technology; e-mail: anita.ptak@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2177-5812>.

Mariusz Opalka – PhD. Eng, at Wrocław University of Science and Technology; e-mail: mariusz.opalka@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0675-9822>.

Tadeusz Leśniewski – PhD. Eng, assistant professor at Wrocław University of Science and Technology; e-mail: tadeusz.lesniewski@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-3967>.

Сведения об авторах

Петр Ковалевский* – доктор философии, доцент Вроцлавского университета науки и технологии; e-mail: Piotr.kowalewski@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2216-5706>.

Войцех Велеба – доктор технических наук, профессор Вроцлавского университета науки и технологии; e-mail: wojciech.wieleba@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-9568>.

Анна Брончик – доктор философии, Вроцлавского университета науки и технологии; e-mail: anna.bronczyk@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3935-1345>.

Анита Птак – доктор философии, профессор Вроцлавского университета науки и технологии; e-mail: anita.ptak@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2177-5812>.

Мариуш Опалка – доктор философии Вроцлавского университета науки и технологии; e-mail: mariusz.opalka@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0675-9822>.

Тадеуш Лесьневский – доктор философии, доцент Вроцлавского университета науки и технологии; e-mail: tadeusz.lesniewski@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-3967>.

Авторлар туралы мәліметтер

Петр Ковалевский* – философия ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің доценті; e-mail: Piotr.kowalewski@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2216-5706>.

Войцех Велеба – техника ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің профессоры; e-mail: wojciech.wieleba@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-9568>.

Анна Брончик – философия докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінде; e-mail: anna.bronczyk@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3935-1345>.

Анита Птак – философия докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің профессоры; e-mail: anita.ptak@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2177-5812>.

Мариуш Опалка – философия докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінде; e-mail: mariusz.opalka@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0675-9822>.

Тадеуш Лесьневский – философия ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің доценті; e-mail: tadeusz.lesniewski@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-3967>.

Received 19.01.2024

Revised 23.01.2024

Accepted 24.01.2024



M.V. Yermolenko, A.B. Kassymov, O.A. Stepanova, T.N. Umyrzhan*, R.A. Shayakhmetov
Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, st. Glinka, 20 A
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

FEEDWATER TREATMENT AT THERMAL POWER PLANT

Abstract: As a rule, water is used as the working fluid of thermal power equipment, which undergoes a series of phase transformations in steam cycles. Water is useful for its properties and as a result gained such wide popularity. It is important to consider that water is the most accessible, widespread and environmentally friendly substance on Earth. Water has low viscosity, high density, good heat transfer coefficient, low cost, and water does not require disposal. In addition to these properties, water also has a high heat capacity, which makes it an efficient heat transfer medium. This means that it is able to absorb and transfer large amounts of heat without a significant change in temperature. This is especially important in heat transfer systems where heat transfer efficiency plays a key role. It worth noting that water is responsive to temperature regulating. Natural water also has disadvantages, such as the possibility of corrosion processes with the formation of metal oxides (rust) and thus destruction of equipment surfaces, limescale formation on heating surfaces when heated to temperatures above 80 degrees Celsius. Therefore, it is necessary to carry out appropriate physical and chemical treatment of water to ensure all the requirements that applied to the water coolant. Certain quality indicators, processing methods and schemes, as well as equipment protection methods have been established for water. The article presents data on determining the dependence of a number of indicators of water quality taken from the water of the Irtys River for use at Semey CHPP-1.

Key words: feed water, water treatment, pH value, water hardness, Semey CHPP-1, Irtys River, filter.

Introduction

The operation of the power station largely depends on the quality of the feed water; the better the physical and chemical preparation of the water, the longer the entire water supply system will operate. Using water that does not meet the quality requirements can lead to an emergency situations. Table 1 shows the requirements of the water treatment task [1, 2].

Table 1 – Objectives of physical and chemical water treatment

Requirements for water treatment and tasks for its implementation	
Preventing the limescale formation and various oxides on the heating surfaces of boilers and heating systems	Corrosion protection of structural metals of main and auxiliary equipment of heating systems

Special laboratories are organized in boiler houses that monitor water quality according to several indicators:

- transparency, alkalinity, hardness;
- the amount of chlorides, phosphates, iron compounds, nitrates, other salts, as well as dry residue contained;
- concentration of ammonia, free carbon dioxide, dissolved oxygen;
- indicators of acid-base balance pH [2].

The pH level characterizes the concentration of hydrogen ions. The concentration of hydrogen ions (H⁺) is the most important indicator for all types of water treatment, as it determines the reaction of the water (is it alkaline or acidic): neutral – pH = 7; slightly acidic – pH = (4÷6); slightly alkaline – pH = (8÷10).

Water hardness characterizes the content of Mg²⁺ and Ca²⁺ cations. Total hardness is the most important indicator of water quality. The content of scale-forming cations calcium Ca²⁺ and magnesium Mg²⁺ determines water hardness [3].

A large number of works are devoted to improving the quality of feed water and improving water treatment methods [4-9].

Measures taken to reduce deposits on heating surfaces and prevent the formation of corrosion are given in Table 2 [10]. Water quality requirements are standardized by relevant documents.

Table 2 – Measures to improve the quality of feed water [10]

Measures taken to reduce deposits on heating surfaces	Measures taken to prevent the formation of corrosion on heating surfaces
removal of mechanical impurities using mesh filters	adjusting the pH value of water acidity
removal of iron and manganese using catalytic filters	dosing corrosion inhibitors into water
water softening using ion exchange equipments	removing oxygen from water by adding agents that bind excess oxygen, or by subjecting the water to degassing in special devices
Carrying out water desalination using reverse osmosis units	

Formulation of the problem

The feed water of Thermal Power Plant-1 (TPP-1) of the city of Semey was considered as the object of study.

The purpose of the work is to study the efficiency of water treatment at TPP-1 in Semey.

The research method is experimental-theoretical.

Research results

The work was carried out on the basis of analysis data that is carried out daily by the enterprise laboratory. Water intake for TPP-1 is carried out from a dam, which is located on the Irtysh River. The water immediately enters the chemical water treatment plant.

In the chemical water treatment workshop of TPP-1 there is:

- chemical water treatment equipment;
- management of chemical reagents;
- salt farming;
- tank farm;
- equipment and instruments of the chemical laboratory and express laboratory.

Figure 1 shows a chemical water treatment workshop.



Figure 1 – Chemical water treatment workshop of TPP-1 in Semey

The following was installed at TPP-1:

- 2 illuminators;
- 5 mechanical filters;
- 5 stage 1 Na-cation exchange filters;
- 5 Na-cation exchange filters of the second stage.

A storage tank is located on the territory of the company (Figure 2).



Figure 2 – Storage tank

For thermal power equipment, the following stages of water treatment are distinguished:

- preliminary;
- pre-boiler;
- intra-boiler.

Water treatment methods, depending on the operating principles used in them, are divided into four groups:

- chemical;
- physical;
- physical and chemical;
- biological [3].

As a result of the research, the pH value and hardness were determined for feed water taken from the Irtys River during the heating season from October to November 2022-2023. (Figures 3, 4). dm3

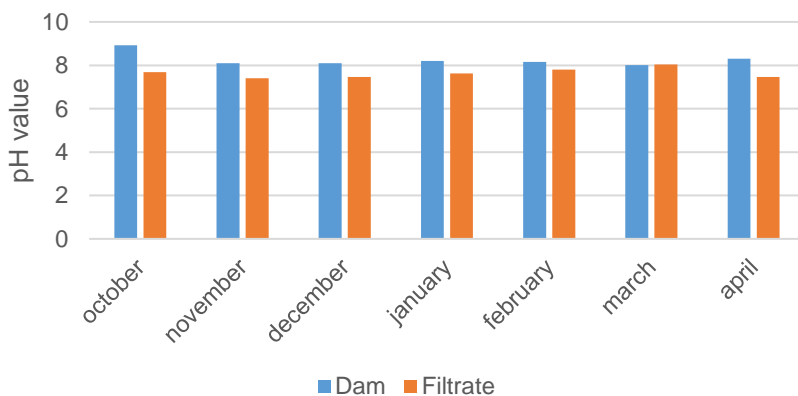


Figure 3 – Hydrogen indicator of feed water during the heating season

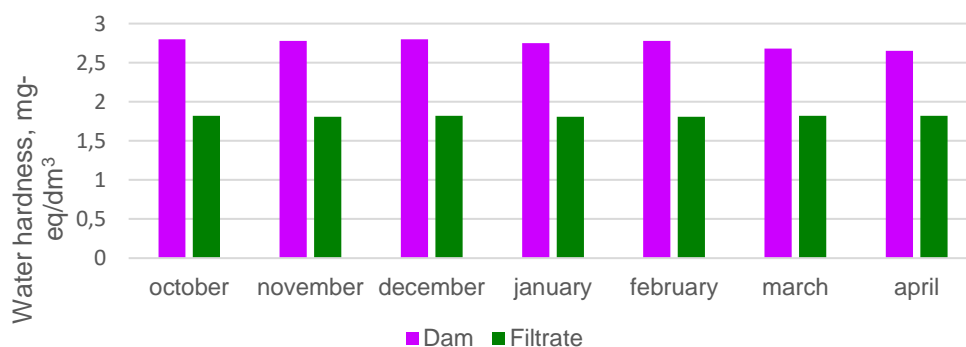


Figure 4 – Feedwater hardness during the heating season

Analysis of the data presented in Figures 3,4 showed that the pH value throughout the year (heating season) has stable values for both natural and filtered water and differs little from each other. The overall hardness of natural water decreases in March and April, which can be explained by the beginning of snow melting; in other months these indicators are stable.

Conclusions

Monitoring of the water of the Irtysh River, which is used at TPP-1, showed that there is a seasonal dependence of the pH value and total hardness, which is caused by floods. As a result of the preliminary purification of river water (treatment in clarifiers and mechanical filtration), the pH value and overall hardness decrease. According to these indicators, the water meets the standard data.

References

1. Water treatment of heating boiler houses / M.Kh. Umarova, A.D. Madaeva, A.A. Dzhamalueva, L.I. Saidova, M.Kh. // Tepsekhodzhaev Notes of a scientist. – 2020. – No. 10. – P. 83-88.
2. Water quality for boilers // Diesel Engineering URL: <https://diesel.ru/article/kachestvo-vody-dlya-kotlov/>.
3. Birulya V.B. Water treatment of boiler houses [Electronic resource]: textbook / V.B. Birulya; St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. –Electronic data. – St. Petersburg: Scientia, 2023. – 6.18 MB; 139 p. – Access mode: <https://scientia-pub.org/index.php/Sci/catalog/book/50> – Cap. from the screen.
4. Experience in organizing a water chemical regime using film-forming amines at thermal power plants with combined cycle gas units / T.I. Petrova, O.V. Egoshina, N.A. Bolshakova et al // Bulletin of the Moscow Energy Institute. Bulletin of MPEI. – 2017. – No. 6. – P. 44-53.
5. Svyatets V.I. Intra-boiler treatment of boiler water / V.I. Svyatets, Ch.K. Vo // In the collection: MODERN PROBLEMS OF LOGISTICS, ECONOMY, MANAGEMENT IN THE ERA OF GLOBAL CHALLENGES. materials of the II International correspondence scientific and practical conference. Astrakhan, 2023. – P. 225-232.
6. Petrova T.I. International standards for water and steam quality for drum boilers and waste heat boilers of thermal power plants when using phosphates and NaOH for boiler water treatment / T.I. Petrova, K.A. Orlov, R.B. Dooley // Thermal power engineering. – 2017. – No. 1. – P. 72-78.
7. Samoilov A.V. Chemical water treatment for boiler houses and heat supply points / A.V. Samoilov, A.Yu. Kozlov // Energy saving and water treatment. – 2015. – No. 5(97). – P. 46-53.
8. Samarkina E.V. Optimization of water chemistry at thermal power plants / E.V. Samarkina, A.I. Krysanova // In the collection: Increasing the efficiency of energy production and use in Siberia. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. 2023. – P. 272-276.
9. Stepina K.A. Analysis of water treatment methods for boiler plants / K.A. Stepina, M.V. Koryagin // In the collection: VIII All-Russian Science Festival. Collection of reports. – 2018. – Vol. 2. – P. 202-205.
10. Features of water treatment of steam and hot water boiler houses // Non-profit partnership of engineers URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7665.

М.В. Ермоленко, А.Б. Қасымов, О.А. Степанова, Т.Н. Умыржан*, Р.А. Шаяхметов

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка көшесі, 20 А
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

ЖЭО-ДА ҚОРЕКТІК СУДЫ ӨНДЕУ

Су әдетте жылу энергетикалық жабдықтың жұмыс сұйықтығы ретінде пайдаланылады, ол бу циклдерінде бірқатар фазалық өзгерістерге ұшырайды. Судың өзінің артықшылықтарын көрсететін көптеген қасиеттері бар, нәтижесінде ол оны пайдалануда осындай кең танымалдыққа ие болды. Судың жер бетіндегі ең қолжетімді, кең таралған және экологиялық таза зат екенін ескеру қажет. Судың тұтқырлығы төмен, тығыздығы жоғары, жылу беру коэффициенті жақсы, құны төмен, суды қоқысқа тастау қажет емес. Суды жұмыс сұйықтығы ретінде пайдаланған кезде қыздыру температурасын реттеу үшін жақсы жағдайларды атап өту керек. Әрине, табиғи судың да кемшіліктері бар, мысалы, металл оксидтерінің (тот) пайда болуымен және жабдық беттерінің бұзылуымен және 80 градус Цельсийден жоғары температураға дейін қыздыру кезінде қыздыру беттерінде қақтардың пайда болуымен коррозия процестерінің болуы. Сондықтан суды

салқындату сұйықтығына қойылатын барлық талаптарды қамтамасыз ету үшін суды тиісті физикалық және химиялық өңдеуді жүргізу қажет. Су үшін белгілі бір сапа көрсеткіштері, өңдеу әдістері мен схемалары, сондай-ақ жабдықты қорғау әдістері белгіленген. Мақалада Семей қаласындағы ЖЭО-1 пайдалану үшін Ертіс өзенінің суынан алынатын су сапасының бірқатар көрсеткіштерінің тәуелділігін анықтау деректері келтірілген.

Түйін сөздер: азық суы, суды тазарту, рН мәні, су кермектігі, сүзгі.

М.В. Ермоленко, А.Б. Касымов, О.А. Степанова, Т.Н. Умыржан*, Р.А. Шаяхметов
Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

ОБРАБОТКА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ НА ТЭЦ

В качестве рабочего теплотеплоэнергетического оборудования как правило используется вода, которая претерпевает ряд фазовых превращений в паровых циклах. Вода имеет много свойств, которые демонстрируют ее преимущество, в результате которых она получила такую широкую популярность в ее использовании. Важно учитывать, что вода является самым доступным, распространенным и экологически безопасным веществом на Земле. У воды низкая вязкость, высокая плотность, хороший коэффициент передачи тепла, низкая стоимость, а также вода не требует утилизации. При использовании воды в качестве рабочего тела следует отметить хорошие условия для регулирования температуры нагрева. Конечно, у природной воды есть и недостатки, такие как возможность возникновения коррозионных процессов с образованием оксидов металлов (ржавчины) и разрушением поверхностей оборудования, образование накипи на поверхностях нагрева при нагревании до температуры выше 80 градусов Цельсия. Поэтому необходимо проведение соответствующей физико-химической обработки воды для обеспечения всех требований, которые предъявляются к водному теплоносителю. Для воды установлены определенные показатели качества, методы и схемы обработки, а также методы защиты оборудования. В статье представлены данные по установлению зависимости ряда показателей качества воды, отбираемой из воды реки Иртыш для использования на ТЭЦ-1 города Семей.

Ключевые слова: питательная вода, водоподготовка, водородный показатель рН, жесткость воды, фильтр.

Сведения об авторах

Михаил Вячеславович Ермоленко – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Аскар Багдатович Касымов – PhD, преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: askar.kassymov@semgu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1983-6508>.

Ольга Александровна Степанова – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5221-1772>.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан* – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Равхат Асхатович Шаяхметов – магистрант кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан.

Авторлар туралы мәліметтер

Михаил Вячеславович Ермоленко – техника ғылымдарының кандидаты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Асқар Бағдатұлы Қасымов – PhD, «Техникалық физика және Жылу энергетикасы» кафедрасының оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: askar.kassymov@semgu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1983-6508>.

Ольга Александровна Степанова – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының меңгерушісі; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5221-1772>.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан* – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Равхат Асхатұлы Шаяхметов – «Техникалық физика және Жылу энергетикасы» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы.

Information about the authors

Mikhail Vyacheslavovich Ermolenko – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Askar Bagdatovich Kasymov – PhD, Lecturer at the Department of Technical Physics and Thermal Power Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: askar.kassymov@semgu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1983-6508>.

Olga Alexandrovna Stepanova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5221-1772>.

Temirlan Umyrzhan* – senior lecturer of the department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Ravkhat Askhatovich Shayakhmetov – Master's student of the Department of Technical Physics and Thermal Power Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan.

Received 23.01.2024

Revised 08.02.2024

Accepted 09.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-43

IRSTI: 55.22.19



M. Maulet^{1*}, B.K. Rakhadilov^{1,2}, W. Wieleba³, Zh. B. Sagdoldina¹

¹Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
070002, Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, st. Shakarim, 148

²PlasmaScience LLP
070010, Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, st. Gogol, 7G

³Wroclaw University of Science and Technology
50-370, Poland, Wroclaw, st. Wybrzeże Wyspiańskiego, 27

*e-mail: maulet_meruert@mail.ru

UTILIZING DETONATION SPRAYING IN THE PROCESS OF FORTIFYING COMPONENTS WITHIN POWER PLANT TECHNOLOGY

Abstract: *The article addresses challenges related to enhancing the performance characteristics of power plant components. Research conducted by different authors demonstrates that when aiming to enhance the operational qualities of these parts, detonation spraying yields superior outcomes owing to its low porosity, high strength, and strong adhesion of the coatings produced. Also benefits of employing Ni-Cr-Al-based coatings as high oxidation resistant coating. The study involves the acquisition of Ni-Cr-Al-based gradient structured coatings using detonation*

spraying techniques. Investigated their phase composition and microstructures. By modifying the technological parameters during spraying, we achieved control over the properties of the resulting gradient coatings. Analysis of the elemental composition via the EDS method revealed that the Ni–Cr–Al gradient coatings possess a structured gradient, wherein the aluminum concentration progressively rises from the substrate towards the surface of the coating. The Ni–Cr–Al gradient coating thereby obtained the presence of phases NiCr with a surface of NiAl that has a high hardness and wear resistance.

Key words: power plant, protective coating, detonation spraying, Ni-Cr-Al coating, gradient structure.

Introduction

Presently, various issues such as corrosion, oxidation, high-temperature oxidation, hot corrosion, and erosion afflict different parts of power plants exposed to elevated temperatures, potentially leading to their failure and undesirable termination of the installation. This predicament often stems from the utilization of low-quality fuel in power plants. Low-quality coal, primarily used in steam turbine installations due to its low cost and widespread availability, is composed of approximately 50% ash containing nearly 15% abrasive mineral rocks (such as hard quartz), intensifying the coal's susceptibility to erosion. Moreover, in a bid to mitigate greenhouse gas emissions, biomass serves as a widely adopted substitute for non-renewable fuels in thermal power plants. Agricultural waste, wood waste, and other forms of biomass are commonly employed to generate steam. Consequently, heat transfer surfaces operating on biomass tend to be vulnerable to corrosion [1].

Superalloys developed for high-temperature applications often struggle to fulfill the dual requirements of high-temperature strength along with erosion and corrosion resistance simultaneously. The deleterious effects of hot corrosion result in the degradation of these alloys. The presence of molten salts in boilers exacerbates the corrosion issue as they react with protective chromium or aluminum oxides, thereby compromising their protective properties. Aggressive salt types further subject superalloys to internal oxidation. To address these challenges, one viable approach involves applying wear-resistant coatings on the surface of superalloys that demonstrate resistance to oxidation and corrosion. Given these circumstances, the development of protective systems for safeguarding superalloy surfaces from wear and hot corrosion holds immense economic significance. Surface engineering emerges as a pivotal player in this domain. NiCrAl coatings serve as widely utilized thermal barrier coatings (TBCs) crucial for safeguarding components exposed to high temperatures, oxidation, and hot corrosion. Typically, TBC coatings contain a limited amount of aluminum, and an insufficient quantity of it stands as the primary cause for the diminished quality of NiCrAl coatings. Research indicates that the early-stage formation of Al_2O_3 and Cr_2O_3 oxides during high-temperature corrosion, along with the development of mixed Cr_2O_3 – Al_2O_3 oxide during testing, amplifies the coatings' resilience against high-temperature corrosion and oxidation. Recently, substantial attention has shifted towards NiCrAl coatings featuring a gradient structure [2].

Numerous methods exist for obtaining coatings, including thermal spraying, chemical vapor deposition, and batch cementation. Among these, thermal spraying stands out as a particularly convenient process capable of effectively addressing challenges related to oxidation, hot corrosion, and erosion. Within the realm of thermal spraying techniques, detonation spraying technology emerges as notably efficient, generating coatings with minimal porosity and superior adhesion. This method yields robust, wear-resistant, and densely structured coatings, establishing itself as the premier thermal spraying technique. The detonation spraying process achieves peak temperatures of 4000 °C in the combustion chamber, with shock wave velocities reaching 3500 m/s. It results in significantly lower porosity compared to high-velocity gas-plasma spraying (HVOF) and plasma spraying methods [3].

Methods and materials

For the substrate heat-resistant low-alloy boiler steel 12Kh1MF (equivalent to 14MoV63) was chosen. The samples were grinded to achieve a uniform and flat surface. After grinding the samples were sandblasted. A mixture of 90NiCr-10Al composite powder (wt.%,%) was selected as the powder.

We carried out detonation spraying using the CCDS2000 setup. The gun barrel is filled with gases using a high-precision computer-controlled gas distribution system. The process begins by filling the barrel with a carrier gas. The coatings were sprayed onto 12Kh1MF ferrite-perlite steel

substrates with 50 mm diameter and 3 mm thickness. We sandblasted the substrates before spraying in order to increase surface roughness. The feedstock was a mixture of 80 wt % NiCr powder (Ni20Cr80) and 20 wt % of Al (99.99% purity). Nominal powder particle size ranged between 30 and 45 μm . A PULVERISETTE 23 planetary ball mill was used for preliminary powder mixture activation. The mechanical activation time was 2 h with a frequency of 30 Hz. Table 1 presents the process parameters used.

Table 1 – Technological parameters for obtaining Ni–Cr–Al gradient coating

Name	Ratio O ₂ /C ₂ H ₂	Barrel filling volume, %	Spraying distance, mm	Shot number
Gradient Ni Cr-Al coating	1,856	50%	250	5
		40%		5
		30%		5
		25%		5

Results and discussion

In investigating how the deposition method influences the structure and characteristics of Ni–Cr–Al coatings, we devised a technique to create gradient coatings. This approach employs a detonation setup featuring a single dispenser and a composite powder primarily composed of Ni–Cr–Al; adjustments in technological parameters occur throughout the spraying process. Our procedure involved a gradual reduction in the barrel filling volume, from 50% to 25%, followed by an examination of the structure and properties of the resultant gradient coating based on Ni–Cr–Al. The goal is to generate coatings wherein the aluminum content progressively increased from the substrate to the surface. We base this on the initial assumption that the formation of the NiAl intermetallic compound on the surface, at a filling volume of 30%, offers heightened resistance to wear and corrosion, while the NiCr phase formed closer to the substrate enhances the adhesive strength of the coating [4]. Figure 1 presents the phase composition of the Ni–Cr–Al gradient coatings obtained by detonation spraying method.

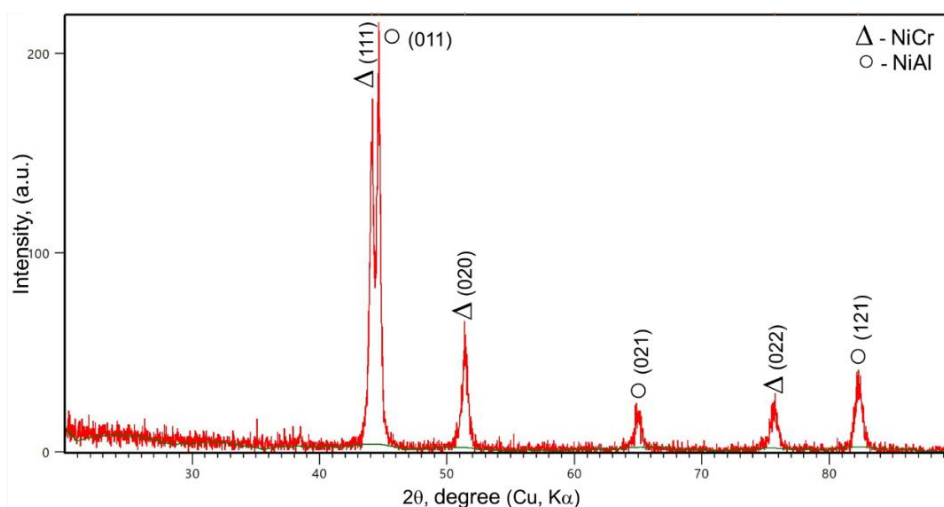


Figure 1 – Diffractograms of Ni–Cr–Al gradient coatings obtained by detonation spraying

SEM images of Ni–Cr–Al gradient coating cross-sections in Figure 2(a) show a microstructure characterized by an uneven, highly developed relief layer with a thickness of 350 microns. This layer consisting of elongated particles up to 80 microns in size with a layered structure characteristic of powders subjected to mechanical activation. The cross-sectional mapping analysis showed (Figure 2(b)) that the coating has a gradient structure. This is especially evident from Al K, which shows the distribution of aluminum over the coating depth. The aluminum concentration gradually increases from the substrate to the coating surface.

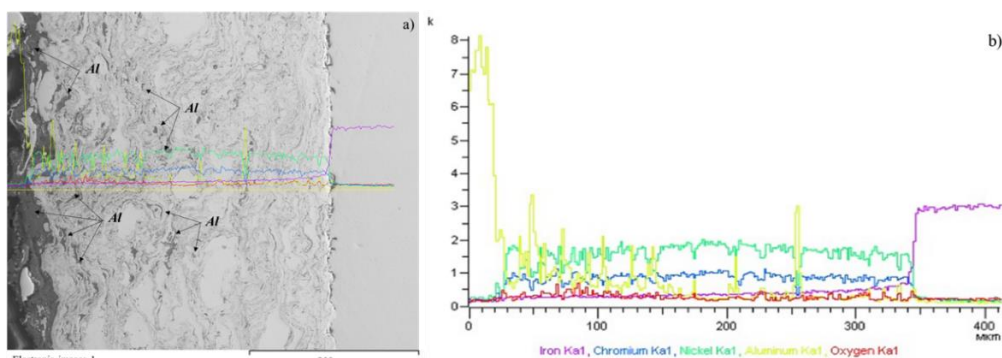


Figure 2 – SEM cross-section images (a) and element distribution (b) as a function of depth in the Ni–Cr–Al gradient coating.

Conclusion

From our investigation, the following conclusions were drawn: The article focuses on tackling challenges associated with improving the performance attributes of power plant components. The utilization of detonation spraying method offers advantages in the quest to enhance the operational features of these parts. A technique was devised to craft gradient coatings relying on Ni–Cr–Al, utilizing a detonation unit with a single dispenser. This method involves the utilization of a composite powder based on Ni–Cr–Al. By modifying the technological parameters during spraying, we achieved control over the properties of the resulting gradient coatings. Analysis of the elemental composition via the EDS method revealed that the Ni–Cr–Al gradient coatings possess a structured gradient, wherein the aluminum concentration progressively rises from the substrate towards the surface of the coating. The Ni–Cr–Al gradient coating thereby obtained the presence of phases NiCr with a surface of NiAl that has a high hardness and wear resistance.

This paper was performed within the grant financing of scientific research of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. Grant AP13068364.

References

1. Sukhjinder S. A review on protection of boiler tube steels with thermal spray coatings from hot corrosion / S. Sukhjinder, G. Khushdeep, B. Rakesh // *Materials Today Proceedings*. – 2022. – Vol. 56. – P. 379–383. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.01.219.
2. Ghadami F. Microstructural characteristics and oxidation behavior of the modified MCrAlX coatings: A critical review / F. Ghadami, A. Sabour Rouh Aghdam, S. Ghadami // *Vacuum*. – 2021. – Vol. 185. – P. 109980. DOI: 10.1016/j.vacuum.2020.109980.
3. Ulianitsky V.Y. Computer-controlled detonation spraying: Flexible control of the coating chemistry and microstructure / V.Y. Ulianitsky, D.V. Dudina, A. Shtertser, I. Smurov // *Metals*. – 2019. – Vol. 12. – P. 1244. DOI: 10.3390/met9121244.
4. Rakhadilov B. Structure and tribological properties of Ni-Cr-Al based gradient coating prepared by detonation spraying / B. Rakhadilov, M. Maulet, M. Abilov et al // *Coatings*. – 2021. – Vol. 11. – P. 218. DOI: 10.3390/coatings11020218.
5. Bedzinski R. Biomechanika inzynierska: Zagadnienia wybrane. Oficyna Wydawnictwo Politechniki Wroclawskiej / R. Bedzinski. – Wroclaw, 1997. – 330 p.
6. Bradford L. Fatigue crack propagation resistance of highly crosslinked polyethylene / L. Bradford, D. Baker, M.D. Ries, L.A. Pruitt // *Clinical orthopaedics and related research*. – 2004. – Vol. 429. – P. 68-72. DOI: 10.1097/01.blo.0000150124.34906.34.
7. Capanidis D. Assessment of polyoxymethylene (POM) degradation occurring during its friction against steel / D. Capanidis, *Tribologia*. – 2002. – P. 801-809.
8. Charnley J. The optimum size of prosthetic heads in relation to the wear of plastic sockets in total replacement of the hip / J. Charnley, A. Kamangar, M.D. Longfield // *Medical and biological engineering*. – 1969. – Vol. 7. – P. 31-39. DOI: 10.1007/BF02474667.
9. Ciuprina F. Polyethylene crosslinking and water treeing / F. Ciuprina, G. Teissèdre, J.C. Filippini // *Polymer*. – 2001. – Vol. 42. – P. 7841-7846. DOI: 10.1016/S0032-3861(01)00264-6.
10. Corni I. Electrophoretic deposition of PEEK-nano alumina composite coatings on stainless steel / I. Corni, N. Neumann, S. Novak et al // *Surface and coatings technology*. – 2009. – Vol. 203. – P. 1349-1359. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2008.11.005.

11. Judet J. The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint / J. Judet, R. Judet // The journal of bone and joint surgery british. – 1950. – Vol.32-B. – P. 166-173. DOI: 10.1302/0301-620X.32B2.166.
12. Kang J.S. Measurement of polyethylene wear in total hip arthroplasty: accuracy versus ease of use / J.S. Kang, S.R. Park, E. Ebramzadeh, L.D. Dorr // Yonsei medical journal. – 2003. – Vol. 44(3). – P. 473-478. DOI: 10.3349/ymj.2003.44.3.473.

М. Маулет^{1*}, Б.К. Рахадиллов^{1,2}, В. Виелеба³, Ж.Б. Сағдолдина¹

¹Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті,
070002, Қазақстан, Өскемен қ., Шәкәрім к., 148

²«PlasmaScience» ЖШС

070010, Қазақстан, Өскемен қ., Гоголь к., 7Г

³Вроцлав ғылым және технология университеті
50-370, Польша, Вроцлав қ., Выбжеже Выспанского к., 27

*e-mail: maulet_meruert@mail.ru

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ КОМПОНЕНТТЕРІН ҚАТАЙТУ ПРОЦЕСІНДЕ ДЕТОНАЦИЯЛЫҚ БҮРКУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

Мақалада энергетикалық қондырғы компоненттерінің пайдалану сипаттамаларын арттыруға байланысты мәселелер қарастырылады. Әр түрлі авторлардың зерттеулері көрсеткендей, бұл бөлшектердің өнімділігін жоғарылатуда кеуектілігі төмен, адгезиялық беріктігі жоғары детонациялық бүрку әдісімен жабындар алуға болады. Сондай-ақ, Ni-Cr-Al негізіндегі жабындарды тотығуға төзімділігі жоғары жабын ретінде пайдаланудың артықшылықтары қарастырылды. Зерттеу детонациялық бүрку әдісін қолдана отырып, Ni-Cr-Al негізіндегі градиентті құрылымдық жабындарды алуды қамтиды. Олардың фазалық құрамы мен микроқұрылымдары зерттелді. Бүрку кезінде технологиялық параметрлерді өзгерту арқылы біз алынған градиент жабындарының қасиеттерін бақылауға қол жеткіздік. EDS әдісімен элементтік құрамды талдау Ni-Cr-Al градиентті жабындардың құрылымдық градиенті бар екенін көрсетті, онда Аллюминий концентрациясы субстраттан жабын бетіне қарай біртіндеп көтеріледі. Осылайша, Ni-Cr-Al градиентті жабыны жоғары қаттылық пен тозуға төзімділікке ие NiAl, NiCr фазаларының түзілуін қамтамасыз етті.

Түйін сөздер: электр станциясы, қорғаныс жабыны, детонациялық бүрку, Ni-Cr-Al жабыны, градиент құрылымы.

М. Маулет^{1*}, Б.К. Рахадиллов^{1,2}, В. Виелеба³, Ж. Б. Сағдолдина¹

¹Восточно Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова,
070002, Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Шакарима, 148

²ТОО «PlasmaScience»

070010, Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Гоголя, 7Г

³Вроцлавский университет науки и технологий
50-370, Польша, г. Вроцлав, ул. Выбжеже Выспанского, 27

*e-mail: maulet_meruert@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИИ НАПЫЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРОЧНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В статье рассматриваются проблемы, связанные с повышением эксплуатационных характеристик компонентов энергетической установки. Исследования, проведенные различными авторами, показывают, что при улучшении эксплуатационных характеристик этих деталей детонационное напыление обеспечивает превосходные результаты благодаря низкой пористости, высокой прочности и крепкому сцеплению получаемых покрытий. Также рассматриваются преимущества использования покрытий на основе Ni-Cr-Al с высокой стойкостью к окислению. В рамках исследования проводится получение градиентных структурированных покрытий на основе Ni-Cr-Al с применением методов детонационного напыления, а также изучается их фазовый состав и

микроструктура. Изменяя технологические параметры во время напыления, мы добились контроля над свойствами получаемых градиентных покрытий. Анализ элементного состава с помощью метода EDS показал, что градиентные покрытия Ni–Cr–Al обладают структурированным градиентом, при котором концентрация алюминия постепенно повышается от подложки к поверхности покрытия. Таким образом, градиентное покрытие Ni–Cr–Al обеспечило наличие фаз NiCr с поверхностью из NiAl, обладающей высокой твердостью и износостойкостью.

Ключевые слова: энергетическая установка, защитное покрытие, детонационное напыление, Ni-Cr-Al покрытие, градиентная структура

Information about the authors

Meruyert Maulet* – senior researcher of scientific research center «Surface Engineering and Tribology» at Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University, e-mail: maulet_meruert@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1570-0301>.

Bauyrzhan Korabaevich Rakhadilov – Associate Professor of the Department of Physics and Technology, Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University, director of PlasmaScience LLP, e-mail: rakhadilovb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5990-7123>.

Wojciech Wieleba – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Wroclaw University of Science and Technology, e-mail: wojciech.wieleba@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-9568>

Zhuldiz Bolatkyzy Sagdoldina – senior researcher of scientific research center «Surface Engineering and Tribology» at Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University, e-mail: sagdoldina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2000>.

Сведения об авторах

Меруерт Маулет* – старший научный сотрудник научно-исследовательского центра «Инженерия поверхности и трибология», НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова», e-mail: maulet_meruert@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1570-0301>.

Бауыржан Корабаевич Рахадиллов – ассоциированный профессор кафедры «Физики и технологий», НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова», директор ТОО «PlasmaScience», e-mail: rakhadilovb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5990-7123>.

Войцех Виелеба – доктор технических наук, профессор Вроцлавского университета науки и технологий, e-mail: wojciech.wieleba@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-9568>

Жулдыз Болаткызы Сагдолдина – старший научный сотрудник научно-исследовательского центра «Инженерия поверхности и трибология», НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова», e-mail: sagdoldina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2000>.

Авторлар туралы мәліметтер

Меруерт Маулет* – «Беттік инженерия және трибология» ғылыми зерттеу орталығының аға ғылыми қызметкері, «Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ, e-mail: maulet_meruert@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1570-0301>.

Бауыржан Корабаевич Рахадиллов – «Физика және технологиялар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ, «PlasmaScience» ЖШС директоры, e-mail: rakhadilovb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5990-7123>.

Войцех Виелеба – техника ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технологиялар университетінің профессоры, e-mail: wojciech.wieleba@pwr.edu.pl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5461-9568>

Жулдыз Болаткызы Сагдолдина – «Беттік инженерия және трибология» ғылыми зерттеу орталығының аға ғылыми қызметкері, «Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ, e-mail: sagdoldina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2000>.

Received 19.01.2024

Accepted 22.01.2024

A. Abdrassilova*, G. Vassilina, K. Abdildina, F. Kanapiyeva
al-Farabi Kazakh National university,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71, al-Farabi Ave.
*e-mail: albina06.07@mail.ru

STUDY OF CATALYSTS BASED ON MESOPOROUS ALUMINOSILICATE IN THE DEAROMATIZATION PROCESS OF A MODEL MIXTURE: PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND CATALYTIC ACTIVITY

Annotation: *The limitation on the content of aromatic hydrocarbons and sulfur is associated with environmental requirements according to Euro-5 standards. Upon combustion, these substances release highly toxic compounds into the atmosphere, adversely affecting human health and the surrounding environment. Additionally, a high concentration of aromatic hydrocarbons in diesel fuel significantly degrades its quality, leading to soot formation and reducing its cetane number. According to Euro-5 standards, the content of polycyclic aromatic hydrocarbons and sulfur compounds should not exceed 8% and 10 mg/kg, respectively. To address the challenge of producing high-quality diesel fuels, the hydrotreatment process is employed in the presence of heterogeneous catalysts.*

The article presents the synthesis of mesoporous aluminosilicates and bifunctional catalysts based on them to study the activity of the hydrotreatment process for a model mixture. The obtained samples were investigated using various physico-chemical methods such as SEM, low-temperature nitrogen adsorption/desorption, XRD, and FT-IR. It was established that the Ni/MAS-H-bentonite and Mo/MAS-H-bentonite catalysts exhibit high activity and selectivity in the hydrotreatment process under optimal conditions (240°C, 3 MPa, and 0.5 h⁻¹).

Key words: *mesoporous aluminosilicates, bifunctional catalysts, nickel-molybdenum-containing catalysts, hydrodearomatization, model mixture.*

Introduction

Global energy consumption is increasing, and requirements for diesel fuel are becoming more stringent worldwide year by year. These requirements include limitations not only on the content of aromatic hydrocarbons and sulfur but also on the cetane number [1]. According to Euro-5 standards, the content of polycyclic aromatic hydrocarbons and sulfur compounds should not exceed 8% and 10 mg/kg, respectively [2]. Upon combustion, these substances release highly toxic compounds into the atmosphere, such as carbon monoxide, sulfur dioxide, and soot [3].

