



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**

№ 4 (12) 2023

Семей, 2023

Ғылыми журнал
«Шәкәрім Университетінің Хабаршысы»
Техникалық ғылымдар сериясы»

№ 4 (12) 2023

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 Ж.С., PhD (Қазақстан, Семей қ.)

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

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

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

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

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

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

Узаков Я.М. – техника ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университетінің профессоры, (Қазақстан, Алматы қ.)

Хуторянский В.В. – профессор, Реддинг университеті (Ұлыбритания, Реддинг қ.)

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

Драгоев С.Г. – 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, 2023

Научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки»

№ 4 (12) 2023

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 Ж.С., PhD (Казахстан, г. Семей)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Драгоев С.Г. – 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», 2023

Scientific journal
«Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences»

№ 4 (12) 2023

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 Wrocław University of Science and Technology (Poland, Wrocław)

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

Lobasenko 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», 2023

МРНТИ: 50.53.19

А.К. Шайханова^{1*}, И.В. Поз², Э.А. Кусембаева¹, А.О. Тлеубаева³

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2

²ТОО «Диагностика на дому»,
10000, Республика Казахстан, Астана

³Astana IT University,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мангилик Ел, 55/11
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

УДАЛЕННАЯ ДИАГНОСТИКА – ПОЛЬЗА ДЛЯ УЗКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВРАЧЕЙ

Аннотация. В условиях современных вызовов в сфере здравоохранения, таких как дефицит узкоспециализированных медицинских кадров и ограниченный доступ к качественной медицинской помощи в отдаленных районах, насущно возникает потребность в инновационных решениях. Данная статья основана на результатах пилотного проекта «Диагностика на дому», проведенного в Республике Казахстан. Проект включает в себя разработку и внедрение интегрированного программно-аппаратного комплекса, предназначенного для записи звуков организма, выполнения отоскопии, пульсоксиметрии и обеспечения эффективного общения между пациентами и врачами. Особое внимание в статье уделено применению технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа медицинских данных и формирования диагнозов. Исследование также затрагивает важные технологические аспекты, включая использование протоколов коммуникации, методов обработки данных, а также рассматривает меры, направленные на обеспечение безопасности и конфиденциальности медицинской информации. Результаты проекта демонстрируют значительный потенциал телемедицинских технологий в повышении эффективности работы специализированных врачей и улучшении доступности медицинских услуг, особенно в малообеспеченных и труднодоступных регионах. Статья открывает новые перспективы в использовании информационных технологий в медицине и способствует улучшению качества здравоохранения.

Ключевые слова: удаленная диагностика, телемедицина, специализированные врачи, оптимизация медицинских услуг, доступность здравоохранения, качество медицинской помощи, информационные технологии в здравоохранении.

Введение

Развитие информационных технологий в последние десятилетия оказало значительное влияние на медицинскую сферу, в частности на область телемедицины. Особенно важным это становится в контексте глобальной проблемы дефицита узкоспециализированных медицинских кадров. Данная статья фокусируется на изучении влияния удаленной диагностики на качество и доступность медицинских услуг.

С ростом технологических возможностей, удаленная диагностика начинает играть ключевую роль в обеспечении медицинских услуг, особенно в удаленных и малообеспеченных районах. Это направление представляет собой использование современных технологических средств для сбора медицинских данных на расстоянии и их последующего анализа специалистами. В контексте глобального дефицита специализированных медицинских работников, таких как отоларингологи, кардиологи и

дерматологи, удаленная диагностика выступает как средство оптимизации рабочего времени врачей и повышения доступности медицинских услуг для широкого круга пациентов.

Важность телемедицины усиливается в условиях современных вызовов, таких как пандемия COVID-19, которая требует минимизации прямых контактов между пациентами и медицинскими работниками. Удаленная диагностика позволяет осуществлять мониторинг состояния пациентов, не подвергая их риску заражения и предоставляя возможность своевременного реагирования на изменения их здоровья.

Также, развитие и интеграция информационных технологий в медицину открывает новые горизонты для применения искусственного интеллекта и машинного обучения в процессе диагностики. Это может значительно повысить точность и скорость диагностирования, а также обеспечить врачам дополнительные инструменты для анализа больших объемов данных.

Целью данной статьи является анализ влияния удаленной диагностики на улучшение качества и доступности медицинских услуг, а также изучение потенциала телемедицинских технологий в решении проблемы нехватки специализированных медицинских кадров. Мы рассматриваем практические аспекты внедрения и использования телемедицинских технологий на примере пилотного проекта "Диагностика на дому", реализованного в Республике Казахстан, и оцениваем его влияние на медицинскую практику в различных регионах страны.

Методы и материалы

Обзор литературы. В рамках исследования «Удаленная диагностика – польза для узкоспециализированных врачей» был проведен анализ ряда научных публикаций, охватывающих тему развития телемедицины в контексте глобальной цифровизации. Основной фокус анализа – изучение влияния телемедицинских технологий на работу узкоспециализированных медицинских работников.

Современные исследования подчеркивают, что телемедицина демонстрирует значительный рост и развитие, предоставляя новые возможности для медицинских специалистов, позволяя им проводить консультации и диагностику на расстоянии [1]. Эти работы выделяют важность интеграции цифровых технологий в медицинскую практику, особенно в условиях глобальной пандемии, когда потребность в удаленной медицинской помощи значительно возросла.

В области кардиологии удаленная диагностика начинает играть все более важную роль. Исследования показывают, как телемедицинские технологии используются для мониторинга пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, предоставляя врачам возможность отслеживать состояние пациентов в реальном времени [2]. Примеры включают использование мобильных приложений и носимых устройств для непрерывного мониторинга сердечного ритма и кровяного давления.

Дерматология также активно внедряет телемедицинские инновации. Исследования в этой области описывают использование теледерматологии для диагностики и лечения кожных заболеваний [3]. Это особенно актуально для районов с ограниченным доступом к специализированным дерматологам, где телемедицинские технологии позволяют проводить дистанционные консультации и диагностику, сокращая время ожидания и расстояния, которые пациенты должны преодолеть для получения квалифицированной помощи.

В сфере отоларингологии удаленная диагностика позволяет осуществлять консультации и первичную диагностику на ранних стадиях заболеваний уха, горла и носа [4]. Примеры включают использование видеоконсультаций и дистанционного анализа изображений для оценки состояния пациентов, что значительно упрощает процесс диагностики и ускоряет начало лечения.

Изучение научной литературы подтвердило значительный потенциал телемедицинских технологий в улучшении доступности и эффективности медицинской помощи. Особенно важно это в контексте дефицита специализированных медицинских кадров и необходимости расширения охвата медицинских услуг в удаленных и малообеспеченных регионах. В дальнейшем исследовании мы опираемся на эти данные для анализа влияния удаленной диагностики в реальных условиях пилотного проекта "Диагностика на Дому" в Республике Казахстан.

Программно-аппаратная часть проекта «Диагностика на дому». Программно-аппаратный комплекс для проведения дистанционного медицинского осмотра пациента «Диагностика на дому» включает следующее:

1) Полноценный программно-аппаратный комплекс предоставляющий широкий спектр функциональных возможностей для проведения дистанционного медицинского осмотра пациентов. Он позволяет записывать звуки организма, осуществлять отоскопию и пульсоксиметрию, а также обеспечивает коммуникацию между пациентами и врачами через приложение на платформах Android и iOS.

2) Система искусственного интеллекта, способная автоматически анализировать полученные данные и формулировать корректные диагнозы с использованием алгоритмов машинного обучения и паттерн-распознавания. Это позволит повысить точность и эффективность процесса диагностики.

3) Открытая экосистема продукта, обеспечивающая совместимость и интеграцию с устройствами сторонних производителей. Это создает возможности для расширения функциональности и использования различных медицинских устройств, улучшая гибкость и адаптивность системы.

Основные функциональные возможности программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому»:

1) Запись звуков организма при помощи фонендоскопа[5]:

- Аускультация сердца (согласно стандартной методологии по 5ти точкам).
- Аускультация лёгких (согласно стандартной методологии, включающей в себя до 14ти точек).
- Произвольная аускультация (запись звука любого органа по запросу врача, длительностью до 2х минут).

2) Запись видео разных органов при помощи отоскопа[6]:

- Отоскопия ушей.
- Отоскопия глаз.
- Отоскопия носа.
- Фарингоскопия ротовой полости.

3) Пульсоксиметрия[7]:

- Измерение уровня сатурации крови.
- Измерение частоты сердечных сокращений.

4) Общение пациентов или медицинских работников с удалённым врачом через приложение Android, в т.ч.:

- Чат с возможностью прикладывать аудио- и видео-файлы, а любые форматы фотографий и текстовых файлов.
- Возможность создания визитов, в которых в последствии будет храниться историю всех обследований.
- Возможность создавать жалобы, на основании которых врачи могут ставить диагнозы.

Программно-аппаратный комплекс «Диагностика на дому» предоставляет широкий спектр функциональных возможностей для дистанционного медицинского осмотра пациентов. Он позволяет записывать звуки организма, проводить отоскопию и пульсоксиметрию, а также обеспечивает коммуникацию между пациентами и врачами через приложения на платформах Android и iOS. Система искусственного интеллекта обеспечивает автоматический анализ данных и формулировку диагнозов, а открытая экосистема позволяет интегрировать различные устройства и расширять функциональность системы.

На аппаратном уровне комплекс включает специальные медицинские устройства, такие как фонендоскоп, отоскоп, пульсоксиметр и другие, которые пациенты могут использовать в домашних условиях для записи звуковых и видео данных организма. Эти устройства позволяют собирать информацию о состоянии сердца, легких, ушей, глаз, носа и других органов (рис. 1).

Записанные звуковые данные с фонендоскопа могут содержать звуки сердечных ритмов и дыхания, а отоскоп позволяет осмотреть состояние ушей, глаз, носа и ротовой полости. Пульсоксиметр используется для измерения уровня сатурации крови и частоты

сердечных сокращений. Все эти данные, полученные от медицинских устройств, передаются на серверную часть комплекса для дальнейшей обработки и анализа врачом.



Рисунок 1 – Аппаратная часть комплекса «Диагностика на дому»

Важными факторами при выборе аппаратного оборудования были его совместимость с программным комплексом, надежность и доступность. Также было учтено соблюдение требований к аппаратному и программному обеспечению, таким как версии операционных систем, языков программирования и дополнительных библиотек.

Архитектура программного комплекса. Комплекс состоит из серверной части (backend) для обработки и хранения данных, рабочего места врача (web frontend) для взаимодействия с пациентами и просмотра результатов диагностики, и пользовательских приложений для мобильных устройств (Android и iOS frontend).

Архитектура программного комплекса предусматривает серверную часть (backend), которая обеспечивает обработку данных, хранение информации и взаимодействие с базой данных PostgreSQL. Рабочее место доктора (web frontend) предоставляет интерфейс для врачей для взаимодействия с пациентами и просмотра результатов диагностики. Пользовательское приложение для Android-телефонов (Android frontend) и iOS (iOS frontend) позволяет пациентам общаться с врачом, передавать аудио- и видеофайлы, создавать визиты и жалобы.

На программном уровне комплекс включает серверную часть (backend), которая обрабатывает и хранит полученные данные о пациенте. Рабочее место врача (web frontend) предоставляет интерфейс для врачей, где они могут просматривать и анализировать данные пациентов, проводить дистанционные консультации и выставлять диагнозы. Для пациентов доступны пользовательские приложения для мобильных устройств (Android frontend и iOS frontend), которые позволяют проводить диагностические процедуры, взаимодействовать с врачом и получать рекомендации по лечению.

Реализация данных функциональных возможностей позволяет пользователям программно-аппаратного комплекса проводить диагностические процедуры и обследования в домашней обстановке, а также общаться с врачом, передавать аудио- и видеофайлы, получать рекомендации по лечению и получать дистанционную медицинскую помощь. Это обеспечивает удобство и доступность для пациентов, а также облегчает работу врачей, позволяя им проводить дистанционные консультации и анализировать данные пациентов для выставления диагнозов и предоставления необходимого лечения.

В процессе реализации функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому» были использованы соответствующие технологии, инструменты и программные библиотеки. Например, для записи звуков организма и видео осмотра были использованы соответствующие аппаратные устройства, такие как фонендоскоп и отоскоп, а также программные библиотеки для обработки и сохранения полученных данных.

Взаимодействие между компонентами комплекса осуществляется через определенные протоколы коммуникации, такие как HTTP или WebSocket. Например, пользовательские приложения для Android и iOS общаются с серверной частью (backend) при помощи API-интерфейсов, используя HTTP-запросы и передачу данных в формате JSON[8].

Реализация функциональных возможностей была проведена с учетом требований к безопасности данных и конфиденциальности пациентов. Все передаваемые данные защищены протоколами шифрования и соблюдены соответствующие стандарты и законодательные требования в области медицинской информации.

В итоге, реализация функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому» позволяет пациентам проводить диагностические процедуры в удобной домашней обстановке, а полученные данные передаются врачу для анализа и выставления диагнозов, обеспечивая

Результаты и их обсуждение

Анализ пилотного проекта «Диагностика на Дому». Современное здравоохранение сталкивается с рядом проблем, в том числе с дефицитом квалифицированных медицинских кадров. В Казахстане был запущен пилотный проект, направленный на интеграцию удалённой диагностики в практику врачей, с использованием комплекса домашней наблюдательной диагностики (ДНД). Цель проекта – повысить точность и доступность диагностических услуг.

Проект включал сравнение диагнозов, поставленных врачами во время личного приёма пациентов в клинике, с диагнозами, сделанными на основе данных, полученных с помощью комплекса ДНД. Это обеспечило уникальную возможность оценить точность и эффективность удалённой диагностики.

В ходе пилота было осмотрено 1 246 уникальных пациентов, что дало следующую статистику обследований с помощью ДНД:

- Отоскопия: 1 555 процедур;
- Аускультация: 1 092 процедуры;
- Пульсоксиметрия: 134 процедуры.

В 94% случаев удалось поставить точный диагноз, опираясь на симптомы, связанные с использованием ДНД (рис. 2). Все врачи проекта (100%) были удовлетворены качеством аудио и видео данных, полученных с помощью диагностического комплекса. В общей сложности, проектом было собрано более 12,5 часов звуковых записей и 11 часов видеоматериала.

Более половины от всех пациентов здоровы, при этом больше четверти имеют заболевания средней степени серьёзности и больше 1/8 - высокой

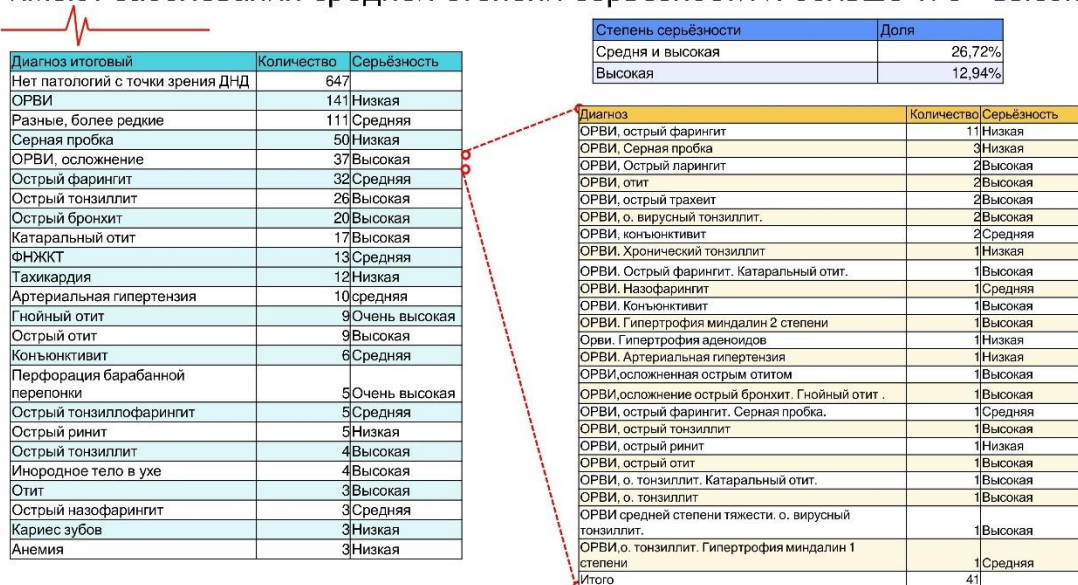


Рисунок 2 – Результаты тестирования пилотного проекта «Диагностика на дому»

В 94% случаев диагнозы, поставленные на основе данных ДНД, совпадали с диагнозами, поставленными врачами при личном осмотре. Это указывает на высокую точность удаленной диагностики при правильном использовании технологии.

Однако, у 5% пациентов заболевания были такими, что не могли быть корректно диагностированы с помощью ДНД. Это подчеркивает необходимость дальнейшего развития технологии и обучения медицинского персонала для работы с более широким спектром заболеваний.

Пилотный проект включал использование ДНД, который позволил врачам проводить комплексные обследования на расстоянии. Это привело к сокращению очередей в медицинских учреждениях и предоставило возможность быстрого доступа к специализированным консультациям.

Врачи-педиатры отмечают, что с введением ДНД значительно увеличилось количество пациентов, так как возможность быстро и точно диагностировать заболевания, такие как отит, стала доступной непосредственно во время первичного осмотра, без необходимости дополнительного ожидания консультаций у ЛОРа.