To address the challenge of producing high-quality diesel fuels, the process of hydrodearomatization is employed in the presence of heterogeneous catalysts. During the process, aromatic compounds transform into cycloalkanes, thereby increasing the cetane number and enhancing the low-temperature properties of diesel fuel [4]. Moreover, dearomatization is not only used to obtain high-quality diesel fuel but also for the synthesis of reactive fuels, leading to an increase in the volume of produced fuel, and various environmental issues arise due to the impacts on the environment [5].

The main mechanism of this process is the transformation of large molecules into smaller, more active catalyst centers [6]. Traditional porous carriers for the hydrodearomatization process include zeolites, mesoporous aluminosilicates, and γ -Al₂O₃. However, the strong acidic centers of zeolites and the low specific surface area, weak acidic centers, and unstructured pores of γ -Al₂O₃ are their main disadvantages. Therefore, structured mesoporous aluminosilicates are considered

promising carriers for catalysts because of the following advantages: a) distinct structure; b) high specific surface area; c) mesopore sizes [7].

Currently, two-stage hydrodearomatization processes have been developed for the production of Euro-5 standard diesel fuel. In the first stage, at temperatures of 340–380°C and pressures of 50–70 atm, heteroatomic compounds are removed on sulfide catalysts Co-Mo and Ni-Mo containing γ -Al₂O₃/zeolite. Simultaneously, the partial hydrogenation reaction of di- and polyaromatic hydrocarbons to monoaromatics takes place. As a result, the content of aromatic hydrocarbons and sulfur is reduced to 25 wt.% and 30–100 ppm, respectively. In the second stage, the feed undergoes further hydrodearomatization at 260–300°C and pressures up to 70 atm on catalysts γ -Al₂O₃ promoted with metals Pt and/or Pd. It should be noted that for the Pt–Pd/Al–SBA-15(5)/ γ -Al₂O₃ catalyst, the optimal temperature for hydrodearomatization of 2-methylnaphthalene in n-heptane is 260°C with a selectivity of 97% to methyltetralin [8].

The results of hydrodearomatization experiments on Ni-Mo and Ni-W catalysts indicate that at low values of the feedstock volumetric flow rate (less than 2 h⁻¹) and high hydrogen pressure, a low content of aromatic compounds is achieved in the hydrodearomatization products. The authors concluded that at high volumetric flow rates and temperatures below 350°C, the concentration of monoaromatic hydrocarbons in the final product would be significantly higher than in the feedstock. This is attributed to the fact that diaromatic hydrocarbons will undergo hydrogenation to form monoaromatic compounds [9].

The purpose of this article is to investigate the activity of bifunctional catalysts based on mesoporous aluminosilicate in the process of hydrodearomatization of a model mixture.

Materials and Methods

Mesoporous aluminosilicates were synthesized using the templating method with hexadecylamine as the structure-directing agent. The synthesis of bifunctional catalysts was carried out by the wet impregnation method, using pre-activated bentonite from the Tagan deposit in the East Kazakhstan region as the substrate for the catalysts. Nickel nitrate and ammonium heptamolybdate tetrahydrate were chosen as precursors for Ni and Mo, respectively. Each sample of the catalyst was prepared and measured in triplicate.

The morphology of the synthesized mesoporous aluminosilicate was determined using scanning electron microscopy with Hitachi TM-1000.

The porous structure of the synthesized samples and BET surface area values were investigated using the standard nitrogen adsorption/desorption method at 77 K on Micromeritics TriStar 3000 equipment (Micromeritics, Norcross, Georgia, USA).

The mesoporous structure of the synthesized samples was studied by Fourier-transform infrared spectroscopy using the Nicolas iS50 FT-IR and wide-angle X-ray scattering on the Philips X'PERT MPD diffractometer (Philips, Eindhoven, Netherlands).

The catalytic properties of bifunctional catalysts were tested in a fixed-bed flow reactor in a stream of hydrogen under the following process conditions: 220–300°C, 3 MPa, feedstock volumetric flow rate of 0.5 h⁻¹. A solution of 2-methylnaphthalene in n-hexadecane was used as a model hydrocarbon since 2-methylnaphthalene is a typical representative of diaromatic hydrocarbons in the diesel fraction.

Results and Discussion

Figures 1 and 2 illustrate schemes for the synthesis of mesoporous aluminosilicate and bifunctional catalysts based on it. In our previous work [10], the authors presented a comprehensive description of the synthesis methodology for mesoporous aluminosilicate and the bifunctional catalyst based on it.

The SEM image (Figure 3) reveals numerous homogeneous particles of a round shape with an average diameter of 610 nm and ordered hexagonal arrays of mesopores with uniform pore sizes. Such a diameter is characteristic of mesoporous material, indicating the mesoporosity of the obtained sample [11–13].

The synthesized samples' low-temperature N₂ adsorption/desorption isotherms are of type IV with a more pronounced hysteresis loop closer to H4 according to the IUPAC classification (Figure 4a). Type IV isotherms demonstrate a narrow pore size distribution in the mesopore range [14]. Additionally, the hysteresis loop at relative pressures exceeding P/P₀=0.4 is characteristic of mesoporous materials. Capillary condensation in mesopores explains the presence of a hysteresis loop at low pressures.

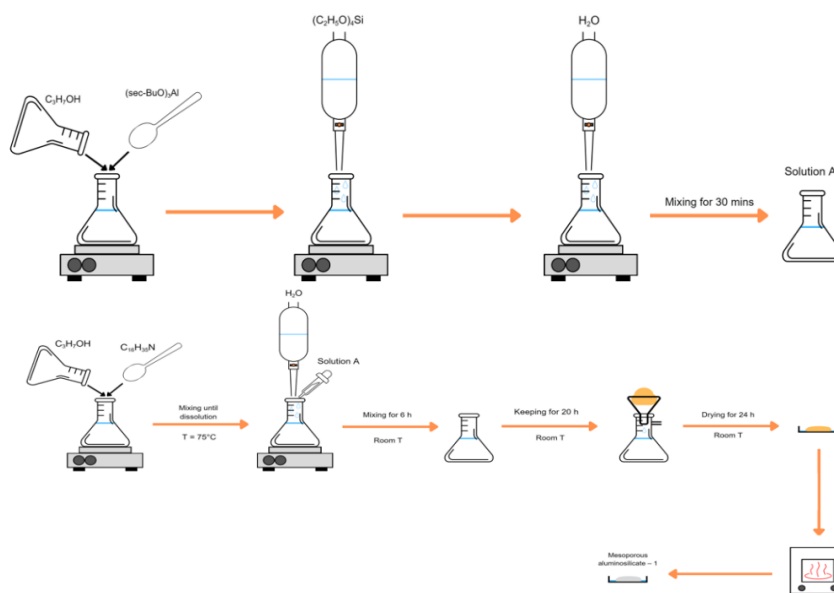


Figure 1 – Synthesis of mesoporous aluminosilicate (MAS)

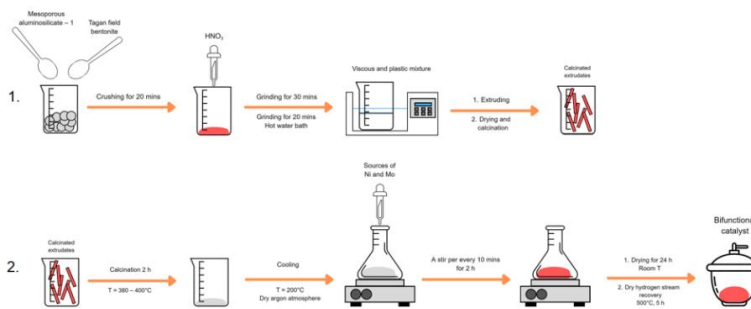


Figure 2 – Synthesis of bifunctional catalysts based on MAS

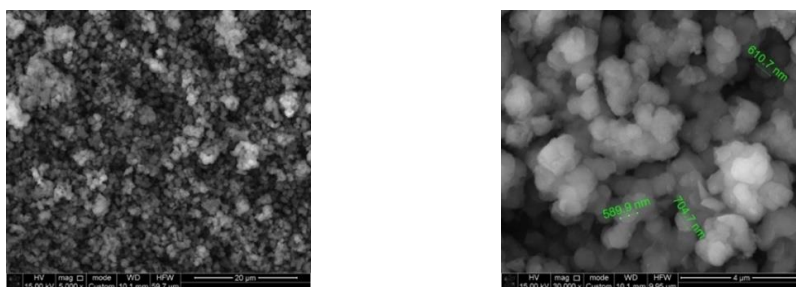


Figure 3 – SEM images of mesoporous aluminosilicate

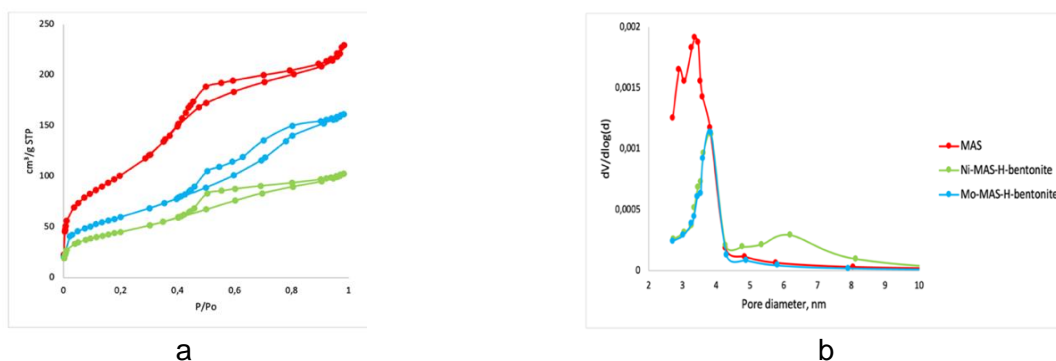


Figure 4 – Low-temperature nitrogen adsorption/desorption isotherms (a) and pore size distribution (b) of mesoporous aluminosilicate (MAS) and bifunctional catalysts based on it. Error bars depict 95% confidence intervals

The pore size distribution is presented in Figure 4b and was determined using the BJH (Barrett-Joyner-Halenda) method. It was found that all synthesized samples exhibit bimodal characteristics in the pore size distribution [15]. The results of specific surface area, pore volume, and average mesopore diameter of the synthesized materials are presented in Table 1. There was a decrease in all the mentioned physico-chemical characteristics, likely associated with the partial blocking of the aluminosilicate pore system by Ni and Mo [16].

Table 1 – Physico-chemical properties of mesoporous aluminosilicate (MAS) and bifunctional catalyst Ni/MAS-H-bentonite and Mo/MAS-H-bentonite

Samples	Specific surface area, m ² /g	Pore volume, cm ³ /g	Average diameter pore, nm
MAS	385.5	0.3721	17.01
Ni/MAS-H-bentonite	281.2	0.2833	15.62
Mo/MAS-H-bentonite	298.7	0.2392	16.03

The wide-angle X-ray diffraction method confirms the amorphous structure of mesoporous aluminosilicate (Figure 5a). The broad halo in the 2θ range from 40° to 60° is characteristic of the amorphous nature of the sample, and the absence of distinct peaks indicates that the molecules of mesoporous aluminosilicate do not crystallize [16-19]. X-ray peaks of bifunctional catalysts (Ni/MAS-H-bentonite and Mo/MAS-H-bentonite) reveal a crystalline structure without any traces of amorphous material (Figure 5b).

Additionally, the structure of synthesized mesoporous aluminosilicates was studied using FT-IR spectroscopy (Figure 6). The corresponding peaks observed at 1059 cm⁻¹ indicate the presence of asymmetric stretching vibrations of Si-O-Si and Al-O-Al. Peaks in the range of 789-807 cm⁻¹ suggest the presence of crystalline ordering, attributed to the internal vibration of tetrahedra containing Al and Si. The IR spectra below 500 cm⁻¹ is associated with Si-O-Si oscillations. A peak at 1630 cm⁻¹, associated with the O-H bond, is explained by the presence of Al and Si hydroxide particles, along with H₂O [17, 21-23].

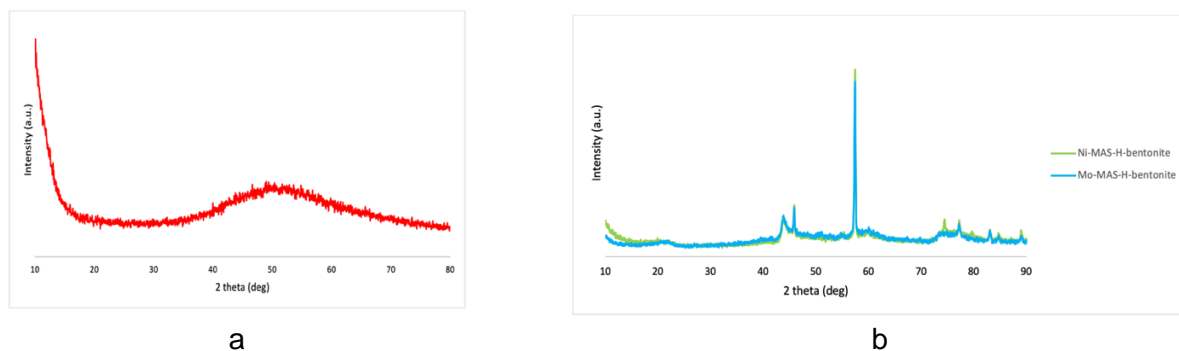


Figure 5 – X-ray diffraction of wide-angle scattering of mesoporous aluminosilicate (a) and bifunctional catalysts based on it. Error bars depict 95% confidence intervals

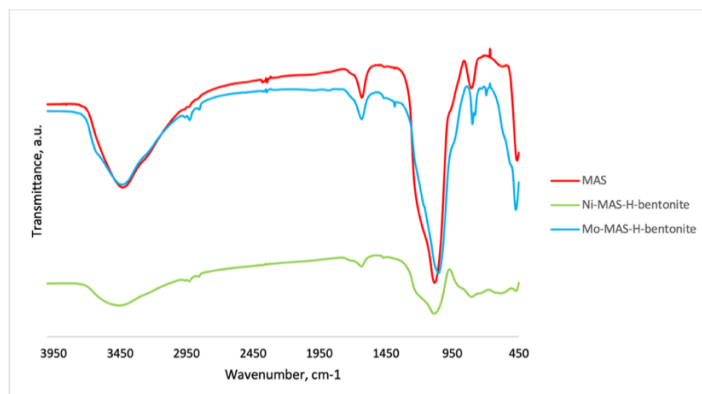


Figure 6 – FT-IR spectra of mesoporous aluminosilicate (MAS) and bifunctional catalysts based on it. Error bars depict 95% confidence intervals

The catalytic activity of the synthesized catalysts in the hydrotreatment process is provided in Table 2. Based on the obtained experimental data, it is evident that the selectivity towards 6-methyltetralin is higher than towards 2-methyltetralin for all samples. This can be attributed to the fact that the aromatic ring with a methyl substituent is less readily hydrogenated than the unsubstituted ring due to steric effects [24, 25].

The dependence of product selectivity in the hydrotreatment process and conversion of 2-methylnaphthalene on a Ni/MAS-H-bentonite catalyst as a function of temperature is presented in Figure 7.

Table 2 – Influence of temperature on the hydrogenation process on Ni/MAS-H-bentonite and Mo/MAS-H-bentonite catalysts for the model compound n-hexadecane+2-methylnaphthalene (3 MPa, feedstock volumetric flow rate of 0.5 h⁻¹)

Parameters	Ni/MAS-H-bentonite					Mo/MAS-H-bentonite				
	Temperature, °C									
	220	240	260	280	300	220	240	260	280	300
Conversion, %	91	91	95	95	95	89	90	91	92	92
Selectivity, %										
2-MD	35	90	70	23	49	29	76	55	12	32
2-MT	23	5	10	32	19	10	2	14	47	47
6-MT	42	5	20	45	32	61	22	31	41	21

*2-MD – 2 methyldecaline, 2 MT – 2-methyltetraline, 6 MT – 6 methyltetralyne.

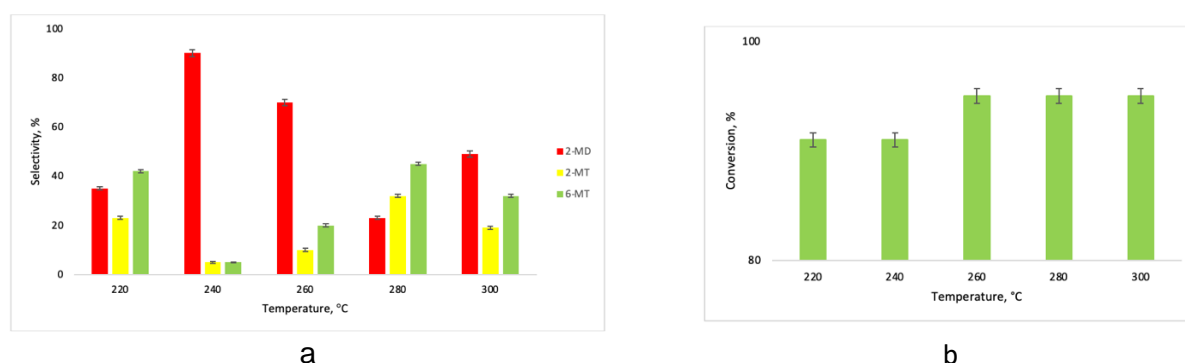


Figure 7 – Dependence of the selectivity of products in the hydrotreating process (a) and the conversion (b) of 2-methylnaphthalene on Ni/MAS-H-bentonite catalyst on temperature. Error bars depict 95% confidence intervals

The selectivity towards 2-methyldecalines at 240 °C is 90%, then it decreases with an increase in temperature up to 280 °C, after which it slightly increases again. The optimal temperature for hydrogenation on the specified catalyst can be considered as 240 °C, where the conversion is close to quantitative, and the content of fully hydrogenated products (2-methyldecalins) reaches a maximum value of 91%.

Conclusion

Thus, an ordered mesoporous aluminosilicate was synthesized using the template method. Physico-chemical analytical techniques were applied to the obtained samples. By using scanning electron microscopy, low-temperature nitrogen adsorption/desorption, wide-angle X-ray diffraction, FT-IR spectroscopy, it has been verified that aluminosilicates and catalysts based on them have an ordered and mesoporous structure. The catalytic activity of Ni/MAS-H-bentonite and Mo/MAS-H-bentonite was studied in the hydrotreatment process of a model compound. It was demonstrated that bifunctional catalysts exhibit sufficient activity and selectivity in the hydrotreatment process of n-hexadecane+2-methylnaphthalene under optimal conditions of 240 °C, 3 MPa, and 0.5 h⁻¹.

References

1. Yun G. The synthesis and mechanistic studies of a highly active nickel phosphide catalyst for naphthalene hydrodearomatization / G. Yun, Q. Guan, W. Li // RSC Advances. – 2017. – V. 7. – P. 8677-8687.
2. Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information. – 2007 – V. 030 (13) – P.284-299.
3. Effects of Fuel Sulfur Content and Diesel Oxidation Catalyst on PM Emitted from Light-Duty Diesel Engine / Zhao H., Ge Yu., Wang X. and etc. // Energy Fuels. – 2010. – V. 24. – P. 985-991.
4. Walendziewski J. Hydrodearomatization of diesel fuels using zeolite based catalysts. / J. Walendziewski, J. Grzechowiak, B. Pniak // Erdoel Erdgas Kohle. – 2000. – V. 116. – P. 297-303.
5. Al₂O₃-TiO₂/ Al₂O₃-TiO₂-SiO₂ composite-supported bimetallic Pt-Pd catalysts for the hydrodearomatization and hydrodesulfurization of diesel fuel / W. Guofu, D. Aijun, Z. Zhen and etc. // Energy and Fuels. – 2009. – V. 23. – P. 81-85.
6. Hydrotreating of Light Cycle Oil over Supported on Porous Aromatic Framework Catalysts / E. Karakhanov, A. Maximov, Yu. Kardasheva, and etc. // Catalysts. – 2018. – V. 8. – P. 1-15.
7. Salim S.S. Effects of Lewis Acid Catalysts on the Hydrogenation and Cracking of Three-Ring Aromatic and Hydroaromatic Structures Related to Coal / S.S. Salim, A.T. Bell // Fuel. – 1984. – V.63. – P. 469-476.
8. Hydrogenation of Aromatic Hydrocarbons in the Presence of Dibenzothiophene over Platinum-Palladium Catalysts Based on Al-SBA-15 Aluminosilicates / S.I. Shirokopoyas, S.V. Baranova, A.L. Maksimova and etc. // Petroleum Chemistry. –2014. – V. 54. – P. 94-99.
9. Hydrogenation of Aromatic Hydrocarbons over Nickel-Tungsten Sulfide Catalysts Containing Mesoporous Aluminosilicates of Different Nature / E.R. Naranov, A.S. Badeeva, A.A. Sadovnikov and etc. // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56. – P. 599-606.
10. The mesoporous aluminosilicate application as support for bifunctional catalysts for n-hexadecane hydroconversion / G. Vassilina, K. Umbetkaliyeva, A. Abdrasilova, and etc. // Open Chemistry. – 2022 – V. 20. – P. 225-236.
11. Design and synthesis of core-shell structured meso-Cu-SSZ-13@mesoporous aluminosilicate catalyst for SCR of NO_x with NH₃: Enhancement of activity, hydrothermal stability and propene poisoning resistance / T. Zhang, F. Qiu, J. Li // Applied Catalysis B: Environmental. – 2016. – V. 195. – P. 48-58.
12. A systemic review on development of mesoporous nanoparticles as a vehicle for transdermal drug delivery / P. Kolimi, S. Narala, A.A. Youssef and etc. // Nanotheranostics. – 2023. –V. 7. – P. 70-89.
13. Photoinduced Antibacterial Activity and Cytotoxicity of CdS Stabilized on Mesoporous Aluminosilicates and Silicates / A. Stavitskaya, E. Sitmukhanova, A. Sayfutdinova and etc. // Pharmaceutics. – 2022. – V. 14. – P. 1309.
14. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report) / M. Thommes, K. Kaneko, A.V. Neimark and etc. // Pure Appl. Chem. – 2015. – P. 1-19.
15. Acidic Mesostructured Aluminosilicates Assembled from Economic Acidic Template Characterized by Catalytic Cracking Reactions / M.A. Betiha, M.F. Menoufy, A.M. Al-Sabagh and etc. // Microporous and Mesoporous Materials. – 2015. –V. 204. – P. 15-24.
16. Mesoporous LaVO₄/MCM-48 nanocomposite with visible-light-driven photocatalytic degradation of phenol in wastewater / I. Mahboob, S. Shafique, I. Shafiq and etc. // Environmental Research. – 2023. – V. 218. – P. 114983.
17. Highly active iron-promoted hexagonal mesoporous silica (HMS) for deoxygenation of triglycerides to green hydrocarbon-like biofuel / S. Zulkepli, H.V. Lee, N.A. Rahman and etc. // Fuel. – 2022. – V. 308. – P. 121860.
18. Wei Y. An excellent universal catalyst support- mesoporous silica: Preparation, modification and applications in energy-related reactions / Y. Wei, W. Yang, Zh. Yang // International journal of hydrogen energy. – 2022. – V. 47. – P. 9537-9565.

19. Mesoporous Al-HMS and Al-MCM-41 supported Ni-Mo sulfide catalysts for HYD and HDS via in situ hydrogen generation through a WGSR / A.V. Vutolkina, A.P. Glotova, A.V. Zanina and etc. // *Catalysis Today*. – 2019. – V. 329. – P. 156-166.
20. Bimetallic Co-Fe nanocrystals deposited on SBA-15 and HMS mesoporous silicas as catalysts for Fischer–Tropsch synthesis / L.F.F.P.G. Braganca, M. Ojeda, J.L.G. Fierro, M.I.P. Silva // *Applied Catalysis A: General*. – 2012. – V. 424. – P. 146-153.
21. Effect of preparation method on active sites variation for catalytic oxidation of toluene over Pt/MCM-48 / W. Gao, X. Tang, H. Yi and etc. // *Applied Catalysis A, General*. – 2023. – V. 655. – P. 119114.
22. Shi Yu. Microwave preparation of Ti-containing mesoporous materials. Application as catalysts for transesterification / Yu. Shi, Sh. Wang, X. Ma // *Chemical Engineering Journal*. – 2011. – V. 166. – P. 744-750.
23. Cordoba G. Study of Xerogel-Glass Transition of CuO/SiO₂ / G. Cordoba, R. Arroyo, J.L.G. Fierro, M. Viniegra // *Journal of Solid State Chemistry*. – 1996. – V. 123. – P. 93-99.
24. Influence of active phase structure of CoMo/Al₂O₃ catalyst on the selectivity of hydrodesulfurization and hydrodearomatization / W. Chen, X. Long, M. Li, and etc. // *Catalysis Today*. – 2017. – V. 292. – P. 97-109.
25. Nguyen T.T. Synthesis of mesoporous Ti-inserted SBA-15 and CoMo/Ti-SBA-15 catalyst for hydrodesulfurization and hydrodearomatization / T.T. Nguyen, E.W. Qian // *Microporous and Mesoporous Materials*. – 2018. – V. 265. – P. 1-7.

Настоящая работа выполняется в рамках проекта AP23489322.

А.К. Абдрасилова*, Г.К. Василина, К.М. Абдильдина, Ф.М. Канапиева

Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

*e-mail: albina06.07@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕЗОПОРИСТОГО АЛЮМОСИЛИКАТА В ПРОЦЕССЕ ДЕАРОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛЬНОЙ СМЕСИ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Ограничение на содержание ароматических углеводородов и серы связано с требованиями экологических стандартов Euro-5. При сгорании эти вещества высвобождают высокотоксичные соединения в атмосферу, негативно воздействуя на здоровье человека и окружающую среду. Кроме того, высокая концентрация ароматических углеводородов в дизельном топливе существенно снижает его качество, приводя к образованию сажи и уменьшению цетанового числа. Согласно стандартам Euro-5, содержание полициклических ароматических углеводородов и соединений серы не должно превышать 8% и 10 мг/кг соответственно. Для решения задачи производства высококачественного дизельного топлива используется процесс гидроочистки в присутствии гетерогенных катализаторов.

В статье представлен синтез мезопористых алюмосиликатов и бифункциональных катализаторов на их основе для изучения активности процесса гидроочистки на модельной смеси. Полученные образцы исследовались с использованием различных физико-химических методов, таких как СЭМ, адсорбция/десорбция азота при низкой температуре, рентгеноструктурный анализ и Фурье-преобразование инфракрасного спектра. Было установлено, что катализаторы Ni/MAS-H-бентонит и Mo/MAS-H-бентонит проявляют высокую активность и селективность в процессе гидроочистки при оптимальных условиях (240°C, 3 МПа и 0,5 ч⁻¹).

Ключевые слова: мезопористые алюмосиликаты, бифункциональные катализаторы, никель-молибденсодержащие катализаторы, гидродеароматизация, модельная смесь

А.К. Абдрасилова*, Г.К. Василина, К.М. Абдильдина, Ф.М. Канапиева
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71,
*e-mail: albina06.07@mail.ru

МОДЕЛЬДІК ҚОСПАНЫ ДЕАРОМАТИЗАЦИЯЛАУ ПРОЦЕСІНДЕ МЕЗОКЕУЕКТИ АЛЮМОСИЛИКАТ НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ: ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ ЖӘНЕ КАТАЛИТИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Ароматты көмірсутектер мен күкірттің құрамын шектеу Евро-5 экологиялық стандарттарының талаптарына байланысты. Жану кезінде бұл қосылыстар атмосфераға адам денсаулығы мен қоршаған ортаға теріс әсер ететін өте улы қосылыстар шығарады. Сонымен қатар, дизельдегі ароматты көмірсутектердің жоғары концентрациясы оның сапасын едәуір төмендетеді, нәтижесінде күйе пайда болады және цетан саны азаяды. Евро-5 стандарттарына сәйкес полициклді хош иісті көмірсутектер мен күкірт қосылыстарының мөлшері сәйкесінше 8% және 10 мг/кг аспауы керек. Жоғары сапалы дизель отынын өндіру мәселесін шешу үшін гетерогенді катализаторлардың қатысуымен гидротазалау процесі қолданылады.

Мақалада модельдік қоспадағы гидротазалау процесінің белсенділігін зерттеу үшін мезокеукті алюмосиликаттар мен олардың негізінде бифункционалды катализаторлардың синтезі келтірілген. Алынған үлгілер СЭМ, төмен температурада азоттың адсорбциясы/десорбциясы, рентгендік құрылымдық талдау және инфрақызыл спектрдің Фурье түрленуі сияқты әртүрлі физика-химиялық әдістерді қолдану арқылы зерттелді. Ni/MAS- H-бентонит және Mo/MAS-H-бентонит катализаторлары оңтайлы жағдайларда (240°C, 3 МПа және 0,5 с⁻¹) гидротазалау процесінде жоғары белсенділік пен селективтілік көрсететіні анықталды.

***Түйін сөздер:** мезокеукті алюмосиликаттар, бифункционалды катализаторлар, никель-молибден құрамды катализаторлар, гидродеароматизация, модельді қоспа.*

Information about the authors

Albina Kanatovna. Abdrasilova* – PhD student, junior researcher, al-Farabi Kazakh National University; Republic of Kazakhstan, Almaty; email: albina06.07@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9560-6464.

Gulzira Kazhmuratovna Vassilina – Candidate of Chemical Sciences, leading researcher, al-Farabi Kazakh National University, email: Gulzira.Vasilina@kaznu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-5407-6751.

Kamilla Manapkyzy Abdildina – PhD, researcher, al-Farabi Kazakh National University; Republic of Kazakhstan, Almaty; email: kamilla.u.m21@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0474-5240.

Fatima Mukhidinovna Kanapiyeva – Candidate of Chemical Sciences, leading researcher, al-Farabi Kazakh National University; Republic of Kazakhstan, Almaty; email: fatima31@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9829-3117.

Авторлар туралы ақпарат

Альбина Канатовна Абдрасилова* – докторант, кіші ғылыми қызметкер, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы, email: albina06.07@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9560-6464.

Гулзира Кажмуратовна Василина – химия ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы, email: Gulzira.Vasilina@kaznu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-5407-6751.

Камилла Манапқызы Абдильдина – PhD, ғылыми қызметкер, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы, email: kamilla.u.m21@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0474-5240.

Фатима Мухидиновна Канапиева – химия ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы, email: fatima31@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9829-3117.

Сведения об авторах

Альбина Канатовна Абдрасилова* – докторант, младший научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: albina06.07@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9560-6464.

Гулзира Кажмуратовна Василина – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: gulzira.vasilina@kaznu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-5407-6751.

Камилла Манапқызы Абдильдина – PhD, научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: kamilla.u.m21@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0474-5240.

Фатима Мухидиновна Канапиева – ведущий научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: fatima31@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9829-3117.

Received 08.12.2023

Revised 24.12.2023

Accepted 10.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-45

MPHTI: 31.23.15, 31.23.17, 31.23.21



Г.Е. Берганаева^{1*}, М.А. Дюсебаева¹, А.Е. Берганаева², С.А. Сыдыкбаева³

¹эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., эл-Фараби даңғылы, 71

²«Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы» АҚ,

050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., эл-Фараби даңғылы, 75А

³І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті,

040009, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ., І.Жансүгіров көш., 187А

*e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru

ЗАҚЫМДАНҒАН «КАНАДСКАЯ» СҰРЫПТЫ БИДАЙ ТҰҚЫМЫНАН АЛЫНҒАН СО₂-СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ САРАПТАМАСЫ

Аңдатпа: Бұл мақалада «Канадская» сортының тұтас және өнген (зақымданған) бидай тұқымына сапалық және сандық талдау нәтижелері келтірілген. Өнген (зақымданған) бидай дәнінен жоғарыкритикалық флюидті СО₂-экстракциясы арқылы сығынды алынды. Фитохимиялық талдау нәтижесі бойынша СО₂-сығындының құрамында көмірсулар, аминқышқылдар, флавоноидтар, май қышқылдары айқындалды. Газды хроматография әдісі арқылы сығындыда 14 май қышқылы бар екені анықталды, оның басым бөлігі метил миристат (42,57%), метил деканоат (25,85%), цис-10-пентадекен қышқылының метил эфирі (16,80%) және метил палмитат (7,35%) құрады. «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған СО₂-сығындысымен салыстырғанда зақымдаған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған сығындыда айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Тек метил лаурат мөлшері 4 есе, метил стеарат – 12 есе, цис-10-гептадецен қышқылының метил эфирі – 3 есе аз болды. Керісінше, зақымдаған бидайдан алынған СО₂-сығындысында метил деканоат мөлшері 4,48 %-ға, ал цис-10-пентадецен қышқылының метил эфирі – 14,52%-ға жоғары болды. Сонымен қатар, осы сығындыда «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған СО₂-сығындысында болмаған метил ундеканоат, метил пальмитат, метил бегенат қаныққан май қышқылдары анықталды. Тағы ескеретін жайт, зақымданған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған СО₂-экстракта қанықпаған май қышқылдарының өкілдері идентификацияланды. Жалпы олардың үлесі 19,7% құрады. Капиллярлы электрофорез нәтижелері бойынша В тобындағы дәрумендер ішінен тиаминнің (В1 дәруменінің) үлесі жоғары болды және $0,13 \pm 0,03$ мг/100 г құрады, алайда оның бидай тұқымында болатын

қалыпты мөлшерімен салыстырғанда бұл көрсеткіш 3 (үш) есе төмен болды. Сығындыда аминқышқылдардың да үлесі өте төмен болды, олардың арасында алмастырылмайтын амин қышқылы – фенилаланиннің мөлшері сәл басымырақ болып, 0,098% құрады. Жоғарыэффektivті сұйықты хроматография арқылы майда еритін дәрумендердің ішінен токоферолдың (Е дәруменнің) мөлшері анықталды (0,72 мг/100 г), ретинол (А дәрумені) CO₂-сығындыда жоқ болып шықты.

Түйін сөздер: тұтас бидай дәні; өнген (бұзылған) бидай дәні; биологиялық белсенді заттар; биологиялық белсенді заттар; бидайдың ББЗ; жоғарыкритикалық флюидті CO₂-экстракциясы; CO₂-экстракт; газды хроматография; дәрумендер; майда еритін дәрумендер, капиллярлы электрофорез.

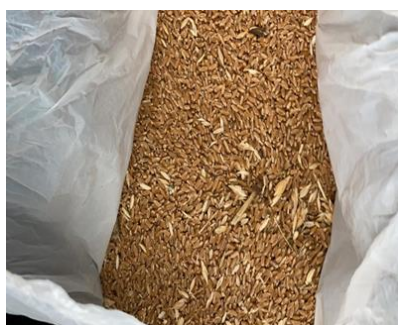
Кіріспе

Бидай – әлемдегі ең көп таралған дәнді-дақыл. Әр түрлі себептердің есебінен (климаттық жағдайдың күрт өзгеруі, астың сақтау шарттарының сақталмауы, уақтылы жиналмауы) көптеген дәнді дақылдардың өнімінде айтарлықтай шығындар пайда болады. Көбіне зиянкестермен зақымдалған және ауру жұқтырған дақылдарды лақтыруға тура келеді. Өсімдіктің осы түрін қайта өңдеу және қайта қолдану мүмкіндігі – өте өзекті мәселе болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: екінші реттік өсімдік материалдарынан жоғарыкритикалық флюидті CO₂ экстракциялау әдісі арқылы сығындыны алып оған фитохимиялық сараптама жүргізу.

Өсімдік компоненттерін бөлудің бұл жаңа үнемді технологиясы көмірқышқыл газының критикалық мәннен жоғары температура мен қысымда флюид деп аталатын белгілі бір агрегаттық күйге айналу қабілетіне негізделген. Сонымен қатар, суперкритикалық флюидтың тығыздығы сұйықтықтың тығыздығынан аздап ерекшеленеді. Қасиеттердің мұндай үйлесімі экстрагент ретінде аса критикалық көмірқышқыл газын пайдалануды өте тартымды етеді. CO₂ сығындыларындағы биологиялық белсенді заттар жеңіл сіңетін формаларда – майда еритін күйде болады, сонымен қатар, олар өздерінің табиғи (тірі) түрінде және табиғи пропорцияларында сақталады. Биологиялық белсенді заттарды (петролей эфирі, бензол, гексан, изопропанол, трихлорэтилен және т.б.) бөлген кезде қолданылатын басқа дәстүрлі еріткіштермен салыстырғанда, аса критикалық көмірқышқыл газының бұлтарпас артықшылықтары: тұрақты, инертті, жанбайды, арзан және қолжетімді. Көміртек диоксидін пайдалану қоршаған орта үшін қауіпсіз, қысымды төмендету кезінде экстракция өнімдерінен оңай бөлінеді.

Зерттеу нысаны: Алматы облысы, Талғар ауданы ТОО «Байсерке-Агро» кәсіпорнынан 2020 жылдың қыркүйек айында алынған «Канадская» сұрыпты бидайдың бүтін және зақымданған дәндері (1-сурет).



а



б

Сурет 1 – Канадалық сұрыпты бидайдың тұтас (а) және зақымданған (б) дәндері

Жұмыстың зерттеу әдістері: жоғарыкритикалық CO₂-экстракция, газды хроматография, ИҚС, капиллярлы электрофорез, жоғарыэффektivті сұйықты хроматография, қағазды хроматография.

«Канадалық» сұрыпты бидайдың бүтін және зақымданған астығына ауа-құрғақ күйінде және табиғи күйінде Швециялық «Infraact7500» инфрақызыл анализаторын қолдана отырып химиялық талдау жүргізілді. Бұл әдістің артықшылығы – талдау кезінде реактивтер мен еріткіштерді қажет етпейді [2].

Бидайдың зақымданған дәнінен (650 г) жоғарыкритикалық флюидті CO₂-экстракция әдісі арқылы сығынды алынды. Экстракцияны зертханалық СКФ-CO₂ (Thar 1000 F, АҚШ) экстракторында 180 бар қысымда, 40°C-та, қосалқы еріткіш ретінде 70%-ды этанол қолданылды, оны 10 г/мин жылдамдықпен жіберіп отырды. Нәтижесінде сұр түсті сығынды алынып, кейін роторлы буландырғыш арқылы концентрленді.

«Канадская» зақымданған бидай сұрыпынан алынған CO₂-экстракт құрамындағы ББЗ-ға сәйкес реагенттерді қолдана отырып қағазды хроматография арқылы фитохимиялық сараптама жасалынды.

Сандық сараптама АО «Алматы Технологиялық Университеті» «Азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалау жөніндегі ғылыми зерттеу зертханасында» жүргізілді. Май қышқылдарының сандық сараптамасы газды хроматография арқылы MEMCT 30623-2018 талаптарына сәйкес «Кристаллюкс-4000М» хроматографында жүргізілді. Сараптама параметрлері: детектор температурасы 250°C; бұландырғыш температурасы 230°C; 1-ші капиллярлы колонкасының қысымы 2,8 атм; 2-ші капиллярлы колонкасының қысымы 1 атм; газ – тасымалдаушы – азот.

Аминқышқылдар және В тобындағы дәрумендердің мөлшері «Капель 105М» капиллярлы электрофорез аппараты арқылы М-04-38-2009 және М-04-41-2005 нормативтік құжаттарына сәйкес анықталды [3, 4]. А және Е дәрумендердің мөлшерін жоғарыэффektivті сұйықтық хроматография арқылы (ЖЭСХ) MEMCT Р 54635-2011, MEMCT EN 12822-2014 талаптарына сәйкес анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жұмыс барысында "Канадалық" сұрыпты бидайдың бүтін және зақымданған дәндердің химиялық құрамын салыстыру мақсатында талдау жүргізілді. Зерттеу нысаналардың ауа құрғақ күйіндегі химиялық талдауы "Мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ҚазҒЗИ" ЖШС-нің сынақ орталығында инфрақызыл анализаторды қолдана отырып іске асырылды. Алынған нәтижелер 1-2- кестелерде келтірілген.

Кесте 1 – «Канадалық» сұрыпты бидайдың шынайылығы, %мас

Үлгінің атауы	Бастапқы ылғалдылық	Гигроскопиялық ылғалдылық	Жалпы ылғалдылық	Құрғақ зат	Күлділік
Тұтас бидай дәні	7,16	2,84	9,80	90,20	2,10
Зақымданған бидай дәні	58,00	3,16	59,33	40,67	5,20

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғанымыздай, өнген (зақымданған) дәннің ылғал мөлшері әлдеқайда жоғары және 58% құрайды. Бұл астық қоймасында астықты сақтау шарттарының бұзылуымен байланысты болуы мүмкін. Алынған нәтижелер бойынша ылғалдың жоғарылауы құрғақ қалдық құрамының 90,2%-дан 40,67%-ға дейін айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Тұтас және өнген астықтың күлділігі тиісінше 2,1 және 5,2%-ды құрады.

Кесте 2 – Канадалық бидай дәнінің құрғақ затының химиялық құрамы, %

Үлгінің атауы	Протеин	Майлар	Клетчатка	Азотсыз экстрактивті заттар	Крахмал
Тұтас бидай дәні	19,4	2,20	2,5	71,0	54,1
Зақымданған бидай дәні	26,4	2,8	7,0	55,4	39,3

2-кестеде келтірілген мәліметтер бойынша, зақымдалған (өніп шыққан) дәндегі протеин, май және клетчатка мөлшері тұтас астыққа қарағанда сәл жоғары болды. Мұны ылғалдылықтың жоғарылауымен тыныс алу қарқындылығы мен басқа метаболизм процестерін күрт арттыратын бос су пайда болуымен түсіндіруге болады. Бос судың әсерінен жасуша қабырғаларының өткізгіштігі жақсарады. Бұл эндоспермге астықтың резервтік ерімейтін заттарын еритін және оңай сіңетін ұрыққа айналдыратын ферменттердің енуіне қолайлы жағдай жасайды. Сонымен қатар, крахмал мөлшері, сәйкесінше, тұтас дәндерде 54,1%, ал зақымданған дәндерде – 39,3% құрады.

Кәзіргі уақытта жоғарыкритикалық флюидті СО₂-экстракция әдісі тиімді әдістердің бірі болып табылады. Әдіс бастапқы шикізаттан ондағы барлық пайдалы заттарды "жаппай" алуға мүмкіндік береді және оны кейіннен пайдалану және сақтау үшін мүмкіндігінше ыңғайлы етіп жасайды. Сонымен қатар, сығынды стерилді боп шығады, яғни экстракция кезінде аэробты және анаэробты микрофлорасы толық жойылады; саңырауқұлақтардың споралары мен мицелиясы да болмайды [5]. Осыған орай "Канадалық" сұрыпты бидайдың зақымданған дәнінен жоғарыкритикалық флюидті СО₂-экстракция арқылы сығынды алынды. Экстракцияны зертханалық СКФ-СО₂ (Thar 1000 F, АҚШ) экстракторында 180 бар қысымда, 40°С-та, қосалқы еріткіш ретінде 70%-ды этанол қолданылды, оны 10 г/мин жылдамдықпен жіберіп отырды.

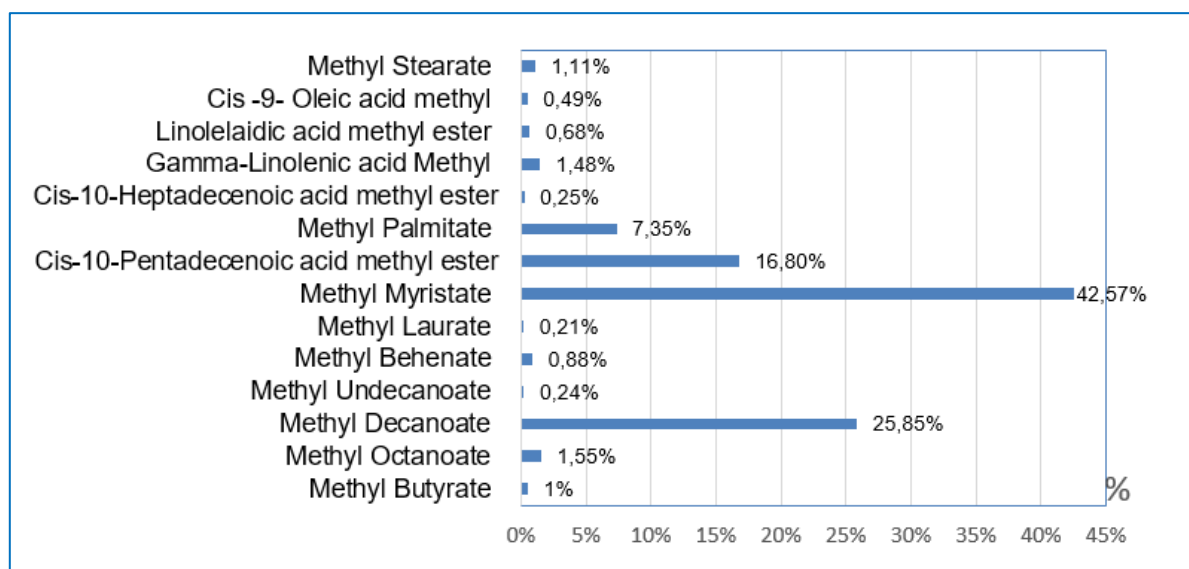
Сәйкес реагенттер қолдана отырып, СО₂-экстракт құрамындағы ББЗ-ға фитохимиялық сараптау жасалынды. Зерттеу нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 – СО₂-экстракт құрамындағы ББЗ-ға фитохимиялық сараптама нәтижелері

Реагенттер	Анықталатын заттар	Зерттеу нәтижесі
Йод суы	Қанықпаған қышқылдар, крахмал	+
NaOH 10%	Антрахинон	-
AlCl ₃ (1%)	Флавоноидтар	+
ЖАК	Тері илегіш заттар	-
о-Толулдин	Альдозолар	+
Нингидрин	Амин қышқылдар	+
Резорцин	Амин қышқылдар	+
Аммиак суы	Флавоноидтар	+

Май қышқылдарының биологиялық рөлі маңызы зор екені бәрімізге мәлім. Олар адам ағзасы үшін энергия көзі болады, сондай-ақ, жасушалық мембраналарды құруға, гормондарды синтездеуге, дәрумендер мен микроэлементтерді тасымалдауға қатысады [6,7]. Экстракт құрымында май қышқылдарына сапалық және сандық сараптама газды хроматография әдісі арқылы жүргізілді. Алынған нәтижелер 1-суретте және 4-кестеде көрсетілген.

Алынған нәтижелер бойынша бұзылған бидай СО₂-сығындының құрамында 14 май қышқылы анықталды. Сонымен қатар, оның құрамында май қышқылдарының жалпы санына шаққанда *метил миристан* (42,57 %), *метил деканоат* (25,85 %), *цис-10-пентадекен қышқылының метил эфирі* (16,8 %), *метил палмитат* (7,35 %) сияқты май қышқылдарының мөлшері басым болып тұрғаны көрініп тұр. Кейінгі жұмыстарда салыстыру мақсатында «Уралосибирская 2» бидай таза (зақымданбаған) тұтас дәнінен СО₂-сығындысы алынған болатын [8]. Таза СО₂-сығындысында май қышқылдарының 9 түрі анықталған болатын (4-кесте).



Сурет 1 – Бұзылған бидай СО₂-экстракттың май қышқылдарының сандық сараптамасы (% мас)

4-кестеде берілген нәтижелерді салыстыратын болсақ, зақымдаған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған сығындыда айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Тек метил лаурат мөлшері 4 есе, метил стеарат – 12 есе, цис-10-гептадецен қышқылының метил эфирі – 3 есе аз болды. Керісінше, зақымдаған бидайдан алынған CO₂-сығындысында метил деканоат мөлшері 4,48 %-ға, ал цис-10-пентадецен қышқылының метил эфирі – 14,52%-ға жоғары болды. Сонымен қатар, осы сығындыда «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған CO₂-сығындысында болмаған метил ундеканоат, метил пальмитат, метил бегенат қаныққан май қышқылдары анықталды. Тағы ескеретін жайт, зақымданған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған CO₂-экстракта қанықпаған май қышқылдарының өкілдері идентификацияланды. Жалпы олардың үлесі 19,7% құрады.

Шетелдік ғалымдардың мәліметтеріне сүйенетін болсақ, мысалы Мысыр еліндегі Ұлттық ғылыми орталығынан алынған тұтас бидай ұрығының CO₂-экстрактысында басым бөлігі олеин қышқыл (41,69%), линол қышқылы (39,73%) және пальмитин қышқылы (18,0 %) құраған екен [9].

Кесте 4 – «Уралосибирская 2» және «Канадская» бидай сорттарының CO₂-сығындысының құрамындағы май қышқылдарының сандық мөлшері

Компонент	Мөлшері, %мас	
	Уралосибирская 2	Канадская
Метил бутират	1,42	1,00
Метил октаноат	1,35	1,55
Метил деканоат	21,37	25,85
Метил ундеканоат	-	0,24
Метил лаурат	4,27	0,21
Метил тридеканоат	30,86	-
Метил миристит	24,47	42,57
Метил палмитат	-	7,35
Метил стеарат	13,27	1,11
Метил бегенат	-	0,88
Линолелаид қышқылының метил эфирі	-	0,68
Метил ү-линолен қышқылы	-	1,48
Метил цис-9-олеин қышқылы	-	0,49
Метилді эфир цис-10-пентадецен қышқылы	2,28	16,80
Метилді эфир цис-10-гептадецен қышқылы	0,72	0,25

Жұмыс барысында бұзылған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған CO₂-сығындыда В тобының дәрумендері және аминқышқылдық құрамы мен мөлшері анықталды. Сараптама капиллярлы электрофорез әдісі арқылы жүргізілді (5-кесте). Зерттеу нәтижелері бойынша CO₂-экстракт құрамында дәрумендер ішінен В1 дәруменінің үлесі едәуір жоғары болды, алайда оның қалыпты мөлшері тұтас бидайда 0,44 мг/100 болады екен [12], яғни мөлшері 3 есе азайған. Аминқышқылдардың да үлесі өте төмен болатынын байқаймыз, олардың арасында фенилаланиннің мөлшері сәл басымырақ болып, 0,098% құрады.

Кесте 5 – CO₂-экстрактың В тобындағы дәрумендер мен аминқышқылдық құрамы

В тобы дәрумендері	мг/100 г	Аминқышқылдар	%
В1 (тиаминхлорид)	0,13±0,03	аргинин	0,055±0,020
В2 (рибофлавин)	0,020±0,009	лизин	0,036±0,012
В6 (пиридоксин)	0,016±0,003	тирозин	0,057±0,017
В3 (пантотен қышқылы)	0,020±0,004	фенилаланин	0,098±0,030
В5(никотин қышқылы)	0,010±0,002	гистидин	0,046±0,023
Вс (фоль қышқылы)	0,011±0,002		

Сонымен қатар, CO₂-сығындысында жоғары эффективті сұйықтық хроматография арқылы майда еритін дәрумендерге сараптама жүргізілді. Экстракт құрамында Е дәруменнің мөлшері 0,72 мг/100 г құрады, А дәрумені жоқ болып шықты. Аталған дәрумендердің қалыпты мөлшері әдебиет бойынша токоферол – 10-15 мг/100 г, ал ретинол үшін 0,3 % (3 мкг) болады [12].

Қорытынды

Қорытындай келе, алғашқы рет «Канадская» сұрыпты бидайының зақымданған дәнінен жоғарыкритикалық флюидті CO₂ экстракция арқылы сығынды алынды. Алынған сығындыда ББЗ әлі де бар екені анықталды. Атап айтқанда, экстракт құрамында қаныққан және қанықпаған май қышқылдары, флавоноидтар, кейбір дәрумендер, аминқышқылдар айқындалды. Газды хроматография әдісі арқылы сығындыда 14 май қышқылдары айқындалды, оның басым бөлігі метил мирилат (42,57 %), метил деканоат (25,85 %), цис-10-пентадекен қышқылының метил эфирі (16,80 %) және метил палмитат (7,35 %) құрады. «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған CO₂-сығындысымен салыстырғанда зақымдаған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған сығындыда айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Тек метил лаурат мөлшері 4 есе, метил стеарат – 12 есе, цис-10-гептадецен қышқылының метил эфирі – 3 есе аз болды. Керісінше, зақымдаған бидайдан алынған CO₂-экстрактысында метил деканоат мөлшері 4,48 %-ға, ал цис-10-пентадецен қышқылының метил эфирі – 14,52%-ға жоғары болды. Сонымен қатар, осы сығындыда «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған CO₂-сығындысында болмаған метил ундеканат, метил пальмитат, метил бегенат қаныққан май қышқылдары және қанықпаған май қышқылдарының өкілдері анықталды. Қанықпаған май қышқылдарының жалпы үлесі 19,7% құрады. Капиллярлы электрофорез нәтижелері бойынша В тобындағы дәрумендер ішінен тиаминнің (В1 дәруменінің) үлесі жоғары болды және 0,13 ± 0,03 мг/100 г құрады, алайда оның бидай тұқымында болатын қалыпты мөлшерімен салыстырғанда бұл көрсеткіш 3 (үш) есе төмен болды. Сығындыда АҚ-дың да үлесі өте төмен болды. Жоғарыэффективті сұйықты хроматография нәтижелері бойынша Е дәруменінің мөлшері 0,72 мг/100 г құрады, ал А дәрумені CO₂-сығындыда жоқ болып шықты.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, бидайдың зақымданған дәнінен алынған CO₂-сығындыны қосымша басқа да ББЗ-мен байытып, оларды қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Ahangari H. et al. Supercritical fluid extraction of seed oils – A short review of current trends / H. Ahangari // *Trends in Food Science & Technology*. – 2021. – Vol. 111. – P. 249-260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.066>.
2. Анализатор InfraXact (FOSS Electric, Швеция) [Электрон. ресурс]. – 2020. – URL: http://granat-e.ru/foss_infraXact.html.
3. М-04-38-2009 Методика измерения массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель 105М" [Электрон. ресурс]. https://www.nv-lab.ru/catalog_info.php?ID=2490.
4. М-04-41-2005 Методика измерения массовой доли свободных форм водорастворимых витаминов в пробах премиксов, витаминных добавок, концентратов и смесей методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель-105". [Электрон. ресурс]. <https://www.lumex.ru/catalog/capel-105105m.php>.
5. Dhara O. Supercritical carbon dioxide extraction of vegetable oils: Retrospective and prospects / O. Dhara, K.N.P. Rani, P.P. Chakrabarti // *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 2022. – Vol. 124. – №. 8. – С. 2200006. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200006>.
6. Miyamoto J. Nutritional signaling via free fatty acid receptors / J. Miyamoto, S. Hasegawa, M. Kasubuchi and etc. // *International journal of molecular sciences*. – 2016. – Vol. 17. – №. 4. – P. 450. <https://doi.org/10.3390/ijms17040450>.
7. Briggs M.A. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk / M.A. Briggs, K.S. Petersen, P.M. Kris-Etherton // *Healthcare*. – MDPI, 2017. – Vol. 5. – №. 2. – P. 29. <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>.
8. Тоқбаева Н.Н. «Уралосибирская 2» бидай дәні сорттының химиялық құрамын зерттеу / Н.Н. Тоқбаева // «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конф. матер. – Алматы қ.: 2022. Б. 34. <https://student.kaznu.kz/kz/Main/FileGet/?fileId=207492>.
9. Insights on traditional and modern oil extractions of wheat germ: Chemical and antimicrobial evaluation / M.M. Soltan and etc. // *Int. J. Pharm. Tech. Res.* – 2020. – Vol. 13. – P. 30-34. <http://dx.doi.org/10.20902/IJPTR.2019.130205>.

10. Калорийность. Пшеница мягкая, зерно. Химический состав и пищевая ценность. [Электрон. ресурс]. – 2020. – URL: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/290.php.

References

1. Ahangari H. et al. Supercritical fluid extraction of seed oils – A short review of current trends / H. Ahangari // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 111. – P. 249-260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.066>. (In English).
2. Analizator InfraXact (FOSS Electric, Shvetsiya) [Ehlektron. resurs]. – 2020. – URL: http://granate.ru/foss_infraxact.html. (In Russian).
3. M-04-38-2009 Metodika izmerenii massovoi doli aminokislot metodom kapillyarnogo ehlektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapillyarnogo ehlektroforeza "Kapel' 105M" [Ehlektron. resurs]. https://www.nv-lab.ru/catalog_info.php?ID=2490. (In Russian).
4. M-04-41-2005 Metodika izmerenii massovoi doli svobodnykh form vodorastvorimykh vitaminov v probakh premiksov, vitaminnykh dobavok, kontsentratov i smesei metodom kapillyarnogo ehlektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapillyarnogo ehlektroforeza "Kapel'-105". [Ehlektron. resurs]. <https://www.lumex.ru/catalog/capel-105105m.php>. (In Russian).
5. Dhara O. Supercritical carbon dioxide extraction of vegetable oils: Retrospective and prospects / O. Dhara, K.N.P. Rani, P.P. Chakrabarti // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2022. – Vol. 124. – №. 8. – S. 2200006. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200006>. (In English).
6. Miyamoto J. Nutritional signaling via free fatty acid receptors / J. Miyamoto, S. Hasegawa, M. Kasubuchi and etc. // International journal of molecular sciences. – 2016. – Vol. 17. – №. 4. – P. 450. <https://doi.org/10.3390/ijms17040450>. (In English).
7. Briggs M.A. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk / M.A. Briggs, K.S. Petersen, P.M. Kris-Etherton // Healthcare. – MDPI, 2017. – Vol. 5. – №. 2. – P. 29. <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>. (In English).
8. Tokbaeva N.N. «Uralosibirskaya 2» bidai dani sorttynyn khimiyalyk kyramyn zertteu / N.N. Tokbaeva // «FARABI ALEMI» atty studentter men zhas galymdardyn khalykaralyk gylimi konf. mater. – Almaty k.: 2022. B. 34. <https://student.kaznu.kz/kz/Main/FileGet/?fileId=207492>. (In Kazakh).
9. Insights on traditional and modern oil extractions of wheat germ: Chemical and antimicrobial evaluation / M.M. Soltan and etc. // Int. J. Pharm. Tech. Res. – 2020. – Vol. 13. – P. 30-34. <http://dx.doi.org/10.20902/IJPTR.2019.130205>. (In English).
10. Kaloriinost'. Pshenitsa myagkaya, zerno. Khimicheskii sostav i pishchevaya tsennost'. [Ehlektron. resurs]. – 2020. – URL: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/290.php. (In Russian).

Г.Е. Берганаева^{1*}, М.А. Дюсебаева¹, А.Е. Берганаева², С.А. Сыдыкбаева³

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Аль-Фараби, 71

²АО «Научный центр противомикробных препаратов»,
050060, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Аль-Фараби, 75А

³Жетысуйский университет им. И. Жансугурова,
040009, Республика Казахстан, г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187А

*e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СО₂-ЭКСТРАКТА ИЗ ПОВРЕЖДЕННЫХ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ СОРТА «КАНАДСКАЯ»

В данной статье представлены результаты качественного и количественного анализа цельных и проросших (поврежденных) семян пшеницы сорта «Канадская». Из проросшего (поврежденного) зерна пшеницы получен экстракт сверхкритической флюидной СО₂-экстракцией. По результатам фитохимического анализа в составе СО₂-экстракта выявлены углеводы, аминокислоты, флавоноиды, жирные кислоты. С помощью метода газовой хроматографии было обнаружено, что экстракт содержит 14 жирных кислот, большая часть которых составляли метил-миристан (42,57%), метил-деканонат (25,85%), метиловый эфир цис-10-пентадекеновой кислоты (16,80%) и метил-пальмитат (7,35%). Существенной разницы в экстракте, полученном из поврежденного сорта

пшеницы «Канадская», по сравнению с CO₂-экстрактом, полученным из чистого цельного зерна пшеницы «Уралосибирская 2», не наблюдалось. Только количество метиллаурата было в 4 раза меньше, метилстеарата – в 12 раз, метилового эфира цис-10-гептадеценовой кислоты – в 3 раза меньше. Напротив, в CO₂-экстракте, полученном из поврежденной пшеницы, количество метилдеcanoата было выше на 4,48%, а метилового эфира цис-10-пентадеценовой кислоты – на 14,52%. Кроме того, в этом экстракте обнаружены метилундеcanoат, метилпальмитат и метилбегенат насыщенных жирных кислот, которых не было в CO₂-экстракте, полученном из чистого цельного зерна пшеницы «Уралосибирская 2». Также следует отметить, что в CO₂-экстракте, полученном из поврежденного сорта пшеницы Канадская, были выявлены представители ненасыщенных жирных кислот. В общей сложности их доля составила 19,7%. По результатам капиллярного электрофореза доля тиамина (витамина B1) среди витаминов группы B была высокой и составляла 0,13±0,03 мг/100 г, однако этот показатель был в 3 (три) раза ниже его нормального количества в семенах пшеницы. Доля аминокислот в экстракте также была очень низкой, среди них количество незаменимой аминокислоты - фенилаланина было несколько выше и составляло 0,098%. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии определены жирорастворимые витамины, так количество токоферола (витамина E) составило 0,72 мг/100 г, ретинол (витамин A) в CO₂-экстракте отсутствовал.

Ключевые слова: зерно цельной пшеницы, проросшее (испорченное) зерно пшеницы, БАС пшеницы, сверхкритическая флюидная CO₂-экстракция, CO₂-экстракт, газовая хроматография, капиллярный электрофорез.

G.E. Berganayeva^{1*}, M.A. Dyusebayeva¹, A.E. Berganayeva^{2*}, S.A. Sydykbayeva³

¹Kazakh National University named after Al-Farabi,

050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71,

²Scientific Center of Anti-infectious Drugs,

050060, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 75A,

³Zhetysu University named after I. Zhansugurov,

040009, Republic of Kazakhstan, Taldykorgan, Zhansugurov Street, 187A

*e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF CO₂-EXTRACTS FROM DAMAGED SEEDS OF WHEAT VARIETY «CANADIAN»

This article presents the results of qualitative and quantitative analysis of whole and germinated (damaged) seeds of wheat variety «Kanadskaya». An extract was obtained from germinated (damaged) wheat grain by supercritical fluid CO₂-extraction. According to the results of phytochemical analysis, carbohydrates, amino acids, flavonoids, and fatty acids were detected in the composition of CO₂-extract. Using gas chromatography method, the extract was found to contain 14 fatty acids, most of which were methyl myristate (42,57%), methyl decanoate (25,85%), methyl ester of cis-10-pentadecenoic acid (16,80%) and methyl palmitate (7,35%). No significant difference was observed in the extract obtained from the damaged variety of wheat «Kanadskaya» in comparison with CO₂-extract obtained from pure whole grain of wheat «Uralosibirskaya 2». Only the amount of methyl laurate was 4 times less, methyl stearate – 12 times less, methyl ester of cis-10-heptadecenoic acid – 3 times less. On the contrary, in the CO₂-extract obtained from damaged wheat, the amount of methyldecanoate was higher by 4,48% and methyl ester of cis-10-pentadecenoic acid by 14,52%. In addition, methylundecanoate, methyl palmitate and methyl behenate of saturated fatty acids were found in this extract, which were not present in the CO₂-extract obtained from pure whole wheat grain «Uralosibirskaya 2». It should also be noted that representatives of unsaturated fatty acids were detected in the CO₂-extract obtained from the damaged variety of wheat «Kanadskaya». In total, their share amounted to 19,7%. According to the results of capillary electrophoresis, the proportion of vitamin B1 from B vitamins was higher and amounted to 0,13±0,03 mg/100 g; however, compared to the normal amount, this figure was 3 times lower. The proportion of amino acids was also very low, with phenylalanine content being slightly more dominant at 0,098%. Vitamin E content (0,72 mg/100 g) was determined by high-performance liquid chromatography, while vitamin A was absent in the extract.

Key words: whole wheat grain, germinated (spoiled) wheat grain, wheat BAC, supercritical fluid CO₂ extraction, CO₂ extract, gas chromatography, capillary electrophoresis.

Авторлар туралы мәліметтер

Гульзат Ергазиевна Берганаева* – химия ғылымдарының кандидаты, «Органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлер химиясы мен технологиясы» кафедрасының доцент м.а.; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан; e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7213-7458>.

Мольдыр Акимжановна Дюсебаева – химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлер химиясы мен технологиясы» кафедра меңгерушісінің ғылыми-инновациялық жұмыс және халықаралық байланыстар жөніндегі орынбасары; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан; e-mail: moldyr.dyusebaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Алия Ергазиевна Берганаева – Фармацевтикалық химия және фармацевтикалық технология зертханасы меңгерушісінің міндетін атқарушы, «Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы» АҚ; Алматы қаласы, Қазақстан; e-mail: aberganayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-2992>.

Сандугаш Аубакировна Сыдыкбаева – химия ғылымдарының кандидаты, Жаратылыстану кафедрасының аға оқытушысы, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қаласы, Қазақстан; e-mail: Sandugash78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-4286>

Сведения об авторах

Гульзат Ергазиевна Берганаева * – кандидат химических наук, и.о. доцента кафедры «Химия и технология органических веществ, природных соединений и полимеров»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан; e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7213-7458>.

Мольдыр Акимжановна Дюсебаева – кандидат химических наук, заместитель заведующего кафедрой «Химия и технология органических веществ, природных соединений и полимеров» по научной, инновационной работе и международным связям, и.о. профессора; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан; e-mail: moldyr.dyusebaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Алия Ергазиевна Берганаева – исполняющий обязанности заведующего лаборатории фармацевтической химии и фармацевтической технологии, АО «Научный центр противомикробных препаратов»; город Алматы, Казахстан; e-mail: aberganayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-2992>.

Сандугаш Аубакировна Сыдыкбаева – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры естественных наук Жетысуского университета им. И. Жансугурова, г. Талдықорған, Казахстан; e-mail: Sandugash78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-4286>.

Information about the authors

Gulzat Ergazievna Berganayeva* – candidate of chemical sciences, acting associate professor of the department "Chemistry and technology of organic substances, natural compounds and polymers"; Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7213-7458>.

Moldyr Akimzhanovna Dyusebayeva – candidate of chemical sciences, deputy head of the department "Chemistry and technology of organic substances, natural compounds and polymers" for scientific and innovative work and international relations, acting professor; Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: moldyr.dyusebaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Aliya Ergaziyevna Berganayeva – Acting Head of the Laboratory of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, "Scientific center of anti-infective drugs" JSC; Almaty city, Kazakhstan; e-mail: aberganayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-2992>.

Sandugash Aubakirovna Sydykbaeva – Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Natural Sciences, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; e-mail: Sandugash78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-4286>.

Редакцияға енуі 12.12.2023
Өңдеуден кейін түсуі 28.12.2023
Жариялауға қабылданды 03.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-46

MPHTI: 65.01.91; 70.25.17



Ж.К. Идришева, Г.К. Даумова*, М.Д. Даниярова, О.А. Петрова, И.В. Денисов
Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті,
070010, Қазақстан Республикасы, Өскемен қаласы, Д. Серікбаев көшесі, 19
*e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru

АЗЫҚ-ТҮЛІК ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН СУДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН СОРБЕНТТЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада азық-түлік дақылдары қалдықтарының негізіндегі сорбенттерден түрлендірілген түрлерін алу және олармен Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарынан ауыз суды тазарту мүмкіндіктері бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Түрлендірілген сорбенттерді алу үшін Шығыс Қазақстан облысында кеңінен таралған күнбағыс дәні мен қарақұмықтың қалдықтары таңдалынды. Күнбағыс дәні мен қарақұмық қауыздарының құрылымдық ерекшеліктері зерттелді. Дистилденген сумен шайылған қарақұмық және күнбағыс дәнінің бастапқы пішініндегі үлгілері өте тығыз және ұсақ микрокеуектерден тұратыны анықталынды. Спирт ерітіндісімен шайылған сорбент бөлшектерінің беттік қабаты өзгеріп, күнбағыс дәнінің қауыздары бөлшектерінің бетінде кеуектер мен төмпешіктер көрінетіні анықталынды. Қышқылды-негізді өңдеуден өткен сорбенттерде макрокеуектер мөлшерінің артуы және жалпы морфологиялық құрылымының өзгерісі байқалды. Сіңіргіштік сыйымдылығын анықтау нәтижелері қышқыл-негіздік белсендіру жолымен алынған сорбенттердің медициналық белсендірілген көмірден орта есеппен иод бойынша 0,06 мг/г және метилен көк бойынша 1,3 мг/г шамасында жоғары болатынын айқындады. 8,2% тұз қышқылы және 16,5% натрий гидроксиді ерітінділерімен өңделген күнбағыс дәнінің қауызынан алынған материалдардың сорбциялық қабілетін зерттеу нәтижелері Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарына қатысты тазалаудың сәйкесінше 98,7 % және 95,8 % жоғары тімділігін көрсетті. Жоғарыда аталған түрлендірілген сорбент ауыз суды тазалауға арналған сүзгілер өндірісінде сіңіргіш материал ретінде ұсынылады.

Түйін сөздер: қалдықтарды кәдеге жарату, сорбенттер, түрлендіру, кеуек, сіңіргіштік сыйымдылығы, суды тазалау, сіңіру.

Кіріспе

Су ресурстарын тиімді пайдалану қоршаған ортаны қорғау саласындағы басым бағыттардың бірі болып табылады. Суға деген қарқынды өсіп келе жатқан қажеттілік және оның қорларының шектеулілігі, су дайындау үдерістерінің қымбаттауымен қатар, суды өңдеудің жаңа экономикалық жағынан тиімді технологияларын жасау қажеттілігіне алып келеді.

Ауыз суды тазалау үдерісін қолжетімді, сіңіргіштік қабілеті жоғары, агрессивті ортаға төзімділікке ие бола алатын заманауи сіңіргіш материалдарды пайдалануға негізделген суды өңдеудің технологиясы арқылы жүзеге асыруға болады. Мұндай сорбенттерді қайталама шикізаттан, мысалы, ағаш өңдеу өнеркәсібінің, ауыл шаруашылығының қалдықтарынан дайындауға болады, бұл өз кезегінде бір мезгілде суды тазарту және қалдықтарды кәдеге жарату бойынша өзекті екі міндетті шешуге мүмкіндік береді.

Атап айтқанда, ауыл шаруашылығының дәнді-дақыл қалдықтарынан сорбенттерді алу қазіргі уақытқа дейін ғалымдардың назарын аударуда.

Шетелдік зерттеушілердің шолу мақаласында [1] әртүрлі жеміс және көкөністердің сыртқы қабығының қалдықтарын биосорбент ретінде ауыз суды тазалауға қолданылатыны туралы көптеген жұмыстар атап өтілген.

Банан және апельсин қабығы негізіндегі [2], зәйтүн [3], пальма талшығы [4], мақта талшығы [5], кокос сүтін [6] пайдаланатын сорбенттер де белгілі.

Кравченко О. өз жұмысында [7] суларды улы заттардың кең спектрінен (қорғасын, мырыш, мыс, радионуклидтер, мұнай, сондай-ақ, тырысқақ вибрионы-аса қауіпті жұқпалардан) тазарту үшін табиғи және өсімдік шикізатын қолданған. Сіңіргіш материалдар ретінде ұсақталған өсімдік шикізатының әртүрлі түрлері (сабан, қауыз, үгінділер, қамыс), жинақтау қасиеттері бар өсімдіктердің биомассасы, сондай-ақ өсімдік шикізатын арнайы термоөңдеу және кейіннен түрлендіру арқылы алынған көміртегі бар нысандар пайдаланылды. Жүргізілген зерттеулер бастапқы ұсақталған өсімдік шикізатының құрылымдық-сіңіргіштік параметрлермен сипатталатынын көрсетті. Алынған нәтижелер концентрациясы жоғары ерітінділерден металл иондарын сіңіру кезінде бастапқы өсімдік шикізатының жоғары сіңіргіштік қабілеттілігін көрсетеді.

Келесі жұмыста [8] көміртектенген және көміртектенбеген түрлердегі күнбағыс дәнінің қауызын ауыз суды тазалау мүмкіндіктері көрсетілген.

Ресей ғалымдарымен суларды арзан табиғи лигноцеллюлозалы материал негізінде жүгері собығына негізделген сіңіргіштік тазалау әдісі зерттелген [9].

Агроөнеркәсіптік кешен қалдықтарының біріне жататын қант өндірісінен кейін түзілетін қызылша қалдығын [10] ауыз суларды тазалауда қолданылуы да зерттелген болатын.

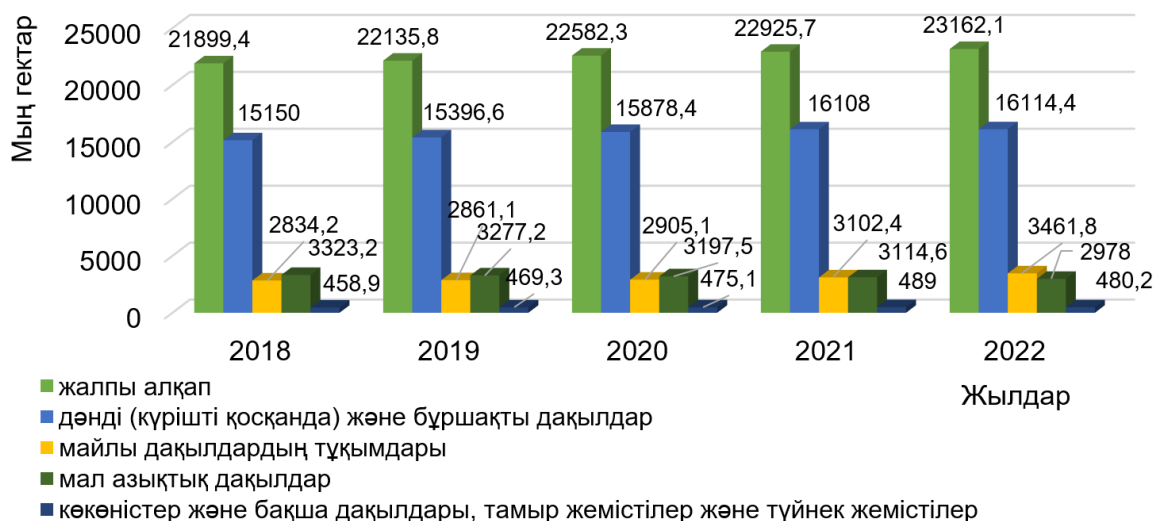
Малайзиялық ғалымдар шай өндірісінің қалдықтарына негізделген сорбенттерді пайдалануды ұсынған [11]. Бұл сорбенттер тек ақаба суларды да ғана емес, ауыз суды тазалауда да хром, мырыш, қорғасын, никель, кадмий сияқты ауыр металлдардан тазалау үшін қолданылып, сондай-ақ судың лайлылығын төмендететіні анықталды. Сондай-ақ, Pb^{2+} иондарынан кофе жапырақтары негізінде дайындалған сорбенттермен тазарту бойынша 22 зерттеу жүргізілген. Зерттеулер көрсеткендей, кофе жапырақтарына негізделген сорбенттердің тазарту тиімділігі төмен (8,64%), ал шай жапырақтарына негізделген сорбциялық материалдармен тазарту тиімділігі 96,4% құрады [11].

Пәкістан ғалымдары шай өндірісінің қалдықтары, сондай-ақ фикус жапырақтары негізінде сорбенттермен хром иондарын адсорбциялау механизмін зерттеген. Бұл өсімдік құрамына байланысты жоғары сорбциялық қасиеттерге ие (пектин мен лигнин, каротин, хлорофилл, целлюлоза, антоцианин). Осы заттардың функционалды топтары ауыр металдардың химосорбция үдерісіне қатысады. Фикус жапырақтарында кальций, натрий, магний иондары бар, олар сорбция үдерісі кезінде қорғасын иондарына алмасады [12].

Омбы политехникалық университетінде қарағай мен маньчжур жаңғақтарының қабығының сіңіргіштік қасиеттерін зерттеу бойынша зерттеулер жүргізілді [13]. Тәжірибе барысында қарағай жаңғағының қабығының беті азот қышқылымен және натрий гипохлоритімен өңделді. Нәтижелер көрсеткендей, мұндай өңдеу жаңғақтардың бетіне катион алмастырғыштық қасиеттерін арттырып, олардың ауыз судағы хлордың қалдықтарынан [14] тазалай алатыны анықталған болатын.

Сонымен, жоғарыда көрсетілген шолудан ауыл шаруашылығы дақылдары мен өсімдіктерден алынған сорбенттердің тиімділігін көруге болады.

Қазақстан Республикасы көлеміндегі соңғы 5 жылдағы негізгі ауыл шаруашылығы дақылдарының нақтыланған егіс алқабының ауданы [15] 1-ші суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Негізгі ауыл шаруашылығы дақылдарының егіс алқабының ауданы

2022 жылы дәнді (күрішті қосқанда) және бұршақты дақылдар нақтыланған егістік алқабы республика бойынша 16 114,4 мың гектарды, көкөністер және бақша дақылдары, тамыр жемістілер және түйнек жемістілер 480,2 мың гектарды (2021 жылға – 98,2%), оның ішінде ашық топырақта өсірілген көкөністер – сәйкесінше 170,2 мың гектар (100,9%), картоп – 199,5 мың гектар (101,9%), мақта – 126,3 мың гектар (114,8%) алқапты құраған.

Дәнді және дәнді-бұршақты дақылдардың 16,0 млн га алқабынан өнім алынғаннан кейін шамамен 11,2 млн га қалдық, ал майлы дақылдардың 3,1 млн га жерінен 2,17 млн га қалдық қалатыны белгілі [16].

Шығыс Қазақстандағы ауыл шаруашылығы суарылмайтын егіншілікпен дамыған. Ең көп жер күнбағыс дақылдарына арналған. Өзендерге жақын жерде бұршақ, сұлы, бидай және кейбір көкөніс дақылдары да себіледі [17].

Шығыс Қазақстан облысына қарасты Глубокое ауданы майлы дақылдарды өндіру саласындағы жетекші орындардың біріне жататынын атап өтуге болады. Бүгінгі таңда 38 мың гектардан май тұқымдарының 60 пайызы жиналған. Күнбағыстың орташа өнімділігі 18 ц/га құрайды. Қарақұмық 2021 жылы 6,56 мың га аумақты қамтыған, жалпы алымы 9,8 мың га, өнімділігі 15 ц/га құрады [16].