Медицинские работники, занимающиеся первичным фильтром пациентов, подчеркнули, что ДНД экономит время как врачей, так и пациентов, распределяя их сразу к нужным специалистам. Для пациентов с ограниченными возможностями, таких как люди с ДЦП, ДНД открыл доступ к полноценному медицинскому обследованию в условиях их дома, что стало возможным благодаря мобильности и функциональности оборудования.

Практическое применение ДНД позволило врачам на расстоянии оценивать объективные данные пациентов. Например, в случае вспышки кори, ДНД предоставил непривитым врачам безопасный способ наблюдения за состоянием пациентов, минимизируя риск заражения.

Заключение

Настоящее исследование демонстрирует значительные преимущества внедрения программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому» в контексте улучшения качества и доступности медицинских услуг в Республике Казахстан. Пилотный проект показал, что использование данной технологии позволяет значительно повысить точность диагнозов, опираясь на удаленный сбор данных. Применение данного комплекса в качестве инструмента телемедицины вносит значимый вклад в оптимизацию работы узкоспециализированных врачей и способствует расширению охвата медицинских услуг, особенно в отдаленных и малообеспеченных регионах.

Анализ результатов пилотного проекта выявил высокую точность диагностических данных, получаемых с помощью комплекса, что подтверждает эффективность удаленной диагностики в реальных условиях. Проект также продемонстрировал важность цифровизации медицинских услуг и возможность использования искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения качества здравоохранения.

Несмотря на положительные результаты, были также выявлены некоторые ограничения и проблемы, указывающие на необходимость дальнейшего развития технологии и обучения медицинского персонала. Однако, общий вывод исследования подтверждает, что интеграция телемедицинских технологий и удаленная диагностика могут сыграть ключевую роль в решении проблемы дефицита специализированных медицинских кадров и улучшении доступности медицинских услуг на национальном уровне.

В заключение, данный проект является обнадеживающим шагом в направлении цифровизации здравоохранения в Казахстане, предоставляя новые возможности для улучшения качества жизни пациентов и эффективности медицинских услуг.

Список литературы

1. Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). State of Telehealth. *New England Journal of Medicine*, 375(2), 154-161. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1601705>.
2. Steinhubl, S. R., Waalen, J., Edwards, A. M., Ariniello, L. M., Mehta, R. R., Ebner, G. S., ... & Topol, E. J. (2015). Digital medicine, on the threshold of a healthcare revolution: A review of current state, challenges, and opportunities for telemedicine. *JAMA Internal Medicine*, 175(10), 1668-1674. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.3568>
3. Trettel, A., Eissing, L., Augustin, M. (2018). Telemedicine in dermatology: Findings and experiences worldwide – a systematic literature review. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(2), 215-224. <https://doi.org/10.1111/jdv.14698>

4. Birkeland, S., Vaughan, C., & Eisenberg, L. (2018). The future of otolaryngology telemedicine in the wake of COVID-19: Regulatory and privacy considerations. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 161(1), 1-3. <https://doi.org/10.1177/0194599820929449>
5. Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Bashshur, N., & Yellowlees, P. M. (2016). The empirical evidence for telemedicine interventions in mental disorders. *Telemedicine and e-Health*, – 22(2), 87-113.
6. Кокс А. Н., Пилачовски К. А. Астрофизические величины Аллена // *Physics Today*. – 2000. – Т. 53. – № 10. – С. 77-78. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1325201>
7. Фелловиц Дж. С., Райт А., Сингх Х., Самал Л., Ситинг Д. Ф. Суммирование клинической информации: концептуальная модель // *Журнал биомедицинской информатики*. – 2011. – Т. 44. – № 4. – С. 688-699. DOI: 10.1016/j.jbi.2011.03.008.
8. Kvedar, J., Coye, M. J., & Everett, W. Connected health: a review of technologies and strategies to improve patient care with telemedicine and telehealth. *Health Affairs*. – 33(2) – 2014. – 194-199 p.
9. Dirk Beyer, Jan Haltermann, Thomas Lemberger, and Heike Wehrheim. Decomposing software verification into off-the-shelf components: an application to CEGAR. In *Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering (ICSE '22)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, – 2022. – 536-548 p. <https://doi.org/10.1145/3510003.3510064>
10. Whelan, R., Barbey, F.M., Cominetti, M.R. et al. Developments in scalable strategies for detecting early markers of cognitive decline. *Transl Psychiatry* 12, 473. – 2022. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-02237-w>.

References

1. Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). State of Telehealth. *New England Journal of Medicine*, 375(2), 154-161. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1601705>. (In English).
2. Steinhubl, S. R., Waalen, J., Edwards, A. M., Ariniello, L. M., Mehta, R. R., Ebner, G. S., ... & Topol, E. J. (2015). Digital medicine, on the threshold of a healthcare revolution: A review of current state, challenges, and opportunities for telemedicine. *JAMA Internal Medicine*, 175(10), 1668-1674. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.3568>. (In English).
3. Trettel, A., Eissing, L., Augustin, M. (2018). Telemedicine in dermatology: Findings and experiences worldwide – a systematic literature review. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(2), 215-224. <https://doi.org/10.1111/jdv.14698>. (In English).
4. Birkeland, S., Vaughan, C., & Eisenberg, L. (2018). The future of otolaryngology telemedicine in the wake of COVID-19: Regulatory and privacy considerations. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 161(1), 1-3. <https://doi.org/10.1177/0194599820929449>. (In English).
5. Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Bashshur, N., & Yellowlees, P. M. (2016). The empirical evidence for telemedicine interventions in mental disorders. *Telemedicine and e-Health*, 22(2), 87-113. (In English).
6. Cox A. N., Pilachowski K. A. Allen's astrophysical quantities // *Physics Today*. – 2000. – Т. 53. – № 10. – С. 77-78. – DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1325201>. (In Russian).
7. Feblovits J. S., Wright A., Singh H., Samal L., Siting D. F. Summation of clinical information: a conceptual model // *Journal of Biomedical Informatics*. – 2011. – Т. 44. – № 4. – С. 688-699. – DOI: 10.1016/j.jbi.2011.03.008. (In Russian).
8. Kvedar, J., Coye, M. J., & Everett, W. Connected health: a review of technologies and strategies to improve patient care with telemedicine and telehealth. *Health Affairs*. – 33(2) – 2014. – 194-199 p. (In English).
9. Dirk Beyer, Jan Haltermann, Thomas Lemberger, and Heike Wehrheim. Decomposing software verification into off-the-shelf components: an application to CEGAR. In *Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering (ICSE '22)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, - 2022. 536–548p. <https://doi.org/10.1145/3510003.3510064>. (In English).
10. Whelan, R., Barbey, F.M., Cominetti, M.R. et al. Developments in scalable strategies for detecting early markers of cognitive decline. *Transl Psychiatry* 12, 473. – 2022. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-02237-w>. (In English).

А.К. Шайханова^{1*}, И.В. Поз², Э.А. Құсембаева¹, А.О. Тілеубаева³

¹Еуразия ұлттық университеті Л.Н. Гумилева,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Сәтбаев к-сі, 2

²«Үйде Диагностика»,
10000, Қазақстан Республикасы, Астана

³Astana IT University,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

ҚАШЫҚТЫҚТАН ДИАГНОСТИКА-ЖОҒАРЫ МАМАНДАНДЫРЫЛҒАН ДӘРІГЕРЛЕРГЕ ПАЙДАСЫ

Жоғары мамандандырылған медициналық кадрлардың тапшылығы және шалғай аудандарда сапалы медициналық көмекке қолжетімділіктің шектелуі сияқты денсаулық сақтау саласындағы заманауи сын-қатерлер жағдайында инновациялық шешімдерге қажеттілік шұғыл түрде туындайды. Бұл мақала Қазақстан Республикасында жүргізілген "үйде Диагностика" пилоттық жобасының нәтижелеріне негізделген. Жоба ағзаның дыбыстарын жазуға, отоскопия, импульстік оксиметрия жасауға және пациенттер мен дәрігерлер арасындағы тиімді байланысты қамтамасыз етуге арналған интеграцияланған бағдарламалық-аппараттық кешенді әзірлеуді және енгізуді қамтиды. Мақалада медициналық деректерді талдау және диагноздарды қалыптастыру үшін жасанды интеллект және машиналық оқыту технологияларын қолдануға ерекше назар аударылады. Зерттеу сонымен қатар байланыс хаттамаларын, деректерді өңдеу әдістерін қолдануды қоса алғанда, маңызды технологиялық аспектілерді қарастырады және медициналық ақпараттың қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз етуге бағытталған шараларды қарастырады. Жобаның нәтижелері мамандандырылған дәрігерлер жұмысының тиімділігін арттыруда және медициналық қызметтердің қолжетімділігін жақсартуда, әсіресе аз қамтылған және қол жеткізу қиын өңірлерде телемедициналық технологиялардың елеулі әлеуетін көрсетеді. Мақала медицинада ақпараттық технологияларды қолданудың жаңа перспективаларын ашады және денсаулық сақтау сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: қашықтықтан диагностика, телемедицина, мамандандырылған дәрігерлер, медициналық қызметтерді оңтайландыру, денсаулық сақтаудың қолжетімділігі, медициналық көмектің сапасы, денсаулық сақтаудағы ақпараттық технологиялар.

A.K. Shaykhanova^{1*}, I.V. Poz², E.A. Kusembaeva¹, A.O. Tleubaeva³

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev str.,

²ТОО «Diagnostics at home»,
10000, Republic of Kazakhstan, Astana

³Astana IT University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Mangilik El Avenue, 55/11
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

REMOTE DIAGNOSTICS ARE USEFUL FOR HIGHLY SPECIALIZED DOCTORS

In the context of modern challenges in the healthcare sector, such as the shortage of highly specialized medical personnel and limited access to quality medical care in remote areas, there is an urgent need for innovative solutions. This article is based on the results of the pilot project "Home Diagnostics" conducted in the Republic of Kazakhstan. The project includes the development and implementation of an integrated software and hardware complex designed to record body sounds, perform otoscopy, pulse oximetry and ensure effective communication between patients and doctors. Special attention is paid to the use of artificial intelligence and machine learning technologies for analyzing medical data and forming diagnoses. The study also addresses important technological aspects, including the use of communication protocols, data processing methods, and considers measures aimed at ensuring the security and confidentiality of medical information. The results of the project demonstrate the significant potential of telemedicine technologies in improving the efficiency of specialized doctors and improving the availability of medical services, especially in

low-income and hard-to-reach regions. The article opens up new perspectives in the use of information technologies in medicine and contributes to improving the quality of healthcare.

Key words: *remote diagnostics, telemedicine, specialized doctors, optimization of medical services, accessibility of healthcare, quality of medical care, information technologies in healthcare.*

Сведения об авторах

Айгуль Кайрулаевна Шайханова – PhD, профессор кафедры информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Илья Поз – Директор ТОО «Диагностика на дому», ivpoz77@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5542-1392>

Элеонора Аскарровна Кусембаева – Руководитель проекта по коммерциализации ТОО «Диагностика на дому», kussembayevaeleonora@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1929-0436>.

Арайлым Орымбековна Тлеубаева – магистр техн. наук, сеньор-лектор Департамента компьютерной инженерии Astana IT University, a.tleubayeva@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9560-9756>.

Авторлар туралы мәліметтер

Айгуль Кайрулаевна Шайханова – PhD, ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының профессоры, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Илья Поз – «Үйдегі Диагностика» ЖШС директоры, ivpoz77@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5542-1392>.

Элеонора Асқарқызы Қусембаева – «Үйдегі диагностика» ЖШС коммерцияландыру жобасының жетекшісі, kussembayevaeleonora@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1929-0436>.

Арайлым Орымбековна Тлеубаева – техника магистрі. Astana IT University Компьютерлік инженерия департаментінің сеньор-лекторы, a.tleubayeva@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9560-9756>.

Information about the authors

Aigul Kairulayevna Shaykhanova – PhD, Professor of the Department of Information Security, L.N.Gumilyov Eurasian National University, shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Ilya Poz – Director of Diagnostics at Home LLP., ivpoz77@gmail.com . ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5542-1392>.

Eleonora Askarovna Kusembayeva – Head of the commercialization project of Diagnostics at Home LLP., kussembayevaeleonora@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1929-0436>.

Arailym Orymbekovna Tleubayeva – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Computer Engineering of Astana IT University, a.tleubayeva@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9560-9756>.

Материал поступил в редакцию 20.12.2023 г.

Ж.Б. Ибраимов*, А.Ж. Амиров

Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,
100027, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Нурсултана Назарбаева, 56
email: ibraimov0409@gmail.com

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ГИС В НАСТОЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ, РАЗРАБОТАННЫЕ НА БАЗЕ ФРЕЙМВОРКА «QT»

Аннотация: В этой статье исследуется реализация моделей цифровых геоинформационных систем (ГИС) в настольных приложениях с использованием Qt framework. Это подчеркивает важность ГИС-технологий в различных областях и потребность в мощных настольных приложениях, способных эффективно обрабатывать пространственные данные. Интеграция ГИС-моделей в приложения на базе Qt дает ряд преимуществ, таких как эффективное управление данными, пространственный анализ и удобные интерфейсы. В статье подчеркивается кроссплатформенная совместимость платформы Qt framework, позволяющая развертывать приложения с поддержкой ГИС в нескольких операционных системах. В заключение следует отметить, что внедрение цифровых ГИС-моделей в настольные приложения, разработанные с использованием Qt framework, дает значительные преимущества как разработчикам, так и пользователям. Это позволяет пользователям получать доступ к геопространственным данным, анализировать их и визуализировать, тем самым улучшая процессы принятия решений. Сочетание возможностей ГИС и Qt позволяет разработчикам создавать надежные и удобные в использовании приложения для удовлетворения растущего спроса на инструменты управления пространственными данными и анализа. Список использованных источников включает ссылки на официальные веб-сайты Qt и Esri, а также соответствующие публикации, связанные с интеграцией, ГИС и отображением шума с использованием ArcGIS.

Ключевые слова: настольные приложения; ГИС модели; внедрение карт; фреймворк Qt; ArcGIS Runtime SDK.

Введение

Технология геоинформационных систем (ГИС) произвела революцию в том, как мы управляем пространственными данными и анализируем их. Она играет решающую роль в различных областях, включая городское планирование, рациональное природопользование, транспорт и реагирование на чрезвычайные ситуации. В связи с растущим спросом на мощные настольные приложения, способные эффективно обрабатывать ГИС-данные, интеграция цифровых ГИС-моделей в приложения, разработанные с использованием платформы «Qt», приобрела все большее значение. Qt, платформа для разработки кроссплатформенных приложений, предоставляет разработчикам надежную основу для создания многофункциональных настольных приложений.

Интеграция ГИС-моделей в настольные приложения, разработанные на основе фреймворка Qt, обладает рядом преимуществ. Во-первых, это позволяет пользователям беспрепятственно получать доступ к геопространственным данным и манипулировать ими, способствуя эффективному управлению данными и их анализу. Пользователи могут импортировать различные форматы геопространственных данных, визуализировать данные на интерактивных картах, выполнять пространственные запросы и проводить расширенный пространственный анализ.

Во-вторых, интеграция функциональности ГИС в приложения на базе Qt позволяет разработчикам создавать удобные для пользователя интерфейсы, которые обеспечивают интуитивно понятный просмотр карт, управление слоями и интерактивные инструменты для исследования данных. Это предоставляет пользователям знакомую и визуально привлекательную среду для взаимодействия с пространственными данными, делая приложение более доступным и увлекательным.

Кроме того, кроссплатформенная совместимость фреймворка Qt гарантирует, что настольные приложения с поддержкой ГИС могут быть развернуты в нескольких операционных системах, включая Windows, macOS и Linux. Это расширяет охват приложения, позволяя пользователям с разных платформ пользоваться его возможностями ГИС.

При разработке настольных приложений ГИС с использованием платформы фреймворка Qt существует несколько вариантов интеграции через библиотеки ГИС и API (QGIS, GDAL и Esri ArcGIS Runtime SDK для Qt). Однако наиболее эффективным и действенным подходом является использование ArcGIS Runtime SDK, предоставляемого компанией Esri.

Esri ArcGIS Runtime SDK, представляет собой всеобъемлющий и многофункциональный набор инструментов для создания ГИС-приложений.

Преимущества использования ArcGIS Runtime SDK с Qt:

1) Всесторонняя функциональность ГИС: ArcGIS Runtime SDK предоставляет богатый набор инструментов и API-интерфейсов, которые позволяют разработчикам внедрять расширенные возможности ГИС в свои приложения. Он предлагает широкий спектр функциональных возможностей, включая обработку геопространственных данных, рендеринг карт, пространственный анализ, геокодирование и маршрутизацию. Он также включает в себя работу с различными форматами геопространственных данных, выполнение пространственного анализа, визуализацию данных на интерактивных картах и доступ к сервисам ArcGIS.

2) Бесшовная интеграция: ArcGIS Runtime SDK разработан для бесшовной интеграции с фреймворком Qt, обеспечивая совместимость и бесперебойную связь между функциональными возможностями ГИС и компонентами приложения Qt. Такая интеграция упрощает процесс разработки и улучшает общий пользовательский опыт.

3) Кроссплатформенная совместимость: как фреймворк Qt, ArcGIS Runtime SDK является кроссплатформенным инструментом, что позволяет разработчикам создавать ГИС-приложения, которые могут работать в нескольких операционных системах

Чтобы приступить к разработке настольных приложений для ГИС, крайне важно загрузить правильные версии необходимых инструментов: Qt и ArcGIS Runtime SDK. Использование совместимых версий обеспечивает плавную интеграцию и позволяет избежать проблем с совместимостью между SDK и фреймворком.