Негізінде күнбағыс дәні мен қарақұмықтың қауыздары құрамы бойынша сорбенттер алу үшін жақсы шикізат болып табылады, өйткені оның негізгі бөлігі түрлендіруге оңай түсетін целлюлоза, лигниннен тұрады, бұл өз кезегінде полисахарид матрицасына сіңіргіштік қасиеттер береді [18].

Осы орайда ұсынылған мақалада Шығыс Қазақстан облысына қарасты Глубокое ауданындағы азық-түлік дақылдары қалдықтарын кәдеге жарату мысалында жаңа сорбенттерді алу және олармен ауыз суды тазарту мүмкіндігі қарастырылған.

Зерттеу әдістері

Зерттеу жүргізу үшін қарақұмық пен күнбағыс дәнінің қауыздары пайдаланылды. Аталған ауыл шаруашылық өнімдерінің қалдықтары Шығыс Қазақстан облысы, Глубокое ауданы, Прогресс ауылындағы жеке шаруашылықтан алынды.

Зерттеу нысандары ретінде алынған қарақұмықтың сорты – «Богатырь», күнбағыстың сорты – «Қазақстан» екенін атап өтуге болады.

Сорбент ретінде алынған қарақұмық пен күнбағыс дәнінің қауыздары Өскемен қаласында орналасқан «Вибромаш» компаниясының [19] вибродиірменінде өлшемі 0,25-60 мкм аралығындағы ультрадисперстелген, паста тәріздес бөлшектер алынғанға дейін ұнтақталды.

Аталған қалдықтарды химиялық жолмен белсендіру төмендегі әдіспен жүзеге асырылды. 90°C температурада дистилденген сумен өңдегеннен соң, этил спиртінің 50% ерітіндісімен әрекеттестірілді. Әрі қарай шикізатқа 8,2% тұз қышқылы ерітіндісі қосылып, одан кейін қышқыл қалдықтарын натрий гидроксидінің 16,5% ерітіндісімен 2 сағат бойы бейтараптандырылды.

Таразының көмегімен 30 граммнан 3 сынама қарақұмық қауызы, 40 граммнан 3 сынама күнбағыс дәнінің қауызы алынды. Қыздырылған суды 130 мл-ден алынған 3 сынама қарақұмық қауызына құйылды. Ал 200 мл су 3 сынама күнбағыс дәнінің қауызына құйылды. Су құйылған сынамалар 20 минут магнитті араластырғышта өңделіп, содан кейін 18 сағатқа тұндырылып қалдырылды.

Спирттің 50 % ерітіндісін 6 сынамаға 250 мл көлемде құйылып, 30 минутқа қойылды. 30 минут өткеннен кейін барлық 6 сынама сүзгі қағазының көмегімен сүзілді. Сүзу барысында спирт ерітіндісі қосылған 3 қарақұмық қауызы бар сынамадан 600 мл ерітінді сүзіліп алынды. Ал, 3 күнбағыс дәнінің қауызы бар сынамадан 550 мл көлемде ерітінді сүзіліп алынды. Сүзіліп алынған шикізаттар 24 сағатқа бөлме температурасында кептірілді.

Әр сынамадан 20 г бөліп алып, 60 мл 8,2% HCl ерітіндісін құйып, 30 минутқа қалдырылды. Уақыт өткеннен кейін дистилденген сумен шайып алып, NaOH концентрленген ерітіндісі қосылды.

Сынамаларға 16,5% NaOH ерітіндісінің 50 мл көлемі құйылып, 2 сағат ұсталған соң, дистилденген сумен бейтарап реакцияға дейін шайылды. Бейтарап күйді анықтау үшін индикатор қағазы қолданылды. Дайын болған барлық 6 сынама SNOL 67/350 зертханалық кептіру шкафына 105°C-қа 5 сағатқа қойылды. Дайын болған сорбенттер 2-5 мм-ге дейін ұнтақталынды.

Сорбенттердің беттік морфологиясын анықтау «JEOL Ltd.» (Жапония) компаниясының JSM-6390LV растрлық электронды микроскобының көмегімен жүргізілді.

Алынған сорбенттердің сіңіргіштік сыйымдылығын анықтау заттың маркерлік ерітіндісінің оптикалық тығыздығын өлшеуге негізделген стандартты әдісті қолдана отырып жүргізілді (0,1 Н йод пен 1500 мг/л концентрациялы метилен көк ерітіндісі). Бұл әдіс [20] стандартты болып табылады және материалдың әртүрлі мөлшердегі қоспаларды сіңіру қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Күрделі геометриялық құрылымы бар метилен көк бояғышының сіңірілу мөлшері бойынша материалдың диаметрі 1,5 нм-ге дейінгі кеуектердің болуын бағалауға болады, ал йод бойынша сорбциялық белсенділік сорбенттердің микрокеуектілігін сипаттайды.

Тәжірибе барысында тазалаудың шарттары таңдалды (сорбенттің салмағы, өңдеу режимі – статикалық, өңдеу уақыты). Статикалық режимдегі сорбенттің ерітіндімен уақыты – 15; 30, 45; 60; 90; 105 минутты құрады. Судағы Қ:С (қатты:сұйық) қатынасы 1:10 құрады, яғни 100 дм³ тазаланатын суға сорбенттің 10 г массасы қолданылды. Ауыз су сорбентпен белгілі бір уақыт аралығында бөлме температурасында магниттік араластырғышта араластырылды. Сорбция өткеннен соң, ерітіндіні ақ сүзгі қағазы арқылы сүзіп, сүзілген суға талдау жасалынды.

Зерттеуге алынған су сынамасы Өскемен қаласы Промбаза ауданындағы тұрғын үйлерге келетін ауыз су құбырынан алынды. Сынамаға алынған ауыз судағы Ca²⁺ ионының бастапқы концентрациясы – 234 мг/дм³, Mg²⁺ ионының бастапқы концентрациясы – 97,5 мг/дм³ құрады. 2023 жылға дейін заң жүзінде қолданыста болған сумен жабдықтау жүйелеріндегі ауыз судың сапасы бойынша Санитарлық нормалар мен ережелерде [21] Ca²⁺ ионының шекті рұқсат берілген концентрациясы 180 мг/дм³ құраса, сонымен қатар Mg²⁺ ионының шекті рұқсат берілген концентрациясы 65 мг/дм³ құраған еді. Аталған нормативтік құжатқа сәйкес Ca²⁺ ионының бастапқы концентрациясы ауыз судағы шекті концентрациядан 1,3 есе асатынын, ал Mg²⁺ ионының бастапқы концентрациясы ауыз судағы шекті концентрациясы көрсеткішінен 1,5 есе асатынын көруге болады. Бірақ 2023 жылы күшіне енген ауыз су сапасы бойынша санитариялық қағидаларда [22] Ca²⁺ мен Mg²⁺ иондары бойынша шекті концентрациялар нормаланбайтынын атап өтуге болады.

Үрдісті қадағалау ауыз су құрамындағы Ca²⁺ және Mg²⁺ иондарының қалдық концентрациясы бойынша жүргізілді. Олардың мөлшері атомды-абсорбциялық әдіспен ШҚТУ «Veritas» зертханасында "Agilent Technologies" (АҚШ) компаниясының ICP-MS Agilent 7500cx индуктивті байланысқан плазмалы масс-спектрометрдің көмегімен ҚР СТ ИСО 17294-2-2006. «Судың сапасы. Индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрияны қолдану (ИСП-МС) 2 – бөлім: 62 элементті анықтау» құжатына [23] сәйкес анықталды. Ауыз су құрамындағы Ca²⁺ және Mg²⁺ иондарының қалдық концентрациясын анықтау 3 рет қайталанып, жүргізіліп, 0,02% рұқсат етілетін айырмашылықтан аспайтын дәлдікпен, статистикалық өңдеу арқылы орташа мәні алынды (9 және 10 суреттер).

Жасалған эксперименттік тәжірибелер бойынша тазалану дәрежесі келесі (1) өрнек арқылы есептелінді:

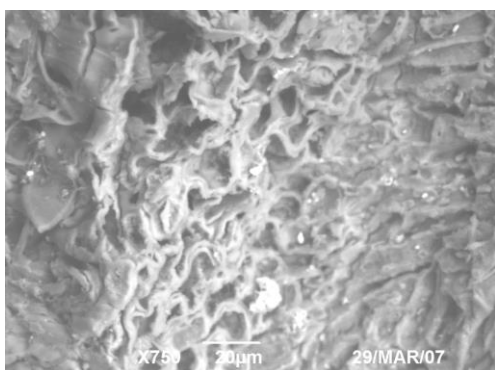
$$\alpha = \frac{C_o - C}{C_o} \cdot 100, \% \quad (1)$$

мұнда, C_o – ерітіндідегі компоненттің бастапқы мөлшері, мг/дм³;
 C – ерітіндідегі компоненттің қалдық концентрациясы, мг/дм³.

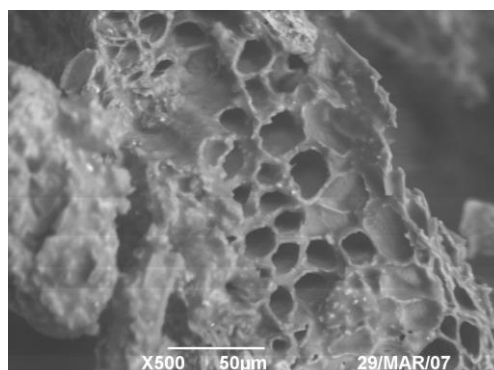
Зерттеу нәтижелері және талқылау

Алынған жаңа сорбенттердің микрографтарында 105°C карбондау температурасында соңғы материал түрлендіргіштің концентрациясы мен түріне қарамастан бастапқы шикізаттың талшықты құрылымын сақтайтынын көруге болады. Дистильденген сумен және спиртпен шайылған бастапқы шикізаттың ішкі қуыстары «ашылады» және материал кеуекті болып танылады, ал қышқылды-негізді ортада макрокеуектерде қоршалған ішкі тесіктер «ашылады». Карбондау температурасы жоғарыласа, бастапқы өсімдік шикізатының құрылымы бұзылады.

2 және 3-ші суреттерде дистильденген сумен шайылған қарақұмық пен күнбағыс дәні қауыздарының микрографтары көрсетілген. Суреттерден бастапқы пішіндегі үлгілер өте тығыз және олардың бетінде ұсақ микрокеуектерді байқауға болады. Бұл жағдайда матрицалар негізінен целлюлоза, гемицеллюлоза және лигниннен тұрады.

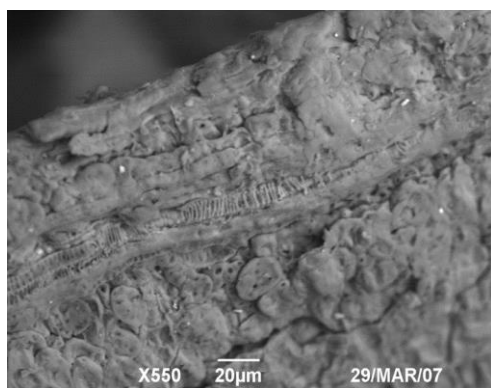


Сурет 2 – Қарақұмық қауызының сумен жуылған сынамасының микрографы

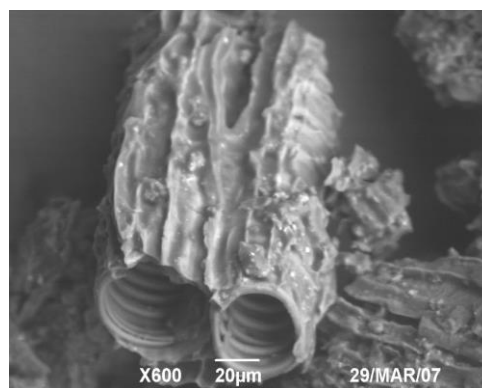


Сурет 3 – Күнбағыс дәні қауызының сумен жуылған сынамасының микрографы

4 және 5-ші суреттерде спирт ерітіндісімен шайылған қарақұмық пен күнбағыс дәнінің қауыздары бөлшектерінің беттік көрінісі келтірілген. Спирт ерітіндісімен шаю кезінде қауыздардың құрылымы өзгеретінін көруге болады. 5 суретте спирт ерітіндісімен өңдеуден кейін пайда болған, бұрын жабық, кеуек кеңістігімен байланыспаған күнбағыс дәнінің қауызы бөлшектерінің бетіндегі саңылаулар мен төмпешіктер анық көрінеді. Мұны спирт ерітіндісінің әсер етуі нәтижесінде күнбағыс дәні қауызындағы органикалық заттардың ыдырауын тудыратындығымен түсіндіруге болады, сондықтан да кеуектер мен төмпешіктердің саны артады.



Сурет 4 – Қарақұмық қауызының спиртпен шайылған сынамасының микрографы



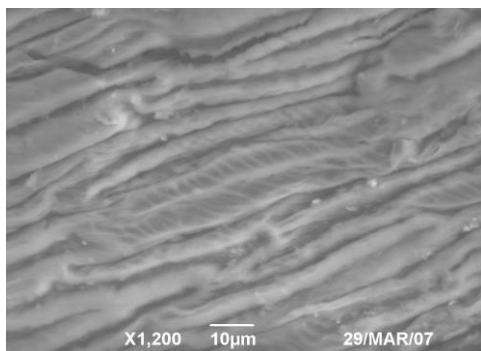
Сурет 5 – Күнбағыс дәні қауызының спиртпен шайылған сынамасының микрографы

6 және 7-ші суреттерде қышқылды-негізді белсендіруден өткен сорбенттердің көлденең қимасы көрсетілген. Бұл жағдайда сорбенттің макрокеуектілігін көруге болады. Сондай-ақ, карбондаудың жоғары температурасында органикалық көміртектің күйіп кетуі орын алады, бұл жабық ішкі кеуекті құрылымға қол жеткізуге кедергі келтіреді, бұл өз кезегінде макрокеуектер мөлшерінің күрт өсуіне әкеледі.

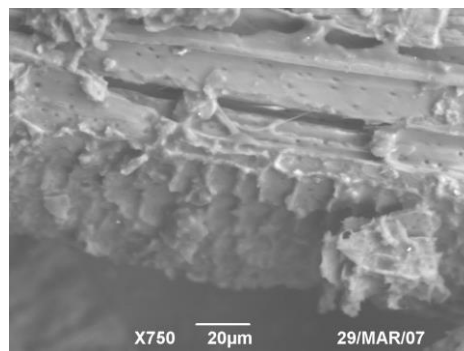
6-шы суреттен қарақұмық қауызынан алынған, қышқыл-негізді өңделген сорбентте макрокеуек сандарының артуын және жалпы морфологиялық құрылымының өзгерісін байқауға болады.

7-ші суреттегі түсірілімді 4-ші суретпен салыстырғанда, макропоралар санының артқанын дән қалдықтарының толық жойылғанын анық көруге болады.

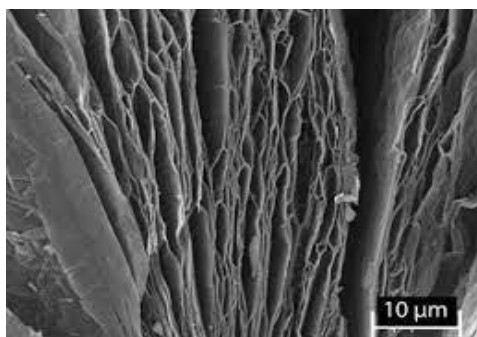
6-7-ші суреттердегі микроскопиялық түсірілімдер мен 8-суреттегі медициналық белсендірілген көмірдің микроскопиялық түсірілімін салыстырып қарайтын болсақ, қышқыл-негізді өңделген түрленуден кейін алынған сынамалардың құрылымы мен әмбебап сорбент ретінде салыстыру үшін алынған медициналық белсендірілген көмірдің құрылымының ұқсастығын байқауға болады.



Сурет 6 – Қарақұмық қауызының қышқыл-негізді өңделген сынамасының микрографы



Сурет 7 – Күнбағыс дәні қауызының қышқылды-негізді өңделген сынамасының микрографы



Сурет 8 – Медициналық белсендірілген көмірдің микроскопиялық түсірілімі

Осылайша, алынған сорбенттердің макрокеуекті құрылымы судағы ластағыш заттарды сіңірудегі тиімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік ашатынын айтып өтуге табылады. Жоғары сіңіргіштік қабілет сорбенттердің кеуекті құрылымымен, сондай-ақ көміртекті үлгілерде болатын функционалдық топтармен және химиялық өзара әрекеттесуімен анықталады.

Жоғарыда көрсетілген сорбенттердің түрленімдерінің сорбциялық сіңіргіштігін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері 1-ші кестеде йод пен метилен көкке (МК) қатысты көрсетілген.

Кесте 1 – Сорбенттердің сіңіргіштік сыйымдылығының мәндері

№	Сорбент түрі	Сіңіргіштік сыйымдылығы, мг/г	
		Йод бойынша	МК бойынша
1	2	3	4
1	Дистильденген сумен шайылған күнбағыс дәнінің қауыздары	11,77	11,0
2	Дистильденген сумен шайылған қарақұмық қауыздары	10,72	10,4
3	Спирт ерітіндісімен шайылған күнбағыс дәнінің қауыздары	14,98	14,2

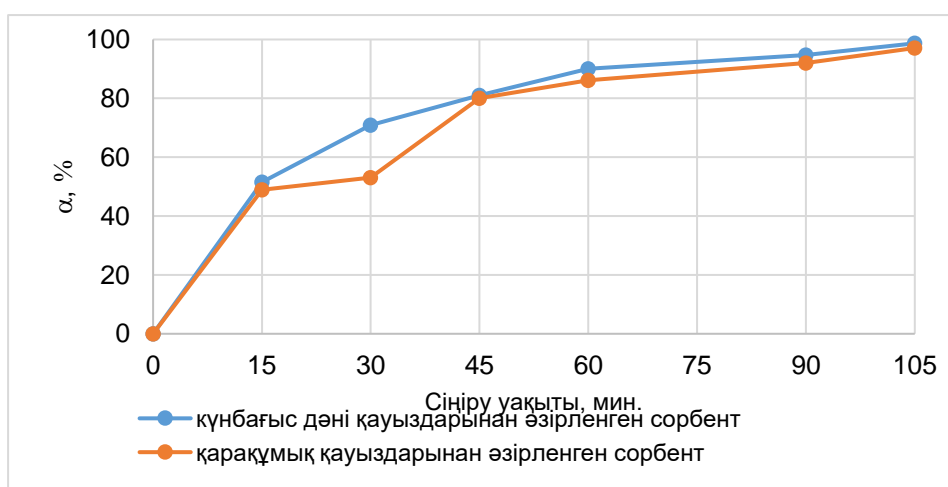
1	2	3	4
4	Спирт ерітіндісімен шайылған қарақұмық қауыздары	13,70	14,0
5	Қышқыл-негізді өңдеуден өткен күнбағыс дәнінің қауыздары	18,14	19,5
6	Қышқыл-негізді өңдеуден өткен қарақұмық қауыздары	17,22	19,0
7	Медициналық белсендірілген көмір	18,08	18,2

Жоғарыдағы 1-ші кестедегі эксперимент нәтижелері сіңіргіштік сыйымдылық шамасының өңдеу әдісіне тәуелділігін көрсетеді. Өңделмеген бастапқы күйіндегі және спирт ерітіндісімен шайылған күнбағыс дәні мен қарақұмық қауыздарынан алынған сорбенттердің сіңіргіштік сыйымдылығы әмбебап сорбент ретінде салыстыру үшін алынған медициналық белсендірілген көмірдің мәндерінен төмен екенін 1-кестеден көруге болады. Қышқыл-негізді белсендіруден өткен күнбағыс дәні қауызының сіңіргіштік сыйымдылығы медициналық белсендірілген көмірден орта есеппен иод бойынша 0,06 мг/г және метилен көк бойынша 1,3 мг/г шамасына жоғары болатыны анықталды.

Сіңіргіштік сыйымдылықтың жоғары мәндерін көрсеткен қышқыл-негізді белсендіруден өткен күнбағыс дәні мен қарақұмық қауыздарынан алынған сорбенттердің Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарына қатысты сіңіргіштік қабілетін анықтау үшін ауыз суға зерттеулер жүргізілді. Зерттеудің нәтижелері төмендегі кестелер (2 және 3-ші кестелер) мен суреттерде (9 және 10-шы суреттер) көрсетілген.

Кесте 2 – Бастапқы концентрациясы 234 мг/дм^3 құрайтын ауыз судағы Ca^{2+} ионын сорбенттермен тазалау нәтижесі

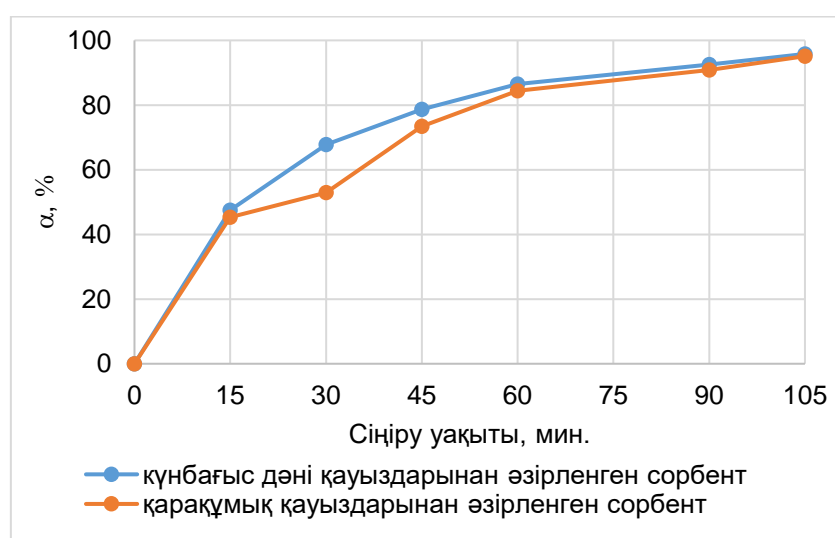
Сорбент	Сбастапқы, мг/дм ³	t, мин	m, г	Сқалдық, мг/дм ³	ΔС, мг/дм ³	α, %
Қышқыл-негізді белсендіруден өткен күнбағыс дәнінің қауызынан алынған сорбент	234	15	10	113,49	120,51	51,5
		30		68,09	160,91	70,9
		45		44,38	189,62	81
		60		23,4	210,6	90
		90		12,25	221,75	94,77
		105		3,04	230,96	98,7
Қышқыл-негізді белсендіруден өткен қарақұмық қауызынан алынған сорбент		15		119,50	114,50	48,93
		30		109,75	124,25	53,1
		45		46,72	187,28	80,03
		60		32,45	201,55	86,13
		90		18,8	215,2	91,97
		105		6,79	227,21	97,1



Сурет 9 – Ауыз судағы Ca^{2+} ионын күнбағыс дәні және қарақұмық қауыздарынан қышқыл-негізді белсендіру арқылы алынған сорбенттермен тазалау нәтижесінің графигі

Кесте 3 – Бастапқы концентрациясы 97,5 мг/дм³ құрайтын ауыз судағы Mg²⁺ ионын сорбенттермен тазалау нәтижесі

Сорбент	Сбастапқы, мг/дм ³	t, мин	m, г	Сқалдық, мг/дм ³	ΔС, мг/дм ³	α, %
Қышқыл-негізді белсендіруден өткен күнбағыс дәнінің қауызынан алынған сорбент	97,5	15	10	51,15	46,35	47,53
		30		31,39	66,11	67,8
		45		20,73	76,77	78,7
		60		13,13	84,37	86,5
		90		7,31	90,19	92,5
		105		4,09	93,41	95,8
Қышқыл-негізді белсендіруден өткен қарақұмық қауызынан алынған сорбент		15		53,33	44,17	45,3
		30		45,86	51,64	52,96
		45		25,90	71,60	73,43
		60		15,21	82,29	84,4
		90		8,97	88,53	90,8
		105		4,78	92,72	95,1



Сурет 10 – Ауыз судағы Mg²⁺ ионын күнбағыс дәні және қарақұмық қауыздарынан қышқыл-негізді белсендіру арқылы алынған сорбенттермен тазалау нәтижесінің графигі

Түрлендірудің нәтижесінде күнбағыс дәні қауызынан алынған сорбент 105 минутта максималды түрде 98,7%, ал қарақұмық қауызынан алынған сорбент 97,1% шамасында Ca²⁺ ионынан тазалайтынын (9-шы сурет) көруге болады. Өз кезегінде Mg²⁺ ионынан тазалау үдерісінде күнбағыс дәні қауызынан алынған сорбент 105 минутта максималды түрде 95,8 %, ал қарақұмық қауызынан алынған сорбент 95,1% (10-шы сурет) тиімділікпен жүретінін атап өтуге болады.

Қорытынды

Мақаладағы зерттеу жұмысы азық-түлік дақылдары қалдықтарын кәдеге жарату мақсатында сорбенттер алу және олармен ауыз суды Ca²⁺ және Mg²⁺ иондарынан тазалау үдерісіне арналған.

Азық-түлік дақылдары қалдықтарынан сорбент алу үшін Шығыс Қазақстан облысында кеңінен таралған күнбағыс дәні мен қарақұмық қауыздарының қалдықтары таңдалынды.

Жұмыста аталған қалдықтардың түрлендірілген түрлерінің құрылымдық ерекшеліктері зерттелді. Дистилденген сумен шайылған қарақұмық пен күнбағыс дәні қауыздарының бастапқы пішіндегі үлгілері өте тығыз және беті ұсақ микрокеуектерден тұратыны анықталынды. Спирт ерітіндісімен шайылған қарақұмық пен күнбағыс дәні қауыздарының бөлшектерінің бетінен қабықтың құрылымы өзгеретіні, атап айтқанда күнбағыс дәні қауызының бетіндегі саңылаулар мен төмпешіктер көрінетіні белгілі болды. Қышқылды-негізді

өңдеуден өткен сорбенттерде макрокеуектер сандарының артуы және жалпы морфологиялық құрылымының өзгерісі байқалды.

Сорбенттердің сіңіргіштік сыйымдылығын анықтау нәтижелері басқа сорбенттермен салыстырғанда қышқыл-негізді белсендіруден өткен күнбағыс дәнінің қауызынан алынған сорбент медициналық белсендірілген көмірден орта есеппен иод бойынша 0,06 мг/г және метилен көк бойынша 1,3 мг/г шамасына жоғары болатыны анықталды.

Сіңіргіштік қабілетін анықтау бойынша жүргізілген зерттеу нәтижелері де қышқыл-негізді өңдеуден өткен күнбағыс дәнінің қауызынан алынған сорбент қарақұмық қауызынан алынған сорбентпен салыстырғанда Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарына қатысты тазалаудың жоғары дәрежесіне ие болатынын көрсетті. Аталған сорбентті ауыз суды тазартатын сүзгілерді өндіруде сіңіргіш материал ретінде ұсынуға болатынын атап өтуге болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Bhatnagar A. Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification – A review / A. Bhatnagar, M. Sillanpää, A. Witek-Krowiak // *Chemical Engineering Journal*. – 2015. – 270. – P. 244-271. doi:10.1016/j.cej.2015.01.135.
2. Nyika J. The potential of reusing fruit bio-adsorbents for water purification: a minireview / J. Nyika, M.O. Dinka // *Proceedings, Materials Today*. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.285>.
3. Valorization of solid waste products from olive oil industry as potential adsorbents for water pollution control – a review / A. Bhatnagar, F. Kaczala, W. Hogland et al // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2014. – 21(1). – P. 268-298. doi:10.1007/s11356-013-2135-6.
4. Nasir M.I.N. Synthesis and characterization of date palm fiber-based bio-char and activated carbon and its utilization for environmental remediation / M.I.N. Nasir, M.Z.H. Hossain, P.A.C. Charprntier // *Journal of Petroleum Research & Studies*. – 2021. – 8(2). P. 208-221. <https://doi.org/10.52716/jprs.v8i2.245>.
5. Preparation of cotton-based fibrous adsorbents for the removal of heavy metal ions / Niu Y., Hu W., Guo M., Wang Y., Jia J., Hu Z. // *Carbohydrate Polymers*. – 2019. – P. 115218. doi: 10.1016/j.carbpol.2019.115218.
6. Senanu L. D. The use of local materials to remove heavy metals for household-scale drinking water treatment: a review / L.D. Senanu, G. Kranjac-Berisavljevic, S.J. Cobbina // *Environmental Technology and Innovation*. – 2023. – 29. – P. 103005. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103005>.
7. Kravchenko O. About the possibility of producing of oilabsorbing carbon materials with high energy capacity / O. Kravchenko // *The 3-th international Conference on Carpathian Euroregion Ecology*. – 2000. – P.82.
8. Ямансарова Э.Т. Перспективы рационального применения растительных отходов для улучшения экологического качества питьевой воды / Э.Т. Ямансарова, Н.В. Громыко, Н.Н. Порошина // *Актуальные проблемы современной науки в 21 веке: тез. докл. межд. научн.-практ. конф. Махачкала*. – 2014. – С. 11.
9. Сапронова Ж.А. Использование растительных материалов для очистки модельных растворов от ионов Ni^{2+} / Ж.А. Сапронова, С.В. Свергузова // *Экологические проблемы горнопромышленных регионов: междунар. науч. – техн. конф., КНИТУ*. – Казань. – 2012. – С. 269-271.
10. Осокин В.М. Исследования по получению новых сорбентов из растительного сырья для очистки воды / В.М. Осокин, В.А. Сомин // *Ползуновский вестник*. 2013. – №. 1. – С. 280-282.
11. Sabrina K. Tea Waste as Low Cost Adsorbent for Removal of Heavy Metals and Turbidity from Synthetic Wastewater / K. Sabrina // *International Conference on Environmental Research and Technology ICERT*. – 2008. – P. 32-35.
12. Kratochvil D. Advances in the biosorption of heavy metals / D. Kratochvil, B. Volesky // *Trends Biotechnol*. – 1998. – 16. – P. 291-300.
13. Бакланова О.Н. Микропористые углеродные сорбенты на основе растительного сырья / О.Н. Бакланова, Г.В. Плаксин, В.А. Дроздов // *Российский химический журнал*. – 2004. – № 3. – С. 69-95.
14. Адеева Л.Н. Очистка питьевой воды от остаточного хлора сорбентом, полученным из скорлупы кедровых орехов / Л.Н. Адеева, О.А. Ятченко, М.В. Одинцова // *Вестник Омского университета*. – 2008. – № 4. – С. 54-56.
15. <https://stat.gov.kz/upload/iblock/f3d/cj710jpl8g29abz1v5gcjtf5evze50zr/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1>

- %82%D0%B2%D0%BE%20(%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F)_%D0%BA%D0%B0%D0%B7.pdf (дата обращения 14.12.2023).
16. Итоги развития сферы сельского хозяйства за 2021 год и планы на предстоящий период. URL: <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/itogi-razvitiya-sfery-selskogo-hozyaystva-za-2021-god-i-plany-na-predstoyashchiy-period-22422> (дата обращения 14.12.2023).
17. Сельское хозяйство в Казахстане - климат, развитие отрасли, характеристики. URL: <https://agroexpert.kz/articles/info/selskoe-hozyaistvo> (дата обращения 14.12.2023).
18. Kumawat T.K. Agricultural and agro-wastes as sorbents for remediation of noxious pollutants from water and wastewater / T.K. Kumawat, V. Sharma, V. Kumawat // Sustainable Materials for Sensing and Remediation of Noxious Pollutants. – 2022. – P. 161-176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99425-5.00017-7>.
19. <https://vibromash-kz.all.biz/> (дата обращения 25.01.2024)
20. ГОСТ4453-74: Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. 21 с. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30210899&pos=1;-16#pos=1;-16 (дата обращения 15.01.2024).
21. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы № 3.02.002.04 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» 1. Общие положения. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1049950 (дата обращения 25.01.2024).
22. Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов". Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300031934>. (дата обращения 25.01.2024).
23. СТ РК ИСО 17294-2-2006. Качество воды. Применение масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) Часть 2: Определение 62 элементов. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30371803&pos=5;-106#pos=5;-106 (дата обращения 15.01.2024).

References

1. Bhatnagar A. Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification – A review / A. Bhatnagar, M. Sillanpää, A. Witek-Krowiak // Chemical Engineering Journal. – 2015. – 270. – R. 244-271. doi:10.1016/j.cej.2015.01.135. (In English).
2. Nyika J. The potential of reusing fruit bio-adsorbents for water purification: a minireview / J. Nyika, M.O. Dinka // Proceedings, Materials Today. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.285>. (In English).
3. Valorization of solid waste products from olive oil industry as potential adsorbents for water pollution control – a review / A. Bhatnagar, F. Kaczala, W. Hogland et al // Environmental Science and Pollution Research. – 2014. – 21(1). – P. 268-298. doi:10.1007/s11356-013-2135-6. (In English).
4. Nasir M.I.N. Synthesis and characterization of date palm fiber-based bio-char and activated carbon and its utilization for environmental remediation / M.I.N. Nasir, M.Z.H. Hossain, P.A.C. Charpentier // Journal of Petroleum Research & Studies. – 2021. – 8(2). P. 208-221. <https://doi.org/10.52716/jprs.v8i2.245>. (In English).
5. Preparation of cotton-based fibrous adsorbents for the removal of heavy metal ions / Niu Y., Hu W., Guo M., Wang Y., Jia J., Hu Z. // Carbohydrate Polymers. – 2019. – P. 115218. doi:10.1016/j.carbpol.2019.115218. (In English).
6. Senanu L. D. The use of local materials to remove heavy metals for household-scale drinking water treatment: a review / L.D. Senanu, G. Kranjac-Berisavljevic, S.J. Cobbina // Environmental Technology and Innovation. – 2023. – 29. – R. 103005. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103005>. (In English).
7. Kravchenko O. About the possibility of producing of oilabsorbing carbon materials with high energy capacity / O. Kravchenko // The 3-th international Conference on Carpathian Euroregion Ecology. – 2000. – P.82. (In English).
8. Yamansarova E.H.T. Perspektivy ratsional'nogo primeneniya rastitel'nykh otkhodov dlya uluchsheniya ehkologicheskogo kachestva pit'evoi vody / E.H.T. Yamansarova, N.V. Gromyko, N.N.

- Poroshina // Aktual'nye problemy sovremennoi nauki v 21 veke: tez. dokl. mezhd. nauchn.-prakt. konf. Makhachkala. – 2014. – S. 11. (In Russian).
9. Saponova ZH.A. Ispol'zovanie rastitel'nykh materialov dlya ochistki model'nykh rastvorov ot ionov Ni²⁺/ ZH.A. Saponova, S.V. Sverguzova // Ehkologicheskie problemy gornopromyshlennykh regionov: mezhdunar. nauch. – tekhn. konf., KNITU. – Kazan'. – 2012. – S. 269-271. (In Russian).
10. Osokin V.M. Issledovaniya po polucheniyu novykh sorbentov iz rastitel'nogo syr'ya dlya ochistki vody / V.M. Osokin, V.A. Somin // Polzunovskii vestnik. 2013. – № 1. – S. 280-282. (In Russian).
11. Sabrina K. Tea Waste as Low Cost Adsorbent for Removal of Heavy Metals and Turbidity from Synthetic Wastewater / K. Sabrina // International Conference on Environmental Research and Technology ICERT. – 2008. – R. 32-35. (In English).
12. Kratochvil D. Advances in the biosorption of heavy metals / D. Kratochvil, V. Volesky // Trends Biotechnol. – 1998. – 16. – R. 291-300. (In English).
13. Baklanova O.N. Mikroporistye uglerodnye sorbenty na osnove rastitel'nogo syr'ya / O.N. Baklanova, G.V. Plaksin, V.A. Drozdov // Rossiiskii khimicheskii zhurnal. – 2004. – № 3. – S. 69-95. (In Russian).
14. Adeeva L.N. Ochistka pit'evoi vody ot ostatochnogo khlora sorbentom, poluchennym iz skorlupy kedrovyykh orekhov / L.N. Adeeva, O.A. Yatchenko, M.V. Odintsova // Vestnik Omskogo universiteta. – 2008. – № 4. – S. 54-56. (In Russian).
15. [https://stat.gov.kz/upload/iblock/f3d/cj710jpl8g29abz1v5gcjtf5evze50zr/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20\(%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F\)%D0%BA%D0%B0%D0%B7.pdf](https://stat.gov.kz/upload/iblock/f3d/cj710jpl8g29abz1v5gcjtf5evze50zr/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20(%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F)%D0%BA%D0%B0%D0%B7.pdf) (data obrashcheniya 14.12.2023). (In Kazakh).
16. Itogi razvitiya sfery sel'skogo khozyaistva za 2021 god i plany na predstoyashchii period. URL: <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/itogi-razvitiya-sfery-selskogo-hozyaystva-za-2021-god-i-plany-na-predstoyashchii-period-22422> (data obrashcheniya 14.12.2023). (In Russian).
17. Sel'skoe khozyaistvo v Kazakhstane – klimat, razvitie otrasli, kharakteristiki. URL: <https://agroexpert.kz/articles/info/selskoe-hozyaistvo> (data obrashcheniya 14.12.2023). (In Russian).
18. Kumawat T.K. Agricultural and agro-wastes as sorbents for remediation of noxious pollutants from water and wastewater / T.K. Kumawat, V. Sharma, V. Kumawat // Sustainable Materials for Sensing and Remediation of Noxious Pollutants. – 2022. – P. 161-176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99425-5.00017-7>. (In English).
19. <https://vibromash-kz.all.biz/> (data obrashcheniya 25.01.2024). (In Russian).
20. GOST4453-74: Ugol' aktivnyi osvetlyayushchii drevesnyi poroshkoobraznyi. 21 s. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30210899&pos=1;-16#pos=1;-16 (data obrashcheniya 15.01.2024). (In Russian).
21. Sanitarno-ehpidemiologicheskie pravila i normy № 3.02.002.04 «Sanitarno-ehpidemiologicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya» 1. Obshchie polozheniya. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1049950 (data obrashcheniya 25.01.2024). (In Russian).
22. Ob utverzhdenii Sanitarnykh pravil "Sanitarno-ehpidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya khozyaistvenno-pit'evykh tselei, khozyaistvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob"ektov". Prikaz Ministra zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 20 fevralya 2023 goda № 26. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300031934>. (data obrashcheniya 25.01.2024). (In Russian).
23. ST RK ISO 17294-2-2006. Kachestvo vody. Primenenie mass-spektrometrii induktivno-svyazannoi plazmoi (ISP-MS) Chast' 2: Opredelenie 62 ehlementov. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30371803&pos=5;-106#pos=5;-106 (data obrashcheniya 15.01.2024). (In Russian).