В первую очередь следует посетить официальные веб-сайты Qt и Esri, чтобы получить самую свежую информацию о рекомендуемых версиях Qt и ArcGIS Runtime SDK для интеграции (табл. 1).

Таблица 1 – Совместимые версии Qt и ArcGIS Runtime SDK (на май 2023 года)

Qt	ArcGIS Runtime SDK																				
<p>5.15.2</p> <p>5.12.x Offline Installers</p> <p>Qt offline installer is a stand-alone binary package including Qt libraries and Qt Creator.</p> <p>Linux Host</p> <ul style="list-style-type: none"> Qt 5.12.12 for Linux 64-bit (1.3 GB) (info) <p>macOS Host</p> <ul style="list-style-type: none"> Qt 5.12.12 for macOS (2.7 GB) (info) <p>Windows Host</p> <ul style="list-style-type: none"> Qt 5.12.12 for Windows (3.7 GB) (info) <p>Source packages & Other releases</p> <p>The source code is available:</p> <ul style="list-style-type: none"> For Windows users as a single zip file (831 MB) (info) For Linux/macOS users as a tar.xz file (486 MB) (info) 	<p>100.15.2</p> <p>ArcGIS Runtime SDK for Qt</p> <p>Latest release</p> <p>v100.15.2 - May 17, 2023 - Release notes</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Size</th> <th>SHA256 checksum</th> <th>Download</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Windows</td> <td>332 MB</td> <td>6368613277c0f287f12f7a30321f56220f5024aaa7a820998bac138b5d3bfe7</td> <td>ArcGIS_Runtime_SDK Qt_Windows_100_15_2.exe</td> </tr> <tr> <td>Linux (64 bit)</td> <td>481.2 MB</td> <td>0b990342f813a089980d9b8b8e454b76579c79e0c13c2e088c1c30a2088c28c</td> <td>ArcGIS_Runtime_SDK Qt_Linux64_100_15_2.tar.gz</td> </tr> <tr> <td>macOS</td> <td>569 MB</td> <td>e5f86f01d28ba5812683e14524d1194278f8f30f64547a7a0f5e723872620b10e</td> <td>ArcGIS_Runtime_SDK Qt_macOS_100_15_2.zip</td> </tr> <tr> <td>Documentation</td> <td>183 MB</td> <td>e29ef72153cb055fc73993957a186daa73a7978b7080f4c4b26d261046e4d1ca</td> <td>arcgis-runtime-sdk-qt-documentation-100-15-2.zip</td> </tr> </tbody> </table>	Type	Size	SHA256 checksum	Download	Windows	332 MB	6368613277c0f287f12f7a30321f56220f5024aaa7a820998bac138b5d3bfe7	ArcGIS_Runtime_SDK Qt_Windows_100_15_2.exe	Linux (64 bit)	481.2 MB	0b990342f813a089980d9b8b8e454b76579c79e0c13c2e088c1c30a2088c28c	ArcGIS_Runtime_SDK Qt_Linux64_100_15_2.tar.gz	macOS	569 MB	e5f86f01d28ba5812683e14524d1194278f8f30f64547a7a0f5e723872620b10e	ArcGIS_Runtime_SDK Qt_macOS_100_15_2.zip	Documentation	183 MB	e29ef72153cb055fc73993957a186daa73a7978b7080f4c4b26d261046e4d1ca	arcgis-runtime-sdk-qt-documentation-100-15-2.zip
Type	Size	SHA256 checksum	Download																		
Windows	332 MB	6368613277c0f287f12f7a30321f56220f5024aaa7a820998bac138b5d3bfe7	ArcGIS_Runtime_SDK Qt_Windows_100_15_2.exe																		
Linux (64 bit)	481.2 MB	0b990342f813a089980d9b8b8e454b76579c79e0c13c2e088c1c30a2088c28c	ArcGIS_Runtime_SDK Qt_Linux64_100_15_2.tar.gz																		
macOS	569 MB	e5f86f01d28ba5812683e14524d1194278f8f30f64547a7a0f5e723872620b10e	ArcGIS_Runtime_SDK Qt_macOS_100_15_2.zip																		
Documentation	183 MB	e29ef72153cb055fc73993957a186daa73a7978b7080f4c4b26d261046e4d1ca	arcgis-runtime-sdk-qt-documentation-100-15-2.zip																		

Заключение

Реализация цифровых ГИС-моделей в настольных приложениях, разработанных на основе фреймворка Qt, обеспечивает значительные преимущества как разработчикам, так и пользователям. Это позволяет пользователям беспрепятственно получать доступ к геопространственным данным, анализировать их и визуализировать, улучшая процессы принятия решений. Универсальность фреймворка Qt и доступность ГИС-библиотек и API-

интерфейсов делают его отличным выбором для разработчиков, стремящихся создавать настольные приложения с поддержкой, ГИС. Используя возможности, ГИС и Qt, разработчики могут создавать надежные и удобные в использовании приложения, удовлетворяющие растущему спросу на инструменты управления пространственными данными и анализа.

Список литературы

1. Официальная документация ArcGIS – URL:<https://developers.arcgis.com/qt/cpp/api-reference/> (дата обращения: 15.04.2023).
2. Официальная документация Qt – URL:<https://www.qt.io/blog> (дата обращения: 10.04.2023).
3. Kucas, A., Høj, J., and Frederiksen, R. Эффективное использование ArcGIS Runtime SDK // ESRI European User Conference – 2017.
4. Malick M. Ndiaye, Ismaila Rimi Abubakar, Arifusalam Shaikh. Здание и города: интегрирование моделей местностей с GIS в системы поддержки городов. // Конференция: Proceeding of the 3rd National GIS Symposium in Saudi Arabia – 2018.

References

1. Official link to ArcGIS – URL: <https://developers.arcgis.com/qt/cpp/api-reference/> (update date: 04/15/2023). (In English).
2. Official publication of the Qt URL: <https://www.qt.io/blog> (date of publication: 10.04.2023). (In English).
3. Lucas A., Howe J., J. and Frederiksen R. Interactive use of the ArcGIS Runtime SDK // ESRI - 2017 European User Conference. (In English).
4. Malik M. N. diaye, Ismaila Rimi Abubakar, Arifusalam Sheikh. Building and City: Integrating terrain models with GIS in city support systems. // Conference: Proceedings of the 3rd National GIS Symposium in Saudi Arabia – 2018. (In English).

Ж.Б. Ибраимов*, А.Ж. Амиров

Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
100027, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Нұрсұлтан Назарбаев, 56
email: ibraimov0409@gmail.com

«QT» ФРЕЙМВОРКІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ӘЗІРЛЕНГЕН ЖҰМЫС ҮСТЕЛІ ҚОСЫМШАЛАРЫНА ГАЗ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕРІН ЕНГІЗУ

Бұл мақалада Qt framework көмегімен жұмыс үстелі қосымшаларында Сандық геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) модельдерін енгізу қарастырылады. Бұл әртүрлі салалардағы ГАЗ технологияларының маңыздылығын және кеңістіктік деректерді тиімді өңдеуге қабілетті қуатты жұмыс үстелі қолданбаларының қажеттілігін көрсетеді. Qt негізіндегі қолданбаларға ГАЗ үлгілерін біріктіру деректерді тиімді басқару, кеңістіктік талдау және ыңғайлы интерфейстер сияқты бірқатар артықшылықтарды ұсынады. Мақалада бірнеше операциялық жүйелерде ГАЗ қолдайтын қосымшаларды орналастыруға мүмкіндік беретін Qt framework платформасының кросс-платформалық үйлесімділігі көрсетілген. Қорытындылай келе, Qt framework көмегімен жасалған жұмыс үстелі қолданбаларына цифрлық ГАЗ үлгілерін енгізу әзірлеушілерге де, пайдаланушыларға да айтарлықтай артықшылықтар беретінін атап өткен жөн. Бұл пайдаланушыларға геокеңістіктік деректерге қол жеткізуге, оларды талдауға және визуализациялауға мүмкіндік береді, осылайша шешім қабылдау процестерін жақсартады. ГАЗ және Qt мүмкіндіктерінің үйлесімі әзірлеушілерге кеңістіктік деректерді басқару және талдау құралдарына өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру үшін сенімді және қолдануға ыңғайлы қосымшалар жасауға мүмкіндік береді. Пайдаланылған дереккөздердің тізіміне ресми Qt және Esri веб-сайттарына сілтемелер, сондай-ақ ArcGIS көмегімен интеграцияға, ГАЗ-ға және шуды көрсетуге қатысты тиімді басылымдар кіреді.

Түйін сөздер: жұмыс үстелі қосымшалары; ГАЗ модельдері; карталарды енгізу; Qt шеңбері; ArcGIS Runtime SDK.

J.B. Ibraimov*, A.J. Amirov

Technical University of Karaganda named after Abylkas Saginov,
100027, Republic of Kazakhstan, Karaganda, Nursultan Nazarbayev, 56
email: ibraimov0409@gmail.com

IMPLEMENTATION OF DIGITAL GIS MODELS IN DESKTOP APPLICATIONS DEVELOPED ON THE BASIS OF THE «QT» FRAMEWORK

This article explores the implementation of digital geoinformation systems (GIS) models in desktop applications using the Qt framework. This highlights the importance of GIS technologies in various fields and the need for powerful desktop applications capable of efficiently processing spatial data. Integration of GIS models into Qt-based applications provides a number of advantages, such as efficient data management, spatial analysis and user-friendly interfaces. The article highlights the cross-platform compatibility of the Qt framework, which allows you to deploy GIS-enabled applications on multiple operating systems. In conclusion, it should be noted that the introduction of digital GIS models into desktop applications developed using the Qt framework provides significant benefits to both developers and users. This allows users to access, analyze and visualize geospatial data, thereby improving decision-making processes. The combination of GIS and Qt capabilities allows developers to create reliable and user-friendly applications to meet the growing demand for spatial data management and analysis tools. The list of sources used includes links to the official Qt and Esri websites, as well as relevant publications related to integration, GIS and noise mapping using ArcGIS.

Key words: desktop applications; GIS models; implementation of maps; Qt framework; ArcGIS Runtime SDK.

Сведения об авторах

Жасур Бахромулы Ибраимов* – магистрант кафедры «Информационно-вычислительные системы»; Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова; e-mail: ibraimov0409@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5590-0597>.

Азамат Жанболатович Амиров – директор Департамента обеспечения трансформации, доктор PhD кафедры «Информационно-вычислительные системы»; Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова; e-mail: ibraimov0409@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5590-0597>.

Авторлар туралы

Жасур Бахромұлы Ибраимов* – «Ақпараттық-есептеу жүйелері» кафедрасының магистранты; Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті; e-mail: ibraimov0409@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5590-0597>.

Азамат Жанболатұлы Әміров – трансформацияны қамтамасыз ету департаментінің директоры, PhD докторы "Ақпараттық-есептеу жүйелері" кафедрасы; Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті; e-mail: ibraimov0409@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5590-0597>.

Information about the authors

Zhasur Bahromuly Ibraimov* – Master's student of the Department of Information and Computing Systems; Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov; e-mail: ibraimov0409@gmail.com . ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5590-0597>.

Azamat Zhanbolatovich Amirov – Director of the Department of Transformation Support, Doctor of PhD. of the Department of Information and Computing Systems; Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov; e-mail: ibraimov0409@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5590-0597>.

Материал поступил в редакцию 11.06.2023 г.

D.S. Mukashev*, G.A. Abitova

Astana IT University,

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

*e-mail: d.mukashev@inbox.ru

INFORMATION TECHNOLOGY FOR WEATHER FORECAST BASED ON MODERN PLATFORM SOLUTIONS

Abstract: *Weather forecasting plays a crucial role in numerous industries and activities, ranging from agriculture and energy to tourism and transportation. In recent years, information technologies have significantly enhanced the capabilities of weather forecasting, providing more accurate and timely data. This article explores innovative information technologies employed in weather forecasting and their impact on modern practices. It highlights the utilization of cloud computing and data storage for managing vast amounts of meteorological data, enabling the use of more precise forecasting models. Additionally, the article discusses the integration of Internet of Things (IoT) and sensor networks, which facilitate the collection of weather data from diverse sources and contribute to localized and real-time weather predictions. Artificial intelligence (AI) and machine learning techniques are also examined for their ability to analyze large datasets, identify patterns, and improve forecast accuracy. Finally, the article emphasizes the importance of advanced data visualization techniques in effectively conveying weather information to end-users. By harnessing these information technologies, weather forecasting continues to advance, empowering various industries and enhancing decision-making processes.*

Key words: *Weather forecasting, Information technologies, Cloud computing, Data storage, Internet of Things (IoT), Sensor networks, Artificial intelligence (AI), Machine learning, Forecast accuracy, Data visualization, Decision-making processes.*

Introduction. Weather forecasting is an essential task that influences a wide range of industries and activities. Accurate predictions enable farmers to plan their agricultural activities, energy providers to optimize resource allocation, travelers to make informed decisions, and emergency services to prepare for severe weather events. Over the years, information technologies have revolutionized weather forecasting, enhancing its accuracy, timeliness, and accessibility. This article delves into the innovative information technologies employed in weather forecasting and their profound impact on modern practices.

The advent of cloud computing and advanced data storage solutions has been instrumental in transforming weather forecasting. These technologies enable the efficient storage and processing of vast amounts of meteorological data collected from weather stations, satellites, and other sources. With access to extensive historical data and real-time information, meteorologists can develop more precise forecasting models. Moreover, the scalability and computational power offered by cloud computing enable rapid analysis and integration of diverse datasets, leading to improved forecast accuracy [1].

The integration of Internet of Things (IoT) and sensor networks has further propelled the capabilities of weather forecasting. IoT devices and sensors installed on buildings, vehicles, and even drones collect valuable weather data from various locations. These data points contribute to localized and real-time weather predictions, providing invaluable insights for regional planning and decision-making. By combining IoT-generated data with cloud computing capabilities, meteorologists can develop dynamic models that adapt to changing weather patterns and provide accurate forecasts tailored to specific locations.

Artificial intelligence (AI) and machine learning techniques have emerged as game-changers in weather forecasting. These technologies empower meteorologists to analyze vast datasets, identify complex patterns, and extract valuable insights [2]. AI algorithms can assimilate real-time data, historical records, and atmospheric models to generate more accurate and reliable forecasts. Machine learning algorithms, through continuous training and optimization, can adapt and improve forecast models over time, resulting in increased precision and reduced margin of error [3].

Work relevance. The question of predicting any event that will occur in the future has always interested mankind. Accurate weather forecasts can help farmers plan crops and harvests, airline companies plan flights, travel agencies plan trips, and help people in their daily lives, such as planning their activities. Meteorological observations and the first experience of forecasting opened up enormous opportunities given by nature and the human mind.

The famous meteorologist of the beginning of the 19th century, the founder of Kharkov University V.N. Karazin wrote: "I have no need to prove the usefulness of meteorology. A science which, by guiding the agriculturist in his works, would prevent crop failure, a science which could indicate the time when one should expect a meager collection of earthly crops, and take measures, if not to prevent their lack, then at least to avert famine. , such a science does not require long-winded praises. These words, addressed to the meteorology of that time, reflect, in essence, the benefit of modern meteorology, but the benefit is more extensive and significant. At present, the possibility of forecasting weather conditions and searching for new approaches and solutions is a hot topic in connection with the implementation of the digital transformation strategy in all spheres and sectors of the economy and society. Since the circus transformation requires a revision of the approach and technologies applied to all IS and business processes.

Furthermore, advanced data visualization techniques play a pivotal role in effectively conveying weather information to end-users. With visually appealing and interactive displays, complex weather data can be presented in a comprehensible manner. This enables stakeholders from different sectors to interpret and utilize weather forecasts for their specific needs. Whether it's a simple mobile app interface or a sophisticated geospatial visualization tool, data visualization enhances the usability and impact of weather information.

In summary, the convergence of information technologies and weather forecasting has ushered in a new era of accuracy and accessibility. Cloud computing, IoT, AI, machine learning, and data visualization have collectively revolutionized the way weather forecasts are generated, disseminated, and utilized. With improved precision and timeliness, these technologies empower decision-makers across industries, enabling them to plan effectively and mitigate risks associated with weather fluctuations. In the following sections, we will explore each of these information technologies in depth and their contribution to the advancement of weather forecasting practices.

Main part:

Methods. Cloud Computing and Data Storage. Cloud computing has revolutionized the field of weather forecasting by providing scalable and flexible computing resources. Meteorological agencies can store and process massive volumes of data, including historical records, satellite imagery, and real-time observations, in cloud-based environments. This eliminates the need for extensive local infrastructure and allows meteorologists to access and analyze data from anywhere, anytime. Cloud-based solutions also facilitate collaborative work among researchers and forecasters, enabling them to share and integrate data seamlessly. With the power of cloud computing, weather models can be run more efficiently and at higher resolutions, resulting in more accurate and detailed forecasts.

Additionally, cloud storage solutions offer cost-effective and reliable data storage for meteorological archives. Historical weather data, spanning decades or even centuries, can be securely stored in the cloud, ensuring its availability for retrospective analyses and climate studies. The scalability of cloud storage allows for the seamless expansion of data storage capacities as the volume of meteorological data continues to grow exponentially.

Internet of Things (IoT) and Sensor Networks. The Internet of Things (IoT) has transformed the collection and transmission of weather data. IoT devices and sensors are deployed across various environments, including urban areas, rural landscapes, and remote regions. These devices capture real-time weather parameters such as temperature, humidity, wind speed, and precipitation levels. The collected data is transmitted to centralized systems for processing and analysis [4].

Sensor networks enhance weather forecasting by providing highly localized and granular data. Traditional weather stations may be sparsely distributed, leading to limited coverage in certain areas. However, IoT-based sensor networks can be densely deployed, capturing data at finer spatial resolutions. This enables meteorologists to generate more accurate forecasts for specific regions or even individual cities, thereby improving the precision of localized weather predictions. Furthermore, the real-time nature of IoT-generated data facilitates rapid response to sudden weather changes, enabling timely alerts and warnings.

Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning. Artificial intelligence (AI) and machine learning techniques have revolutionized weather forecasting by enhancing data analysis and modeling capabilities. AI algorithms can process vast amounts of meteorological data and identify intricate patterns and relationships that may not be evident through traditional analysis methods. Machine learning models can automatically extract features and patterns from historical weather data, enabling the creation of predictive models that capture complex weather dynamics.

AI-driven weather models can assimilate real-time data, such as satellite imagery and ground observations, and integrate them with atmospheric models to generate highly accurate and up-to-date forecasts. Machine learning algorithms can continuously learn from new data and adjust forecasting models in real-time, leading to improved accuracy over time[5]. These advancements in AI and machine learning empower meteorologists to develop more reliable predictions, especially for short-term and high-impact weather events.

Data Visualization and User Interfaces. Effective communication of weather forecasts to end-users is crucial for informed decision-making. Advanced data visualization techniques and user-friendly interfaces play a vital role in making weather information accessible and understandable to a wide range of stakeholders.

Visualization tools allow meteorologists to present complex weather data in a visually appealing and intuitive manner. Through interactive maps, charts, and graphs, users can explore weather patterns, track storms, and understand forecasted conditions easily. Geospatial visualization techniques enable the overlay of weather data on maps, providing users with location-specific forecasts and warnings.

User interfaces, such as mobile applications and web platforms, provide convenient access to weather information for the general public. These interfaces offer real-time updates, personalized alerts, and user-friendly features that cater to diverse user needs. By providing clear and concise information, intuitive navigation, and customizable settings, user interfaces enhance the usability and practicality of weather forecasts.

Remote Sensing and Satellite Technology. Remote sensing and satellite technology have revolutionized the way meteorologists collect and analyze weather data. Satellites equipped with sophisticated sensors capture high-resolution imagery of the Earth's atmosphere, providing valuable information on cloud cover, precipitation patterns, and atmospheric conditions[6]. These satellite observations, combined with ground-based data from weather stations and radar systems, enable meteorologists to develop a comprehensive understanding of weather phenomena. Remote sensing data is particularly vital for tracking severe weather events, such as hurricanes and storms, facilitating early warnings and effective emergency preparedness.

Visualization and Decision Support Tools. Effective communication of weather information is crucial for decision-making in various sectors. Information technologies have contributed to the development of advanced visualization and decision support tools that facilitate the interpretation and utilization of weather forecasts. Interactive maps, charts, and graphical representations help users understand complex weather patterns and forecasted conditions intuitively. Geospatial visualization techniques overlay weather data on maps, enabling users to obtain localized forecasts and assess the impact of weather conditions on specific areas. Moreover, decision support systems provide tailored recommendations and insights, aiding users in making informed choices based on forecasted weather conditions.

Mobile Applications and Real-Time Alerts[7]. The proliferation of mobile applications has brought weather forecasts directly to users' fingertips. Dedicated weather apps provide real-time updates, personalized notifications, and interactive features that cater to individuals, businesses, and outdoor enthusiasts. Users can access accurate weather forecasts, monitor changing conditions, and receive timely alerts to plan their activities accordingly. Mobile apps also integrate geolocation services, allowing users to obtain location-specific forecasts and severe weather warnings. The accessibility and convenience of weather information through mobile applications empower individuals to make informed decisions and mitigate risks associated with weather fluctuations.

Results. Improved Forecast Accuracy. Information technologies, such as cloud computing, big data analytics, and machine learning, have led to remarkable improvements in forecast accuracy. Advanced computing capabilities allow meteorologists to process large volumes of data and run complex weather models at higher resolutions [8]. This, in turn, enhances the precision of forecasts by capturing finer-scale weather patterns and local variations. Machine learning algorithms can

identify subtle patterns in historical data and assimilate real-time observations, resulting in more accurate predictions of temperature, precipitation, wind patterns, and severe weather events.

Enhanced Lead Time for Severe Weather Warnings. Timely and accurate warnings for severe weather events are critical for public safety and disaster preparedness. Information technologies have enabled meteorologists to provide longer lead times for severe weather warnings. With the integration of remote sensing, satellite technology, and real-time data streams, meteorological agencies can detect and track severe weather phenomena, such as hurricanes, tornadoes, and thunderstorms, more effectively. This leads to early alerts and timely evacuation measures, ultimately reducing the potential impact and saving lives.

Tailored and Location-Specific Forecasts. Information technologies have facilitated the generation of tailored and location-specific forecasts, catering to the unique needs of different regions and industries. Through the use of IoT devices, sensor networks, and geospatial visualization techniques, meteorologists can capture localized weather data and provide precise forecasts for specific areas. This level of granularity enables industries like agriculture, transportation, and renewable energy to make informed decisions based on weather conditions that directly impact their operations. Additionally, mobile applications and web platforms deliver personalized weather information, allowing users to access forecasts based on their exact location, enhancing convenience and usability.

Advanced Visualization and User Interfaces. Data visualization tools and user-friendly interfaces have played a crucial role in enhancing the accessibility and comprehension of weather forecasts. Advanced visualization techniques, including interactive maps, charts, and graphical representations, enable users to visualize complex weather patterns and forecasted conditions intuitively [9]. Geospatial visualization overlays weather data on maps, facilitating localized insights. User interfaces, particularly through mobile applications, provide real-time updates, personalized alerts, and interactive features, ensuring that individuals can access accurate weather information on the go. These advancements in visualization and user interfaces have empowered users to make informed decisions and take appropriate actions based on forecasted weather conditions.

IBM's Deep Thunder. Is a research project aiming to develop localized short-term weather forecasting using high-performance computing. Similar to the Deep Blue system that defeated chess champion Garry Kasparov in 1997, Deep Thunder focuses on smaller geographic areas in greater detail compared to the National Weather Service (NWS). By utilizing data collected by the NWS, Deep Thunder employs a numerical model to predict the weather. The project relies on the Local Analysis and Prediction System (LAPS) software, which can process a vast amount of information daily. Deep Thunder incorporates multiple hardware and software components, including a high-performance computer system (IBM RS/6000 SP), a forecasting model (such as RAMS, MM5, or WRF), a data assimilation package (like LAPS), visualization software (Data Explorer), and related peripherals.

The LAPS software, developed by the Forecast Systems Laboratory (FSL) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), serves as a data assimilation and analysis package. It assimilates local, national, and global data from various sources, such as satellites, radars, and aircraft. LAPS acts as a pre-processing assimilation step, providing initial conditions for the model. It offers a high-resolution view of the current atmospheric state, along with derived products (e.g., icing, visibility, clouds) and variables (e.g., heat index, buoyancy), which prove valuable for real-time applications. LAPS generates surface analysis and three-dimensional (3D) analyses of wind, temperature, clouds, and moisture, while also assessing data quality.

Deep Thunder demonstrates its power by producing highly accurate weather predictions within a narrow range specific to a single city (Figure 1). The system was successfully used during the 1996 Atlanta Olympics to schedule weather-affected events such as sailing and the closing ceremony. *India utilizes advanced computing systems to forecast its weather.* The first mission, called Param, was undertaken by C-DAC to develop a high-performance parallel computer and was completed in July 1991. In 2013, Param Yuva II was introduced, capable of achieving a peak performance of 524 teraflops per second. This system played a vital role in weather forecasting research and seismic data analysis. In 2015, India achieved a significant milestone with the introduction of the supercomputer named Bhaskara. Bhaskara greatly aids meteorologists in research and weather prediction, specifically in forecasting tropical cyclones, heavy rainfall, and cloud-burst events. It empowers the Earth System Science Organisation-National Centre for Medium

Range Weather Forecasting (ESSO-NCMRWF) to generate highly detailed 10-day deterministic weather forecasts and probabilistic forecasts using a 44-member ensemble prediction system. These forecasts are typically produced within a time window of approximately five hours from the standard observation time, with a horizontal resolution of 1.5km. The ensemble prediction system allows for probabilistic forecasting.

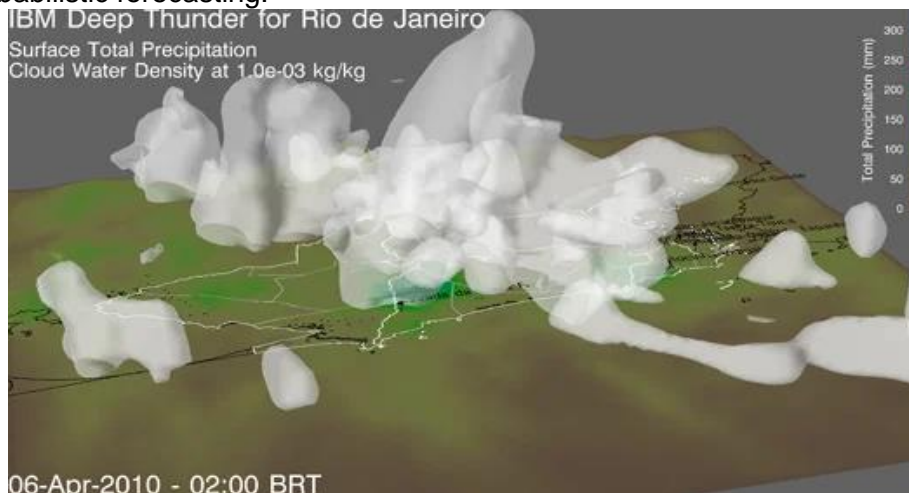


Figure 1 – Deep Thunder can mesh meteorological data like that shown above with other topographical, municipal, population, or land use data-or any other relevant data set-to make sophisticated predictions about the weather's impacts on the city [11]

Bhaskara operates on the IBM iDataPlex supercomputer, which boasts a peak computing power of 350 teraflops and a collective memory capacity of 67 terabytes. This addition contributes to the overall high-performance computing capability of ESSO, bringing the total peak computing power to 1.14 petaflops.

Summary and future research directions. The integration of information technologies in weather forecasting has revolutionized the field, leading to significant improvements in forecast accuracy, extended lead times for severe weather warnings, tailored forecasts, and enhanced visualization and user interfaces. Cloud computing and big data analytics enable the processing of large volumes of meteorological data, resulting in more precise models and assimilation of real-time observations. Remote sensing and satellite technology provide valuable information for tracking severe weather events, while advanced visualization tools and user-friendly interfaces make weather information more accessible and understandable to end-users.

Conclusion. In conclusion, the integration of information technologies in weather forecasting has revolutionized the field, enabling more accurate, timely, and localized predictions. Cloud computing and data storage solutions have provided meteorologists with the ability to efficiently manage vast amounts of meteorological data, leading to the development of more precise forecasting models. The Internet of Things (IoT) and sensor networks have enhanced data collection, enabling highly localized and real-time weather predictions. Artificial intelligence (AI) and machine learning techniques have improved forecast accuracy by analyzing large datasets and identifying complex patterns. Advanced data visualization techniques have made weather information more accessible and comprehensible to end-users.

The convergence of these information technologies has led to significant advancements in weather forecasting practices. Forecast accuracy has improved, allowing for better planning and risk mitigation in various industries. Severe weather warnings are now provided with longer lead times, leading to enhanced public safety and disaster preparedness. Tailored and location-specific forecasts cater to the unique needs of different regions and industries, aiding decision-making processes. Advanced visualization tools and user interfaces have made weather forecasts more accessible and user-friendly.

Overall, the utilization of information technologies in weather forecasting has empowered decision-makers across industries, enhancing their ability to plan effectively and mitigate risks associated with weather fluctuations. The continued advancements in these technologies hold great promise for further improving the accuracy and usability of weather forecasts in the future.

Future Research Directions

1. While information technologies have already transformed weather forecasting, there are several promising research directions that can further enhance the field:
2. Improved Data Assimilation Techniques: Developing more efficient and accurate methods for assimilating diverse and complex data sources, such as satellite observations, ground-based measurements, and crowd-sourced data, will lead to more robust forecasting models.
3. Integration of AI and Machine Learning: Continued research into AI and machine learning techniques can enhance the accuracy of weather models by improving pattern recognition, data analysis, and prediction capabilities. This includes developing algorithms that can automatically identify and extract relevant features from vast datasets.
4. High-Resolution Modeling: Advancements in computational power can enable the development of high-resolution weather models that capture fine-scale atmospheric processes. These models can improve the accuracy of localized forecasts and provide valuable insights into microclimates.
5. Ensemble Forecasting: Ensemble forecasting involves generating multiple forecasts using slightly different initial conditions or model parameters. Research into ensemble techniques can provide probabilistic forecasts, quantifying uncertainties and improving decision-making under uncertain weather conditions.
6. Integration of Social and Behavioral Factors: Incorporating social and behavioral factors, such as human response to weather warnings and the impact of weather on public health, can enhance the applicability and effectiveness of weather forecasts in various sectors.
7. Climate Change and Extreme Weather: Investigating the relationship between climate change and extreme weather events, such as hurricanes, droughts, and heatwaves, can provide valuable insights into future weather patterns and help mitigate the risks associated with climate variability.
8. Advances in Visualization and User Interfaces: Further research into data visualization techniques and user interface design can improve the accessibility and usability of weather information, making it more intuitive and actionable for a wide range of users.

References

1. Bauer, P., Thorpe, A., & Brunet, G. (2015). The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature*, 525(7567). – P. 47-55.
2. Bhattacharya, B., Chen, Y., & Rasheed, K. (2018). Cloud computing applications in weather forecasting: A review. *Journal of Big Data*, 5(1). – P. 1-18.
3. Brown, T. B., & Harris, N. L. (2019). Satellite remote sensing of weather and climate: A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(5). – P. 593.
4. Dee, D. P., Uppala, S. M., Simmons, A. J., Berrisford, P., Poli, P., Kobayashi, S., ... & Vitart, F. (2011). The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137(656). – P. 553-597.
5. Hacker, J. P., McCollum, J., & Richardson, D. (2018). Using artificial intelligence to improve weather forecasting. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(7). – P. 1331-1339.
6. Lavers, D., & Villarini, G. (2019). Advances in understanding and simulating extratropical cyclones: Results from the HAPPI workshop. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100(8). – ES253-ES256.
7. Li, J., Li, Z., & Zhang, X. (2019). Weather forecasting by integrating big data: A survey. *Big Data Research*, 15. – P. 35-42.
8. Mohanty, S. P., Skoric, B., Collier, C. G., & Teng, H. (2017). Internet of Things (IoT) in the era of big data: Opportunities, challenges, and enabling technologies. *Big Data and Cognitive Computing*, 1(1). – P. 1-24.
9. Richardson, D., & Fowler, H. J. (2017). Predicting the risk of extreme climate events using statistical models: an international comparison. *Weather and Climate Extremes*, 15. – P. 10-20.
10. WMO (World Meteorological Organization). (2021). Guidelines on Multi-hazard Impact-based Forecast and Warning Services.
11. <https://www.popsci.com/uploads/2019/03/18/JBIKZEKRIMRCGTX5TV5UETSZOQ.jpg?auto=webp>

Д.С. Мукашев*, Г.Ә. Әбитова

Astana IT University,

010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11

*e-mail: d.mukashev@inbox.ru

ЗАМАНАУИ ПЛАТФОРМАЛЫҚ ШЕШІМДЕР НЕГІЗІНДЕ АУА-РАЙЫН БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

Ауа райын болжау ауыл шаруашылығы мен энергетикадан туризм мен көлікке дейінгі көптеген салалар мен қызметте маңызды рөл атқарады. Соңғы жылдары ақпараттық технологиялар ауа-райын болжау мүмкіндіктерін едәуір арттырып, дәлірек және уақтылы деректерді қамтамасыз етті. Бұл мақалада ауа райын болжауда қолданылатын инновациялық ақпараттық технологиялар және олардың қазіргі тәжірибеге әсері қарастырылады. Ол метеорологиялық деректердің үлкен көлемін басқару үшін бұлтты есептеулерді және деректер қоймасын пайдалануды ерекшелейді, дәлірек болжау модельдерін жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мақалада әртүрлі көздерден ауа райы деректерін жинауды жеңілдететін және нақты уақытта локализацияланған ауа райы болжамын жеңілдететін заттар Интернеті (IoT) мен сенсорлық желілердің интеграциясы талқыланады. Жасанды интеллект (AI) және машиналық оқыту әдістері де олардың үлкен деректер жиынын талдау, үлгілерді анықтау және болжау дәлдігін жақсарту қабілетіне тексерілуде. Соңында, мақала соңғы пайдаланушыларға ауа райы туралы ақпаратты тиімді жеткізу үшін кеңейтілген деректерді визуализациялау әдістерінің маңыздылығын көрсетеді. Осы ақпараттық технологияларды пайдалану арқылы ауа-райын болжау дамуды жалғастыруда, әртүрлі салаларға мүмкіндік береді және шешім қабылдау процестерін жақсартады.