Ж.К. Идришева, Г.К. Даумова*, М.Д. Даниярова, О.А. Петрова, И.В. Денисов
Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,
070010, Республика Казахстан, город Усть-Каменогорск, улица Д. Серикбаева, 19
*e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЕНТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

В статье приводятся результаты исследования по получению модифицированных видов сорбентов на основе отходов продовольственных культур и возможности очистки ими питьевой воды от ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Для получения модифицированного сорбента были отобраны отходы подсолнечника и гречихи, широко распространенные в Восточно-Казахстанской области. Изучены структурные особенности оболочек подсолнечника и гречихи. Установлено, что образцы начальной формы гречихи и подсолнечника, промытые дистиллированной водой, состоят из очень плотных и мелких микропор. Выявлено, что поверхность частиц сорбентов изменяется в результате промывки спиртовым раствором, при этом на поверхности частиц лузги подсолнечника возникают поры и бугры. В сорбентах, прошедших кислотно-основную обработку, наблюдается увеличение количества макропор и изменение общего морфологического строения. В результате определения сорбционной емкости сорбентов, получаемых путем кислотно-щелочной активацией, она в среднем на 0,06 мг/г по йоду и на 1,3 мг/г по метиленовому синему выше, чем у медицинского активированного угля. Результаты исследования сорбционной способности материалов, полученных из лузги подсолнечника, последовательно обработанных 8,2% раствором соляной кислоты и 16,5% раствором гидроксида натрия, по отношению к ионам Ca^{2+} и Mg^{2+} показали высокий эффект очистки соответственно 98,7% и 95,8%. Вышеназванный модифицированный сорбент предлагается в качестве сорбционного материала в производстве фильтров для очистки питьевой воды.

Ключевые слова: утилизация отходов, сорбенты, модификация, поры, сорбционная емкость, очистка вод, адсорбция.

Zh.K. Idrisheva, G.K. Daumova*, M.D. Daniyarova, O.A. Petrova, I.V. Denisov
D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University,
070010, Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, Serikbayev street 19
*e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru

PRODUCTION AND RESEARCH OF SORBENTS FROM FOOD PLANT WASTES FOR WATER PURIFICATION

The article describes the results of research on production of modified types of sorbents based on waste food plants and the possibility of drinking water purification from Ca^{2+} and Mg^{2+} ions. Sunflower and buckwheat wastes widely spread in the East Kazakhstan region were selected for production of modified sorbent. Structural features of sunflower and buckwheat shells were studied. It was found that samples of the initial form of buckwheat and sunflower, washed with distilled water, consist of very dense and small micropores. It was found that the surface of the sorbents particles is changed by washing with alcohol solution, with pores and hillocks appearing on the surface of sunflower husk particles. In acid-base-treated sorbents, an increase in the number of macropores and a change in the general morphological structure are observed. As a result of defining the sorption capacity of sorbents produced by acid-alkaline activation, it is on average 0.06 mg/g in iodine and 1.3 mg/g in methylene blue higher than that of medical activated carbon. The results of materials sorption capacity study produced from sunflower husk, sequentially treated with 8.2% hydrochloric acid solution and 16.5% sodium hydroxide solution, indicated effect respect to Ca^{2+} and Mg^{2+} ions showed a high purification effect of 98.7% and 95.8%, respectively. The above-mentioned modified sorbent is proposed as a sorption material in the production of filters for drinking water purification.

Key words: waste utilization, sorbents, modification, pores, sorption capacity, water treatment, adsorption.

Сведения об авторах

Жанат Кабылбековна Идришева – кандидат технических наук, профессор Школы Наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан; e-mail: zhanat.idr@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0289-0839>.

Гульжан Камалбекқызы Даумова* – кандидат технических наук, профессор Школы Наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан; e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6312-5343>.

Мадина Даниярқызы Даниярова – магистр, преподаватель Школы Наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан; e-mail: madina2799@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9919-2519>.

Ольга Анатольевна Петрова – кандидат технических наук, старший преподаватель Школы Наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан; e-mail: opetv@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1189-7293>.

Игорь Викторович Денисов – магистр, руководитель центра компетенций в области экологии и безопасности жизнедеятельности Школы Наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан; e-mail: apraximacia@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8424-4034>.

Авторлар туралы мәліметтер

Жанат Қабылбековна Идришева – техника ғылымдарының кандидаты, Жер туралы ғылымдар мектебінің профессоры, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhanat.idr@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0289-0839>.

Гульжан Камалбекқызы Даумова* – техника ғылымдарының кандидаты, Жер туралы ғылымдар мектебінің профессоры, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6312-5343>.

Мадина Даниярқызы Даниярова – магистр, Жер туралы ғылымдар мектебінің оқытушысы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: madina2799@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9919-2519>.

Ольга Анатольевна Петрова – техника ғылымдарының кандидаты, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: opetv@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1189-7293>.

Игорь Викторович Денисов – магистр, Жер туралы ғылымдар мектебінің экология және тіршілік қауіпсіздігі саласындағы құзыреттер орталығының басшысы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: apraximacia@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8424-4034>.

Information about the authors

Zhanat Kabylbekovna Idrisheva – Candidate of Technical Sciences, Professor of the School of Earth Sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanat.idr@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0289-0839>.

Gulzhan Kamalbekkyzy Daumova* – Candidate of Technical Sciences, Professor of the School of Earth Sciences, D.Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6312-5343>.

Madina Daniyarkyzy Daniyarova – Master's, Lecturer of the School of Earth Sciences, D.Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: madina2799@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9919-2519>.

Olga Anatolievna Petrova – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the School of Earth Sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Republic of Kazakhstan; e-mail: opetv@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1189-7293>.

Igor Viktorovich Denisov – Master's, Head of the Competence Center in the field of ecology and life Safety of the School of Earth Sciences, D.Serikbayev East Kazakhstan Technical

Н.Ж. Кудайбергенов, Ф.М. Канапиева, Г.Ж. Жаксылыкова, А.Е. Аликеева*, Т. Серик
Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71
*e-mail: alu.alikeyeva@mail.ru

КАРБОКСИЛИРОВАНИЕ ГИДРОКСИАРЕНОВ КАЛИЕВЫМИ СОЛЯМИ АЛКИЛУГОЛЬНЫХ КИСЛОТ

Аннотация: В статье было показано, что калийэтилкарбонат может быть эффективно использован в реакции карбоксилирования фенола и его производных. Определены оптимальные условия реакции для м-крезола: соотношение субстрата и этилкарбоната калия 2:1, температура 180°C, давление 10 атмосфер и время реакции 6 часов. Важно отметить, что карбоксилирование м-крезола происходит избирательно, и в результате образуется 4-метил-2-гидроксибензойная кислота с выходом 90%.

Для изучения влияния природы и расположения заместителей в фенильном кольце на выход целевых продуктов, были проведены реакции карбоксилирования различных производных фенола с использованием этилкарбоната калия. В результате исследования были определены оптимальные параметры реакции карбоксилирования для каждого из производных фенола.

Это исследование может иметь практическое применение в разработке лабораторных и промышленных методов синтеза ценных гидроксibenзойных кислот и их производных. Открыто, что карбоксилирование производных фенола калийэтилкарбонатом происходит через электрофильное замещение ароматического кольца. Самыми активными в этой реакции являются п-крезол (84%), м-крезол (90%), о-крезол (80%) и резорцин (73%). Отмечено, что п-хлорфенол (18%), п-бромфенол (48%) и п-фторфенол (58%) проявляют менее выраженную активность.

Ключевые слова: гидроксibenзойная кислота, калийэтилкарбонат, диоксид углерода, гидроксисарены, п-крезол, м-крезол, о-крезол.

Введение

Синтез органических соединений на основании оксидов углерода - крупная и многообещающая область фундаментального органического синтеза и нефтехимии, которая постоянно развивается, и ее практическая значимость растет с каждым годом. Использование углекислого газа в качестве сырья для основного промышленного органического синтеза позволяет рационально использовать природные ресурсы и успешно решать задачи удовлетворения растущей потребности экономики в вышеуказанной продукции. Следует отметить, что большое значение в охране окружающей среды имеет рациональное использование в производственном процессе оксидов углерода, являющихся многотоннажными вредными выбросами большинства промышленных производств РК (производства карбида кальция, желтого фосфора и др.) [1,2].

Среди природных продуктов и биологически активных соединений важное место занимают ароматические карбоновые кислоты и их производные [3]. В прошлом широко изучалось каталитическое связывание CO₂ с богатой энергией субстратами, такими как эпоксиды, азиридины и амины, с образованием связей С-О или С-N [4,5]. Однако из-за термодинамической стабильности и высокой степени окисления CO₂ его присоединение к ароматическим соединениям осуществляют с помощью реактива Гриньяра (рис. 1а и б) [6-8].

Карбоксилирование по основанию.

Первый пример C-H карбоксилирования ароматических соединений был разработан немецкими учеными-химиками Кольбе и Шмидтом в 1860-х годах, и этот метод до сих пор широко используется в промышленности. Реакция Кольбе-Шмидта является наиболее популярным методом синтеза аспирина [12,13]. Этот метод является одной из наиболее важных и популярных реакций карбоксилирования, обеспечивающий прямой доступ к салициловым кислотам путем орто C- H карбоксилирования феноксида CO₂ [14].

Электрофильное ароматическое замещение феноксида CO₂ является наиболее подходящим механизмом для реакции такого типа [15].

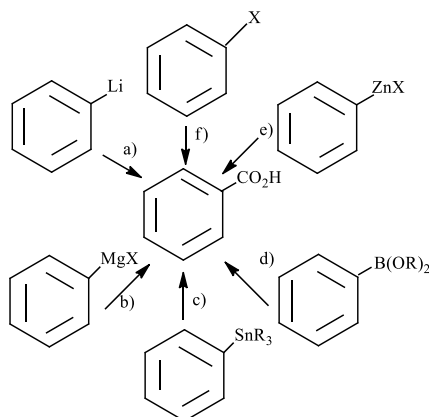


Рисунок 1 – Карбоксилирование металлоорганических соединений

Карбоксилирование кислотами Льюиса.

Среди алкилбензолов для селективного карбоксилирования пригодны только метилбензолы, поскольку другие гомологи оказывают непропорциональное действие при безводной обработке AlCl₃/Al, что приводит к снижению выхода целевых карбоновых кислот (рис. 2) [16].

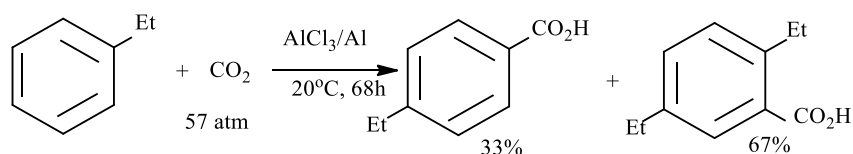


Рисунок 2 – Карбоксилирование AlCl₃/Al-алкилбензолов [16].

Использование алкилкарбоната металла в качестве источника углерода в органическом синтезе.

Реакция Кольбе-Шмидта известна как практическая реакция получения производных салициловой кислоты путем образования углерод-углеродной связи между феноксидом натрия и диоксидом углерода [3].

В качестве метода региоселективного синтеза бензойных кислот стали использовать реакцию карбоксилирования CO₂, с целью направленного орто-металлирования для получения ароматических и гетероароматических соединений [17].

Гидроксibenзойные кислоты и их производные широко используются на практике. Салициловую кислоту и ее производные (ацетилсалициловую кислоту, салол, п-аминосалициловую кислоту и др.) применяют в качестве биологически активных веществ и фармацевтических препаратов. Использование диоксида углерода в качестве сырья в промышленном органическом синтезе имеет большое значение с точки зрения охраны природы и экономии сырья. Результаты исследований, проводимых в этом направлении, имеют теоретическое значение и актуальность.

Электрофильная природа натрийэтилкарбоната (НЭК) может рассматриваться как аналог процесса Кольбе-Шмидта при синтезе производных салициловой кислоты.

Реакция метилкарбоната натрия с реактивами Гриньяра приводит к образованию карбоновых кислот, а реакция с ариллитиевыми реагентами дает симметричные кетоны. Кроме того, ортогональная реакционная способность метилкарбоната натрия используется в качестве различных металлоорганических нуклеофилов и применяется в однокомпонентном синтезе асимметрических кетонов.

В предыдущих работах исследовательской группы [18] и [19] при карбоксилировании производных фенола алкилкарбонатом натрия и/или калия были определены оптимальные условия реакции и изучено их влияние на выход реакции, а также влияние природы алкильных групп калийалкилкарбонатов на активность карбоксилирования. Эти данные могут быть использованы в лабораторном и промышленном синтезе.

В общем, механохимические реакции Гриньяра с CO₂ и НЭК проводят для получения карбоновых кислот из броморганических соединений. В отличие от стандартных методов этого типа, требуются только две альтернативные смеси эфиров. Интересно, что гидроксид лития действует лучше, чем хлорид лития, который обычно используется в качестве активатора в реакциях Гриньяра. Значительные количества кетонов образуются с помощью метоксизамещенных арилбромидов, в отличие от реакций Гриньяра, протекающих в растворе. Эта реакционная способность менее заметна при использовании НЭК в качестве источника C1 [20,21].

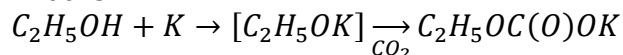
Условия и методы исследования

Эксперименты проводили в стальном реакторе автоклавного типа объемом 100 мл, снабженной магнитной мешалкой и нагревательным устройством для поддержания постоянной температуры и использовались следующие реактивы: абсолютный спирт (этанол), CO₂, 2-аминофенол, резорциновая кислота, п-хлорфенол, п-бромфенол, синтезированный калийэтилкарбонат, фенол, м-крезол, о-крезол, п-крезол, п-фторфенол.

Идентификацию синтезированных соединений осуществляли по результатам детектора температуры плавления (Stuart SMP30, Великобритания), ИК-Фурье-спектроскопии (Nicolet 5700, Thermo Electron Corporation, США) и ЯМР-спектроскопии (Brucker DPX 400).

Синтез калиевой соли этилугольной кислоты.

Для смешивания 200 мл абсолютного этилового спирта и 9,2 г металлического калия использовалась трехгорлая круглодонная колба, снабженная мешалкой и обратным холодильником, а также трубкой для ввода газа. После завершения постепенного погружения калия, на протяжении 2 часов полученная реакционная смесь была барботирована сухим диоксидом углерода. Образовавшийся твердый продукт в виде осадка по завершении реакции был отделен и помещен в осушитель типа вакуум-пистолета (20 мм рт.ст.). Далее, продукт сушили при температуре 50°C в течение 5 часов. В результате было получено 34,4 г (85 %) чистого КЭК. КЭК является мелкокристаллическим веществом белого цвета, с температурой плавления 400°C.



Методика проведения реакции карбоксилирования гидроксиаренов калийэтилкарбонатом (КЭК)

0,0250-0,0270 моль гидроксиарена и 0,0135 моль КЭК поместили в реактор и для создания инертной среды и удаления воздуха, стальной автоклав дважды продували CO₂. После доведения давления до 10-25 атм, были включены мешалка и нагревательное устройство. Температуру реагирующей смеси повышали до заданной температуры и удерживали в течение нескольких часов. Условия реакции: T = 120-215 °C, P = 10-25 атм, t = 5-6 часов. После окончания процесса автоклав охладили до комнатной температуры и оставили на ночь. На следующий день реакционную смесь в реакторе обрабатывают 25 мл дистиллированной воды (необходимо чтобы смесь полностью растворилась и образовала прозрачный раствор), затем раствор экстрагируют диэтиловым эфиром по 5 мл 3 раза для удаления непрореагировавшего гидроксиарена, после чего используя концентрированную соляную кислоту доводят среду до кислой, pH~1, и фильтруют образовавшийся осадок в фильтре Шотта. Затем сушат в вакуум-пистолете 1 ч. В конце, определяют массу высушенного продукта и рассчитывают практический выход; определяют температуры плавления.

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование фенола КЭК было получено 0,7956 г (34%) П-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 215 °C, P = 25 атм, t = 5 часов (4 часа поднимали температуру и удерживали 1 час).

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование м-крезола КЭК было получено 1,8389 г (90%) 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 180 °С, P = 10 атм, t = 6 часов (2 часа поднимали температуру и поддерживали 4 часа).

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование о-крезола КЭК было получено 1,66 г (80%) 3-метил-2-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 180°С, P = 10 атм, t = 6 часов (4 часа поднимали температуру и держали 2 часа).

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование п-крезола КЭК было получено 1,7253 г (84%) 5-метил-2-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 180°С, P = 10 атм, t = 6 часов (4 часа поднимали температуру и держали 2 часа).

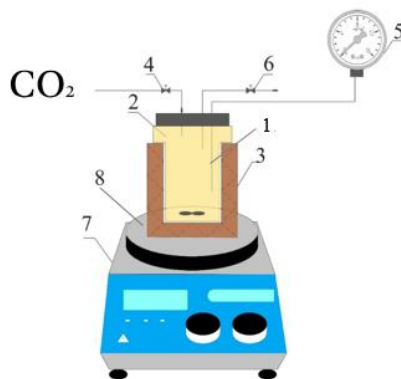
В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование резорцина КЭК было получено 2,2729 г (73%) β-резорциловой кислоты. Условия реакции: T = 120°С, P = 25 атм, t = 5 часов (4 часа поднимали температуру и удерживали 1 час).

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование п-фторфенола КЭК было получено 1,2420 г (58%) 4-фтор-2-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 180°С, P = 10 атм, t = 6 часов (5 часа поднимали температуру и держали 1 час).

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование п-хлорфенола КЭК было получено 1,3062 г (56%) 4-хлор 2-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 180°С, P = 10 атм, t = 6 часов (5 часа поднимали температуру и держали 1 час).

В ходе исследования влияния параметров реакции на карбоксилирование п-бромфенола КЭК было получено 1,4268 г (48%) 4-бромной 2-гидроксибензойной кислоты. Условия реакции: T = 180°С, P = 10 атм, t = 6 часов (5 часа поднимали температуру и держали 1 час).

Как показано на рисунке 3, эксперименты проводили в атмосфере диоксида углерода без применения растворителя. Лабораторная установка покрытая тефлоном 3 и снабжена термопарой позволяющей контролировать температуру 1, микровинтелями для подачи и вывода неиспользованного газа 4,6, манометром 5, электронагревателем оснащенный термостатом 7, магнитной мешалкой 8 и баллоном с углекислым газом. Давление газовой среды после достижения заданного уровня держалось постоянным.



1 – термопара; 2 – автоклав; 3 – тефлоновое покрытие ; 4,6 – микровентили подачи и вывода газа CO₂; 5 – манометр 7 – электронагреватель; 8 – магнитная мешалка.

Рисунок 3 – Схема установки для проведения реакции карбоксилирования в лабораторных условиях

Результаты исследований и обсуждение научных результатов

Карбоксилирование фенола этилкарбонатом калия (КЭК).

Ниже приведены основные принципы механизма карбоксилирования фенола КЭК:

1. Направление карбоксилирования фенола зависит от природы щелочных металлов первичной соли алкилкарбоновых кислот, природы и температуры газа, в котором осуществляется реакция карбоксилирования.

2. На реакцию влияет давление газовой среды.

3. Карбоксилирование фенола НЭК в CO₂ при 180°С, региоселективным карбоксилированием в орто-положение образуется салициловая кислота.

4. При карбоксилировании фенола КЭК при температуре 180°С образуется п-гидроксибензойная салициловая кислота.

Результаты, полученные при определении оптимальных условий карбоксилирования фенола КЭК в исследуемой реакции, представлены в табл. 1. Реакцию проводили в лабораторном автоклаве в атмосфере углекислого газа без присутствия растворителя. Реакция протекает с образованием селективной п-гидроксибензойной кислоты.

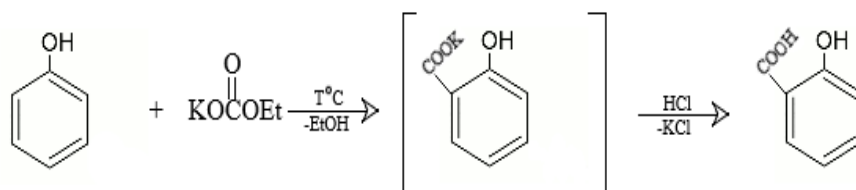


Таблица 1 – Относительный показатель выхода продуктов карбоксилирования гидроксиаренов КЭК

№	Субстрат	[Субстрат]:[КЭК]	T, °C	P _{CO2} , атм.	τ, ч.	Выход продукта, %
1	Резорцин	2:1	120	25	5(4+1)	73
2	Фенол	2:1	160	25	5(4+1)	28
3	М-крезол	2:1	180	25	5(4+1)	81
4	Фенол	2:1	215	25	5(4+1)	34

Как показано в таблице 1, для сравнения экспериментов мы установили давление P=25 атм, соотношение исходных реагентов [Субстрат]:[КЭК] равным 2:1, температуру T = 120-215°C. В результате этих параметров выход продукта, образующегося при реакции м-крезола с КЭК, составил 81%. Установлено, что температура реакции влияет на выход продукта. Температура плавления продукта (β-резорциловая кислота), образующегося в результате реакции карбоксилирования резорцина с КЭК, после перекристаллизации составила 223-224°C. Температура 180°C являлась оптимальной в процессе карбоксилирования м-крезола из гидроксиаренов КЭК и давала выход 81%.

Определение продукта карбоксилирования фенола с КЭК проводили по температуре плавления и данным ЯМР-спектроскопии (рис. 4, 5). Данные ЯМР-спектра соответствует со структурой 2-гидроксибензойной кислоты.

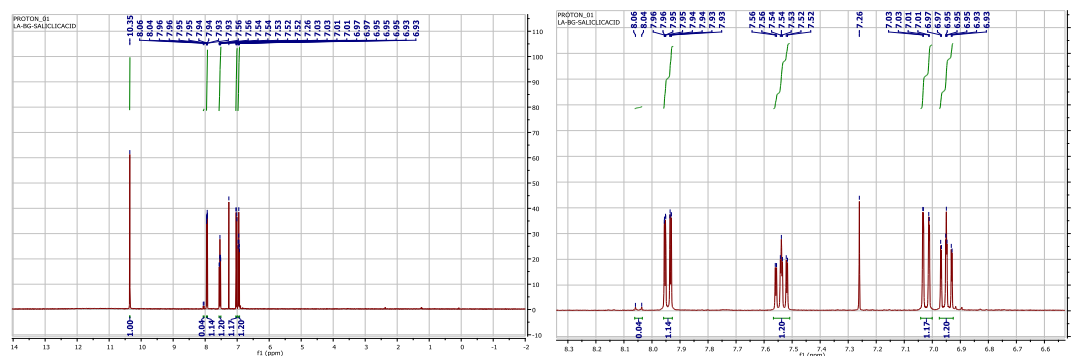


Рисунок 4 – Спектр ЯМР-Н¹ 2-гидроксибензойной кислоты

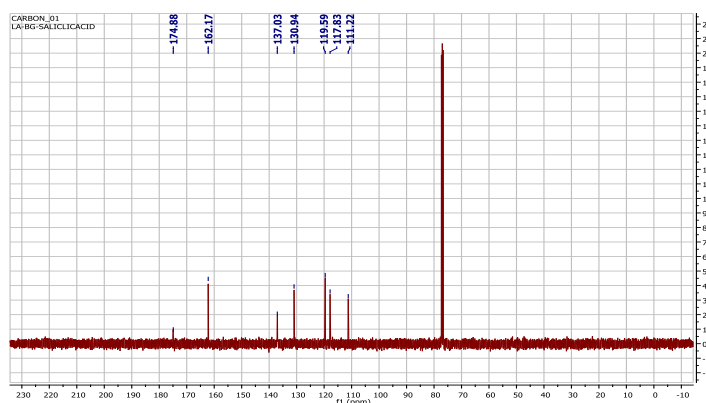
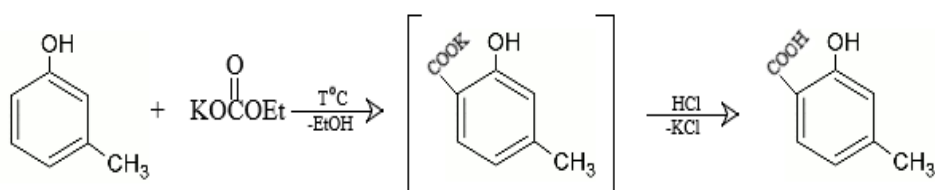


Рисунок 5 – Спектр ЯМР- C^{13} 2-гидроксибензойной кислоты

Карбоксилирование м-крезола этилкарбонатом калия (КЭК)



Реакцию проводили по описанной выше методике на лабораторной установке автоклавного типа в среде углекислого газа без использования растворителей (табл. 1). Было обнаружено, что реакция протекает селективно с образованием только 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты.

На основании результатов, полученных в таблице 2, можно сделать вывод, что время удерживания температуры оказывает ощутимое влияние на выход продукта. Через четыре часа выход продукта составил 90%. Наиболее оптимальные результаты, полученные для м-крезола, составляют 10 атм. давление, температура $180^{\circ}C$ и время реакции 2 часа при повышении температуры и 4 часа при удержании оптимальной температуры.

Таблица 2 – Отношение времени реакции при одной температуре к выходу целевого продукта при реакции карбоксилирования м-крезола с КЭК

№	Условия реакции				Выход 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты, %
	Соотношение первичных реагентов [м-крезол]:[КЭК]	$T, ^{\circ}C$	P_{CO_2} , атм.	T , ч.	
1	2:1	180	10	6(4+2)	86,0
2	2:1	180	10	6(3+3)	71,0
3	2:1	180	10	6(5+1)	77,0
4	2:1	180	10	6(2+4)	90,0

Установлено что КЭК может использоваться как в синтезе ценных крезотиновых кислот, так и в качестве карбоксилируемого реагента в реакции карбоксилирования м-крезола. Как показано, карбоксилирование м-крезола калийэтилкарбонатом проходит селективно с получением 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты. Определена температура плавления полученного продукта ($T_n=176-179^{\circ}C$), после перекристаллизации была изучена обратная температура плавления ($T_n = 176-178^{\circ}C$).

В таблице 3 приведены выходы продуктов, образующихся в реакции карбоксилирования изомеров крезоло КЭК. Здесь соотношение [м-крезол]:[КЭК] - 2:1, температура около $180^{\circ}C$, под давлением 10 атм.. Оптимальным является повышение температуры реакции в течение 4 часов и удерживание ее в течение 2 часов, так выход составил 90%. Образовавшийся продукт представляет собой 4-метил-2-гидроксибензойную кислоту. Определение полученного продукта проводили по температуре плавления и данным ЯМР-спектроскопии (рис. 6а и б). Данные ЯМР-спектра соответствуют структуре 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты.

Таблица 3 – Относительные выходы при реакции карбоксилирования производных крезола с КЭК

№	Субстрат	[Субстрат]:[КЭК]	T, °C	P _{CO2} , атм.	t, ч.	Выход продукта, %
1	о-крезол	2:1	180	10	6(4+2)	80
2	п-крезол	2:1	180	10	6(4+2)	84
3	м-крезол	2:1	180	10	6(4+2)	90

На ход реакции электрофильного замещения фенольных производных сильно влияют природа и положение заместителей в ароматическом кольце. С целью определения активности производных фенола, карбоксилирование п-хлорфенола, п-бромфенола, п-фторфенола проводили на основе оптимальных условий проведения реакции карбоксилирования м-крезола. Параметры п-фторфенола оказались оптимальными среди производных фенола: (T=180°C, P_{CO2} =10, t=6 ч, [п-фторфенол]:[КЭК]=2:1. Результаты экспериментов приведены в таблице 4.

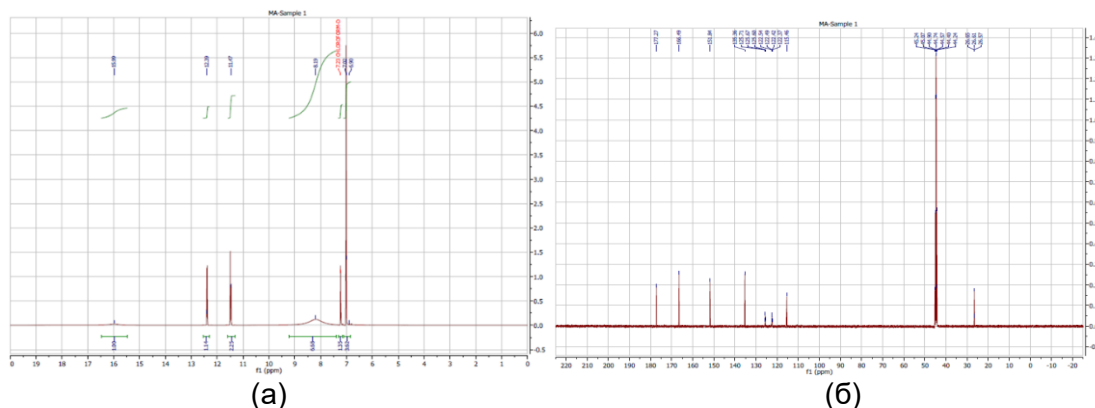


Рисунок 6 – (а) Спектр ЯМР-Н¹ 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты; (б) Спектр ЯМР С¹³ 4-метил-2-гидроксибензойной кислоты

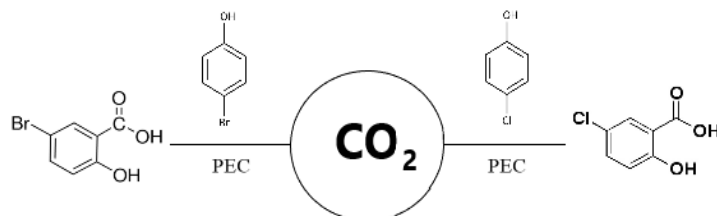


Рисунок 7 – Схема карбоксилирования хлорфенола и бромфенола

Таблица 4 – Параметры реакции карбоксилирования производных фенола КЭК

№	Субстрат	[Субстрат]:[КЭК]	T, °C	P _{CO2} , атм.	t, ч.	Выход продукта, %
1	п-хлорфенол	2:1	180	10	6(5+1)	18
2	п-бромфенол	2:1	180	10	6(5+1)	48
3	п-фторфенол	2:1	180	10	6(5+1)	58

Как видно из таблицы 5, реакция карбоксилирования протекает при T=180°C, P_{CO2}=10 атм., t=6 часов. При соотношении [п-бромфенол]:[КЭК]=2:1 выход реакции является относительно высоким – 48%. Можно сделать вывод, что большое количество п-бромфенола не влияет на рост выхода реакции.

Таблица 5 – Реакция $T=180^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{CO}_2}=10$ атм., $t=6$ ч. Влияние соотношения п-бромфенола и карбоксилирующего реагента на выход целевого продукта

№	Условия реакции				Выход 4-бром-2-гидроксibenзойной кислоты, %
	Соотношение п-бромфенола и карбоксилирующего реагента [п-бромфенол]:[КЭК]	T, °C	P_{CO_2} , атм.	t, ч.	
1	1:1	180	10	6(5+1)	23,0
2	2:1	180	10	6(5+1)	48,0
3	3:1	180	10	6(5+1)	17,0

Заключение

Таким образом, была установлена возможность использования КЭК в синтезе ценных крезотиновых кислот и в качестве карбоксилируемого реагента в реакции карбоксилирования фенола и его производных (крезола и др.).

1. Определены оптимальные условия карбоксилирования м-крезола КЭК: [соотношение субстрата и КЭК]=[2:1]; $T=180^{\circ}\text{C}$; $P=10$ атм.; $t=6$ ч.. Было обнаружено, что карбоксилирование м-крезола происходит избирательно с образованием 4-метил-2-гидроксibenзойной кислоты (90%).

2. Определено влияние природы и положения заместителей в фенольном кольце на выход целевых продуктов в реакции карбоксилирования КЭК. В результате, были установлены оптимальные параметры проведения процесса. Полученные в работе научные результаты могут быть использованы при создании лабораторных и промышленных методов синтеза практически ценных гидроксibenзойных кислот и их производных.

3. Установлено, что карбоксилирование производных фенола КЭК протекает по законам электрофильного замещения ароматического кольца. Наиболее активны в этой реакции п-крезол (84%), м-крезол (90%), о-крезол (80%) и резорцин (73%). Умеренную активность проявляют п-хлорфенол (18%), п-бромфенол (48%) и п-фторфенол (58%).

Список литературы

1. Aresta M. Carbon Dioxide as Chemical Feedstock / M. Aresta – Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010. – 406 p.
2. Cai X. Direct Carboxylative Reactions for the Transformation of Carbon Dioxide into Carboxylic Acids and Derivatives / X. Cai, B. Xie // Synthesis. – 2013. – Vol. 45, № 24. – P. 3305-3324.
3. Luo J. C – H carboxylation of aromatic compounds via CO₂ fixation / J. Luo, I. Larrosa // ChemSusChem. – 2009. – Vol. 19. – P. 6686.
4. Sakakura T. Transformation of Carbon Dioxide / T. Sakakura, J. Choi, H. Yasuda // Chem. Rev. – 2007. – Vol. 107. – P. 2365.
5. Luo Y. Catalysis Conversion of Carbon Dioxide and Epoxides by Tetrahydroxydiboron To Prepare Cyclic Carbonates / Y. Luo, F. Chen, H. Zhang et al // The Journal of Organic Chemistry. – 2023. – Vol. 88, № 22. – P. 15717-15725.
6. Nagaki A. Extremely Fast Gas / Liquid Reactions in Flow Microreactors: Carboxylation of Short-Lived Organolithiums / A. Nagaki, Y. Takahashi, J. Yoshida // ChemPubSoc. – 2014. – Vol. 20. – P. 1-5.
7. Site-selective electrochemical carboxylation of aromatic C(sp²)-H bonds with CO₂ / R. Zhao, M. Surke, Z. Lin et al // Current Research in Green and Sustainable Chemistry. – 2023. – Vol. 7, № 100377. – P. 100377.
8. Nocito F. Carboxylation Reaction Based on the Direct and Indirect Uses of CO: Sustainable Syntheses of C-CO, O-CO, and N-CO Bonds / F. Nocito, A. Dibenedetto // Industrial Arene Chemistry. – 2023. – Vol. Chapter 1. – P. 807-847.
9. Li D. Palladium-Catalyzed Carbonylation of Aryl Bromides with Carbon Dioxide To Access Aryl Carboxylic Acids under Mild Conditions / D. Li, L. Wei, C. Qi et al // The Journal of Organic Chemistry. – 2023. – Vol. 88, № 8. – P. 5205-5211.
10. Higuchi Y. Palladium-Catalyzed Intramolecular Arylative Carboxylation of Allenes with CO₂ for the Construction of 3-Substituted Indole-2-carboxylic Acids / Y. Higuchi, T. Mita, Y. Sato // Organic Letters. – 2017. – Vol. 19, № 10. – P. 2710-2713.
11. Vadivelu P. Density Functional Theory Study on [Ni(1,10-Phenanthroline)]-Catalyzed Reductive Carboxylation of Alkyl and Aryl Halides with CO₂: Effect of the Lewis Acid and β -H

- Elimination Side Reaction in the Crucial CO₂ Insertion Step / P. Vadivelu, K. Ganesan // Inorganic Chemistry. – 2023. – Vol. 61, № 48. – P. 19463-19474.
12. Kolbe H. Ueber Synthese der Salicylsäure. / H. Kolbe // Justus Liebigs Ann. Chem. – 2006. – Vol. 113. – P. 125-127.
13. Kolbe-Schmitt type reaction under ambient conditions mediated by an organic base / Y. Sadamitsu, A. Okumura, K. Saito, T. Yamada // Chemical Communications. – Royal Society of Chemistry, 2019. – Vol. 55. – P. 9837-9840.
14. Lindsey A.S. The Kolbe-Schmitt Reaction / A.S. Lindsey, H. Jeskey // Chem. Rev. – 1957. – Vol. 57, № 4. – P. 583-620.
15. Zhang L. Catalytic C(sp)-H carboxylation with CO₂ / L. Zhang, E.-Q. Gao // Coordination Chemistry Reviews. – 2023. – Vol. 486. – P. 215138.
16. Gu M. Carboxylation of Aromatics by CO₂ under “Si/Al Based Frustrated Lewis Pairs” Catalytic System / M. Gu, Z. Cheng // Journal of Materials Science and Chemical Engineering. – 2015. – Vol. 3, № 1. – P. 103-108.
17. Direct carboxylation of simple arenes with CO₂ through a rhodium-catalyzed C – H bond / T. Suga, H. Mizuno, J. Takaya, N. Iwasawa // Chemical Communications. – Royal Society of Chemistry, 2014. – Vol. 50, № 92. – P. 14360-14363.
18. Suerbaev Kh.A. Carboxylation of o-, m-, and p-chlorophenols with sodium ethyl carbonate / Kh.A. Suerbaev, E.G. Chepaikin, N. Kudaibergenov // Petroleum Chemistry. – 2017. – Vol. 57, № 5. – P. 436-440.
19. Carboxylation of hydroxyarenes with potassium ethyl carbonate / Kh. Suerbaev, K. Shalmagambetov, G. Zh. Seitenova, F. Kanapieva // News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan-Series Chemistry and Technology. – 2020. – № 4. – P. 96-103.
20. Transition-metal-free CO₂ fixation into new carbon-carbon bonds / M. Bonchio, A. Cherubini-celli, J. Mateos et al // ChemSusChem. – 2018. – Vol. 11, № 18. – P. 3056-3070.
21. Mechanochemical vs Wet Approach for Directing CO₂ Capture toward Various Carbonate and Bicarbonate Networks / M.K.D.K. Leszczyński, M. Terlecki, I. Justyniak et al // Sustainable Chem. Eng. – 2022. – Vol. 10, № 14. – P. 4374-4380.

Н.Ж. Құдайбергенов, Ф.М. Канапиева, Г.Ж. Жақсылықова, А.Е. Аликеева*, Т. Серік
Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даң., 71
*e-mail: alu.alikeeva@mail.ru

ГИДРОКСИАРЕНДЕРДІ АЛКИЛКӨМІР ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ КАЛИЙ ТҰЗДАРЫМЕН КАРБОКСИЛДЕУ

Мақалада зерттеу нәтижелері бойынша калий этилкарбонатын фенолды және оның туындыларын (крезол және т.б.) карбоксилдеу реакциясында карбоксилдеуші реагент ретінде қолдануға болатындығы көрсетілді. м-Крезолды калий этилкарбонатымен карбоксилдеудің оңтайлы шарттары анықталды: [субстрат пен калий этилкарбонатының қатынасы]=[2:1]; T=180 °C; P=10 атм.; t=6 сағ. м-крезолдың карбоксилденуі 4-метил-2-гидроксибензой қышқылын (90%) түзу үшін таңдамалы түрде жүретіні анықталды. Фенил сақинасындағы алмастырғыштардың табиғаты мен орналасуының мақсатты өнімдердің шығымына әсерін анықтау үшін фенолдың әртүрлі туындыларын калий этилкарбонатымен карбоксилдеу реакциясы жүргізілді. Нәтижесінде карбоксилдеу реакциясын жүргізу арқылы оңтайлы параметрлер анықталды. Осы жұмыста алынған ғылыми нәтижелерді іс жүзінде құнды гидроксibenзой қышқылдары мен олардың туындыларын синтездеудің зертханалық және өнеркәсіптік әдістерін жасау үшін пайдалануға болады. Фенол туындыларының калий-этилкарбонатпен карбоксилденуі ароматты сақинаның электрофильді алмастыру заңдарына сәйкес жүретіні анықталды. Бұл реакциядағы ең белсенді: п-крезол (84%), м-крезол (90%), о-крезол (80%) және резорцинол (73%). Қалыпты белсенділікті п-хлорфенол (18%), п-бромфенол (48%) және п-фторфенол (58%) көрсетті.