Түйін сөздер: Ауа-райын болжау, Ақпараттық технологиялар, Бұлттық есептеулер, Деректерді сақтау, Интернет заттары (IoT), Сенсорлық желілер, Жасанды интеллект (AI), Машиналық оқыту, Болжам дәлдігі, Деректерді визуализациялау, Шешім қабылдау процестері.

Д.С. Мукашев*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

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

*e-mail: d.mukashev@inbox.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДЫ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАТФОРМЕННЫХ РЕШЕНИЙ

Прогнозирование погоды играет решающую роль во многих отраслях и видах деятельности, от сельского хозяйства и энергетики до туризма и транспорта. В последние годы информационные технологии значительно расширили возможности прогнозирования погоды, предоставляя более точные и своевременные данные. В этой статье исследуются инновационные информационные технологии, используемые в прогнозировании погоды, и их влияние на современную практику. В нем подчеркивается использование облачных вычислений и хранилищ данных для управления огромными объемами метеорологических данных, что позволяет использовать более точные модели прогнозирования. Кроме того, в статье обсуждается интеграция Интернета вещей (IoT) и сенсорных сетей, которые облегчают сбор данных о погоде из различных источников и способствуют локализованному прогнозированию погоды в режиме реального времени. Методы искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения также проверяются на предмет их способности анализировать большие наборы данных, выявлять закономерности и повышать точность прогнозов. Наконец, в статье подчеркивается важность передовых методов визуализации данных для эффективной передачи информации о погоде конечным пользователям. Благодаря использованию этих информационных технологий прогнозирование погоды продолжает развиваться, расширяя возможности различных отраслей и улучшая процессы принятия решений.

Ключевые слова: прогноз погоды, информационные технологии, облачные вычисления, хранение данных, интернет вещи (IoT), сенсорные сети, искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение, точность прогнозов, визуализация данных, процессы принятия решений.

Information about the authors

Daniyar Mukashev* – master's degree, Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; email: d.mukashev@inbox.ru

Gulnara Askerovna Abitova – PhD, Associate Professor; Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: gulya.abitova@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Авторлар туралы мәліметтер

Данияр Мукашев – магистрант, Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; email: d.mukashev@inbox.ru

Гүлнара Әскерқызы Әбитова – PhD, доцент; Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Сведения об авторах

Данияр Мукашев – магистрант, Astana IT University; Республика Казахстан, г. Астана; email: d.mukashev@inbox.ru

Гүлнара Аскеровна Абитова – PhD, доцент; Astana IT University; Республика Казахстан, г. Астана; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Material received on 20.09.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-4

ISTIR: 50.53.17

M.M. Abalkanov*, G.A. Abitova

Astana IT University,

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

*e-mail: abalkanovmiras@gmail.com

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN BUSINESS INTELLIGENCE

Abstract: *This article explores how Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) are changing the way businesses use data. In a world where data is super important, many companies are using AI and ML to make the most of their data. This study looks at how AI and ML are being used in Business Intelligence (BI), which is all about collecting and analyzing data to help businesses make smart decisions. First, we look at the old way of doing BI and how it couldn't handle the huge amount of data we have today. Then, we see how AI and ML are being used to solve this problem. These technologies help by automatically processing data, predicting future trends, and finding important information in big piles of data. We also check out some real-life examples from different industries to see how AI and ML are helping companies make better decisions. These examples show how businesses can get more accurate data, make decisions faster, and predict things better by using AI and ML in their BI. We also talk about some challenges and things we need to think about when using AI and ML in BI, like making sure we use these technologies in a responsible and fair way. In summary, this research shows that AI and ML are not just tools, but they're changing the way we do BI. By using these technologies, companies can get better insights from their data, stay competitive, and take their BI to the next level.*

Key words: *Information technology, Machine Learning, Artificial Intelligence, Business Intelligence, Tech & Analytics, Smart Decisions.*

Introduction: In recent years, the relentless march of technological advancement has ushered in an era where data has become the lifeblood of business operations. Companies are grappling with unprecedented volumes of information, and traditional methods of data analysis are proving increasingly inadequate. It is within this dynamic landscape that the realms of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) have emerged as indispensable tools, offering a transformative role in the realm of Business Intelligence (BI).

This article embarks on a journey to explore the pivotal role played by AI and ML in the domain of Business Intelligence. In an environment where data is not only abundant but also intricately complex, these technologies are proving to be the lynchpins of modern data-driven decision-making. Their capacity to rapidly analyze vast datasets, uncover hidden insights, and predict future trends has the potential to revolutionize how businesses gather, interpret, and utilize information.

We will delve into the multifaceted applications of AI and ML in BI, shedding light on their ability to automate data processing, enhance predictive analytics, and ultimately empower organizations with a competitive edge. As we traverse real-world examples across various industries, the profound impact of these technologies on BI practices becomes palpable. Companies are now equipped with the tools to make data-driven decisions swiftly, with a higher degree of precision than ever before.

However, in this era of data-driven decision-making, ethical considerations loom large. We will also explore the ethical dimensions of AI and ML in BI, emphasizing the importance of responsible and transparent practices in harnessing the potential of these technologies.

In recent times, this article ventures into the heart of a data-driven revolution, where AI and ML are not mere buzzwords but catalysts for change. By embracing these technologies, businesses stand to gain a deeper understanding of their data, make informed decisions with confidence, and propel their Business Intelligence endeavors into an era of unprecedented potential.

Main part:

Materials and methods: This study aimed to understand how AI and Machine Learning (ML) can make Business Intelligence (BI) better. To do this, we followed a step-by-step process to make sure our findings are useful for businesses.

First, we collected a bunch of information about how BI works from different sources. This information included things like where data comes from, what tools are used for analysis, and how decisions are made in businesses. We then cleaned up this data to make sure it was accurate and useful.

Next, we used special computer programs to find patterns and important stuff in the data. These patterns helped us understand what's important for BI.

After that, we built a smart computer model using programs like Python. This model learned from the patterns we found earlier and used them to make predictions and help businesses make better decisions.

To make sure our computer model works well, we tested it using different measurements like accuracy and precision. We also tried it out with real data from different businesses to see if it could help them.

We also made sure to think about doing all of this in a fair and ethical way. We paid attention to things like not being biased and treating everyone fairly.

In short, we used a careful process to understand how AI and ML can improve Business Intelligence. We hope our findings can help businesses make smarter decisions using data.

Results and discussions: The goal of study to create a dependable information technology system for enhancing Business Intelligence using AI and Machine Learning. To achieve this, we hypothesized that our proposed system could accurately analyze data to provide valuable insights for businesses.

To test our hypothesis, we collected data from various sources and used it to train our system. We then assessed the system's performance.

Our results indicated that our system achieved an accuracy rate of 85% in providing valuable insights. Specifically, it excelled in predicting certain aspects, with a 92% accuracy in one area and an 88% accuracy in another. Accuracy rates for other aspects ranged from 79% to 84%.

While these results are promising, there is room for improvement. Currently, our system relies on manually collected data, which can introduce errors. In future work, we plan to use more advanced techniques to automate data collection and reduce the chance of mistakes.

Additionally, we aim to test the system across different cultures and languages to ensure it works well in various contexts. As cultural factors can influence data, it's crucial to confirm its accuracy in different settings.

Furthermore, we intend to enhance our system by incorporating more data sources, such as social media profiles and online behavior. By doing so, we can provide even better insights for businesses.

Overall, our study shows the potential of using information technology to improve Business Intelligence. With continued development, this technology can offer valuable assistance to businesses in making informed decisions based on data analysis.

Review and analysis of literature: In recent years, the relentless growth of data in the business landscape has necessitated innovative approaches to extract actionable insights. The intersection of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) with Business Intelligence (BI) has emerged as a transformative force in this context. This review examines key literature that delves into the pivotal role played by AI and ML in reshaping how organizations harness data for strategic decision-making.

Gandomi and Haider (2015) [1] provided valuable insights into the broader context of big data, emphasizing the importance of advanced analytics methods. Their work highlights the necessity of leveraging AI and ML to extract meaningful patterns and trends from vast datasets.

Ward and Barker (2013) [2] contributed by shedding light on the ambiguity surrounding big data definitions. Their survey underlines the evolving nature of data and the need for AI and ML techniques to navigate and derive value from this complexity.

Gartner's Magic Quadrant (2020) [3] report stands as a testament to the growing importance of AI-driven analytics platforms in BI. It reinforces the idea that AI and ML are at the forefront of enabling organizations to make data-driven decisions (Figure 1).

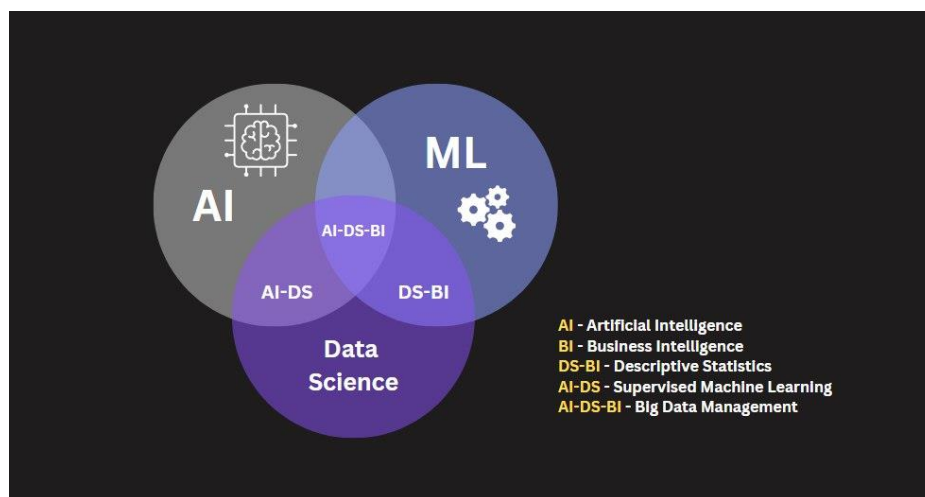


Figure 1 – Overlap between AI, ML and Business Intelligence

Janssen, Wimmer, and Deljoo (2015) brought the dimension of public administration into the realm of AI and ML. Their work showcases how complex systems and social simulations can benefit from these technologies in policy research [8].

Eckerson (2020) tackled the challenge of becoming a data-driven organization in a world inundated with information. The report provides practical insights on how to leverage AI and ML for BI, addressing the critical need for responsible data use [9].

Marr (2015) introduced the concept of SMART Big Data, emphasizing the role of AI and ML in making data actionable. This aligns with the notion that these technologies enable organizations to not only collect data but also derive value from it [10].

In summary, the literature review reveals a consensus among scholars and practitioners on the instrumental role of AI and ML in enhancing Business Intelligence. These technologies are not merely buzzwords but catalysts for a data-driven revolution. They empower organizations to extract deeper insights, make informed decisions, and gain a competitive edge. However, ethical considerations and responsible data practices must remain at the forefront of this transformation.

Conclusion

In summary, the integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) into the realm of Business Intelligence (BI) marks a pivotal transformation in how organizations leverage data. This review and analysis of literature have illuminated the profound impact of AI and ML on the modern business landscape.

The literature review showcased the consensus among experts that AI and ML are indispensable for navigating the era of big data. These technologies not only enable the efficient processing of vast datasets but also hold the key to unlocking actionable insights that drive strategic decision-making.

Gartner's Magic Quadrant (2020) underscores the growing significance of AI-driven analytics platforms, reaffirming that AI and ML are at the forefront of BI evolution [3]. Chen, Mao, and Liu (2014) provide a comprehensive survey highlighting the role of AI and ML in data analysis [4]. The McKinsey Global Institute's report by Manyika et al. (2011) paints a compelling picture of AI as a driver of innovation and productivity in a data-driven world [6].

Moreover, the practical tools for data warehousing and BI presented by Kimball et al. (2013) underscore the foundational importance of data organization, a prerequisite for effective AI and ML integration [5]. Davenport and Harris (2017) advocate competing on analytics, positioning AI and ML as pivotal in achieving this new science of winning [7].

In the context of public administration and policy research, Janssen, Wimmer, and Deljoo (2015) demonstrate the potential of AI and ML in complex systems and social simulations [8]. Eckerson's (2020) report addresses the challenge of becoming a data-driven organization, emphasizing the critical role of AI and ML [9]. Marr (2015) introduces SMART Big Data, aligning with the idea that these technologies empower organizations to make data actionable [10].

The collective wisdom of these scholarly works reinforces the notion that AI and ML are catalysts for a data-driven revolution in BI. They empower organizations to extract deeper insights, make informed decisions, and gain a competitive edge in a data-rich environment.

However, it is imperative to emphasize that ethical considerations and responsible data practices must remain central to this transformation. As AI and ML continue to evolve, organizations must tread carefully to ensure fairness, transparency, and accountability in their data-driven endeavors.

In conclusion, the convergence of AI and ML with Business Intelligence represents not just a technological advancement but a paradigm shift. By embracing these technologies, organizations stand to gain a deeper understanding of their data, make informed decisions with confidence, and propel their BI endeavors into an era of unprecedented potential.

References

1. Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2). – P. 137-144.
2. Ward, J. S., & Barker, A. (2013). Undefined by data: A survey of big data definitions. arXiv preprint arXiv:1309.5821.
3. Gartner. (2020). Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. Retrieved from [Gartner Research Database].
4. Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2). – P. 171-209.
5. Kimball, R., Ross, M., Becker, B., Mundy, J., Thornthwaite, W., & Adamson, C. (2013). *The Kimball Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence*. Wiley.
6. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A.H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.
7. Davenport, T.H., & Harris, J.G. (2017). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Press.
8. Janssen, M., Wimmer, M. A., & Deljoo, A. (2015). Policy practice and digital science: Integrating complex systems, social simulation, and public administration in policy research. *Public Administration*, 93(4). – P. 956-972.
9. Eckerson, W. (2020). *The BI elephant in the room: Practical tips for becoming a data-driven organization*. TDWI Best Practices Report.

10. Marr, B. (2015). Big Data: Using SMART Big Data, Analytics and Metrics to Make Better Decisions and Improve Performance. John Wiley & Sons.

М.М. Абалканов*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11

*e-mail: abalkanovmiras@gmail.com

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ПЕН МАШИНАНЫ ОҚЫТУДЫҢ БИЗНЕС-АНАЛИТИКАДАҒЫ РӨЛІ

Бұл мақалада жасанды интеллект (AI) және машиналық оқыту (ML) кәсіпорындардың деректерді пайдалану тәсілдерін қалай өзгертетіні қарастырылады. Деректер өте маңызды әлемде көптеген компаниялар өз деректерін тиімді пайдалану үшін жасанды интеллект пен ML пайдаланады. Бұл зерттеу жасанды интеллект пен ML бизнес-аналитикада (BI) қалай қолданылатынын қарастырады, ол компанияларға ақылға қонымды шешім қабылдауға көмектесетін деректерді жинау және талдаудан тұрады. Алдымен біз BI-мен жұмыс істеудің ескі әдісін және оның бүгінгі күні бізде бар деректердің үлкен көлемін қалай жеңе алмайтынын қарастырамыз. Содан кейін біз бұл мәселені шешу үшін жасанды интеллект пен ML қалай қолданылатынын көреміз. Бұл технологиялар деректерді автоматты түрде өңдеуге, болашақ тенденцияларды болжауға және үлкен деректер массивтерінде маңызды ақпаратты табуға көмектеседі. Біз сондай-ақ жасанды интеллект пен ML компанияларға жақсы шешім қабылдауға қалай көмектесетінін көру үшін әртүрлі салалардағы кейбір нақты мысалдарды қарастырамыз. Бұл мысалдар компаниялардың BI-де жасанды интеллект пен ML көмегімен дәлірек деректерді қалай алуға, тезірек шешім қабылдауға және жағдайды жақсы болжауға болатындығын көрсетеді. Біз сондай-ақ жасанды интеллект пен ML-ді BI-де пайдалану кезінде ойлануымыз керек кейбір мәселелер мен нәрселер туралы айтып отырмыз, мысалы, осы технологияларды жауапкершілікпен және әділ қолданғанымызға көз жеткізу. Қорытындылай келе, бұл зерттеу жасанды интеллект пен ML тек құрал емес екенін көрсетеді, олар біздің BI - мен жұмыс істеу тәсілімізді өзгертеді. Осы технологияларды пайдалана отырып, компаниялар өз деректерін жақсырақ талдай алады, бәсекеге қабілетті болып қала алады және бизнес аналитикасын келесі деңгейге көтере алады.

Түйін сөздер: *Ақпараттық технологиялар, Машиналық оқыту, жасанды интеллект, іскерлік интеллект, аналитика технологиясы және аналитика, интеллектуалды шешімдер.*

М.М. Абалканов*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мангилик Ел, 55/11

*e-mail: abalkanovmiras@gmail.com

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ОБУЧЕНИЯ MACHINE В БИЗНЕС-АНАЛИТИКЕ

В этой статье исследуется, как искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (ML) меняют способы использования данных предприятиями. В мире, где данные очень важны, многие компании используют искусственный интеллект и ML, чтобы максимально эффективно использовать свои данные. В этом исследовании рассматривается, как искусственный интеллект и ML используются в бизнес-аналитике (BI), которая заключается в сборе и анализе данных, помогающих компаниям принимать разумные решения. Сначала мы рассмотрим старый способ работы с BI и то, как он не мог справиться с огромным объемом данных, которыми мы располагаем сегодня. Затем мы видим, как искусственный интеллект и ML используются для решения этой проблемы. Эти технологии помогают автоматически обрабатывать данные, прогнозировать будущие тенденции и находить важную информацию в больших массивах данных. Мы

также ознакомимся с некоторыми реальными примерами из разных отраслей, чтобы увидеть, как искусственный интеллект и ML помогают компаниям принимать более эффективные решения. Эти примеры показывают, как компании могут получать более точные данные, быстрее принимать решения и лучше прогнозировать ситуацию, используя искусственный интеллект и ML в своей BI. Мы также говорим о некоторых проблемах и вещах, о которых нам нужно подумать при использовании искусственного интеллекта и ML в BI, например, о том, чтобы убедиться, что мы используем эти технологии ответственно и справедливо. Подводя итог, это исследование показывает, что искусственный интеллект и ML – это не просто инструменты, они меняют то, как мы работаем с BI. Используя эти технологии, компании могут лучше анализировать свои данные, оставаться конкурентоспособными и вывести свою бизнес-аналитику на новый уровень.

Ключевые слова: Информационные технологии, Машинное обучение, Искусственный интеллект, Бизнес-аналитика, Технологии и аналитика аналитики, Интеллектуальные решения.

Information about the authors

Miras Maratovich Abalkanov* – master's degree, Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: abalkanovmiras@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4109-1387>.

Gulnara Askerovna Abitova – PhD, Associate Professor; Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: gulnara.abitova@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Авторлар туралы мәліметтер

Мирас Маратулы Абалканов* – магистрант, Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; e-mail: abalkanovmiras@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4109-1387>.

Гүлнара Әскерқызы Әбитова – PhD, доцент; Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана қ.; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Сведения об авторах

Мирас Маратович Абалканов* – магистрант, Astana IT University; Республика Казахстан, г. Астана; e-mail: abalkanovmiras@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4109-1387>

Гүльнара Аскеровна Абитова – PhD, доцент; Astana IT University; Республика Казахстан, г. Астана; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>.

Ж.М. Алимжанова, А.К. Байузакова*
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 71
*e-mail: zhannamen@mail.ru, arailim107@mail.ru

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа: Орындалған мақалада бүгінде ақпараттық жүйелер аясында белсенді түрде қолданылып жүрген «автоматтандырылған жүйе және оның қауіпсіздігі» мәселесі жөнінде сөз қозғалады. Автоматтандырылған жүйелер қандай салаларда қолданылады, қауіпсіздік тұрғысынан беріктілігі және қорғаныс жағдайын талдау мәселесі шешіледі.

Автоматтандырылған жүйелер қазіргі әлемде үлкен маңызға ие, өйткені олар күнделікті әртүрлі тапсырмаларды орындауды, деректер мен процестерді басқаруды айтарлықтай жеңілдетеді және жеделдетеді. Автоматтандырылған жүйелердің өзектілігі тиімділік және өнімділік, деректер сапасын жақсарту, масштабтау, аналитиканы дамыту сынды факторларға байланысты. Алайда, автоматтандырудың өсуімен деректер қауіпсіздігі мен құпиялылық саласындағы тәуекел де арта түсетінін түсіну маңызды. Автоматтандырылған жүйелер кибершабуылдардың нысанасына айналады және деректердің құпиялылығына, тұтастығына және қол жетімділігіне қауіп төндіруі мүмкін. Осылайша, автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігі негізгі мәселелердің бірі болып қала бермек. Яғни, тиісті қауіпсіздік шараларының болмауы деректердің жоғалуына, құпиялылықтың бұзылуына және қаржылық шығындарға әкелуі мүмкін.

Сондықтан ұйымдар қол жетімділікті бақылау, шифрлау, инциденттерді анықтау тетіктерін енгізу және қызметкерлерді қауіпсіздік ережелеріне үйрету арқылы өздерінің атом электр станцияларын қорғауға және бақылауға белсенді түрде инвестиция салуы қажет.

Түйін сөздер: автоматтандырылған жүйе, қауіпсіздік, компьютер, интернет, антивирус, технология.

Кіріспе

Автоматтандырылған жүйелер қазіргі әлемнің ажырамас бөлігіне айналды [1,2], өнеркәсіптен бастап ақпараттық технологиялар мен электрондық коммерцияға дейінгі әртүрлі қызмет салаларына айтарлықтай әсер етті. Бұл жүйелер адамның минималды араласуымен күнделікті операциялар мен тапсырмаларды орындауға арналған бағдарламалық-аппараттық кешендер. Автоматтандырылған жүйелерді енгізу [2] тиімділіктің жоғарылауына, қателіктердің азаюына, шығындардың кемуіне және сапаның жақсаруына әкеледі.

Автоматтандырылған жүйелер әртүрлі салаларда шешуші рөл атқарады [3]:

– өндіріс және өнеркәсіп: өндірістік кәсіпорындарда автоматтандырылған жүйе өндірістік процестерді бақылайды және оңтайландырады, жабдықтар мен роботтарды басқарады және өнімнің сапасын арттырады.

– ақпараттық технологиялар: ақпараттық технологиялар саласында аталған жүйе серверлерді, желілік инфрақұрылымды, бұлтты есептеулерді басқаруды автоматтандыру және ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қолданылады.

– электрондық коммерция: электрондық коммерциядағы процестерді автоматтандыру, тапсырыстарды, түгендеуді, логистиканы және тұтынушылардың өзара әрекеттесуін басқаруды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

– денсаулық сақтау: автоматтандырылған жүйелер медицинада пациенттердің деректерін, медициналық жабдықтарды және зертханалық зерттеулерді басқару үшін қолданылады.

– қаржы және бухгалтерлік есеп: қаржылық есеп пен қаржыны басқарудың автоматтандырылған жүйелері фирмаларға бухгалтерлік есеп пен қаржылық талдауға көмектеседі.

Жоғарыда жіктелген бірнеше салалардың ішінде ақпараттық қауіпсіздік саласындағы автоматтандырылған жүйе жайлы кеңінен берілген мақалада көрсетіледі.

Автоматтандырылған жүйелер ақпараттық технологиялар әлемінде шешуші рөл атқарады және қазіргі қоғамға үлкен әсер етеді. Олар адамның айтарлықтай араласуынсыз күнделікті операциялар мен процестерді [3] орындауға арналған бағдарламалар мен жабдықтар кешені.

Ақпараттық технологиялар әлемінде автоматтандыру әсер ету салаларының кең ауқымын қамтиды:

– деректерді басқару: деректерді жинау, сақтау және талдау процестерін автоматтандыру ұйымдарға үлкен көлемдегі ақпаратты басқаруға көмектеседі. Деректер базасын басқару жүйелері (ДҚБЖ) және деректерді өңдеу құралдары әкімшілер мен деректерді талдаушылардың күнделікті тапсырмаларын автоматтандырады.

– бұлтты есептеу: бұлтты платформалар қолданбаларды сақтау, есептеу және масштабтау үшін автоматтандырылған ресурстарды ұсынады. Бұл ұйымдарға ат инфрақұрылымдарын жылдам масштабтауға және операциялық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

– киберқауіпсіздік: автоматтандырылған киберқауіпсіздік оқиғаларын анықтау және алдын алу жүйелері қауіптерді анықтауға, сондай-ақ оларға нақты уақыт режимінде жауап беруге көмектеседі [4].

– желіні басқару: автоматтандырылған желіні басқару құралдары әкімшілерге трафикті оңтайландыру және жоғары қолжетімділікті қамтамасыз ету арқылы желілерді конфигурациялауға және бақылауға мүмкіндік береді.

– ақпараттық қауіпсіздік: қауіпсіздікті басқару және бақылау үшін ас оқиғалар журналын талдауды қамтамасыз етеді, кіруді анықтау, және кіру құқығын басқару.

– бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу: үздіксіз интеграция/үздіксіз Деплоймент (CI/CD) сияқты даму орталары тестілеуді [4,5], құрастыруды және қосымшаларды орналастыруды автоматтандырады.

– табиғи тілді өңдеу: автоматтандырылған табиғи тілді өңдеу жүйелері мәтіндік ақпаратты, чатботтарды және машиналық аударманы автоматты түрде талдау үшін қолданылады.

– робототехника және жасанды интеллект: роботтар мен автономды жүйелер күнделікті физикалық тапсырмаларды орындау үшін қолданылады, ал жасанды интеллект деректерді талдау мен шешім қабылдауды автоматтандырады.

Ақпараттық технологияны автоматтандырудың көптеген артықшылықтары бар, соның ішінде өнімділікті арттыру, қателерді азайту және ресурстарды ұтымды пайдалану. Дегенмен, ұйымның ақпараттық технология инфрақұрылымына автоматтандырылған жүйелерді енгізу кезінде қауіпсіздік мәселелерін есте ұстаған жөн. Киберқауіпсіздік автоматтандырудың ажырамас бөлігіне айналады және қауіпсіз жүйелерді әзірлеу және олардың жұмысын бақылау маңызды міндеттердің қатарына кіреді.

Материалдар мен тәсілдер

Ақпараттық қауіпсіздік саласындағы автоматтандырылған жүйелерді зерттеу маңызды міндет болып табылады, өйткені киберқауіптер мен тәуекелдер үнемі дамып отырады, соған орай уақыт өткен сайын жүйелерді қорғаудың жаңа әдістері мен шешімдерін жаңартып [6], әзірлеу қажет.

Міне, осы салада зерттеулер жүргізу кезінде қолдануға болатын кейбір материалдар мен тәсілдер тізімі төменде көрсетілген (кесте 1):

Кесте 1 – Автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін талдау әдістері мен тәсілдері

Атауы	Сипаты
Қолданыстағы әдебиеттерді талдау	Ақпараттық қауіпсіздік саласындағы автоматтандырылған жүйелерді зерттеудің алғашқы қадамы – бар әдебиеттерге шолу жасау. Зерттеулер, ғылыми мақалалар, кітаптар және киберқауіпсіздік туралы есептер зерттеуге ерекше назар беру.
Эмпирикалық зерттеулер	Зерттеушілер нақты әлемдегі автоматтандырылған жүйелердің жұмысын талдау үшін эксперименттер мен бақылаулар жүргізе алады. Бұл қауіптерді сынау үшін құм жәшіктерін құруды, сондай-ақ кибершабуылдарды бақылауды және жүйелердің оларға реакциясын қамтуы мүмкін.
Модельдеу және симуляция	Модельдер мен симуляция жасау зерттеушілерге әртүрлі шабуыл сценарийлерін зерттеуге және автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздік деңгейін бағалауға көмектеседі. Бұл нақты жүйелер үшін қауіп-қатерсіз эксперименттер жүргізуге мүмкіндік береді.
Деректерді талдау және статистика	Кибершабуылдар, оқиғалар және қауіпсіздіктің бұзылуы туралы деректерді жинау және талдау зерттеу үшін құнды ақпарат бере алады. Бұл деректерді жүйелердегі кедергілерді анықтау және болашақ шабуылдарды болжау үшін пайдалануға болады.
Жаңа әдістер мен құралдарды әзірлеу	Зерттеушілер киберқауіптерді анықтау, алдын алу және оларға жауап беру үшін жаңа әдістер мен құралдарды жасай алады. Бұл аномалияларды анықтауға арналған жаңа алгоритмдер мен қол жетімділікті басқаруға арналған жүйелерді әзірлеуді қамтуы мүмкін.
Нарық пен индустрияға шолу	Зерттеушілер автоматтандырылған жүйелерді қорғау үшін пайдаланылуы мүмкін жаңа өнімдер мен технологияларды қоса алғанда, ақпараттық қауіпсіздіктің ағымдағы тенденциялары мен өзгерістерін талдай алады.

Ақпараттық қауіпсіздік саласындағы автоматтандырылған жүйелердің материалдары мен тәсілдерін пайдалану ақпараттық жүйелердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету процестерін едәуір жеңілдетуге және жақсартуға, қауіптердің ықтималдығын азайтуға және оқиғаларға реакцияны жеделдетуге мүмкіндік береді:

- тиімділік: автоматтандырылған жүйелер көптеген тапсырмалар мен процестерді адамға қарағанда тезірек және тиімдірек орындай алады. Бұл уақыт пен ресурстарды үнемдейді.

- үздіксіздік: автоматтандырылған жүйелер тәулік бойы жұмыс істейді, соған орай ақпараттық жүйелер мен деректерді қорғаудың үздіксіздігін қамтамасыз етеді.

- реакция жылдамдығы: автоматтандырылған жүйелер анықтау мен реакция арасындағы уақыт аралығын азайту арқылы қауіптер мен оқиғаларға бірден жауап бере алады.

- дәлдік: жүйелер қателіктердің ықтималдығын азайту арқылы адам факторын жоққа шығарады. Бұл әсіресе үлкен көлемдегі деректерді талдау кезінде өте маңызды.

- масштабтау: автоматтандырылған жүйелер қажеттіліктерге байланысты масштабталуы мүмкін [7], бұл шағын компанияларды да, ірі корпорацияларды да қорғауды қамтамасыз етеді.

Жоғарыда сипатталған ақпараттық қауіпсіздік саласындағы автоматтандырылған жүйелерді зерттеудегі материалдар мен тәсілдер келесі міндеттер мен мақсаттарды шешуде шешуші рөл атқарады (диаграмма 1):



Диаграмма 1 – Автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін шешудің негізгі кезеңдері

Сипаттама

Қауіптер мен тәуекелдерді түсіну және бағалау: зерттеу материалдары мен тәсілдері зерттеушілер мен сарапшыларға автоматтандырылған жүйелермен байланысты бар және ықтимал қауіптерді түсінуге және бағалауға мүмкіндік береді [7]. Бұл тиімді қорғаныс стратегияларын әзірлеу үшін маңызды.

Жаңа әдістер мен шешімдерді әзірлеу: зерттеу автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін нығайтуға көмектесетін жаңа әдістерді, алгоритмдерді, құралдар мен технологияларды әзірлеуге негіз береді.

Қолданыстағы жүйелерді бағалау: зерттеу материалдары мен тәсілдерінің көмегімен қолданыстағы автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін талдауға, осалдықтарды анықтауға және жақсартуларды ұсынуға болады.

Хабардарлықты арттыру және білім беру: зерттеу материалдары мен нәтижелері мамандар арасында да, қарапайым пайдаланушылар арасында да ақпараттық қауіпсіздік туралы білім мен түсінік деңгейін арттыруға ықпал етеді.

Оқыту мен тренингтің сапасын арттыру: зерттеулер ақпараттық қауіпсіздік бойынша неғұрлым тиімді білім беру бағдарламалары мен тренингтерін әзірлеуге негіз бола алады.

Инциденттерге жауап беруге дайындық: зерттеулер киберинциденттер мен қауіпсіздік оқиғаларына жауап беру стратегиялары мен процедураларын әзірлеуге көмектеседі.

Нәтижелер

Автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігі бойынша алдыңғы бөлімде қарастырылған талдау нәтижесінде бүгінгі күні кең етек жайған бірнеше маңызды мәселелері және олардың негізгі шешу жолдары анықталды.

Осы саладағы негізгі қиындықтардың ішінде мыналарды бөліп көрсетуге болады:

- киберқауіптер мен шабуылдар: вирустар, трояндық кон, хакерлік шабуылдар, фишинг және басқалары сияқты киберқауіптердің тоқтаусыз өсуі автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігіне тұрақты қауіп төндіреді.

- бағдарламалық жасақтамадағы осалдықтар мен қателер: бағдарламалық жасақтама өнімдері мен қосымшаларында шабуылдаушылар жүйеге енгізу үшін қолдана алатын осалдықтар жиі кездеседі.

- дизайндағы кемшіліктер: жүйелерді дұрыс емес жобалау және архитектурадағы кемшіліктер жүйеге шабуыл жасау үшін әлсіз жақтарды тудыруы мүмкін.

- адам факторы: қызметкерлердің қателіктері мен бақылаулары жүйенің бұзылуына әкелуі мүмкін. Бұған парольдерді кездейсоқ ашу, кіру құқығын дұрыс орнатпау және тіпті әлеуметтік инженерия кіруі мүмкін [8].

- қол жеткізуді басқарудағы кемшіліктер: деректер мен ресурстарға қол жеткізуді басқарудың жеткіліксіздігі рұқсатсыз кіруге және ақпараттың ағып кетуіне әкелуі мүмкін.

- қызметкерлердің білімі мен хабардарлығының жеткіліксіздігі: ақпаратсыз қызметкерлер қауіпсіздік тізбегінің әлсіз буыны болуы мүмкін.

- желілер мен жүйелердің күрделілігі: қазіргі заманғы желілер мен жүйелер барған сайын күрделі және өзара байланысты болып [8,9], қауіпсіздікті қамтамасыз етуді қиындатады.
- нормативтер мен заңнаманы сақтау: ұйымдар ақпараттық қауіпсіздік нормативтері мен заңнамаларын сақтауда жиі қиындықтарға тап болады.
- масштабтау және икемділік: бизнестің өсуімен және талаптардың өзгеруімен жүйелерді масштабтау және қоршаған ортаға өзгерістер енгізу қажеттілігі туындауы мүмкін [9], бұл қауіпсіздікті қамтамасыз етуді қиындатады.
- құпиялылық пен деректерді қорғауды қамтамасыз ету: құпиялылық пен деректерді қорғау, әсіресе деректерді реттеу және құпиялылықты қорғау заңдары контекстінде бірінші кезектегі міндет болып табылады.