Түйін сөздер: гидроксibenзой қышқылы, калийэтилкарбонат, көміртек диоксиді, гидроксисарендер, п-крезол, м-крезол, о-крезол.

N.Zh. Kudaibergenov, F.M. Kanapiyeva, G.Zh. Zhaksylykova, A.E. Alikeyeva*, T. Serik
Al-Farabi Kazakh National University,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 71
*e-mail: alu.alikeyeva@mail.ru

CARBOXYLATION OF HYDROXYARENES WITH POTASSIUM SALTS OF ALKYLCARBONIC ACID

In this article it was demonstrated that potassium ethyl carbonate can be successfully utilized within the phenol and its derivatives carboxylation. The optimal reaction conditions for m-cresol were determined: substrate to potassium ethyl carbonate ratio 2:1, temperature 180°C, pressure 10 atmospheres and reaction time 6 hours. Importantly, the carboxylation of m-cresol is selective and resulted in the obtaining of 4-methyl-2-hydroxybenzoic acid in 90% yield.

To study the impact of the nature and location of substituents in the phenyl ring on the yield of the desired products, carboxylation reactions of various phenol derivatives were carried out with the use of potassium ethyl carbonate. As a result of the investigation, the optimal carboxylation reaction parameters for each of the phenol derivatives were determined.

This study may have practical applications in the development of laboratory and manufacturing approaches for the synthesizing of valuable hydroxybenzoic acids and their derivatives. It was discovered that carboxylation of phenol derivatives by potassium ethyl carbonate occurs via electrophilic substitution of the aromatic ring. The most active in this reaction are p-cresol (84%), m-cresol (90%), o-cresol (80%) and resorcinol (73%). It was observed that p-chlorophenol (18%), p-bromophenol (48%) and p-fluorophenol (58%) showed less pronounced activity.

Key words: hydroxybenzoic acid, potassium ethyl carbonate, carbon dioxide, hydroxysarenes, p-cresol, m-cresol, o-cresol.

Сведения об авторах

Нурболат Жарылқасынович Кудайбергенов – PhD, старший преподаватель кафедры физической химии, катализа и нефтехимии факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: nuka1991@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4641-6779>.

Фатима Мухидиновна Канапиева – кандидат химических наук, и.о. доцента кафедры физической химии, катализа и нефтехимии факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: fatima31@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-3117>.

Гулбану Жаксылыковна Жаксылыкова – асс. профессор кафедры физической химии, катализа и нефтехимии факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: banu.81@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2390-0688>.

Алуа Аликеева* – магистрант 2 года обучения кафедры физической химии, катализа и нефтехимии факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: alu.alikeyeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5149-2957>.

Талгар Серик – магистрант 1 года обучения кафедры физической химии, катализа и нефтехимии факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: talgarserik0@gmail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3571-3622>.

Авторлар туралы мәліметтер

Нұрболат Жарылқасынұлы Құдайбергенов – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің Физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: nuka1991@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4641-6779>.

Фатима Мухидиновна Канапиева – химия ғылымдарының кандидаты, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының доцентінің м. а., Алматы қ.,

Қазақстан Республикасы, e-mail: fatima31@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-3117>.

Гүлбану Жақсылыққызы Жақсылықова – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: banu.81@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2390-0688>.

Алуа Аликеева* – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының 2-курс магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: alu.alikeyeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5149-2957>.

Талғар Серік – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының 1-курс магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: talgarserik0@gmail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3571-3622>.

Information about the authors

Nurbolat Kudaibergenov – PhD, senior lecturer, department of physical chemistry, catalysis and petrochemistry, faculty of chemistry and chemical technology, Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: nuka1991@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4641-6779>.

Fatima Kanapiyeva – Candidate of Chemical Sciences, acting assistant professor of the Department of Physical Chemistry, Catalysis and Petrochemistry, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: fatima31@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-3117>.

Gulbanu Zhaksylykova – Associate Professor, Department of physical chemistry, catalysis and petrochemistry, faculty of chemistry and chemical technology, Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: banu.81@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2390-0688>.

Alua Alikeyeva* – Master of 2nd year, Department of physical chemistry, catalysis and petrochemistry, faculty of chemistry and chemical technology, Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: alu.alikeyeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5149-2957>.

Talgar Serik – Master of 1st year, Department of physical chemistry, catalysis and petrochemistry, faculty of chemistry and chemical technology, Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: talgarserik0@gmail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3571-3622>.

Поступила в редакцию 03.02.2024
Поступила после доработки 15.02.2024
Принята к публикации 18.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-48

FTAXP: 87.21.09



Д.Х. Юлдашбек

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
161200, Қазақстан Республикасы, Түркістан, Саттарханов даңғылы, 29/3
e-mail: davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz

СҰР ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ДЕГИДРОГЕНАЗА ФЕРМЕНТІНІҢ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ МЫРЫШТЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Бұл зерттеу жұмысында мырыштың «топырақ-өсімдік» жүйесінде уыттылығы жоғары элемент ретіндегі рөлі және сұр топырақ құрамындағы

дегидрогеназаның ферменттік белсенділігіне әсер ету деңгейі зерттелді. Тәжірибелік жұмыстар жәшіктік әдіс арқылы жүргізілді және мырыштың әр түрлі концентрациясы жасанды жолмен топыраққа енгізілді. Зерттеу жұмыстарында топырақтың мырышпен 0,5; 2,5; 5,0 ШРК мөлшерінде ластануы топырақ құнарлылығы мен биологиялық белсенділігін сипаттайтын тотығу-тотықсыздану реакцияларына тежегіш ретінде әсер ететіндігі анықталды. Жүргізілген модельдік тәжірибелердің нәтижесінде топырақтың мырышпен ластануы дегидрогеназаның ферменттік белсенділігін төмендететіні анықталды. Мырыш дегидрогеназа молекуласының сульфгидрилді топтарымен байланысады, осылайша оның ферменттік қасиеттерінің бұзылуы орын алады. Топырақтағы мырыш мөлшерінің жоғарылауымен дегидрогеназа белсенділігінің төмендеу тенденциясы байқалды. Топырақтағы мырыштың 0,5; 2,5; 5,0 ШРК кезінде дегидрогеназа үшін белсенділік көрсеткіштері бақылау үлгісімен салыстырғанда 77,6-93,0%-ға төмендейді. Барлық үлгілерде вермикомпостты топыраққа енгізу мырыштың әртүрлі концентрацияда қосылуына қарамастан дегидрогеназа белсенділігін бақылау сынамаcымен салыстырғанда біршама жоғарылататыны анықталды. Мұны топыраққа вермикомпостты қосқан кезде ферменттердің синтезіне ықпал ететін микроорганизмдер санының көбеюімен түсіндіруге болады. Вермикомпост топырақ құрамындағы ферменттердің белсенділігін жоғарылатып қана қоймайды, ол сонымен қатар топырақтың құнарлылығын да жоғарылатады.

Түйін сөздер: сұр топырақ, вермикомпост, құнарлылық, ауыр металдар, мырыш, дегидрогеназа, ферменттік белсенділік.

Кіріспе

Жердің биосфера қабатына жыл сайын 0,5 млн. тоннадан астам химиялық заттар түседі және олардың басым бөлігі топырақ қабатында жинақталады. Олардың арасында ауыр металдар ерекше орын алады. Ауыр металдар қауіптілік дәрежесі бойынша пестицидтерден кейін екінші орында, ал CO₂ және SO₂ сияқты кеңінен таралған ластаушы заттардан едәуір зияндылығы жоғары [1].

Топырақтың ауыр металдармен ластануының антропогендік көздеріне металл өңдеу өнеркәсібінің қалдықтары, ауыл шаруашылығында қолданылатын химиялық құралдар, отынның жану өнімдері, автотранспорттардан шығатын газдар, өнеркәсіптік шығарындылар және т.б. жатады [2].

Табиғатты қорғау шараларына әртүрлі экологиялық бағдарламаларды енгізу, қорғалатын табиғи аумақтарды құру, бұрынғы экологиялық зияндылықты жоюға күш салу және т.б. қарамастан, біздің планетамыздың экожүйесінің шамамен 60%-ы бүлінген, ресурстар азайып, көптеген құнарлы топырақ жамылғысы өнеркәсіптік аумақтық кешендердің әсерінен деградацияға ұшырап шөлейттенуде [3].

Топырақтың экологиялық жағдайының маңызды параметрлерінің бірі- ферменттік белсенділік [4-5]. Бұл көрсеткіштер топырақ сапасын диагностикалау үшін көбірек қолданылады [6]. Топырақтың ферменттік белсенділігіне әсер ететін ерекше маңызды антропогендік фактор тыңайтқыштар болып табылады. Өйткені қазіргі кезде ауыл шаруашылығында өнім көп, әрі сапалы болуы үшін әртүрлі тыңайтқыштар кеңінен пайдаланылуда.

Соңғы кездерде қоршаған ортаның жай-күйін және антропогендік объектілердің уыттылығын бағалау үшін химиялық заттардың қоршаған ортаның әртүрлі компоненттеріне, экожүйеге әсерін жан-жақты бағалауға мүмкіндік беретін тәсілдер көптеп қолданыла бастады [7].

Ауыр металдар топырақтың құрамына, қасиеттеріне және оның құнарлылығына теріс әсер етеді. Ең алдымен, бұл топырақ биотасына және топырақтың сіңіргіштік кешеніне әсер етеді. Ауыр металдардың топырақтың биологиялық қасиеттеріне теріс әсер етуінің себептері – бұл металдар белоктардың сульфгидрил топтарымен байланысып, бір жағынан белоктардың, соның ішінде олардың ферменттерінің синтезін тежейді, екінші жағынан биологиялық мембраналардың өткізгіштігін өзгертеді, бұл метаболизмнің бұзылуына әкеледі [8]. Ауыр металдардың әсерінен топырақ микробиоценозының құрылымында бұзылулар орын алады және микроорганизмдердің жеке агрономиялық құнды топтары санының азаюы байқалады [9]. Ауыр металдар топырақтағы әртүрлі заттардың минералдануы мен синтезделу

процестерін, топырақ микроорганизмдерінің тыныс алуын тежейді, микробостатикалық және мутагендік әсер туындатады [10].

Ауыр металдар «топырақ-өсімдік» жүйесінде қоректік тізбектер арқылы адамдарға, жануарларға және өсімдіктерге зиян келтіреді [11].

Қазіргі уақытта ауыр металдармен ластанған жерлерді қалпына келтірудің әртүрлі әдістері бар, олардың ішінде гипераккумуляторлық өсімдіктерді пайдалануға негізделген технологиялар жабайы табиғатқа қатысты ең тиімді, үнемді және эстетикалық жағынан тартымды әдіс болып саналады [12]. Топырақ агроценоздарының маңызды сипаттамасы тазартылған топырақтың биологиялық белсенділігі болып табылады, бұл ауыр металдардың әсерінен бұзылған топырақ құнарлылығының қалпына келуінің дәлелі болады.

Бұл зерттеу жұмысының мақсаты «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі мырыштың биогендік миграциялануын зерттеуден тұрады. Жұмыс барысында мырыштың топырақтағы дегидрогеназаның ферменттік белсенділігіне әсері және оның топырақтағы органикалық заттарды дегидрлеу арқылы тотығу-тотықсыздану реакцияларында катализатор ретіндегі рөлі бағаланады.

Зерттеу нысандары мен әдістері.

Сұр топырақтағы дегидрогеназаның ферменттік белсенділігіне мырыштың әртүрлі концентрациясының әсерін бағалау үшін бірқатар эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

Тәжірибелік жұмыстар жүргізу үшін нысан ретінде Түркістан облысының сұр топырағы таңдап алынды. Сұр топырақ құрамында жалпы қарашіріктің мөлшері (0-40 см) – 1,0-1,3%, азот – 0,10-0,20%, жылжымалы фосфор – 9,0-25,0 мг/кг, жылжымалы калий – 10-20 мг/100г, рН 6,5-7,0. Сұр топырақ қолайсыз физикалық қасиеттерімен сипатталады, оның егістік қабаты төмен құрылымға ие, құрғаған кезде беткі қабатында тығыз қыртыстар пайда болады.

Мырышпен ластанған, сондай-ақ ластанбаған (бақылау) сұр топыраққа вермикомпост енгізілді. Топыраққа енгізілген тыңайтқыштың мөлшері зерттеуге алынған топырақтың массасына байланысты есептелді. Тәжірибелер жәшіктік әдіспен жүргізілді. Жәшіктердің сыйымдылығы 16 кг, ал вермикомпосттың мөлшері топырақтың жалпы көлемінің 1% құрайды, яғни әр үлгіге қосылған тыңайтқыштың көлемі 160 г құрайды. Зерттеу жұмыстарында Zn ауыр металл ретінде таңдалды. Осы ауыр металдардың өкілін таңдаудың негізгі себебі – топырақтағы әртүрлі химиялық, физикалық, физикалық-химиялық, биологиялық және микробиологиялық процестердің жүруіне кедергі келтіретін элемент болып есептеледі.

Топырақтың мырышпен ластануы 0,5; 2,5; 5,0 ШПК (Zn фондық құрамын ескере отырып) концентрациясында мырыш ацетатын ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) жасанды түрде енгізу арқылы жүзеге асырылды [13-14]. Топырақтың ластануын модельдеуге арналған сірке қышқылының тұзы оның жақсы ерігіштігіне, топырақ массасымен тез және толық әрекеттесу қабілетіне байланысты таңдалды. Мырышты қолданғаннан кейін топырақ $23^\circ C \pm 2$ температурада 21 күн бойы пластикалық контейнерлерде инкубацияланды. Топырақтың ылғалдылығын бірқалыпты сақтау үшін дистилденген су себіліп отырылды.

Тәжірибе схемасы:

1. Бақылау (Б) – (ластанбаған сұр топырақ)
2. Б + 0,5 ШПК Zn / кг топырақ
3. Б + 2,5 ШПК Zn / кг топырақ
4. Б + 5,0 ШПК Zn / кг топырақ
5. Б + вермикомпост
6. Б + вермикомпост + 0,5 ШПК Zn / кг
7. Б + вермикомпост + 2,5 ШПК Zn / кг
8. Б + вермикомпост + 5,0 ШПК Zn / кг

Дегидрогеназаның ферменттік белсенділігін сутегі акцепторы ретінде анықтау үшін формазанның қызыл түсті қосылыстарына (трифенилформазан-ТФФ) тотықсызданатын түссіз тетразолий тұздары (2,3,5 – трифенилтетразолий хлориді – ТТХ) қолданылады. ТФФ негізіндегі дегидрогеназа белсенділігін анықтау жұмыстары А.Ш. Галстянның спектрофотометриялық әдісімен толқын ұзындығы 500-560 нм және 10 мм кюветаны қолдану

біршама жоғарылататыны анықталды. Мұны топыраққа вермикомпостты қосқан кезде ферменттердің синтезіне ықпал ететін микроорганизмдер санының көбеюімен түсіндіруге болады.

Қорытынды

Зерттеу жұмыстарының қорытындысы бойынша топырақтың мырышпен 0,5; 2,5; 5,0 ШРК мөлшерінде ластануы топырақ құнарлылығы мен биологиялық белсенділігін сипаттайтын тотығу-тотықсыздану реакцияларына тежегіш ретінде әсер етті.

Жүргізілген зерттеулерге сәйкес, Түркістан облысының топырағының мырышпен ластануы дегидрогеназа белсенділігін айтарлықтай төмендетеді. Көп жағдайда ластаушы заттардың құрамы мен зерттелетін топырақ көрсеткішінің нашарлау дәрежесі арасында тікелей байланыс бар. Дегидрогеназаның ферменттік белсенділігі сұр топыраққа мырыштың әртүрлі концентрациясын енгізген кезде айтарлықтай өзгерістерге ұшырады. Мырыш дегидрогеназа молекуласының сульфогидрилді топтарымен байланысады, осылайша оның ферменттік қасиеттерінің бұзылуы орын алады. Вермикомпостты топыраққа енгізу мырыштың әртүрлі концентрацияда қосылуына қарамастан дегидрогеназа белсенділігін бақылау сынамасымен салыстырғанда біршама жоғарылататыны дәлелденді. Себебі топыраққа вермикомпостты қосқан кезде ферменттердің синтезіне ықпал ететін микроорганизмдер саны көбейеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Биогенная миграция Cd, Pb, Ni и As в системе «почва-растения» и изменение биологической активности почвы / Е.В. Плешакова, М.В. Решетников, Е.В. Любунь и др. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2010. – Т. 10, № 2. – С. 59-66.
2. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская – М.:Выс.шк., 2006. – 335 с.
3. Kalinitchenko V.P. Optimizing the Matter Flow in Biosphere and the Climate of the Earth at the Stage of Technogenesis by Methods of Biogeosystem Technique (Problem-Analitical Review) / V.P. Kalinitchenko // International Journal of Environmental Problems. – 2016. – Vol. 4. – Is. 2. – P. 99-130.
4. Soil enzyme activity in response to long-term organic matter manipulation / Z. Kotroczo, Z. Veres, I. Fekete et al. // Soil Biol Biochem. – 2014. – Vol. 70. – P. 237-243.
5. Mganga K.Z. Microbial and anzymes response to nutrient additions in soils of Mt. Kilimanjaro region depending on land use / K.Z. Mganga, B.S. Razavi, Y. Kuzyakov // European Journal of Soil Biology. – 2015. – Vol. 69. – P. 33-40.
6. Intra-annual variation in biochemical properties and the biochemical equilibrium of different grassland soils under contrasting management and climate / J. Paz-Ferreiro, C. Trasar-Cepeda, M.C. Leiros et al. // Biology and Fertility of Soil. – 2011. – Vol. 47. – P. 633-645.
7. An ecosystem approach to soil toxicity testing: a study of copper contamination in laboratory soil microcosms / D.M. Bogomolov, S.K. Chen, R.W. Parmelee et al. // Applied Soil Ecology. – 1996. – Vol. 4. – P. 95-105.
8. Валова Е.Э. Влияние тяжелых металлов на ферментативную активность почв / Е.Э. Валова, Ю.Б. Цыбенков, Э.В. Цыбикова // Ученые записки ЗабГГПУ. – 2012. – № 1(42). – С. 63-66.
9. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1987. – 256 с.
10. Murata T. Effects of Pb, Cu, Sb, Zn and Ag contamination on the proliferation of soil bacterial colonies, soil dehydrogenase activity, and phospholipid fatty acid profiles of soil microbial communities / T. Murata, M. Kanao-Koshikawa, T. Takamatsu // Water, Air and Soil Pollution. – 2005. – Vol. 164. – P. 103-118.
11. Радомская В.И. Влияние осадков сточных вод на поведение тяжелых металлов в системе почва-растение / В.И. Радомская, Н.В. Моисеенко // Агрехимия. – 2006. – № 11. – С. 77-78.
12. Галиулин Р.В. Фитозэкстракция почв и промышленных сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами: концептуальная модель технологий фитозэкстракций, фито- и

ризофильтрации / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулин, Б.И. Кочуров // Экологические системы и приборы. – 2004. – № 2. – С. 24-33.

13. Change of catalase and urease activity at high content of heavy metals (Pb, Zn, Cd) in serozem / M.O. Baikhamurova, D.H. Yuldashbek, G.A. Sainova, G.D. Anarbekova // European journal of natural history. – 2020. – № 3. – P. 70-73.

14. Юлдашбек Д.Х. Сұр топырақтағы ауыр металдардың (Pb, Zn, Cd) жоғары мөлшерінің каталаза және уреаза ферменттерінің белсенділігіне әсері / Д.Х. Юлдашбек, М.О. Байхамурова, Г.А. Саинова // Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің Хабаршысы. – Семей, 2020. – № 1(89). – С. 204-209. URL: <http://rmebrk.kz/magazine/4787#>

15. Influence of heavy metal pollution on some soil biological parameters in the alluvium of the Litavka river / O. Mikanova, J. Kubat, N. Mikhailovskaya et. al. // Rostlinna Vyroba. – 2001. – Vol. 47. – № 3. – P. 117-122.

16. The Influence of Vermicompost and Various Concentrations of Lead on the Enzymatic Activity of Sierozem Soils of Kazakhstan / G.A. Sainova, N.A. Kaliyeva, D.Kh. Yuldashbek, A.D. Akbasova. // Scientifica, 2023. – Vol. 2023. – 8 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2023/8490234>.

17. Dick R.P. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health // Biological indicators of soil health / Eds. C.E. Pankhurst, B.M. Doube, V.V. Gupta. Wallingford: CABI Publ. – 1997. – P. 121-156.

References

1. Biogennaya migratsiya Cd, Pb, Ni i As v sisteme «pochva-rasteniYA» i izmenenie biologicheskoi aktivnosti pochvy / E.V. Pleshakova, M.V. Reshetnikov, E.V. Lyubun' i dr. // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle. – 2010. – T. 10, № 2. – S. 59-66. (In Russian).

2. Sadovnikova L.K. Ehkologiya i okhrana okruzhayushchei sredy pri khimicheskom zagryaznenii / L.K. Sadovnikova, D.S. Orlov, I.N. Lozanovskaya – M.:Vys.shk., 2006. – 335 s. (In Russian).

3. Kalinitchenko V.P. Optimizing the Matter Flow in Biosphere and the Climate of the Earth at the Stage of Technogenesis by Methods of Biogeosystem Technique (Problem-Analitical Review) / V.P. Kalinitchenko // International Journal of Environmental Problems. – 2016. – Vol. 4. – Is. 2. – P. 99-130. (In English).

4. Soil enzyme activity in response to long-term organic matter manipulation / Z. Kotroczo, Z. Veres, I. Fekete et al. // Soil Biol Biochem. – 2014. – Vol. 70. – P. 237-243. (In English).

5. Mganga K.Z. Microbial and anzymes response to nutrient additions in soils of Mt. Kilimanjaro region depending on land use / K.Z. Mganga, B.S. Razavi, Y. Kuzyakov // European Journal of Soil Biology. – 2015. – Vol. 69. – P. 33-40. (In English).

6. Intra-annual variation in biochemical properties and the biochemical equilibrium of different grassland soils under contrasting management and climate / J. Paz-Ferreiro, C. Trasar-Cepeda, M.C. Leiros et al. // Biology and Fertility of Soil. – 2011. – Vol. 47. – P. 633-645. (In English).

7. An ecosystem approach to soil toxicity testing: a study of copper contamination in laboratory soil microcosms / D.M. Bogomolov, S.K. Chen, R.W. Parmelee et al. // Applied Soil Ecology. – 1996. – Vol. 4. – P. 95-105. (In English).

8. Valova E.E. The influence of heavy metals on the enzymatic activity of soils / E.E. Valova, Yu.B. Tsybenov, E.V. Tsybikova // Scientific records of ZabGGPU. – 2012. – № 1(42). – Pp. 63-66. (In Russian).

9. Zvyagintsev D.G. Soil and microorganisms / D.G. Zvyagintsev. – M.: Moscow Publishing House. un-ta. - 1987. – 256 p. (In Russian).

10. Murata T. Effects of Pb, Cu, Sb, Zn and Ag contamination on the proliferation of soil bacterial colonies, soil dehydrogenase activity, and phospholipid fatty acid profiles of soil microbial communities / T. Murata, M. Kanao-Koshikawa, T. Takamatsu // Water, Air and Soil Pollution. – 2005. – Vol. 164. – P. 103-118. (In English).

11. Radomskaya V.I. Vliyanie osadkov stochnykh vod na povedenie tyazhelykh metallov v sisteme pochva-rastenie / V.I. Radomskaya, N.V. Moiseenko // Agrokimiya. – 2006. – № 11. – S. 77-78. (In Russian).

12. Galiulin R.V. Fitoehkstraktsiya pochv i promyshlennykh stochnykh vod, zagryaznennykh tyazhelymi metallami: kontseptual'naya model' tekhnologii fitoehkstraktsii, fito- i rizofil'tratsii / R.V. Galiulin, R.A. Galiulin, B.I. Kochurov // Ehkologicheskie sistemy i pribory. – 2004. – № 2. – S. 24-33. (In Russian).

13. Change of catalase and urease activity at high content of heavy metals (Pb, Zn, Cd) in serozem / M.O. Baikhamurova, D.H. Yuldashbek, G.A. Sainova, G.D. Anarbekova // European journal of natural history. – 2020. – № 3. – P. 70-73. (In English).
14. Yuldashbek D.KH. Sur topyraktagy auyr metaldardun (Pb, Zn, Cd) zhogary molsherinin katalaza zhane ureaza fermentterinin belsendiligine aseri / D.KH. Yuldashbek, M.O. Baikhamurova, G.A. Sainova // Semei kalasynyn Shakarim atyndagy memlekettik universitetinin Khabarshysy. – Semei, 2020. – № 1(89). – S. 204-209. URL: <http://rmebrk.kz/magazine/4787#>. (In Kazakh).
15. Influence of heavy metal pollution on some soil biological parameters in the alluvium of the Litavka river / O. Mikanova, J. Kubat, N. Mikhailovskaya et. al. // Rostlinna Vyroba. – 2001. – Vol. 47. – № 3. – P. 117-122. (In English).
16. The Influence of Vermicompost and Various Concentrations of Lead on the Enzymatic Activity of Serozem Soils of Kazakhstan / G.A. Sainova, N.A. Kaliyeva, D.Kh. Yuldashbek, A.D. Akbasova. // Scientifica, 2023. – Vol. 2023. – 8 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2023/8490234>. (In English).
17. Dick R.P. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health // Biological indicators of soil health / Eds. C.E. Pankhurst, B.M. Doube, V.V. Gupta. Wallingford: CABI Publ. – 1997. – P. 121-156. (In English).

Д.Х. Юлдашбек

Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,
161200, Республика Казахстан, Туркестан, проспект Саттарханова, 29/3
e-mail: davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ДЕГИДРОГЕНАЗЫ В СЕРОЗЕМЕ

В данной исследовательской работе изучена роль цинка как высокотоксичного элемента в системе «почва-растение» и степень влияния на ферментативную активность дегидрогеназы в сероземе. Экспериментальные работы проводились по ящичному методу, и различные концентрации цинка вводились в почву искусственным путем. В исследовательских работах установлено, что загрязнение почвы цинком в количестве 0,5; 2,5; 5,0 ПДК действует как ингибитор окислительно-восстановительных реакций, характеризующих плодородие и биологическую активность почвы. В результате проведенных модельных экспериментов было обнаружено, что загрязнение почвы цинком снижает ферментативную активность дегидрогеназы. Цинк связывается с сульфгидрильными группами молекулы дегидрогеназы, тем самым происходит нарушение ее ферментативных свойств. Отмечена тенденция к снижению активности дегидрогеназы с увеличением содержания цинка в почве. При 0,5; 2,5; 5,0 ПДК цинка в почве показатели активности дегидрогеназы снижаются на 77,6-93,0% по сравнению с контрольным опытом. Во всех образцах было обнаружено, что введение биогазуса в почву несколько увеличивает активность дегидрогеназы по сравнению с контрольным опытом, несмотря на добавление цинка в различных концентрациях. Это можно объяснить увеличением количества микроорганизмов, способствующих синтезу ферментов при добавлении биогазуса в почву. Биогазус не только повышает активность ферментов в почве, но и повышает плодородие почвы.

Ключевые слова: серозем, вермикомпост, плодородие, тяжелые металлы, цинк, дегидрогеназа, ферментативная активность.

D.Kh. Yuldashbek

Khoja Ahmed Yasawi International Kazakh-Turkish University,
016200, Republic of Kazakhstan, Turkestan, 29/3 Sattarkhanov Avenue
e-mail: davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz

THE EFFECT OF ZINC ON THE ACTIVITY OF THE ENZYME DEHYDROGENASE IN SIEROZEM

In this research paper, the role of zinc as a highly toxic element in the soil–plant system and the degree of influence on the enzymatic activity of dehydrogenase in serozem were studied.

Experimental work was carried out using the box method, and various concentrations of zinc were introduced into the soil artificially. Research has established that soil contamination with zinc in the amount of 0,5; 2,5; 5,0 MPC acts as an inhibitor of redox reactions characterizing soil fertility and biological activity. As a result of the conducted model experiments, it was found that soil contamination with zinc reduces the enzymatic activity of dehydrogenase. Zinc binds to the sulfhydryl groups of the dehydrogenase molecule, thereby disrupting its enzymatic properties. There is a tendency to decrease the activity of dehydrogenase with an increase in the zinc content in the soil. At 0,5; 2,5; 5,0 MPC of zinc in the soil, the indicators of dehydrogenase activity decrease by 77.6-93.0% compared with the control experiment. In all samples, it was found that the introduction of vermicompost into the soil slightly increases the dehydrogenase activity compared to the control experiment, despite the addition of zinc in various concentrations. This can be explained by an increase in the number of microorganisms that contribute to the synthesis of enzymes when adding vermicompost to the soil. Vermicompost not only increases the activity of enzymes in the soil, but also increases soil fertility.

Key words: sierozem, vermicompost, fertility, heavy metals, zinc, dehydrogenase, enzymatic activity.

Авторлар туралы мәліметтер

Давлат Хасанұлы Юлдашбек – химия магистрі, «Экология» ҒЗИ-ның аға ғылыми қызметкері, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Бекзат Саттарханов даңғылы, 29, Түркістан, Қазақстан. ORCID: 0000-0001-9342-7502.

Сведения об авторах:

Давлат Хасанұлы Юлдашбек – магистр химии, старший научный сотрудник НИИ «Экология», Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, проспект Бекзата Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан. ORCID: 0000-0001-9342-7502.

Information about the authors

Davlat Hasanuly Yuldashbek – Master of Chemistry, Senior Researcher of the Research Institute «Ecology», International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Bekzat Sattarkhanov Avenue, 29, Turkestan, Kazakhstan. ORCID: 0000-0001-9342-7502.

Редакцияға енуі 12.12.2023

Өңдеуден кейін түсуі 18.01.2024

Жариялауға қабылданды 19.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-49

МРНТИ: 34.33.19



А.М. Рахимжанова¹, Г.К. Канатбекова^{*1}, Б.Қ. Кикбаева¹, М. Тұран², М.У. Уәшова¹

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²Эрзурум техникалық университеті,
турция, Эрзурум, Çat Yolu Üzeri 4. Km, Yakutiye

*e-mail: kanatbekova1307@gmail.com

ШҚО КЕЙБІР ЭФИР МАЙЛЫ ДӘРІЛІК ӨСІМДІКТЕРДЕН АЛЫНҒАН ЭКСТРАКТТАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл зерттеуде ШҚО аумағында өсетін кейбір эфир майлы дәрілік өсімдіктерден алынған, нақтырақ айтқанда Мыңжапырақ (лат. *Achillea*) және Жусан (лат. *Artemisia*) өсімдіктері экстракттардың антиоксиданттық қасиеттері, фенолдар мен флавоноидтарының жалпы құрамын зерттелді. Зерттеу жұмысында экстракция үшін үш еріткіш, дистильденген су, ацетон және этанол қолданылды. Экстракттардың антиоксиданттық белсенділігі DPPH, ABTS, β -каротин/линол қышқылы және фенолдық,

флавоноидтық қосылыстары анықталды. Қолданылған әдістерге және еріткіштерге (поляры, аполярлы) байланысты нәтижелер алынды. Мысалы, ABTS катион радикалды жою әдісі нәтижесі бойынша ең жоғары антиоксиданттық белсенділікті екі өсімдік түрінде де бірдей ацетон сығындысы (*Achillea* 344.11 ± 0.06 мг/мл, *Artemisia* 198.26 ± 0.07 мг/мл) еріткіші көрсеткен. DPPH бос раикалды жою белсенділігін анықтау әдісі бойынша екі түрде де экстракттарда дистильденген су еріткішінде (*Achillea* 245.82 ± 1.59 мг/мл, *Artemisia* 300.53 ± 1.18 мг/мл) радикалдарды жоюдың ең күшті әсерін көрсетті. Сонымен қатар, жалпы фенол, флавоноидтық қосылыстарын зерттеу барысында *Achillea*-дан алынған әртүрлі еріткіш экстрактыларындағы фенолдардың жалпы мөлшері 59.71 ± 0.13 мг/мл-ден 96.16 ± 0.21 мг/мл-ге дейін өзгерді, ал флавоноид мөлшері 38.22 ± 0.11 мг/мл -ден 86.65 ± 1.17 мг/мл-ге дейін өзгерді. *Artemisia* экстрактыларында фенол мөлшері 40.75 ± 0.00 мг/мл-ден 113.56 ± 0.91 мг/мл-ге дейін өзгерсе, флаванонид мөлшері 22.74 ± 0.00 мг/мл-ден 74.94 ± 1.97 мг/мл-ге дейін өзгерді.

Түйін сөздер: *Achillea millefolium*, *artemisia absinthium*, экстракт, биологиялық активті заттар, антиоксиданттық белсенділік.

Кіріспе

Эфир майлары өсімдіктерде түзіледі. Олар өте күшті физиологиялық және фарм Эфир майлары өсімдіктерде түзіледі. Олар өте күшті физиологиялық және фармакологиялық қасиеттерге ие. Таза түрінде олар майларды сіңіріп, сығымдап немесе сұйық көмірқышқыл газымен және басқа еріткіштермен экстракцияланып, су буымен айдау арқылы алынады. Фитотерапияда (ароматерапия және т. б.) олар тек тазартылған түрде ғана емес, сонымен қатар терпендердің суда ерімейтіндігін ескере отырып, алкогольде жасалатын тұнбаларда (эссенцияларда) және шалфей немесе эвкалипт жапырақтарымен жасалған тұнбаларды шаюға қолданылады. Эфир майларының көпшілігі спиртпен, бензинмен, эфирмен, липидтермен және майларымен, балауыздармен және басқа да липофильді заттармен жақсы ериді және мұндай формаларда парфюмерияда (парфюмерия және косметика өнеркәсібі) кеңінен қолданылады. Эфир майлары тамақ өнеркәсібінде – дәмдеуіштер мен дәмдеуіштерде де қолданылады.

Қазақстанның өсімдік әлемі әр түрлі пайдалы өсімдіктерге бай, оның ішінде дәрілік өсімдіктердің алатын орны ерекше. Дәрілік препараттардың 40 пайызынан астамы дәрілік өсімдіктерден жасалған. Шөптерден жасалынған препараттардың химиялық құрамы адамға улы әсерінің аздығымен және көп мөлшерде пайдалануға болатын қасиетімен ерекшеленеді [18].

Дәрілік өсімдіктердің шипалы қасиеттері ерте заманнан (Египет, Үндістан, Қытай, Греция) белгілі. Дәрілік шөптер әлемі әлі де болса толық зерттелген жоқ. Бұл жағынан келгенде Қазақстан құпиясы мол шипалы қойма іспеттес [19]. Мысалы Қазақстанның әр түрлі дәрілік шөптерге бай өсімдік әлемінде 3000-дай түрлі шөптер өседі, солардың ішінде көп мөлшерде дәрілік өсімдіктер бар. Қазақстанда бірқатар эндемикалық өсімдіктер бар. Бұларға дала жусаны, сүйекті аққурай, және т.б. жатады.

Басқада дәрілік шөптер: мысалы итошаған, мыңжапырақ, түйме шетен, ермен, дәрмене, қалақай, өгейшөп, левзея, бақ-бақ, шай шөп, рауғаш, қызылтаспа, жанаргүл, жұмыршақ, долана, есек мия, ақ мия, дәрілік жоңышқа, тасшөп, т.б. жатады [20].

Эфир майлары кең таралған мыңжапырақ және жусан құрамында да бар. Жұмыс барысында аталған өсімдіктердің антиоксиданттық қасиеттері және биологиялық көреткіштері қарастырылды.

Мыңжапырақ (лат. *Achillea*) – астралылар тұқымдасына жататын көп жылдық өсімдік. Мыңжапырақ тұқымдасына 100-ден астам түр жатады [17].

Жусан (лат. *Artemisia*) – астралылар тұқымдасына жататын көп жылдық, кейде бір не екі жылдық шөптесін өсімдіктер тегі, көбіне шала бұта [2].

Аталған өсімдіктер антиоксиданттық қасиетімен қоса эфир майларына бай дәрілік өсімдіктер болып табылады.

Ұқсас зерттеулерде Сібір, Қазақстан және Беларусьтің байырғы флорасының 6 түрінің гүлдерінен алынған экстракттардың құрамына жүргізілген GC-MS талдауы олардың құрамында терпен, фенилпропаноидты, стероидты және флавоноидты қосылыстардың бар

екендігін көрсетті. Әр түрлі аймақтарда өсетін азиялық мыңжапырақ арасындағы қайталама метаболиттердің құрамы мен құрамындағы айтарлықтай түрішілік айырмашылықтар көрсетілген. Беларусь, Қазақстан және Ресейдің мыңжапырақтарының байырғы түрлері арасында құрамындағы биологиялық белсенді заттарында айтарлықтай айырмашылықтар анықталды. Мыңжапырақ гүлдерінен алынған экстракттардың антиоксиданттық белсенділігі биологиялық белсенді заттардың құрамымен анықталады және ішкі және тұраралық айырмашылықтарға ие. Өткір және субакуталық эксперименттерде мыңжапырақтың әртүрлі түрлерінің гүл экстракттарын токсикологиялық-гигиеналық бағалау олардың қауіптіліктің 4-классына жататындығын көрсетті (қауіпті емес) [1].

Осылайша, әртүрлі мыңжапырақ гүлдерінің биологиялық белсенді заттар құрамын, олардың антиоксиданттық белсенділігі мен ұйттылығын салыстырмалы зерттеу экстракт алу және оларды тамақ және фармакология өнеркәсібінде қолдану үшін перспективасын, олардың өсу түрлері мен орындарын анықтауға мүмкіндік берді.

Жусан өсімдігі байынша *Artemisia* түрінің тамырларының химиялық құрамын зерттеу жүргізілді. Қағаз хроматография әдісімен және спецификалық әдістермен құрамында флавоноидтардың, фенолқышқылдардың, аминқышқылдарының, кумариндердің, таниндердің болуы анықталды. *Artemisia santolinifolia* тамырының этанолды экстрактысынан фракционды экстракция және колониядық хроматография әдісімен жеке зат анықталды, оның құрылымы – (E)-3-(3,4-дигидроксифенил)-5-(3,4-дигидроксифенил)-2(3H)-фуранон. *Artemisia* тұқымдасы құрамынан бұл қосылыс алғаш рет анықталған. Гепатопротективті белсенділікті анықтау жүргізілді және кумолдың тотығу реакциясына негізделген кинетикалық әдіспен *Artemisia santolinifolia* тамырларының этанол экстрактысының антиоксиданттық белсенділігі зерттелді [10].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Өсімдік экстрактын дайындау әдісі. Жиналған өсімдіктер зертханалық ортада көлеңкеде кептірілгеннен кейін, жер асты және үстіңгі бөліктері блендрмен ұнтақталып, содан кейін су ваннасында 6 сағат бойы этанол, ацетон және дистильденген су еріткіштерін қолдана отырып, 55°C температурада ұстаймыз (Memmert, SV 1422). Эксперимент екі рет қайталанды. Экстракциядан кейін сұйық бөлігі арнайы қағазбен сүзілген. Алынған экстракттардың еріткіштерінен бөліп алу үшін 45-50°C температурада айналмалы бу шығарғыштан өткіземіз (IKA RV 10D) этанол немесе ацетон сияқты еріткіштерден айырып алған соң олардың құрылымындағы су лизофилизаторда (Labconco FreeZone) мұздату арқылы ұшырылады (Mammadov 2009). Алынған экстракттар зерттеулерде қолданылатын және -20°C-де сақталатын қараңғы шыны бөтелкелерге алынды.

ABTS бос радикалдарын жою әдісі. *Achille* және *Artemisia* радикалдарды жою белсенділігі *Shalaby* және *Shanab* процедурасына сәйкес аздаған өзгерістермен анықталды [13]. ABTS (7 мм) және калий персульфаты (2,45 мм) ерітінділері араластырылып, қолданар алдында 12-16 сағат бойы қараңғы бөлмеде сақталды. Тәжірибе бастамас бұрын ABTS ерітіндісі этанолмен 734 нм-де $0,700 \pm 0,05$ сіңірілгенге дейін сұйылтылды. Әр түрлі концентрацияларға (50-250 мг/мл) экстракттарға (1 мг/мл) 4,5 мл ABTS реакция қоспасын қосқаннан кейін реакция қоспасы араластырылды. Бөлме температурасында 15 минут ұстағаннан кейін 734 нм-де үлгілердің сіңуі өлшенді. Оң бақылау ретінде аскорбин қышқылы қолданылды. ABTS бос радикалды жою әдісі келесі формула бойынша есептелді:

ABTS радикалды жою (%) = $((A_{\text{бақылау}} - A_{\text{үлгі}}) / (A_{\text{бақылау}})) \times 100$.

DPPH бос радикалдарды жою белсенділігі, *Achille* және *Artemisia* экстракттарының DPPH радикалды сіңіру белсенділігі *Meriga* және т.б. сипаттағандай DPPH әдісі арқылы шағын өзгертулермен зерттелді [12]. Әр түрлі концентрациядағы 1 мл экстракт (0,05-0,25 мг/мл) 4 мл DPPH метанол ерітіндісімен араластырылды. 30 минуттан кейін әр экстракт сіңуінің төмендеуі 517 нм-де өлшенді. Реакция қоспасының төмен сіңуі бос радикалдарды жою белсенділігінің жоғарылауын көрсетеді. Оң бақылау ретінде БГТ – бутилденген гидрокситолуол қолданылды. Бос радикалды жою әдісі келесі теңдеуді қолдана отырып есептеледі:

AA = $((A_{\text{бақылау}} - A_{\text{үлгі}}) / (A_{\text{бақылау}})) \times 100$.

Жалпы антиоксиданттық белсенділікті анықтау β-каротин/линол қышқылы әдісі.

Экстракттардың антиоксиданттық белсенділігі β-каротин – линол қышқылы әдісін қолдану арқылы жасалды [14]. 1 мл хлороформдағы 0,2 мг β-каротин 20 мкл линол қышқылына

және 200 мг 20 эмульгаторлық қоспасына қосылды. Содан кейін қоспаны хлороформды кетіру үшін айналмалы буландырғышпен 40°C температурасында 10 минут бойы буландырды. Бақылау үшін экстракт орнына түтіктерге 0,2 мл еріткіш (этанол, ацетон және су) қойылды. Пробиркаларға эмульсия қосылғаннан кейін бастапқы сіңіру спектрофотометрмен 470 нм өлшенді. Өлшеу 2 сағат ішінде 30 мин аралықпен жүргізілді. Стандарт немесе оң бақылау ретінде ВНТ (бутилденген гидрокситолуол) алынды. Өлшемдер төмендегі теңдеуді қолдана отырып жүргізілді:

$$AA = [1 - (A_0 - A_t) / (A_{00} - A_{0t})] \times 100$$

Мұндағы, AA – жалпы антиоксиданттық белсенділік, A₀ – үлгінің алғашқы сіңіру уақыты, A_t – бақылаудың алғашқы сіңу уақыты, A₀₀ үлгіні 120 минуттан кейін сіңуі, A_{0t} бақылаудың 120 минуттан кейін сіңуі.

Фенолдар мен флавоноидтардың жалпы құрамын анықтау. Экстракттардағы фенолдардың жалпы құрамы Folin- Ciocalteu реагентінің көмегімен Slinkard and Singleton әдісімен анықталды [15]. Қысқаша айтқанда, 0,75 мл Folin- Ciocalteu реагенті және 100 мл үлгі (5 мг/мл) пробиркаға араластырылады. Қоспа бөлме температурасында 5 минут ұсталды. Қоспаға 3 мл Na₂CO₃ қосылды, содан кейін ақырын араластырылды.

Қоспа гомогенизацияланған және бөлме температурасында 120 минут ұсталған. Полифенолдардың жалпы құрамы 760 нм спектрофотометрдің көмегімен анықталды. Стандартты калибрлеу қисығы (0,01-0,05 мг/мл) галл қышқылының көмегімен салынған. Фенолдардың жалпы құрамы өсімдік экстрактысының мг/мл құрамындағы галл қышқылының (GAE) эквиваленттерінде көрсетілген.

Флавоноидтардың жалпы мазмұны бейімделген Dowd, Arvouet-Grand және басқа авторлар әдісі арқылы анықталды [16]. Өрбір экстракт үшін 1 мл метанол ерітіндісі (100 мкг мЛ⁻¹) 1 мл алюминий трихлоридімен (AlCl₃) араластырылды. Сіңіру көрсеткіші 1 мл метанолда өсімдік экстрактын және 1 мл AlCl₃ араластырып, 10 минуттан кейін 415 нм -де оқылды. Флавоноидтардың жалпы құрамы кверцетинді стандарт ретінде қолдана отырып, стандартты қисық сызықпен анықталды. Үш көрсеткіштің орташа мәнін қолданды және 100 мг экстрактқа немесе фракцияға (мгке/г) кверцетин (QE) эквиваленттерінің мг-да көрсетілді.

Зерттеу нәтижелері және талдау

Антиоксиданттық қасиетті анықтау зерттеулерлерінде қосылыстардың қандай түрлерінің ең жоғары белсенділікке ие екенін бақылау және анықтау үшін полярлықтың қасиетіне сәйкес еріткіштердің бірнеше түрін пайдалану өте жиі кездеседі. Антиоксиданттық қасиеттерді зерттеу жұмыстарында көптеген зерттеушілер әртүрлі әдістерді қолдану қажет деп мәлімдеді, өйткені реакция жағдайлары, мысалы, рН, температура, жұмыс сезімталдығы және еріткіш және т.б. маңызды және нәтижелерге әсер етеді (Frankel ve diğ. 1994, Koleva ve diğ. 2002). Өсімдіктердегі антиоксиданттық белсенділік тәжірибе, әдіс-тәсілдердің түрлілігіне және сығындылардың құрамы сияқты көптеген факторларға байланысты өзгереді. Сондықтан зерттеушілер бір әдіс өсімдіктердің антиоксиданттық қасиетін анықтауда толық көрсетпейтінін және бұндай жағдайды бірнеше түрлі антиоксиданттық қасиетті анықтау әдістерін қолдана отырып растау керек екенін айтады (Wang ve diğ. 2006). Антиоксиданттар әртүрлі механизмдер арқылы әрекет ете алатынын ескере отырып, *Achillea* және *Artemisia* антиоксиданттық белсенділігін зерттеу үшін үш түрлі әдісті қолдану арқылы анықталды. Олар: β-каротин-линол қышқылы, DPPH бос радикалдарды жою белсенділігі, ABTS бос радикалдарды жою белсенділігі және фенолдық және флавоноидтық қосылыстарын анықтау.

Қосылыстың антиоксиданттық қабілетін анықтаудың стандартты әдісі талданатын қосылыстың концентрациясы мен құрылымы сияқты бірнеше параметрлерге байланысты. Сонымен қатар, антиоксиданттық белсенділік бос радикалдарды жою, қалпына келтіру және фенолдар мен флавоноидтардың белсенділігі сияқты әртүрлі механизмдерді қамтуы мүмкін.

ABTS бос радикалдарды жою әдісі бойынша нәтижелер 1-кестеде келтірілген. Зерттелген экстракттардың ішінде *Achillea* түрінің ацетон экстракты (344.11±0.06мг/мл) және *Artemisia* түрінің ацетон экстракты (198.26±0.07мг/мл) радикалдарды жоюдың ең күшті әсерін көрсетті. Бұл әдісте ең төмен әсер көрсеткен этанол еріткішінде *Achillea* түрі экстракты (396.53±0.09 мг/мл) болса, *Artemisia* түрінде ең төмен көрсеткіш су еріткіші қолданыла отырып алынған экстрактта (371.13±0.14 мг/мл) байқалды.

DPPH бос радикалды жою белсенділігін зерттеу тәжірибесінде зерттеу тобымыздағы экстракттардың ішінде *Achillea* түрінің (245,82±1,59 мг/мл) су экстракты және *Artemisia* түрінің су экстракты (300,53±1,18мг/мл) радикалдарды жоюдың ең күшті әсерін көрсетті (2-кесте).

Осы зерттеуде өсімдіктің линол қышқылының тотығуын тежеу қабілеті β-каротин/линол қышқылы әдісі көмегімен бағаланды. Бұл жүйе бос радикалдар линол қышқылынан гидропероксидтер шығаратын процесс нәтижесінде антиоксидант болмаған кезде β-каротин тез түссізденеді деген принципке негізделген. *Achillea* нәтижелері су экстрактының (54.32±0.31%) ең аз антиоксиданттық белсенділігі бар екенін көрсетті, антиоксиданттық белсенділік ацетон экстрактысында орташа нәтиже көрсетті (69,24±0.11%), ең жоғары антиоксиданттық белсенділікті этанол экстракты (73,41±0.25%) көрсетті.

Artemisia экстракты нәтижелеріне қарайтын болсақ, онда да су экстракты (49.84±0.84%) ең төмен антиоксиданттық белсенділікті көрсетті, ацетон экстрактында орташа нәтиже көрсетсе (56.64±0.09%), этанол шамның экстрактысы ең жоғарғы антиоксиданттық белсенділікті көрсетті (66.12±0.84%) (3 кесте).

Бір өсімдік экстрактыларының әртүрлі антиоксиданттық белсенділікті көрсетуінің себебі еріткіштердің полярлығына байланысты болуы мүмкін сол себепті де жоғарыда айтқандай бірнеше еріткішті қолдану нақтырақ нәтиже алуға көбірек мүмкіндік беретінін айтуға негіз бола алады. Зерттелген өсімдік түрлердің антиоксиданттық қасиеттерін белсенді ортаға шығарған еріткіштерді де анықтадық деп айта аламыз.

Кесте 1 – ABTS бос радикалдарды жою әдісінің нәтижесі

Өсімдік түрі	Этанол мг/мл	Ацетон мг/мл	H ₂ O мг/мл
<i>Achillea</i>	396.53±0.09	344.11±0.06	357.25±0.21
<i>Artemisia</i>	214.26± 0.04	198.26±0.07	371.13±0.14

Кесте 2 – DPPH бос радикалдарды жою әдісінің нәтижесі

Өсімдік түрі	Этанол мг/мл	Ацетон мг/мл	H ₂ O мг/мл
<i>Achillea</i>	631.44±0.09	547.74±0.06	245,82±1,59
<i>Artemisia</i>	893.31±0.12	463.74±0.06	300.53±0.02
БГТ (стандарт)	0.025±0.03	0.036±0.04	0.015± 0.02

Кесте 3 – β-каротин/линол қышқылы әдісінің нәтижелері (%)

Антиоксидант белсенділігі (%)			
Өсімдік түрі	Этанол (%)	Ацетон (%)	H ₂ O (%)
<i>Achillea</i>	73,41±0.25	69,24±0.11	54.32±0.31
<i>Artemisia</i>	66.12±0.84	56.64±0.09	49.84±0.84
БГТ (стандарт)	98.73±0.02	95.62±0.01	98.86±0.02

Экстракттардың антиоксиданттық белсенділігі қолданылатын еріткіштердің полярлығының жоғарылауымен өсті.

Антиоксиданттар линол қышқылының тотығуын тиімді тежейді және жасуша мембраналарының липидті компоненттерінің тотығуын азайтады.

Осы әдіс арқылы анықталған өсімдіктің тотығуды тежеу қабілеті де өсімдіктің антиоксиданттық қасиеттерін және оның жасушалық негіздегі қорғаныс қабілетін анықтады. Осы зерттеуде талданған барлық экстракттар линол қышқылының тотығуын тиімді тежейтіні анықталды, осылайша олардың күшті антиоксиданттық қасиеттері бар екенін көрсетті.

Фенолдардың, флавоноидтардың жалпы мөлшері. Флавоноидтар, фенол қышқылдары сияқты фенолдық қосылыстар антиоксиданттық қабілетке негізгі үлес қосады деп саналады. *Achillea* -дан алынған әртүрлі еріткіш экстрактыларындағы фенолдардың жалпы мөлшері 59.71±0.13-тен 96.16±0.21-ке дейін өзгерді, ал флавоноид мөлшері 38.22±0.11 тен 86.65±1.17 ке дейін өзгерді (кесте 4, 5).

Кесте 4 – Фенолды қосылыста қолданылатын Folin-ciocalteu реагенті нәтижесі

Фенолды қосылыстардың мөлшері (мг/мл GAE)			
Өсімдік түрі	Ethanol	Aseton	dH ₂ O
<i>Achillea</i>	73.47±2.17	96.16±0.21	59.71±0.13
<i>Artemisia</i>	63.71±0.79	113.56±0.91	40.75±0.00

Кесте 5 – Флавоноид мөлшерін анықтау

Жалпы флавоноид мөлшері (мг/млQE/г)			
Өсімдік түрі	Ethanol	Aseton	dH2O
<i>Achillea</i>	71.13±0.18	86.65±1.17	38.22±0.11
<i>Artemisia</i>	65.94±0.06	74.94±1.97	22.74±0.00

Artemisia экстрактыларында фенол мөлшері 40.75±0.00 тен 113.56±0.91ке дейін өзгерсе, флавоноид мөлшері 22.74±0.00 нен 74.94±1.97ге деін өзгерді.

Экстракттардағы фенолдық қосылыстардың мөлшері еріткіштің түріне байланысты өзгерді. Кестеден көріп отырғанымыздай, фенолдардың мөлшері ацетон экстрактында ең жоғары және су экстрактысында ең төмен екендігі көрсетілген. Осы зерттеуде *Achillea* және *Artemisia* экстракттардағы флавоноидтардың жалпы құрамы алюминий хлоридін метанол ертіндісін қолдана отырып спектрофотометриялық әдіспен анықталды.

Фенолдық және флавоноидтық компоненттердің жалпы саны жоғары антиоксиданттық қабілеттілікті көрсетті және осы зерттеуде сыналған *Achillea* және *Artemisia* экстракттары фенолдар мен флавоноидтарға бай болды.

Өсімдіктердегі фенолдық қосылыстардың жоғарлығы олардың фармакологиялық қасиеттерін көрсетеді; сондықтан өсімдіктердегі фенолдық қосылыстарды талдау олардың медициналық құндылығын түсіну үшін өте маңызды.

Қорытынды

Бұл зерттеудің нәтижелері көптеген салаларда, әсіресе тамақ, фармация, медицина және табиғи терапияда табиғи қосылыстарды пайдалану бойынша зерттеулердің артуына ықпал етеуі мүмкін.

Бұдан кейінгі зерттеулерде биоактивтілігі бар белсенді қосылыстардың құрылымын тазарту және түсіндіру жұмыстарына ықпал етуі мүмкін.

Тәжірибеде қолданылған өсімдік түрлерінің биологиялық қасиеттерінің алғаш рет зерттелуі бұл жұмыстың бастапқы құндылығын арттырады. Нәтижесінде алынған зерттеулер осы түрге қатысты тың деректер болады, бұдан бұрын аталған түрлер бойынша осы бағытта жұмыстар өте аз. Сондықтан болжамды нәтижелерді алу жаңа ғылыми деректерді құруға және халықаралық индекстерде тіркелген журналдарда жарияланымдарды құруға мүмкіндік береді.

Көзделген нәтижелерді алу экономикалық құндылықты қамтамасыз ете алады және емдік немесе емдік препараттарды анықтау әрі тұжырымдау үшін негіз бола алады. Бұл нәтижелер жаңа шөптік дәрі-дәрмек шығаруға мүмкіндік береді әрі жаңа экономикалық кіріс беруі мүмкін.

Осы тұрғыда қарастырылып отырған диссертация болашақта патентпен тіркелуі мүмкін өнім шығара алатын, осы өнімдерден экономикалық табыс әкелетін және жаңа зерттеулерге негіз болатын зерттеу болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Состав биологически активных веществ экстрактов цветов тысячелистников аборигенной флоры Беларуси, Казахстана и России, их антиоксидантные свойства и токсичность / В.П. Курченко, Н.В. Сушинская, А.С. Чубарова и др. // Экобиотех. – 2019. – Т. 2. – № 3. – С. 286-292.
2. Вишневец Ж.В. Применение полыни горькой в лечебной практике / Ж.В. Вишневец // Ветеринарная медицина. – 2004. – № 4. – С. 38-39.
3. Прибыткова, Л.Н. Флавоноиды растений рода *Artemisia* / Л.Н. Прибыткова, С.М. Адекенов. – Алматы: Ғылым, 1999. – 180 с.
4. Попов А.П. Лекарственные растения в народной медицине / А.П. Попов. – Здоровье, 1967.
5. Инновации при пищевой аллергии в клинической практике / В.А. Жарин, С.В. Федорович, В.Г. Цыганков и др. // Военная медицина. – 2016. – № 1. – С. 141-143.
6. Влияние пептидов сывороточных белков молока на восстановление уровня флуоресценции в системе с активированными формами кислорода / Е.И. Тарун и др. // Труды Белорусского государственного университета. – 2016. – Т. 11, ч 1. – С. 231-236.

7. Benedek B. *Achillea millefolium* L. sl revisited: recent findings confirm the traditional use / B. Benedek, B. Kopp // *Wiener Medizinische Wochenschrift* (1946). – 2007. – Т. 157. – №. 13-14. – P. 312-314.
8. Exudate flavonoid aglycones of *Achillea depressa* Jka., sect. *Filipendulinae* (DC.) Afan.: A comparative study / S. Ivancheva et al. // *Flavonoids and Bioflavonoids* 1995. – 1996. – P. 307-309.
9. Антиоксидантные и гепатозащитные свойства липидов озерных отложений / В.Н. Буркова и др. // *Химико-фармацевтический журнал*. – 1998. – Т. 32, №. 10. – С. 28-30.
10. Изучение химического состава и антиоксидантной активности полифенолов *Artemisia santolinifolia* / Л.Н. Прибыткова и др. // *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. – 2011. – Т. 26, № 1-2. – С. 65-67.
11. Чернов Ю.Н. Полифенольные соединения: структура, свойства и прикладные аспекты применения / Ю.Н. Чернов, А.В. Бузлама, Ю.М. Дронова // *Фарматека*. – 2004. – №. 8. – P. 43-48.
12. Insecticidal Antimicrobial and Antioxidant Activities of Bulb Extracts of *Allium sativum* / B. Meriga, R. Mopuri, T.M. Krishna & G.V. Reddy // *Asian Pacific Journal of Tropical Medicin*. – 2012. – 5. P. 391-395.
13. Shalaby E.A. Comparison of DPPH and ABTS assays for determining antioxidant potential of water and methanol extracts of *Spirulina platensis* / E.A. Shalaby, S.M.M. Shanab // *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*. – 2013. – 42(5). – P. 556-564.
14. Ismail A. Antioxidant activity of selected commercial seaweeds / A. Ismail, T.S. Hong // *Malaysian Journal of Nutrition*. – 2002. – Т. 8, № 2. – P. 167-177.
15. Slinkard K. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods / K. Slinkard, V.L. Singleton // *American journal of enology and viticulture*. – 1977. – Т. 28, № 1. – P. 49-55.
16. Standardization of a propolis extract and identification of the main constituents / A. Arvouet-Grand et al // *Journal de pharmacie de Belgique*. – 1994. – Т. 49, № 6. – P. 462-468.
17. Nemeth E. Biological activities of yarrow species (*Achillea* spp.) / E. Nemeth, J. Bernath // *Current pharmaceutical design*. – 2008. – Т. 14, № 29. – P. 3151-3167.
18. Phenolic compounds from *Achillea millefolium* L. and their bioactivity / S. Vitalini et al // *Acta Biochimica Polonica*. – 2011. – Т. 58, №. 2. – P. 203-209.
19. Жумабеков, Ж. Флора трав Казахстана и перспективы развития ароматерапии [на казахском]. / Ж. Жумабеков, Т. Сагиндыков // *Астана Журналы*. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 75-83.
20. Айтов Д.М. Природные ресурсы казахских трав и современное состояние фитотерапии [на казахском] / Д.М. Айтов // *Экология и Денсаулық*. – 2020. – № 2. – С. 98-105.

References

1. Sostav biologicheskii aktivnykh veshchestv ehkstraktov tsvetov tsysyachelistnikov aborigennoi flory Belarusi, Kazakhstana i Rossii, ikh antioksidantnye svoistva i toksichnost' / V.P. Kurchenko, N.V. Sushinskaya, A.S. Chubarova i dr. // *Ehkobiotekh*. – 2019. – Т. 2. – № 3. – S. 286-292. (In Russian).
2. Vishnevets ZH.V. Primenenie polyni gor'koi v lechebnoi praktike / ZH.V. Vishnevets // *Veterinarnaya meditsina*. – 2004. – № 4. – S. 38-39. (In Russian).
3. Pribytkova, L.N. Flavonoidy rastenii roda *Artemisia* / L.N. Pribytkova, S.M. Adekenov. – Almaty: Gylym, 1999. – 180 s. (In Russian).
4. Popov A.P. Lekarstvennye rasteniya v narodnoi meditsine / A.P. Popov. – Zdorov'e, 1967. (In Russian).
5. Innovatsii pri pishchevoi allergii v klinicheskoi praktike / V.A. Zharin, S.V. Fedorovich, V.G. Tsygankov i dr. // *Voennaya meditsina*. – 2016. – № 1. – S. 141-143. (In Russian).
6. Vliyanie peptidov syvorotochnykh belkov moloka na vosstanovlenie urovnya fluorestsentsii v sisteme s aktivirovannymi formami kisloroda / E.I. Tarun i dr. // *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2016. – Т. 11, ch 1. – S. 231-236. (In Russian).
7. Benedek B. *Achillea millefolium* L. sl revisited: recent findings confirm the traditional use / B. Benedek, B. Kopp // *Wiener Medizinische Wochenschrift* (1946). – 2007. – Т. 157. – №. 13-14. – R. 312-314. (In English).
8. Exudate flavonoid aglycones of *Achillea depressa* Jka., sect. *Filipendulinae* (DC.) Afan.: A comparative study / S. Ivancheva et al. // *Flavonoids and Bioflavonoids* 1995. – 1996. – R. 307-309. (In English).

9. Antioksidantnye i gepatozashchitnye svoistva lipidov ozernykh otlozhenii / V.N. Burkova i dr. // Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal. – 1998. – T. 32, № 10. – S. 28-30. (In Russian).
10. Izuchenie khimicheskogo sostava i antioksidantnoi aktivnosti polifenolov Artemisia santolinifolia / L.N. Pribytkova i dr. // Sibirskii zhurnal klinicheskoi i ehksperimental'noi meditsiny. – 2011. – T. 26, № 1-2. – S. 65-67. (In Russian).
11. Chernov YU.N. Polifenol'nye soedineniya: struktura, svoistva i prikladnye aspekty primeneniya / YU.N. Chernov, A.V. Buzlama, YU.M. Dronova // Farmateka. – 2004. – № 8. – R. 43-48. (In Russian).
12. Insecticidal Antimicrobial and Antioxidant Activities of Bulb Extracts of Allium sativum / V. Meriga, R. Mopuri, T.M. Krishna & G.V. Reddy // Asian Pacific Journal of Tropical Medicin. – 2012. – 5. R. 391-395. (In English).
13. Shalaby E.A. Comparison of DPPH and ABTS assays for determining antioxidant potential of water and methanol extracts of Spirulina platensis / E.A. Shalaby, S.M.M. Shanab // Indian Journal of Geo-Marine Sciences. – 2013. – 42(5). – R. 556-564. (In English).
14. Ismail A. Antioxidant activity of selected commercial seaweeds / A. Ismail, T.S. Hong // Malaysian Journal of Nutrition. – 2002. – T. 8, № 2. – R. 167-177. (In English).
15. Slinkard K. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods / K. Slinkard, V.L. Singleton // American journal of enology and viticulture. – 1977. – T. 28, № 1. – R. 49-55. (In English).
16. Standardization of a propolis extract and identification of the main constituents / A. Arvouet-Grand et al // Journal de pharmacie de Belgique. – 1994. – T. 49, № 6. – R. 462-468. (In English).
17. Nemeth E. Biological activities of yarrow species (Achillea spp.) / E. Nemeth, J. Bernath // Current pharmaceutical design. – 2008. – T. 14, № 29. – R. 3151-3167. (In English).
18. Phenolic compounds from Achillea millefolium L. and their bioactivity / S. Vitalini et al // Acta Biochimica Polonica. – 2011. – T. 58, № 2. – R. 203-209. (In English).
19. Zhumabekov, ZH. Flora trav Kazakhstana i perspektivy razvitiya aromaterapii [na kazakhskom]. / ZH. Zhumabekov, T. Sagindykov // Astana Zhurnalyn. – 2019. – T. 3, № 1. – S. 75-83. (In Russian).
20. Aitov D.M. Prirodnye resursy kazakhskikh trav i sovremennoe sostoyanie fitoterapii [na kazakhskom] / D.M. Aitov // Ehkologiya i Densaulyk. – 2020. – № 2. – S. 98-105. (In Russian).

А.М. Рахимжанова¹, Г.К. Канатбекова^{1*}, Б.Қ. Кикбаева¹, М. Туран², М.У. Уәшова¹

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Технический университет Эрзурума,
Турция, Эрзурум, Çat Yolu Üzeri 4. Km, Yakutiye

*e-mail: kanatbekova1307@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСТРАКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ЭФИРНЫМ МАСЛОМ ВКО

В данном исследовании из некоторых эфирно-масличных лекарственных растений, произрастающих на территории ВКО, в частности тысячелистника (лат. Achillea) и полынь (лат. Artemisia) изучены антиоксидантные свойства экстрактов, общее содержание фенолов и флавоноидов. В исследовательской работе использовались три растворителя, дистиллированная вода, ацетон и этанол. Антиоксидантная активность экстрактов определялась DPPH, ABTS, β-каротиновой/линолевой кислотой и фенольными, флавоноидными соединениями. Получены результаты, связанные с применяемыми методами и растворителями (полярными, аполярными). Например, метод удаления катионных радикалов ABTS показал, что самая высокая антиоксидантная активность в обоих типах растений была продемонстрирована одним и тем же растворителем ацетона (Achillea 344.11 и 0.06 мг/мл, Artemisia 198.26 и 0.07 мг/мл). DPPH показал наиболее сильный эффект удаления радикалов в дистиллированном водном растворителе (Achillea 245,82±1,59 мг/мл, Artemisia 300,53±1,18 мг/мл) у обоих видов с помощью метода определения активности удаления свободного радикала. Кроме того, при изучении общего фенола, флавоноидных соединений общее количество фенолов в различных экстрактах растворителей, полученных из Achillea, варьировалось от 0.13 мг/мл с 59.71 до 0.13 мг/мл с 96.16 до 0.21 мг / мл, а количество флавоноидов варьировалось от 0.11 мг/мл с 38.22 до

86.65 с 1.17 мг / мл. В то время как содержание фенола в экстрактах *Artemisia* варьировалось от 40.75 мг/мл до 113.56 мг/мл до 0.91 мг/мл, содержание флаваноидов варьировалось от 22.74 мг/мл до 74.94 мг / мл до 1.97 мг / мл.

Ключевые слова: *Achilleamillefolium*, *artemisiaabsinthium*, экстракт, биологически активные вещества, антиоксидантная активность.

A.M. Rakhimzhanova¹, G.K. Kanatbekova^{1*}, B.K. Kikbayeva¹, M. Turan², M. Uashova¹

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

²Erzurum Technical University
Турция, Эрзурум, Çat Yolu Üzeri 4. Km, Yakutiye
*e-mail: kanatbekova1307@gmail.com

THE STUDY OF THE BIOLOGICAL PARAMETERS OF EXTRACTS OBTAINED FROM SOME MEDICINAL PLANTS WITH THE ESSENTIAL OIL OF EKP

*In this study, the antioxidant properties of extracts, the total content of phenols and flavonoids were studied from some essential oil medicinal plants growing on the territory of East Kazakhstan region, in particular yarrow (Latin *Achillea*) and wormwood (Latin *Artemisia*). Three solvents, distilled water, acetone and ethanol were used in the research work. The antioxidant activity of the extracts was determined by dpph, ABTS, β -carotene/linoleic acid and phenolic, flavonoid compounds. The results related to the applied methods and solvents (polar, apolar) were obtained. For example, the ABTS cationic radical removal method showed that the highest antioxidant activity in both plant types was demonstrated by the same acetone solvent (*Achillea* 344.11 and 0.06 mg/ml, *Artemisia* 198.26 and 0.07 mg/ml). DPPH showed the strongest effect of radical removal in distilled aqueous solvent (*Achillea* 245.82±1.59 mg/ml, *Artemisia* 300.53±1.18 mg/ml) in both species using the method of determining the activity of free radical removal. In addition, when studying total phenol, flavonoid compounds, the total amount of phenols in various solvent extracts obtained from *Achillea* ranged from 0.13 mg/ml from 59.71 to 0.13 mg/ml from 96.16 to 0.21 mg/ml, and the amount of flavonoids ranged from 0.11 mg/ml from 38.22 to 86.65 from 1.17 mg/ml. While the phenol content in *Artemisia* extracts ranged from 40.75 mg/ml to 113.56 mg/ml to 0.91 mg/ml, the flavanoid content ranged from 22.74 mg/ml to 74.94 mg/ml to 1.97 mg/ml.*

Key words: *Achilleamillefolium*, *artemisiaabsinthium*, extract, biologically active substances, antioxidant activity.

Авторлар туралы мәлімет

Ақгүль Махметхановна Рахимжанова – PhD, Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университетінің жаратылыстану ғылыми пәндер кафедрасының профессоры, Семей, Қазақстан; e-mail: akgul.r.m@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9939-2267>.

Гульмира Канатбековна Канатбекова* – Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университетінің жаратылыстану ғылымдары кафедрасының 2 курс магистранты, Семей, Қазақстан; e-mail: kanatbekova1307@gmail.com.

Балауса Құрмашқызы Кикбаева – Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университетінің жаратылыстану ғылымдары кафедрасының 2 курс магистранты, Семей, Қазақстан.

Мұрат Тұран – Эрзурум техникалық университеті, жаратылыстану факультеті, молекулалық биология және генетика кафедрасы, Эрзурум, Түркия; e-mail: m.turan@erzurum.edu.tr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2900-1755>.

Мейрамгүл Уәшқызы Уәшова – педагогика ғылымдарының магистры, Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университетінің жаратылыстану ғылымдары кафедрасының оқытушысы, Семей, Қазақстан.

Information about the authors

Aigul Makhmetkhanovna Rakhimzhanova – PhD, associate professor at the Department of Natural Science in the Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan; e-mail: akgul.r.m@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9939-2267>.

Gulmira Kanatbekovana Kanatbekova* – 2nd year master's student of the Department of Natural Sciences of Shakarim Semey State University, Semey, Kazakhstan.

Balaua Kurmashovna Kikbaeva – 2nd year master's student of the Department of Natural Sciences of Shakarim Semipalatinsk State University, Semey, Kazakhstan.

Murat Turan – Erzurum Technical University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turke; e-mail: m.turan@erzurum.edu.tr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2900-1755>.

Meiramgul Uashovna Uashova – master of pedagogical sciences, lecturer at the Department of Natural science disciplines of Shakarim University of Semey, Kazakhstan.

Сведения об авторах

Акгуль Махметхановна Рахимжанова – PhD, профессор кафедры естественно-научных дисциплин Университета имени Шакарима, г. Семей, Казахстан; e-mail: akgul.r.m@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9939-2267>.

Гульмира Канатбековна Канатбекова – магистрант 2 курса кафедры естественных наук Университета имени Шакарима, г. Семей, Казахстан.

Балауса Курмашовна Кикбаева – магистрант 2 курса кафедры естественных наук Университета им. Шакарима, г. Семей, Казахстан.

Мурат Туран – доктор, Технический университет Эрзурума, факультет естественных наук, кафедра молекулярной биологии и генетики, Эрзурум, Турция; e-mail: m.turan@erzurum.edu.tr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2900-1755>.

Мейрамгуль Уашовна Уэшова – кафедра естественно-научных дисциплин, Университет имени Шакарима города Семей.

Редакцияға енуі 18.01.2024

Өңдеуден кейін түсуі 15.03.2024

Жариялауға қабылданды 18.03.2024

АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕ

Ғылыми мақала бұрын жарияланбаған және жаңалығы бар авторлық әзірлемелерді, қорытындыларды, ұсыныстарды қамтитын ғылыми зерттеудің, эксперименттік немесе аналитикалық қызметтің бастапқы, аралық немесе түпкілікті нәтижелерінің мәтіндік материалы болуы тиіс. Ғылыми мақалаға жалпы тақырыппен байланысты бұрын жарияланған ғылыми нәтижелерді зерттеуге және талдауға арналған жұмыс кіреді (шолу мақаласы), онда жалпылама тұжырымдар мен ұсыныстар келтірілген.

«Шәкәрім университетінің хабаршысы. Техникалық ғылымдар бөлімі» ғылыми журналы қазақ, орыс, ағылшын тілдеріндегі қолжазбаларды қабылдайды.

Журналдың жиілігі-тоқсанына 1 рет (жылына 4 Нөмір).

Мақала электрондық форматта (.doc, .docx, .rtf) tech.vestnik.shakarim.kz журнал веб-сайтының жүктеу функционалдығы арқылы беріледі.

Порталмен жұмыс істеу үшін tech.vestnik.shakarim.kz сайтына тіркелу қажет.

Журналға жариялау үшін келесі бағыттар бойынша мақалалар қабылданады:

- Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар
- Инженериядағы, техникадағы және технологиядағы математикалық және статистикалық әдістер
- Машина жасау және механика
- Тамақ инженериясы және биотехнология
- Техникалық физика және жылу энергетикасы
- Химиялық технология

Материалдарды ресімдеуге қойылатын талаптар

Мақала жиектердің келесі өлшемдерімен ресімделеді: парақтың шетінен шегініс – 2,0 см. Қаріп өлшемі – 11, жоларалық интервал – 1,0, қаріп гарнитурасы – Arial.

Ғылыми мақаланың құрылымы

Структура научной статьи должна включать следующие элементы:

Ғылыми мақаланың құрылымы келесі элементтерді қамтуы керек:

- ГТАХА индексі (ғылыми-техникалық ақпараттың халықаралық айдары) – беттің сол жақ шетінен көрсетіледі. ГТАХА индексінің мақаласын тағайындау үшін www.grnti.ru сайты пайдалану қажет).
- Авторлар туралы мәлімет – ортадағы жол арқылы жазылады:
 - мақала авторының аты-жөні және тегі (алдымен аты-жөні, содан кейін тегі – А.К. Қалиев), қаріп-қалың;
 - автордың (лардың) жұмыс орны-ЖОО (ұйымның), қаланың, елдің атауы;
 - корреспондент-автордың байланыс ақпараты (e-mail).
- Мақаланың атауы (тақырыбы) – жол арқылы, қалың қаріппен, ортасына тураланады. Ол мазмұнды дәл көрсетуі керек, қысқа және нақты болуы керек. Тақырыптағы сөздерді қысқартуға жол берілмейді.
- Аннотация – зерттеудің негізгі мәнінің, зерттеу әдістері мен объектілерінің қысқаша мазмұнын, ең маңызды нәтижелерін, олардың маңыздылығын, ғылыми және тәжірибелік құндылығын қысқаша баяндайды. Аннотация мақала атауынан кейінгі жол арқылы курсивпен орналастырылады. Аннотация көлемі –150-300 сөз.
- Түйін сөздер – мақаланы іздеуге және оның тақырыптық аймағын анықтауға арналған. Түйін сөздердің саны-5-8, курсивпен жазылады.
- Мақаланың негізгі мәтіні – жол арқылы:
 - Кіріспе – өзектіліктің көрінісі;
 - Зерттеу шарттары мен әдістері;
 - Зерттеу нәтижелері;

- Ғылыми нәтижелерді талқылау;
- Қорытынды;
- Пайдаланылған әдебиеттер тізімі – мақала жазылған тілде және ағылшын тілінде рәсімделеді.
- Қаржыландыру туралы ақпарат (бар болса).
- Мақаланың соңында автордың (авторлардың) аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, жұмыс орны; ЖОО-ның (ұйымның), қаланың, елдің атауы; әрбір автор үшін байланыс ақпараты (e-mail); мақаланың тақырыбы (атауы); аннотация; мақала тілінен ерекшеленетін екі тілдегі түйінді сөздер келтіріледі (қазақ/орыс, ағылшын).

Материалдардың көлемі, әдетте, мәтінді, суреттерді, кестелерді қоса алғанда, 3 беттен кем болмауы және 8 беттен аспауы тиіс.

Авторлар саны **5 адамнан** аспауы керек.

Суреттерді, карталарды, фотосуреттерді, кестелерді, формулаларды компьютерлік техниканың қолдана отырып орындау және олар туралы айтылғандай мақалада орналастыру ұсынылады. Суреттердің реттік нөмірлері араб цифрларымен белгіленеді, суреттің атауы суреттің астында ортасына келтіріледі (1 – сурет-суреттің атауы).

Кестелер мақаланың мәтінде бірінші сілтемеден кейін немесе келесі бетте көрсетіледі. Кестенің нөмірі мен атауы беттің сол жағында келтірілген (1 – кесте-кестенің атауы). Кестені келесі бетке ауыстырған жағдайда бағандар нөмірленеді және келесі бетте оң жағында кестенің жалғасы (1 – кестенің жалғасы) көрсетіледі.

Әдебиеттерді рәсімдеу тәртібі:

- литература располагается по мере упоминания в тексте;
- Әдебиет мәтінде айтылғандай орналастырылады;
- мәтін бойынша квадрат жақшада сілтеме берілген жұмыстың реттік нөмірі көрсетіледі;
- әдебиеттерді рәсімдеу МЕМСТ 7.1-2003 «Библиографиялық жазба. Библиографиялық сипаттама. Құрастырудың жалпы талаптары мен ережелері»;
- анықтамалық әдебиеттерді дайындау кезінде басылым авторларының толық тізімін (басқаларынсыз) көрсетіңіз.

Әдебиеттер тізімін құрастыру мысалдары

1. Аксартов Р.М. Леукомизинді сандық анықтау әдісі / Р.М. Аксартов, М.И. Айзиков, С.А. Расулова // ҚазҰУ Хабаршысы. Сер. хим. – 2003. – Т..., № 8. – Б.40-41.
2. Курмуков А.А. Леуомизиннің ангиопротекторлық және гиполлипидемиялық белсенділігі / А.А. Курмуков. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 б.
3. Абимильдина С.Т. Қант өндірісі инфрақұрылымының жұмыс істеуі және дамуы / С.Т. Абимильдина, Г.Е. Сыдыкова, Л.А. Оразбаева // Қазақстанның аграрлық секторындағы Инновация: Матер. Халықарал. конф. / ҚазҰУ. Әл-Фараби атындағы қазу. – Алматы, 2010. – Б.10-13.
4. Соколовский Д.В. Өзін-өзі реттейтін камера жетектерінің механизмдерін синтездеу теориясы [Электрондық. ресурс] / Д.В. Соколовский. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (қарау күні 12.03.2009).