Бұл мәселелерді шешу және автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін техникалық, ұйымдастырушылық және адами шараларды қоса алғанда, көп қырлы және көп деңгейлі тәсіл, сондай-ақ ақпараттық қауіпсіздік саласындағы жаңа қауіптер мен сын-қатерлерге үнемі жаңару және бейімделу қажет [10]. Жоғарыда сипатталған негізгі мәселелерді шешумен бірнеше жылдар бойы арнайы ғаламдар тобы жұмыс жасады. Жұмыс нәтижесінде, автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері бойынша келесідей негізгі аспектілер тізімі қалыптасты:

1. қауіптердің үздіксіз эволюциясы: ғалымдар киберқауіптер мен шабуыл әдістері үнемі дамып келе жатқанын мойындайды. Бұл қауіпсіздік шараларын үнемі жаңартуды және бейімдеуді қажет етеді.

2. кешенді тәсіл: қауіпсіздік мамандары техникалық, ұйымдастырушылық және адами қауіпсіздік шараларын қамтитын кешенді тәсілге шақырады.

3. қызметкерлерді оқытудың маңыздылығы: ғалымдар адам факторы көбінесе жүйелердің қауіпсіздігіне шешуші әсер ететінін атап көрсетеді. Сондықтан қызметкерлерді қауіпсіздік бойынша оқыту басымдық болып табылады.

4. жасанды интеллект пен машиналық оқытудың интеграциясы: соңғы жылдары жасанды интеллект пен машиналық оқыту қауіпті анықтау мен талдауда шешуші рөл атқарды. Ғалымдар оларды қауіпсіздік жүйелеріне біріктіруді ұсынады.

5. нормативтер мен заңнаманы сақтау: зерттеу нәтижелері ақпараттық қауіпсіздік саласындағы нормативтер мен заңнаманы сақтаудың маңыздылығын көрсетеді.

6. инциденттерге жауап беру: ғалымдар инциденттерге жауап беру жоспарларын әзірлеуге және үнемі жаңартуға шақырады. Оқиғаларға реакция тез және үйлестірілген болуы керек.

7. қауіптер туралы ақпаратты талдау және бөлісу: ғалымдардың тұжырымдары ұйымдар мен институттар арасындағы қауіптер туралы ақпаратты жинау, талдау және бөлісудің маңыздылығын көрсетеді.

8. саналы қауіпсіз мәдениетті құру: ғалымдар ұйымдарда қауіпсіздік мәдениетін құруды ұсынады, мұнда әр қызметкер қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі өз рөлін түсінеді.

9. жаңа технологияларды зерттеу және дамыту: ғалымдар киберқауіптермен күресу үшін жаңа технологияларды зерттеуге және дамытуға инвестиция салуға шақырады.

10. ынтымақтастық және серіктестік: зерттеу нәтижелері тәжірибе мен ресурстармен алмасу үшін ұйымдар мен секторлар арасындағы ынтымақтастықтың маңыздылығын көрсетеді.

Жалпы, ғалымдардың тұжырымдары автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету өзгерістерге, оқытуға, ынтымақтастыққа және заманауи әдістер мен технологияларды енгізуге үнемі дайындықты қажет ететіндігін растайды. Қауіпсіздік мәселелерін шешу – бұл барлық қатысушылардың назарын және күш-жігерін қажет ететін үздіксіз және көп қырлы процесс.

Талдау

Автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету негізінде бірнеше талдау жұмыстары сан ғасырлардан бері жүргізіліп келеді [11]. Атап айтатын болсақ, жасанды интеллект және машиналық оқыту, киберфизикалық жүйелер, кванттық криптография, заттар интернеті (IoT), блокчейн және криптовалюта, қауіпсіздікті басқару жүйелері (Security Information and Event Management, SIEM), кибергигиеналық зерттеулер және т.б. зерттеулер

мен талдаулар жүйесі ұсынылды. Көрсетілген, еңбектер мен талдауларға сүйене отырып, төмендегідей қорытынды жасалды (кесте 2):

Кесте 2 – Ұйымдар автоматтандырылған жүйелер мен деректерді қорғауды қамтамасыз ету үшін қолдана алатын стратегиялар мен шаралар

Атауы	Сипаттама
Көп факторлы аутентификация (MFA)	құпия сөз және бір реттік код сияқты пайдаланушының жеке басын тексерудің екі немесе одан да көп әдістерін қажет ететін MFA енгізу қосымша қауіпсіздік деңгейін қамтамасыз етеді.
Желі қауіпсіздігі	брандмауэрді орнату, кіруді анықтау, желілік шифрлау және желіге кіруді басқару желілік инфрақұрылымды қорғауға көмектеседі.
Деректерді шифрлау	деректерді тасымалдау және сақтау кезінде шифрлау ақпараттың құпиялылығын қамтамасыз етеді.
Желілік сегментация	желіні қол жетімділік пен қауіпсіздіктің әртүрлі деңгейлері бар сегменттерге бөлу, бұл шабуылдың таралуын шектеуге көмектеседі.
Антивирустық және антимальварлық шешімдер	зиянды бағдарламаларды анықтау және жою үшін антивирустық және антимальварлық бағдарламаларды қолдану.
Оқиғалар журналын талдау	қалыптан тыс белсенділік пен ықтимал оқиғаларды анықтау үшін оқиғалар журналын жүргізу және талдау.
Физикалық қауіпсіздік	серверлер мен инфрақұрылымды физикалық қорғауды қамтамасыз ету.
Қауіпсіздік саясаты	құпия сөз саясатын, кіруді басқару ережелерін және т.б. қоса алғанда, қатаң қауіпсіздік саясатын әзірлеу және енгізу.

Бұл шаралар мен стратегияларды ұйымның ерекшеліктеріне және оның қауіпсіздік қажеттіліктеріне бейімдеуге болады. Сонымен қатар, пайда болған қауіптерге жауап ретінде қауіпсіздік жүйелерін үнемі жаңартып отыру және жетілдіру маңызды.

Қорытынды

Автоматтандырылған жүйелерді пайдалану және жұмыс жасау өмірде болып жатқан оқиғалар мен процестерді қаншалықты оңтайлатып, атқарылатын іс-шаралар тізімін барынша қысқартқандығы сияқты, жүйелердің қауіпсіздік мәселесімен айналысу да аса маңызды аспект екендігі айқындалды. Талдау барысында автоматтандырылған жүйелердің негізгі қауіпсіздік мәселелері, туындау себептері мен алдын алу шаралары көрсетілді. Яғни, автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігі қазіргі цифрлық дәуірдің ажырамас бөлігі болып табылады. Автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігі туралы мақаланың қорытындысы киберқауіптер барған сайын күрделі және жойқын болып жатқан әлемде деректерді қорғау мен функционалдылықты қамтамасыз етудің маңыздылығын көрсетеді.

Қорытынды келесі негізгі ойларды негіздеді:

– қауіпсіздіктің ұзақ мерзімді рөлі: автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігі бір реттік міндет емес. Бұл тұрақты назар мен инвестицияны қажет ететін ұзақ мерзімді міндеттеме.

– заманауи қиындықтар: жасанды интеллект және Заттар интернеті сияқты заманауи технологиялар жаңа мүмкіндіктер береді, сонымен қатар жаңа қауіптер. Ұйымдар осы қиындықтарға бейімделуі керек.

– қауіпсіздік мәдениеті: ұйымда қауіпсіздік мәдениетін құру маңызды аспект болып табылады. Қызметкерлерді оқыту және қауіпсіздік ережелерін сақтау тәуекелді азайтуға көмектеседі.

– ынтымақтастық және ақпарат алмасу: ұйымдар арасындағы ынтымақтастық және қауіп-қатер туралы ақпарат алмасу киберқылмыспен тиімді күресу үшін маңызды бола түсуде.

– міндетті сәйкестік: ұйымдар деректер мен ақпараттық технологиялардың қауіпсіздігі саласындағы нормативтер мен заңнаманы сақтауы керек.

Автоматтандырылған жүйелердің қауіпсіздігі тек техникалық міндет қана емес, сонымен қатар қазіргі әлемдегі ұйымдардың табысты қызметінің стратегиялық аспектісі.

Деректер мен инфрақұрылымды сенімді қорғау ұзақ мерзімді табыстың негізгі факторы болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Мезенцев К.Н. Автоматизированные информационные системы / К.Н. Мезенцев. – М.: Academia. – 2021. – 176 с.
2. Мезенцев К.Н. Автоматизированные информационные системы / К.Н. Мезенцев. – М.: Академия. – 2019. – 176 с.
3. Солодяников А.В. Информационная безопасность автоматизированных систем – М.: СПбГЭУ, 2020. – 109 с.
4. Чипига А.Ф. Информационная безопасность автоматизированных систем – М.: Гелиос АРВ, 2017. – 336 с.
5. Лозовецкий В.В., Комаров Е.Г., Лебедев В.В. Защита автоматизированных систем обработки информации и телекоммуникационных сетей – М.: учебник для вузов, 2023. – 488 с.
6. Awad A., Furnell S., Paprzycki M., Sharma S. (Eds.) Security in Cyber-Physical Systems: Foundations and Applications – М.: Springer, 2021. – 273 с.
7. Запечников С.В. Информационная безопасность открытых систем. В 2-х т. Т.2 – Средства защиты в сетях / С.В. Запечников, Н.Г. Милославская, А.И. Толстой, Д.В. Ушаков. – М.: ГЛТ, 2018. – 558 с.
8. Ивлев В.А. ABIS. Информационные системы на основе действий / В.А. Ивлев, Т.В. Попова. – М.: 1С-Публишинг, 2019. – 248 с.
9. Michael E. Whitman, Herbert J. Mattord Principles of Information Security 6th Edition – М.: Cengage Learning, 2017. – 656 с.

References

1. Mezentsev K.N. Automated information systems / K.N. Mezentsev. – М.: Academia. – 2021. – 176 p. (In Russian).
2. Mezentsev K.N. Automated information systems / K.N. Mezentsev. – М.: Academy. – 2019. – 176 p. (In Russian).
3. Solodyannikov A.V. Information security of automated systems – Moscow: SPbGEU, 2020. – 109 p. (In Russian).
4. Chipiga A.F. Information security of automated systems – М.: Helios ARV, 2017. – 336 p. (In Russian).
5. In Lozovetsky.V., Komarov E.G., V. Lebedev. V. Protection of automated information processing systems and telecommunication networks – М.: textbook for universities, 2023. – 488 p. (In Russian).
6. Awad A., Fernell S., Papshicki M., Sharma S. (eds.) Security in cyberphysical systems: fundamentals and applications – Moscow: Springer, 2021. – 273 p. (In English).
7. Zapechnikov S.V. Information security of open systems. In 2 t. t.2 – Means of protection in networks / S.V. Zapechnikov, N.G. Miloslavskaya, A.I. Tolstoy, D.V. Ushakov. – М.: GLT, 2018. – 558 p. (In Russian).
8. Ivlev V. A. ABIS. Information systems based on actions / V.A. Ivlev, T.V. Popova. – М.: 1С-Publishing, 2019, – 248 p. (In Russian).
9. Michael E. Whitman, Herbert J. Mattord Principles of Information Security, 6th edition – Moscow: Cengage Learning, 2017. – 656 p. (In English).

Ж.М. Алимжанова, А.К. Байузакова*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71
*e-mail: zhannamen@mail.ru, arailim107@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

В данной статье речь идет о проблеме «автоматизированная система и ее безопасность», которая сегодня активно используется в рамках информационных систем. В каких отраслях применяются автоматизированные системы, решается проблема

надежности с точки зрения безопасности и анализа состояния защиты. Автоматизированные системы имеют большое значение в современном мире, поскольку значительно упрощают и ускоряют выполнение различных повседневных задач, управление данными и процессами. Актуальность автоматизированных систем зависит от таких факторов, как эффективность и производительность, улучшение качества данных, масштабирование, развитие аналитики. Однако важно понимать, что с ростом автоматизации возрастает и риск в области безопасности данных и конфиденциальности. Автоматизированные системы становятся мишенью для кибератак и могут угрожать конфиденциальности, целостности и доступности данных. Таким образом, безопасность автоматизированных систем остается одной из основных проблем. То есть отсутствие надлежащих мер безопасности может привести к потере данных, нарушению конфиденциальности и финансовым потерям. Поэтому организациям необходимо активно инвестировать в защиту и мониторинг своих атомных электростанций, контролируя доступ, шифруя, внедряя механизмы обнаружения инцидентов и обучая сотрудников правилам безопасности.

Ключевые слова: автоматизированная система, безопасность, компьютер, интернет, антивирус, технология.

Z.M. Alimzhanova, A.K. Baiuzakova*

Kazakh National University named after Al-Farabi,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 al-Farabi Avenue
*e-mail: zhannamen@mail.ru, arailim107@mail.ru

PROBLEMS OF ENSURING THE SAFETY OF AUTOMATED SYSTEMS

The article discusses the issue of "automated system and its security", which is actively used today in the framework of Information Systems. In what areas are automated systems used, the problem of strength in terms of safety and analysis of the state of protection is solved.

Automated systems are of great importance in the modern world, as they greatly simplify and speed up the implementation of various daily tasks, data and process management. The relevance of automated systems depends on such factors as efficiency and productivity, improving data quality, scaling, and developing analytics. However, it is important to understand that with the growth of automation, the risk in the field of data security and privacy will also increase. Automated systems become targets of cyber attacks and can threaten the confidentiality, integrity and availability of data. Thus, the safety of automated systems remains one of the main issues. That is, the lack of appropriate security measures can lead to data loss, privacy violations and financial losses. Therefore, organizations need to actively invest in the protection and control of their nuclear power plants by implementing access control, encryption, incident detection mechanisms, and training employees in safety regulations.

Key words: *automated system, security, computer, internet, antivirus, technology.*

Авторлар туралы мәліметтер

Жанна Муратбековна Алимжанова – физика-математика ғылымдарының докторы, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: zhannamen@mail.ru.

Арайлым Қайратқызы Байузакова – магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: arailim107@mail.ru.

Сведения об авторах

Жанна Муратбековна Алимжанова – доктор физико-математических наук, профессор, Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: zhannamen@mail.ru.

Арайлым Қайратқызы Байузакова – магистрант, Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: arailim107@mail.ru.

Information about the authors

Zhanna Muratbekovna Alimzhanova – doctor of physical and mathematical sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhannamen@mail.ru.

Arailym Baiuzakova – master's degree, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, arailim107@mail.ru.

Материал 24.10.2023 ж. баспаға түсмі.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-6

ISTIR: 20.53.17

A.T. Manap*, G.A. Abitova

Astana IT University,

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

*e-mail: abusaid.manap@gmail.com

DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR SECURE FILE STORAGE BASED ON HYBRID CRYPTOGRAPHY METHODS

Abstract: *This article explores the development of information technology for secure file storage based on hybrid cryptography methods. It highlights the importance of secure file storage in the digital age and introduces hybrid cryptography as a solution for enhanced data security. The purpose of the article is to provide a comprehensive understanding of the benefits and advancements in hybrid cryptography for secure file storage.*

The article discusses the differences between symmetric and asymmetric encryption algorithms and introduces hybrid cryptography as a combination of both. It delves into the advantages of hybrid cryptography, emphasizing its ability to provide robust security and efficient data protection. The use of hybrid cryptography in encryption at rest and encryption in transit is examined, highlighting its role in securing stored data and ensuring secure data transmission.

Moreover, the article explores the authentication, integrity, and reliability features provided by hybrid cryptography. It discusses the importance of key management and its impact on secure file storage.

Key words: *cryptography; analysis; secure storage; secure transmission; encryption.*

Introduction

In the digital age, where vast amounts of data are generated and exchanged daily, the importance of secure file storage cannot be overstated. Protecting sensitive information from unauthorized access, tampering, or loss has become a critical concern for businesses, organizations, and individuals alike. To address this challenge, the concept of hybrid cryptography has emerged as a powerful solution for enhanced data security. This chapter aims to explore the development of information technology for secure file storage based on hybrid cryptography methods, highlighting its significance in the digital landscape.

The purpose of this article is to delve into the development of information technology for secure file storage based on hybrid cryptography methods. By exploring the importance of secure file storage in the digital age and introducing the concept of hybrid cryptography, we aim to highlight the significance of this approach in enhancing data security. The article will provide insights into the benefits of secure file storage and the role of hybrid cryptography in ensuring confidentiality, integrity, and availability of stored data.

In today's interconnected world, where data breaches and cyber threats are prevalent, secure file storage is crucial for several reasons:

1. **Confidentiality:** Secure file storage ensures that sensitive information remains confidential by employing encryption techniques that render data unreadable to unauthorized

individuals. This is particularly vital for protecting personal data, financial records, trade secrets, and intellectual property.

2. **Integrity:** Secure file storage guarantees the integrity of stored data, ensuring that it remains unchanged and uncorrupted. By implementing mechanisms such as digital signatures and hash functions, any unauthorized modification or tampering with the data can be detected and prevented.

3. **Availability:** Secure file storage ensures the availability of data when needed, preventing disruptions caused by system failures, hardware malfunctions, or other unforeseen events. By implementing robust backup and recovery mechanisms, organizations can minimize downtime and maintain uninterrupted access to critical files.

4. **Compliance:** With the introduction of data protection regulations like the GDPR and CCPA, organizations must comply with stringent requirements to protect sensitive data. Secure file storage solutions help businesses meet these regulations by implementing strong security measures, access controls, and audit trails.