Автор мақаланы жібергеннен кейін журнал редакциясы ұсынылған жұмысты екі апта ішінде оның талаптарға сәйкестігін тексеру мақсатында (антиплагиат, дизайн, рецензия және т.б.) қарайды.

Журнал редакциясы мақаланы қабылдау туралы оң шешім қабылдаған жағдайда, авторларға жарияланымға ақы төлеу үшін тиісті хабарлама жіберіледі.

Мақала журнал талаптарына сәйкес келмеген жағдайда авторлар электрондық поштаға хабарлама арқылы хабарланатын болады.

Журналдың редакциясы келіп түскен жұмысты рецензиялауға дербес жібереді. Журнал мақаланы авторын жасырып (*Double-blind review*), екі рецензиялаудан өткізеді.

Журналдың редакциясы мақаланың ұқсастығының бар-жоғына тексеруді жүзеге асырады (лицензиялық бағдарламалық қамтамасыз ету пайдаланылады). Мәтіннің өзіндік ерекшелігі **көмінде 75%** болуы керек. Мақалалардағы өзін-өзі сілтеме жасау үлесі 15%-дан аспауы керек. Түпнұсқалықтың қажетті пайызын алмаған мақала авторға пысықтауға жіберіледі. Бірінші және екінші тексерулер тегін, үшінші тексеру – 2000 теңге. Үшінші тексеруден кейін теріс нәтиже алынған жағдайда, мақала журналға жариялауға жіберілмейді.

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

ФТАХА: 32.61.11

М.А. Смагулов^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А

²Мәскеу мемлекеттік университеті,
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Әл-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

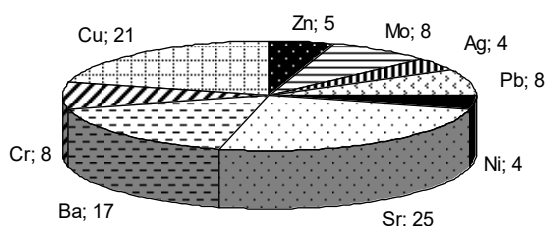
АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

Аңдатпа: Мақалада зерттеу нәтижелері келтірілген.....

Түйін сөздер: қоршаған орта, биолог, табиғат,.....

Кіріспе

Ландшафт компоненттерінің Биогеохимиялық қасиеттерін қалыптастыруда атмосфералық, су және биогендік көші-қон маңызды рөл атқарады. Барлық табиғи сулардың ішінде жауын-шашында айтарлықтай өзгерістер байқалады. Қардағы элементтердің шоғырлануы ауа температурасына, ластану көзіне қатысты жел бағытының бағытына, одан қашықтығына, жер бедеріне байланысты [1]. Жауын-шашынның химиялық құрамындағы айырмашылықтар ауа массаларының күрделі қозғалыстарына байланысты. 1-суретте су қоймаларының мұзындағы ауыр металдардың құрамы көрсетілген.



1 сурет – Москворецкий жүйесінің су қоймаларының мұзында ауыр металдар құрамының таралуы

Зерттеу әдістері

Мәтін.....

Зерттеу нәтижелері

Жаңбыр сулары құрамы бойынша сульфатты-бикарбонатты- және сульфатты-хлоридті-кальцийлі. Атмосферада шаңның шоғырлануына байланысты олардың минералдануы жоғары. Ландшафттың аудан бірлігіне жауын-шашынға есептелген ауыр металдардың басымдылығы қармен салыстырғанда жаңбырда (Sr, Pb, Cr, Zn, Ni) анықталды (1-кесте).

1 кесте – Қар мен жаңбырдағы ауыр металдардың құрамы, кг/га

№	Ауыр металдар	Қар	Жауын
1	Pb	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,2 \times 10^{-4}$
2	Cr	$0,4 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-3}$
3	V	$8,5 \times 10^{-5}$	–
Ескертпе *			

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Мәтін.....

Қорытынды

Мәтін.....

Әдебиеттер тізімі

1. Курмуков А.А. Леуомизиннің ангиопротекторлық және гиполипидемиялық белсенділігі / А.А. Курмуков. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 б.
2. Хрусталева М.А. Табиғи және антропогендік ландшафт компоненттеріндегі ауыр металдардың биогеохимиялық көші-қоны және жинақталуы / М.А. Хрусталева // 3-ші Халықаралық ғылыми конференцияның ғылыми еңбектер жинағы. – Семей қ.: СМУ баспасы Шәкәрім, 2012. – 1 Том. – Б. 368-373.
3.

References

1. Kurmukov A.A. Leuomizinnii angioprotectorlyk zhene gipolipidemiyalyk belsendiligi / A.A. Kurmukov. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 b.
2. Khrustaleva M.A. Tabii zhene antropogendik landshaft komponentterindegi auyr metaldardyn biogeokhimiya lyk keshi-qony zhene zhinaqtaluy / M.A. Khrustaleva // 3-shi Khalyqaralyk ғыlymi konferentsiyanyn ғыlymi eңбекter zhinaғы. – Semei q.: SMU baspasy Shәkәrim, 2012. – 1 Tom. – B. 368-373.3. ...

М.А. Смагулов^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Московский государственный университет,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования.....

Ключевые слова: среда, биолог, природа,.....

M. Smagulov^{1*}, S. Zaitsev², M. Iskakov¹, A. Karimov³

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Moscow State University, Moscow, Russia
119991, Russian Federation, Moscow, 1 Leninskie gory Street

³Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

*e-mail: smagulov@mail.ru

BIOGEOCHEMICAL MIGRATION AND ACCUMULATION HEAVY METALS

This article discusses the characteristics of the development of eco-geochemical changes in the biosphere. Analyzed discretely, and in particular the relationship of environmental, geochemical and ecological changes. We present the laws of development of ecological-geochemical changes in the biosphere.....

Key words:.....

Авторлар туралы мәліметтер

Максат Ануарбекович Смагулов* – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Сергей Александрович Зайцев – «Физика және математика» кафедрасының физика-математика ғылымдарының кандидаты; Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Маржан Муратовна Искакова – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Айтбек Калиевич Каримов – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

Сведения об авторах

Максат Ануарбекович Смагулов* – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Сергей Александрович Зайцев – кандидат физико-математических наук кафедры «Физика и математика»; Московский государственный университет, Российская Федерация; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Маржан Муратовна – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Айтбек Калиевич – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

Information about the authors

Maksat Smagulov* – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Sergei Zaitsev – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Physics and Mathematics; Moscow State University, Russian Federation; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Marjan Iskakova – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Aitbek Karimov – senior teacher at the Department of Automation; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья должна представлять собой текстовый материал начальных, промежуточных или окончательных результатов научного исследования, экспериментальной или аналитической деятельности, содержащий авторские разработки, выводы, рекомендации, ранее не опубликованные и обладающие новизной. К научной статье относится также работа, посвященная изучению и анализу ранее опубликованных научных результатов, связанных общей темой (обзорная статья), в которой приводятся обобщающие выводы и рекомендации.

В научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки» принимаются рукописи на казахском, русском, английском языках.

Периодичность журнала – 1 раз в квартал (4 номера в год).

Статья подается в электронном формате (.doc, .docx, .rtf) посредством загрузки через функционал веб-сайта журнала tech.vestnik.shakarim.kz

Для работы с порталом необходимо зарегистрироваться на сайте tech.vestnik.shakarim.kz

Для публикации в журнал принимаются статьи по следующим направлениям:

- Автоматизация и информационные технологии
- Математические и статистические методы в инженерии, технике и технологии
- Машиностроение и механика
- Пищевая инженерия и биотехнология
- Техническая физика и теплоэнергетика
- Химическая технология

Требования к оформлению материалов

Статья оформляется со следующими размерами полей: отступ от края листа – 2,0 см. Кегль шрифта – 11, межстрочный интервал – 1,0, гарнитура шрифта – Arial.

Структура научной статьи

Структура научной статьи должна включать следующие элементы:

- Индекс МРНТИ (международный рубрикатор научно-технической информации) – указывается с левого края страницы. Для присвоения статье индекса МРНТИ необходимо использовать сайт www.grnti.ru).
- Сведения об авторах – пишутся через строку по центру:
 - инициалы и фамилия автора(-ов) статьи (сначала инициалы, затем фамилия – А.К. Калиев), шрифт – полужирный;
 - место работы автора(-ов) – название вуза (организации), города, страны;
 - контактная информация (e-mail) автора-корреспондента.
- Название статьи (заголовок) – через строку, выделяется полужирным шрифтом, выравнивание по центру. Должно точно отражать содержание, быть кратким и лаконичным. Сокращение слов в заглавии не допускается.
- Аннотация – краткое изложение основной сути исследований, методов и объектов исследований, наиболее важных результатов, их значимость, научная и практическая ценность. Аннотация размещается через строку после названия статьи курсивом. Объем аннотации – 150-300 слов.
- Ключевые слова – предназначены для поиска статьи и определения ее предметной области. Количество ключевых слов – 5-8, оформляются курсивом.
- Основной текст статьи – через строку:
 - Введение – отражение актуальности;
 - Условия и методы исследования;
 - Результаты исследований;
 - Обсуждение научных результатов;

- Заключение;
- Список литературы – оформляется на языке написания статьи и на английском языке.
- Информация о финансировании (при наличии).
- В конце статьи приводятся инициалы и фамилия, ученая степень, звание, место работы автора(-ов); название вуза (организации), города, страны; контактная информация (e-mail) для каждого автора; заглавие (название) статьи; аннотация; ключевые слова на двух языках, отличимых от языка статьи (казахский/русский, английский).

Объем материалов, как правило, не должен быть менее 3 страниц и не более 8 страниц, включая текст, рисунки, таблицы.

Количество авторов не должно превышать **5 человек**.

Рисунки, карты, фотографии, таблицы, формулы рекомендуется выполнять с помощью компьютерной техники и размещать в статье по мере их упоминания. Порядковые номера рисунков обозначаются арабскими цифрами, название рисунка приводятся по центру под рисунком (Рисунок 1 – Название рисунка).

Таблицы отражаются в тексте статьи после первой ссылки или на следующей странице. Номер и название таблицы приводятся с левой стороны страницы (Таблица 1 – Название таблицы). В случае переноса таблицы на следующую страницу, столбцы нумеруются и на следующей странице с правой стороны указывается продолжение таблицы (Продолжение таблицы 1).

Порядок оформления литературы:

- литература располагается по мере упоминания в тексте;
- по тексту в квадратных скобках указывается порядковый номер работы, на которую дается ссылка;
- оформление литературы должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»;
- при оформлении пристатейной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

Примеры оформления списка литературы

1. Аксартов Р.М. Метод количественного определения леукомизина / Аксартов Р.М., М.И. Айзиков, С.А. Расулова // Вестник КазНУ. Сер. хим. – 2003. – Т.1., № 8. – С. 40-41.
2. Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполлипидемическая активность леуомизина / А.А. Курмуков. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.
3. Абимильдина С.Т. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства / С.Т. Абимильдина, Г.Е. Сыдыкова, Л.А. Оразбаева // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф. / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2010. – С. 10-13.
4. Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс] / Д.В. Соколовский. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

После представления автором статьи редакция журнала рассматривает поступившую работу в течение двух недель с целью проверки ее соответствия предъявляемым требованиям (антиплагиат, оформление, рецензирование и т.д.).

В случае положительного решения редакции журнала о принятии статьи, авторам направляется соответствующее сообщение для произведения оплаты публикации.

В случае несоответствия статьи требованиям журнала авторы будут извещены сообщением на электронную почту.

Редакция журнала самостоятельно направляет поступившую работу на рецензирование. В журнале применяется двойное слепое рецензирование (*Double-blind review*), то есть конфиденциально.

Редакция журнала осуществляет проверку статьи на наличие заимствований (используется лицензионное программное обеспечение). Оригинальность текста должна составлять **не менее 75%**. Доля самоцитирования в статьях не должна превышать 15%. Статья, не набравшая необходимый процент оригинальности, направляется автору на доработку. Первая и вторая проверки осуществляются бесплатно, третья проверка – 2000 тенге. В случае получения отрицательного результата после третьей проверки, статья не допускается к публикации в журнале.

Образец оформления статьи

МРНТИ: 32.61.11

М.А. Смагулов^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Искакова¹, А.К. Каримов³

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Московский государственный университет,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования.....

Ключевые слова: среда, биолог, природа,.....

Введение

В формировании биогеохимических свойств компонентов ландшафта важную роль играет атмосферная, водная и биогенная миграция. Из всех природных вод наиболее заметные изменения наблюдаются в атмосферных осадках. Концентрация элементов в снеге зависит от температуры воздуха, направления розы ветров по отношению к источнику загрязнения, удаленности от него, рельефа местности [1]. Различия химического состава атмосферных осадков обусловлены сложными перемещениями воздушных масс. На рисунке 1 отобрано содержание тяжелых металлов во льду водохранилищ.

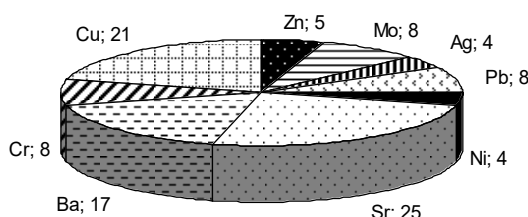


Рисунок 1 – Распределение содержания тяжелых металлов во льду водохранилищ Москворецкой системы

Методы исследования

Текст.....

Результаты исследований

Дождевые воды по составу сульфатно-гидрокарбонатно- и сульфатно-хлоридно-кальциевые. Минерализация их выше за счет концентрации в атмосфере пыли. Выявлено преобладание тяжелых металлов, рассчитанных при выпадении на единицу площади ландшафта, в дожде (Sr, Pb, Cr, Zn, Ni) по сравнению со снегом (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в снеге и дожде, кг/га

№	Тяжелые металлы	Снег	Дождь
1	Pb	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,2 \times 10^{-4}$
2	Cr	$0,4 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-3}$
3	V	$8,5 \times 10^{-5}$	–
Примечание: *			

Обсуждение научных результатов

Текст.....

Заключение

Текст.....

Список литературы

1. Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполлипидемическая активность леуомизина / А.А. Курмуков. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.
2. Хрусталева М.А. Биогеохимическая миграция и аккумуляция тяжелых металлов в компонентах природных и антропогенных ландшафтов / М.А. Хрусталева // Сборник трудов 3-й Международной научной конференции. – г. Семей: Изд-во СГУ им. Шакарима, 2012. – Том 1. – С. 368-373.

References

1. Kurmukov A.A. Angioprotektoynaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina / A.A. Kurmukov. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Khrustaleva M.A. Biogeokhimicheskaya migratsiya i akkumulyatsiya tyazhelykh metallov v komponentakh prirodnykh i antropogennykh landshaftov / M.A. Khrustaleva // Sbornik trudov 3-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. – g. Semei: Izd-vo SGU im. Shakarima, 2012. – Tom 1. – S. 368-373.

М.А. Смагулов^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²Мәскеу мемлекеттік университеті,

119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

Бұл мақалада биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің даму сипаттамасы қаралады. Қоршаған геохимиялық және экологиялық-геохимиялық өзгерістердің әсерлері бөлек және жекеше талданды. Біз биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің дамуының заңдылығын ұсынамыз.

Түйін сөздер:.....

M. Smagulov^{1*}, S. Zaitsev², M. Isakov¹, A. Karimov³

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Moscow State University, Moscow, Russia

119991, Russian Federation, Moscow, 1 Leninskie gory Street

³Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

*e-mail: smagulov@mail.ru

BIOGEOCHEMICAL MIGRATION AND ACCUMULATION HEAVY METALS

This article discusses the characteristics of the development of eco-geochemical changes in the biosphere. Analyzed discretely, and in particular the relationship of environmental, geochemical and ecological changes. We present the laws of development of ecological-geochemical changes in the biosphere.....

Key words:.....

Сведения об авторах

Максат Ануарбекович Смагулов* – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Сергей Александрович Зайцев – кандидат физико-математических наук кафедры «Физика и математика»; Московский государственный университет, Российская Федерация; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Маржан Муратовна Искакова – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Айтбек Калиевич Каримов – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

Авторлар туралы мәліметтер

Максат Ануарбекович Смагулов* – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Сергей Александрович Зайцев – «Физика және математика» кафедрасының физика-математика ғылымдарының кандидаты; Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Маржан Муратовна Искакова – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Айтбек Калиевич Каримов – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

Information about the authors

Maksat Smagulov* – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Sergei Zaitsev – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Physics and Mathematics; Moscow State University, Russian Federation; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Marjan Iskakova – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>

Aitbek Karimov – senior teacher at the Department of Automation; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>

RULES FOR AUTHORS

A scientific article should be a textual material of the initial, intermediate or final results of a scientific research, experimental or analytical activity, containing author's developments, conclusions, recommendations that have not been previously published and have novelty. A scientific article also includes a work devoted to the study and analysis of previously published scientific results related to a common theme (review article), which provides generalizing conclusions and recommendations.

In the scientific journal "Bulletin of Shakarim University". Series of technical sciences" accepts manuscripts in Kazakh, Russian, English.

Periodicity of the journal – 1 time per quarter (4 issues per year).

The article is submitted in electronic format (.doc, .docx, .rtf) by downloading through the functionality of the journal website tech.vestnik.shakarim.kz

To work with the portal, you need to register on the site tech.vestnik.shakarim.kz

Articles in the following areas are accepted for publication in the journal:

- Automation and information technology
- Mathematical and statistical methods in engineering, technique and technology
- Engineering and mechanics
- Manufacturing and Processing Industries
- Food engineering and biotechnology
- Technical physics and Thermal power engineering
- Chemical Technology

Requirements for the formalization of materials

The article is drawn up with the following margins: indent from the edge of the sheet – 2.0 cm. Font size – 11, line spacing – 1.0, typeface – Arial.

Structure of a scientific article

- ISTIR index (international scientific and technical information rubric) – indicated from the left edge of the page. To assign an ISTIR index to an article, you need to use the site www.grnti.ru.
- Information about the authors – written on the next line in the center
 - initials and surname of the author (s) of the article (first write the initials, then the surname – A. Kaliev), font selection – bold;
 - place of work of the author(s) – the name of the university (organization), city, country;
 - contact information (e-mail) of the corresponding author.
- Title of the article (title) – next line, highlighted in bold, center alignment. It should accurately reflect the content, be short and concise. Shortening of words in the title is not allowed.
- Annotation - a summary of the main essence of research, methods and objects of research, the most important results, their significance, scientific and practical value. The annotation is placed one line after the title of the article in italics. The volume of the abstract is 150-300 words.
- Keywords are designed to search for an article and determine its subject area. The number of keywords - 5-8, are written in italics.
- The main text of the article – through the line:
 - Introduction – a reflection of relevance;
 - Conditions and methods of research;
 - Research results;
 - Discussion of scientific results;
 - Conclusion;
 - The list of references is drawn up in the language of writing the article and in English.
- Funding information (in the presence).
- At the end of the article, the initials and surname, academic degree, title, place of work of the author(s) are given; the name of the university (organization), city, country; contact information (e-mail) for each author; title (heading) of the article; annotation; keywords in two languages distinct from the language of the article (Kazakh/Russian, English).

The volume of materials, as a rule, should not be less than 3 pages and not more than 8 pages, including text, figures, tables.

The number of authors should not exceed **5 people**.

Drawings, maps, photographs, tables, formulas are recommended to be done using computer technology and placed in the article as they are mentioned. Sequential numbers of figures are indicated by Arabic numerals, the name of the figure is given in the center under the figure (Figure 1 – The title of the figure).

Tables are reflected in the text of the article after the first link or on the next page. The number and title of the table are given on the left side of the page (Table 1 – The title of the table). If the table is transferred to the next page, the columns are numbered and on the next page, on the right side, the continuation of the table is indicated (Continuation of table 1).

The order of registration of literature:

- literature is arranged as it is mentioned in the text;
- the text in square brackets indicates the serial number of the work to which the link is given;
- the design of the literature should be carried out in accordance with the requirements of GOST 7.1-2003 «Bibliographic record. Bibliographic description. General requirements and rules for drafting»;
- when preparing referenced literature, provide a complete list of the authors of the publication (without others).

Examples of designing a list of references

1. Aksartov R.M. Metod kolichestvennogo opredeleniya leukomizina / Aksartov R.M., M.I. Aizikov, S.A. Rasulova // Vestnik KaZNU. Ser. khim. – 2003. – T.1., № 8. – S. 40-41.
2. Kurmukov A.A. Angioprotektornaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina / A.A. Kurmukov. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
3. Abimul'dina S.T. Funktsionirovanie i razvitie infrastruktury sakharnogo proizvodstva / S.T. Abimul'dina, G.E. Sydykova, L.A. Orazbaeva // Innovatsiya v agrarnom sektore Kazakhstana: Mater. Mezhdunar. konf. / KaZNU im. al'-Farabi. – Almaty, 2010. – S. 10-13.
4. Sokolovskii D.V. Teoriya sinteza samoustanavlivayushchikhsya kulachkovykh mekhanizmov privodov [Elektron. resurs] / D.V. Sokolovskii. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (data obrashcheniya: 12.03.2009).

After the submission of the article by the author, the editors of the journal review the submitted work within two weeks in order to check its compliance with the requirements (anti-plagiarism, design, review, etc.).

In case of a positive decision of the editorial board of the journal to accept the article, the authors are sent a corresponding message to pay for the publication.

In case of non-compliance of the article with the requirements of the journal, the authors will be notified by e-mail.

The editorial board of the journal independently sends the received work for review.

The journal uses *double-blind review*, that is, it is confidential.

The editorial board of the journal checks the article for borrowings (licensed software is used). The originality of the text must be **at least 75%**. The share of self-citations in articles should not exceed 15%. An article that does not reach the required percentage of originality is sent to the author for revision. The first and second checks are free of charge, the third check is 2000 tenge. If a negative result is obtained after the third check, the article is not allowed for publication in the journal.

Sample design of the article

IRSTI: 32.61.11

M. Smagulov¹, S. Zaitsev², M. Iskakova¹, A. Karimov³

¹Shakarim University of Semey

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A, Glinki str.

²Moscow State University,

119991, Russian Federation, Moscow, Leninskiye Gory, 1, str.

³Kazakh al-Farabi National University

050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, al-Farabi Ave., 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

BIOGEOCHEMICAL MIGRATION AND ACCUMULATION HEAVY METALS

Annotation: The article presents the results of the study.....

Key words: environment, biologist, nature,.....

Introduction

Atmospheric, water, and biogenic migration plays an important role in the formation of the biogeochemical properties of landscape components. Of all natural waters, the most noticeable changes are observed in precipitation. The concentration of elements in the snow depends on the air temperature, the direction of the wind rose in relation to the source of pollution, the distance from it, and the terrain [1]. Differences in the chemical composition of precipitation are due to complex movements of air masses. Figure 1 shows the content of heavy metals in the ice of reservoirs.

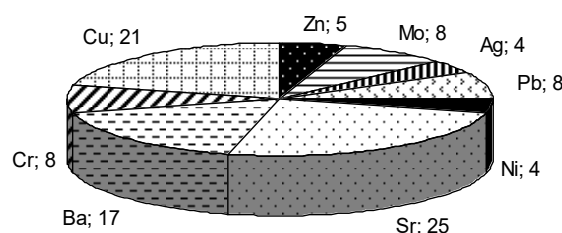


Figure 1 – Distribution of heavy metals in the ice of reservoirs of the Moskvoretzkaya system

Research methods

Text.....

Research results

Rain waters are sulfate-bicarbonate- and sulfate-chloride-calcium in composition. Their mineralization is higher due to the concentration of dust in the atmosphere. The predominance of heavy metals calculated for precipitation per unit area of the landscape was revealed in rain (Sr, Pb, Cr, Zn, Ni) compared to snow (Table 1).

Table 1 – Content of heavy metals in snow and rain, kg/ha

№	Heavy Metals	Snow	Rain
1	Pb	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,2 \times 10^{-4}$
2	Cr	$0,4 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-3}$
3	V	$8,5 \times 10^{-5}$	–

Note: *

Discussion of scientific results

Text.....

Conclusion

Text.....

References

1. Kurmukov A.A. Angioprotekornaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina / A.A. Kurmukov. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Khrustaleva M.A. Biogeokhimicheskaya migratsiya i akkumulyatsiya tyazhelykh metallov v komponentakh prirodnikh i antropogennykh landshaftov / M.A. Khrustaleva // Sbornik trudov 3-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. – g. Semey: Izd-vo SGU im. Shakarima, 2012. – Tom 1. – S. 368-373.
3. ...

М.А. Смагулов^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

²Мәскеу мемлекеттік университеті,
119991, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Ленин таулары, 1-үй

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

Бұл мақалада биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің даму сипаттамасы қаралады. Қоршаған геохимиялық және экологиялық-геохимиялық өзгерістердің әсерлері бөлек және жекеше талданды. Біз биосферадағы экологиялық-геохимиялық өзгерістердің дамуының заңдылығын ұсынамыз.

Түйін сөздер:.....

М.А. Смагулов^{1*}, С.А. Зайцев², М.М. Исакова¹, А.К. Каримов³

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А

²Московский государственный университет,
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

*e-mail: smagulov@mail.ru

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования.....

Ключевые слова: среда, биолог, природа,.....

Information about the authors

Maksat Smagulov* – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Sergei Zaitsev – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Physics and Mathematics; Moscow State University, Russian Federation; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Marjan Iskakova – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>

Aitbek Karimov – senior teacher at the Department of Automation; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>

Сведения об авторах

Максат Ануарбекович Смагулов* – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Сергей Александрович Зайцев – кандидат физико-математических наук кафедры «Физика и математика»; Московский государственный университет, Российская Федерация; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Маржан Муратовна Исакова – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Айтбек Калиевич Каримов – старший преподаватель кафедры «Автоматизация»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

Авторлар туралы мәліметтер

Максат Ануарбекович Смагулов* – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: smagulov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6369-3690>.

Сергей Александрович Зайцев – «Физика және математика» кафедрасының физика-математика ғылымдарының кандидаты; Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: zaisev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7057-0461>.

Маржан Муратовна Исакова – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: iskakova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-4966>.

Айтбек Калиевич Каримов – «Автоматтандыру» кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: karimov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-2266>.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.С. Шерстнев ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	5
В.Н. Zholmyrza, А.М. Smaiyl CITY TRAFFIC SIMULATION ON MICROSERVICES.....	11
А. Mendebayeva, Т. Zhylykybayev, Т. Mukhamediyarova, К. Baibossinova, В. Zhapar GENERAL QUESTIONS OF SELECTION AND APPLICATION OF COMMUNICATION PROTOCOLS OF «SMART HOUSE» SYSTEM.....	15
Б.С. Ахметов, В.А. Лахно, Л.М. Кыдыралина ОҚУ ОРЫНДАРЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ КЕҢІСТІГІНІҢ КИБЕРҚОРҒАУ САЛАСЫНДАҒЫ АЛДЫҢҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	20
А.П. Смирнов, Е.С. Риттер*, А.А. Савостин, Д.В. Риттер, С.С. Молдахметов МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ И ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ.....	28

МАШИНА ЖАСАУ ЖӘНЕ МЕХАНИКА

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕХАНИКА

Г.А. Zhumadilova, А.М. Muratbaev, В.А. Lobasenko, А.К. Bazanova PROSPECTS FOR THE USE OF PROBIOTIC ENCAPSULATION PROCESS.....	39
Н. Серікбекұлы, К.Д. Орманбеков, А.Б. Шынарбек, А.Ж. Жасулан ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОРШНЯ ГРУЗОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	44
Р.А. Sovetbayev, Y. Nugman, Y. Shayakhmetov, A. Kawalek ANALYSIS OF METHODS FOR OBTAINING WIRE PRODUCTS, ADVANTAGES OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT RADIAL SHEAR MILLS.....	54
А.Б. Советканов, Е.Я. Шаяхметов, Р.Б. Мейрбеков МСТО МЕН КЕСУДІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ КЕСУ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ.....	62

ТАМАҚ ИНЖЕНЕРИЯСЫ ЖӘНЕ BIOTEХНОЛОГИЯ

ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И BIOTEХНОЛОГИЯ

Д.А. Акимова, А.К. Какимов, Ж.С. Есимбеков ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАРШЕВОЙ СИСТЕМЫ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ.....	73
Л.Ж. Алашбаева, А.С. Боранкулова, Ш.А.Турсунбаева, Ж.К. Нургожина, А.А. Баялы ФУНКЦИОНАЛДЫ БАҒЫТТАҒЫ НАН ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	81
М.К. Алимарданова, В.М. Бакиева, Д.А. Тлевлесова ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫБОР БИОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БОЯРЫШНИКА, РЯБИНЫ И ПУСТЫРНИКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА.....	89
А.Б. Рахматулина, Ф.Т. Диханбаева, А.Б. Абуова, Б. Калемшарив, А.Б. Есенова БИЕ СҮТІ МЕН ҚЫМЫЗДЫҢ САПАСЫ.....	98
А.Ә. Жанболат, У.О. Тунгышбаева СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ УПАКОВОК В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	108
К.С. Жарыкбасова, Е.С. Жарыкбасов, Ж.Х. Какимова, Г.Н. Раимханова, А.М. Байкадамова КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩИЙ КОНЦЕНТРАТ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ.....	115
Ж.Ә. Жарылқасынова, Г.К. Искакова, М.П. Байысбаева, Н.Б. Батырбаева ҰЗАҚ МЕРЗІМДЕ САҚТАУҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ПЕКТИН ҚОСЫЛҒАН ГАЛЕТАЛАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	124
М.А. Issaliyeva, Z.B. Yessimsitova, Y.A. Sinyavskiy, D.N. Tuigunov DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF TEA DRINKS WITH TARGETED PREVENTIVE PROPERTIES.....	133
Д.С. Свидерская, А.М. Шуленова, Е.Ф. Красноперова РАЗРАБОТКА НОВОГО КОЛБАСНОГО ИЗДЕЛИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАТУРАЛЬНЫХ ДОБАВОК РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....	142
А.Н. Құрманәлі, Т.Б. Абдигалиева*, А.Ж. Жеңісова ЙОГУРТТЫҢ САПАСЫ МЕН ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА ЖЕРГІЛІКТІ ИТМҰРЫННАН (<i>Rosa Corymbifera Borkh</i>) ДАЙЫНДАЛҒАН ҰНТАҚТАРДЫҢ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	150
Ш.Т. Кырыкбаева, Ж. Қалибекқызы, А.А. Майоров, З.В. Капшакбаева, Ш.К. Жакупбекова ӨСІМДІК КОМПОНЕНТІ ҚОСЫЛҒАН ТҰЗДЫ ЖҰМСАҚ ІРІМШІККЕ САРАПТАМАЛАР ЖАСАУ	158
Ф.А. Махмудов, С.Т. Азимова, М.Б. Ребезов, А.И. Изтаев, З.К. Конарбаева ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВО ВЫПЕЧЕННОГО ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛЬНОМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ.....	165
Г.К. Кузембаева, К. Кузембаев, Д.А. Тлевлесова, Ж.С. Набиева, Б.М. Кулуштаева ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА ВАРКИ ЗЕРНА МОГАРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО КОНЦЕНТРАТА «ТАЛКАН».....	174

Zh.A. Abish, R.S. Alibekov, G.E. Orymbetova, Z.I. Kobzhasarova, M.K. Kassymova CHARACTERISATION AND PROCESSING ALTERNATIVES OF MILK WHEY.....	183
Zh.I. Satayeva*, N.S. Mashanova, M.E. Smagulova, N.Zh. Kundyzbayeva, G.K. Karimova RESEARCH OF DISPERSION PROPERTIES OF OILCAKES.....	191
Ф.Х. Смольникова, Г.К. Наурзбаева, Г.Т. Жуманова, А.С. Камбарова, Ж.М. Атамбаева ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ЗАКВАСКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МАСЛА.....	198
А.Н. Нургазезова, А.М. Спанова, М.Б. Ребезов, Ш.К. Жакупбекова, К.М. Кабаева ТӨМЕН КАЛОРИЯЛЫ ЕТ ӨНІМІН ӨНДІРУДЕ ҚОЯН ЕТІ МЕН СҮТ ОШАҒАН КҮНЖАРАСЫН ҚОЛДАНУ.....	208
Б.С. Туганова АРНАЙЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА ТҮРЛІ МҰЗДАТЫЛҒАН КЕПТІРІЛГЕН СҮТ ӨНІМНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	217
Р.У. Ашакаева, Ж.М.Атамбаева, Ж.Т.Букабаева, Ш.Т. Кырыкбаева, А.С. Камбарова ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ЖАРТЫЛАЙ ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚ ӨНІМІНЕ АҚҰЫЗДЫ-МАЙЛЫ ҚОСПАНЫҢ ӨСЕРІ.....	225
Б.Ж. Мулдабекова, М.А. Якияева, Ш.А. Турсунбаева, А.Е. Куралбаева, Д. Смагул ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ШИКІЗАТТЫ ҚОСЫП ҚАНТТЫ ПЕЧЕНЬЕНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЖОҒАРЫЛАТУ.....	232
Ж.А. Сергибаева, Г.Б. Абдилова, Д.Р. Орынбеков, Б.Б. Кабулов, М.Е. Шаменов ПРЕСТЕУ ЖӘНЕ ТҮЙІРШІКТЕУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ МАЙ ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАРҒА ШОЛУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ.....	241
Z.V. Kapshakbayeva, Zh. Kalibekkyzy, A.A. Mayorov, Sh.K. Zhakupbekova, Sh.T. Kyrykbaeva RESEARCH OF CHANGES IN THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SEMI-HARD CHEESE DURING DEFROSTING.....	251
T. Boranbayeva, D. Zhalelov, A. Bolat, A. Zhunisbek PROBIOTIC PROPERTIES OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM MARE'S MILK	258
А.О. Бекбусинова, Т.А. Байбатыров, Т.А. Булеков, Е.Н. Урбанчик, С.Т. Жиенбаева ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОРАЩИВАНИЯ.....	266
А.Ж. Хастаева, Н.Е. Альжаксина, Д.Е. Сағымбаева СҮТТІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА КАППА-КАЗЕИН ГЕНОТИПІНІҢ ӨСЕРІ.....	273
Д.Р. Орынбеков, К.Ж. Амирханов, Б.К. Асенова, Г.Н. Нұрымхан, Н.Р. Муслимова* ТӨМЕНГІ СОРТТЫ ЕТТІ ФЕРМЕНТТІК ПРЕПАРАТТАРМЕН BIOTEХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДЕУ.....	280
Ғ.Р. Смағұл, Ю.А. Синявский, Д.Н. Туйгунов, Т.В. Савенкова ПРИМЕНЕНИЕ СУХОГО КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА И ПОЛИСАХАРИДА МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ШОКОЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ.....	288

ТЕХНИКАЛЫҚ ФИЗИКА ЖӘНЕ ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКАСЫ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

М.К. Скаков, О.С. Букина, Ю.Ю. Бакланова, Е.Т. Коянбаев, В.В. Бакланов ПОДБОР СОСТАВА МАТРИЦЫ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ОБЛУЧЕННОГО ТОПЛИВА РЕАКТОРА ИГР.....	301
А. Касымбаев, С.В. Плотников, А. Тұрлыбеқұлы, А. Погребняк ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ, МНОГОСЛОЕВЫХ, ТВЕРДЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	312
R.E. Kelsingazina SAFETY JUSTIFICATION FOR TRANSPORTATION OF NUCLEAR MATERIALS.....	320
О.В. Кофтанюк, А.К. Кинжибекова АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЭЦ.....	324
P. Kowalewski, W. Wieleba, A. Brończyk, A. Ptak, M. Opałka, T. Leśniewski MODIFICATION OF POLYMERS IN JOINT ARTHROPLASTY.....	335
M.V. Yermolenko, A.B. Kassymov, O.A. Stepanova, T.N. Umyrzhan*, R.A. Shayakhmetov FEEDWATER TREATMENT AT THERMAL POWER PLANT.....	342
M. Maulet, B.K. Rakhadilov, W. Wieleba, Zh. B. Sagdoldina UTILIZING DETONATION SPRAYING IN THE PROCESS OF FORTIFYING COMPONENTS WITHIN POWER PLANT TECHNOLOGY.....	347

ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

A. Abdrasilova, G. Vassilina, K. Abdildina, F. Kanapiyeva STUDY OF CATALYSTS BASED ON MESOPOROUS ALUMINOSILICATE IN THE DEAROMATIZATION PROCESS OF A MODEL MIXTURE: PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND CATALYTIC ACTIVITY.....	353
Г.Е. Берганаева, М.А. Дюсебаева, А.Е. Берганаева, С.А. Сыдыкбаева ЗАҚЫМДАНҒАН «КАНАДСКАЯ» СҰРЫПТЫ БИДАЙ ТҰҚЫМЫНАН АЛЫНҒАН CO ₂ - СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ САРАПТАМАСЫ.....	361
Ж.К. Идришева, Г.К. Даумова, М.Д. Даниярова, О.А. Петрова, И.В. Денисов АЗЫҚ-ТҮЛІК ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН СУДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН СОРБЕНТТЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	370
Н.Ж. Кудайбергенов, Ф.М. Канапиева, Г.Ж. Жаксылыкова, А.Е. Аликеева, Т. Серик КАРБОКСИЛИРОВАНИЕ ГИДРОКСИАРЕНОВ КАЛИЕВЫМИ СОЛЯМИ АЛКИЛУГОЛЬНЫХ КИСЛОТ.....	383
Д.Х. Юлдашбек СҰР ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ДЕГИДРОГЕНАЗА ФЕРМЕНТІНІҢ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ МЫРЫШТЫҢ ӘСЕРІ.....	393

А.М. Рахимжанова, Г.К. Канатбекова, Б.Қ. Кикбаева, М. Тұран, М.У. Уәшова ШҚО КЕЙБІР ЭФИР МАЙЛЫ ДӘРІЛІК ӨСІМДІКТЕРДЕН АЛЫНҒАН ЭКСТРАКТТАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	400
АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕ.....	410
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ.....	415
RULES FOR AUTHORS.....	420

Басуға жіберілген күні 29.03.2024 ж. Пішімі 60x84 1/8
Шартты баспа табағы 26,25
Таралымы 100 дана. Бағасы келісімді.

Техникалық редакторы: Евлампиева Е.П., Семейская З.Т.
Безендіруші: Мырзабеков С.Т.

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің
Ақпарат комитетінде тіркелген
Есепке қою туралы куәлік № KZ93VPY00033663 19.03.2021 ж.

Жылына 4 рет шығады

Құрылтайшысы: «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғам

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің
баспаханасында басылды

Редакцияның мекен-жайы: 071412, Абай облысы,
Семей қаласы, ул. Глинки, 20 А
Тел.: +7 (7222) 31-32-49, эл.почта: rio@semgu.kz