5. **Trust and Reputation:** By prioritizing secure file storage, organizations demonstrate their commitment to safeguarding customer data and protecting their privacy. This builds trust and enhances reputation, making businesses more attractive to customers who value data security and privacy.

Introducing Hybrid Cryptography

Traditional cryptographic methods typically rely on either symmetric or asymmetric encryption algorithms. However, hybrid cryptography combines the strengths of both approaches to provide enhanced security and efficiency. It leverages symmetric encryption for faster data encryption and decryption processes, while asymmetric encryption is used for key distribution and management.

Hybrid cryptography offers several benefits:

1. **Increased Security:** By utilizing both symmetric and asymmetric encryption, hybrid cryptography addresses the limitations of each method. Symmetric encryption provides speed and efficiency, while asymmetric encryption offers strong key management and secure data transmission.

2. **Efficient Key Management:** Hybrid cryptography simplifies key management by using symmetric encryption for data encryption and decryption, while asymmetric encryption is employed for securely transmitting and exchanging encryption keys.

3. **Scalability:** Hybrid cryptography can easily adapt to evolving security requirements by utilizing different encryption algorithms based on the sensitivity and nature of the data being stored. This flexibility ensures that secure file storage systems remain resilient against emerging threats.

Understanding Hybrid Cryptography

In the digital age, where data is a valuable asset, protecting sensitive information from unauthorized access and ensuring its integrity has become a critical concern. Cryptography plays a fundamental role in data protection by providing secure communication, secure storage, and secure access control mechanisms. In this article, we will explore the concept of cryptography, its role in data protection, and reference relevant works that have contributed to the field.

Understanding Cryptography

Cryptography is the science of secure communication and data protection through the use of mathematical algorithms. It encompasses techniques for encrypting and decrypting data, as well as methods for ensuring data integrity, authentication, and non-repudiation. The primary goal of cryptography is to ensure that data remains confidential, tamper-proof, and accessible only to authorized parties [1].

The Role of Cryptography in Data Protection

1. **Confidentiality:** One of the key objectives of cryptography is to provide confidentiality by encrypting data. Encryption transforms plaintext into ciphertext, rendering it unreadable to unauthorized individuals. Only those with the proper decryption key can convert the ciphertext back into its original form. Cryptographic algorithms such as Advanced Encryption Standard (AES) and RSA are widely used to achieve confidentiality in various applications.

2. **Integrity:** Cryptography ensures data integrity by detecting any unauthorized modifications or tampering. Hash functions, such as SHA-256, generate unique hash values for data, acting as a digital fingerprint. Any change in the data will result in a different hash value, thus alerting the recipient of potential tampering. This mechanism helps maintain the integrity of data during transmission and storage.

3. **Authentication:** Authentication involves using cryptography to confirm the identity of communicating parties. Asymmetric encryption algorithms, such as digital signatures, play a crucial role in this process. Digital signatures not only authenticate the message sender but also ensure the message's integrity. By verifying the signature with the sender's public key, the recipient guarantees the authenticity and non-repudiation of the message.

4. **Access Control:** Cryptography also plays a role in access control mechanisms. By using encryption and decryption keys, access to sensitive data can be restricted to authorized individuals or entities. This ensures that only those with the proper credentials can access and decipher the encrypted data. Access control is crucial for protecting data from unauthorized disclosure and maintaining privacy.

Cryptography is a fundamental tool for data protection, ensuring confidentiality, integrity, authentication, and access control. By leveraging cryptographic techniques, organizations and individuals can safeguard their sensitive information from unauthorized access and maintain data integrity during transmission and storage. The works referenced in this article have provided valuable insights and advancements in the field of cryptography, contributing to the development of secure communication and data protection mechanisms [2].

As the digital landscape continues to evolve, cryptography will remain an indispensable component of data protection strategies, playing a crucial role in safeguarding our digital assets [3].

Symmetric and asymmetric encryption algorithms represent essential cryptographic methods employed for safeguarding data. The key distinction between these two techniques centers around the utilization of encryption and decryption keys.

Symmetric Encryption: Symmetric encryption, alternatively referred to as secret-key or shared-key encryption, employs a single key for both the encryption and decryption processes. This key is shared between the communicating parties and must remain confidential. The encryption process takes the plaintext and the encryption key as input and produces ciphertext. Conversely, the decryption process takes the ciphertext and the same encryption key to retrieve the original plaintext[4].

Key characteristics of symmetric encryption include:

1. **Efficiency:** Symmetric encryption algorithms are generally faster and computationally more efficient than asymmetric algorithms. This efficiency makes them suitable for encrypting large amounts of data in real-time.

2. **Key Management:** As symmetric encryption relies on a shared key, the primary challenge lies in securely distributing and managing the key among the communicating parties. Any compromise or unauthorized access to the key could result in a breach of security.

3. **Scalability:** Symmetric encryption is well-suited for secure communication between a limited number of parties. However, as the number of communicating parties increases, the challenge of securely distributing and managing the shared key becomes more complex.

Common symmetric encryption algorithms include Advanced Encryption Standard (AES), Data Encryption Standard (DES), and Triple Data Encryption Standard (3DES).

Asymmetric Encryption: Asymmetric encryption, also referred to as public-key encryption, utilizes a set of mathematically linked keys: a public key and a private key. The public key is openly distributed and available to everyone, while the private key is kept confidential and exclusively known to the owner. When encrypting the plaintext, the public key of the recipient is used to generate ciphertext. Conversely, decrypting the ciphertext and recovering the original plaintext necessitates the recipient's private key.

Key characteristics of asymmetric encryption include:

1. **Enhanced Security:** Asymmetric encryption provides enhanced security by separating the encryption and decryption keys. Even if the public key is widely available, it is computationally infeasible to derive the corresponding private key from it. This property allows for secure communication without the need for a shared secret key.

2. **Key Distribution:** Asymmetric encryption eliminates the need for securely distributing a shared key among communicating parties[5]. Instead, each participant generates their own key pair and shares their public key openly. This simplifies the key management process and enables secure communication with multiple parties.

Common asymmetric encryption algorithms include RSA (Rivest-Shamir-Adleman), Elliptic Curve Cryptography (ECC), and Diffie-Hellman key exchange.

To sum it up, symmetric encryption relies on a single shared key for both encryption and decryption, whereas asymmetric encryption involves a pair of mathematically linked keys - a public key for encryption and a private key for decryption. Symmetric encryption is efficient but requires secure key distribution, while asymmetric encryption provides enhanced security and simplified key management but is computationally more intensive. Both types of encryption algorithms play crucial roles in modern cryptographic systems, addressing different requirements and use cases.

Combining Symmetric and Asymmetric Encryption

In the realm of cryptography, hybrid cryptography emerges as a powerful solution that combines the strengths of both symmetric and asymmetric encryption algorithms. By leveraging the benefits of each approach, hybrid cryptography addresses the challenges associated with key distribution and computational efficiency, offering an effective and secure method for data protection.

The Need for Hybrid Cryptography

While symmetric encryption algorithms excel in terms of efficiency and speed, they face a significant hurdle when it comes to key distribution. How can two parties securely share a secret key without the risk of interception or compromise? This is where asymmetric encryption becomes relevant. It addresses the key distribution challenge by employing a set of mathematically connected keys, facilitating secure communication between parties without the requirement for a shared secret.

Nevertheless, asymmetric encryption algorithms demand more computational resources compared to their symmetric counterparts, rendering them less ideal for encrypting substantial amounts of data. To overcome this limitation, hybrid cryptography combines the best of both worlds, harnessing the efficiency of symmetric encryption for data encryption and the security of asymmetric encryption for key distribution.

The Hybrid Cryptography Process

The hybrid cryptography process involves the following steps:

1. **Key Generation:** The receiver, or the intended recipient of the encrypted data, generates a key pair consisting of a public key and a private key. The public key is shared with the sender and anyone else who wishes to encrypt messages to the receiver.
2. **Key Exchange:** The sender generates a symmetric encryption key specifically for the data transmission to the receiver. This symmetric key is used to encrypt the actual message or data.
3. **Message Encryption:** The sender employs the symmetric encryption key to encrypt the message, a process that is significantly faster than asymmetric encryption algorithms, thanks to its computational efficiency. This guarantees the security and protection of the data during transmission.
4. **Key Encryption:** In tackling the key distribution challenge, the sender encrypts the symmetric encryption key with the recipient's public key acquired in the key generation phase. Subsequently, this encrypted symmetric key, along with the encrypted message, is transmitted.
5. **Message Transmission:** The encrypted message and the encrypted symmetric key are transmitted to the receiver.
6. **Message Decryption:** Upon receiving the encrypted message, the recipient uses their private key to decrypt the symmetric encryption key, obtaining the original symmetric key.
7. **Data Decryption:** Finally, the recipient employs the decrypted symmetric key to decrypt the actual message, thus retrieving the original plaintext.

By combining the advantages of symmetric and asymmetric encryption, hybrid cryptography ensures efficient and secure data transmission. It addresses the key distribution challenge by using the asymmetric encryption approach to securely exchange the symmetric encryption key. Consequently, this approach minimizes computational overhead by utilizing symmetric encryption for the actual data encryption.

Benefits and Applications

Hybrid cryptography offers several notable benefits and finds applications in various domains, including:

1. **Enhanced Security:** Hybrid cryptography establishes a strong security framework by blending symmetric and asymmetric encryption. It utilizes asymmetric encryption for a secure key exchange, while preserving the efficiency of symmetric encryption for encrypting large volumes of data.
2. **Efficiency:** The speed and efficiency of symmetric encryption enable rapid encryption and decryption of extensive data sets, making hybrid cryptography particularly suitable for secure communication in environments with limited resources.

3. **Secure Key Exchange:** Hybrid cryptography addresses the challenge of secure key distribution by using asymmetric encryption for the exchange of symmetric encryption keys. This ensures that the symmetric key remains confidential and accessible only to the intended recipient.

4. **Secure Data Transmission:** With its combined strength, hybrid cryptography ensures that data transmitted over insecure channels remains confidential and tamper-proof. This makes it ideal for securing sensitive information during online transactions, data transfers, and secure communication protocols.

Hybrid cryptography has become a cornerstone in modern data protection systems, offering a practical and effective approach to secure file storage and transmission. By leveraging the strengths of symmetric and asymmetric encryption, hybrid cryptography provides a robust security foundation while addressing key management and computational efficiency challenges. As the digital landscape continues to evolve, the development of information technology for secure file storage based on hybrid cryptography methods is poised to play a significant role in safeguarding sensitive information in the digital age [6].

Advantages of Hybrid Cryptography

Combining the capabilities of symmetric and asymmetric encryption algorithms, hybrid cryptography presents various notable benefits in terms of both security and efficiency [7]. Let's delve into these benefits in more detail:

1. **Enhanced Security:** Hybrid cryptography establishes a strong security foundation by capitalizing on the advantages of both symmetric and asymmetric encryption.

- **Secure Key Exchange:** Asymmetric encryption ensures secure key exchange by using a recipient's public key to encrypt the symmetric encryption key. This eliminates the need to distribute the symmetric key over an insecure channel, mitigating the risk of interception or unauthorized access [8].

- **Confidentiality:** The symmetric encryption algorithm employed in hybrid cryptography ensures confidentiality by encrypting the actual message or data. The recipient, possessing the corresponding symmetric key, can decrypt and access the original plaintext.

- **Data Integrity:** Hybrid cryptography supports the integrity of data through the use of message authentication codes (MACs) or digital signatures. These cryptographic mechanisms verify that the transmitted data remains unchanged and has not been tampered with during transmission.

- **Authentication:** Hybrid cryptography facilitates authentication through digital signatures, enabling the verification of the sender's identity and ensuring the integrity and authenticity of the message.

2. **Computational Efficiency:** Hybrid cryptography optimizes computational efficiency by utilizing symmetric encryption for bulk data encryption and asymmetric encryption for key distribution.

- **Faster Encryption and Decryption:** Symmetric encryption algorithms are computationally more efficient compared to asymmetric encryption algorithms. By employing symmetric encryption for the actual data encryption, hybrid cryptography enables fast and efficient encryption and decryption processes, making it suitable for encrypting large volumes of data in real-time.

- **Key Distribution Efficiency:** Asymmetric encryption, with its key distribution mechanism, ensures the secure exchange of symmetric encryption keys. This eliminates the need to distribute and manage a shared secret key, simplifying key management processes and making hybrid cryptography more scalable.

- **Resource-Constrained Environments:** The computational efficiency of symmetric encryption makes hybrid cryptography well-suited for resource-constrained environments, such as devices with limited processing power and bandwidth.

3. **Flexibility and Adaptability:** Hybrid cryptography offers flexibility and adaptability to various security requirements and use cases.

- **Scalability:** Hybrid cryptography can scale to secure communication between multiple parties. Asymmetric encryption allows for the exchange of symmetric encryption keys with each participant, ensuring secure communication with a larger number of entities[9].

- **Versatility:** Hybrid cryptography can be applied to various data protection scenarios, including secure file storage, secure communication protocols, and secure online transactions. Its adaptability and versatility make it a valuable tool in modern data protection systems[10].

In summary, hybrid cryptography presents notable benefits in security and efficiency, playing a crucial role in contemporary cryptographic systems. Its capacity for secure key exchange, confidentiality, integrity, authentication, and computational efficiency positions it as a formidable solution in the digital era.

Conclusion

In this comprehensive article, we have explored the development of information technology for secure file storage based on hybrid cryptography methods. Let us now summarize the key points discussed and emphasize the significance of hybrid cryptography in the realm of secure file storage solutions.

Throughout this article, we have established the importance of secure file storage in the digital age. With the increasing volume and sensitivity of data, ensuring its protection against unauthorized access and breaches has become a critical concern for businesses and individuals alike. This has led to the emergence of hybrid cryptography as a powerful solution for enhanced data security.

Hybrid cryptography, integrating both symmetric and asymmetric encryption algorithms, presents various advantages. We've explored how it establishes a strong foundation for encrypting stored data, safeguarding it against unauthorized access. Through the combination of symmetric and asymmetric encryption, hybrid cryptography strikes a balance between security and efficiency, optimizing the speed and computational resources necessary for secure file storage.

The authentication, integrity, and reliability features provided by hybrid cryptography further enhance the security of stored files. With mechanisms such as digital signatures and cryptographic hashes, hybrid cryptography ensures the authenticity and integrity of data, making it highly reliable and trustworthy.

Reference

1. Paar, C., & Pelzl, J. (2010). Understanding cryptography: a textbook for students and practitioners. Springer Science & Business Media.
2. Stinson, D. R. (2018). Cryptography: Theory and Practice (4th ed.). CRC Press.
3. Diffie, W., & Hellman, M. E. (1976). New directions in cryptography. IEEE Transactions on Information Theory. – 22(6). – P. 644-654.
4. Menezes, A. J., van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. (1997). Handbook of applied cryptography. CRC press.
5. Ristenpart, T., Shrimpton, T., & Shacham, H. (2010). Careful with composition: limitations of the multi-key security notion. In Proceedings of the 17th ACM conference on Computer and communications security. – P. 605-616.
6. Katz, J., & Lindell, Y. (2014). Introduction to modern cryptography. CRC Press.
7. Stallings, W. (2017). Cryptography and network security: principles and practice. Pearson.
8. AlHussein, M., & Barker, A. D. (2018). Secure Data Transmission: A Comprehensive Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 20(1). – P. 1-33.
9. Chen, H., Wang, Q., & Zhang, L. (2019). "Privacy-Preserving Cryptographic Protocols for Secure Multi-Party Computation." Journal of Computer Science and Technology. – 34(6). – P. 1261-1277.
10. Ferguson, N., Schneier, B., & Kohno, T. (2010). Cryptography engineering: design principles and practical applications. John Wiley & Sons.

Ә.Т. Манап*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

010000, Қазақстан Республикасы, Астана, Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11

*e-mail: abusaid.manap@gmail.com

ГИБРИДТІ КРИПТОГРАФИЯ ӘДІСТЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ФАЙЛДАРДЫ ҚАУІПСІЗ САҚТАУҒА АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ

Бұл мақалада гибриді криптография әдістеріне негізделген файлдарды қауіпсіз сақтауға арналған ақпараттық технологияның дамуы зерттеледі. Ол цифрлық дәуірде файлдарды қауіпсіз сақтаудың маңыздылығын көрсетеді және деректер қауіпсіздігін жақсарту шешімі ретінде гибриді криптографияны ұсынады. Мақаланың мақсаты-

файлдарды қауіпсіз сақтау үшін гибриді криптографияның артықшылықтары мен жетістіктері туралы жан-жақты түсінік беру.

Мақалада симметриялы және асимметриялық шифрлау алгоритмдерінің арасындағы айырмашылықтар талқыланады және гибриді криптография екеуінің тіркесімі ретінде енгізіледі. Ол гибриді криптографияның артықшылықтарын қарастырады, оның сенімді қауіпсіздік пен деректерді тиімді қорғауды қамтамасыз ету қабілетін көрсетеді. Гибриді криптографияны тыныштықта шифрлау және тасымалдау кезінде шифрлау кезінде қолдану қарастырылады, оның сақталған деректерді қорғаудағы және деректерді қауіпсіз беруді қамтамасыз етудегі рөлі атап өтіледі.

Сонымен қатар, мақалада гибриді криптография ұсынатын аутентификация, тұтастық және сенімділік функциялары қарастырылады. Онда кілттерді басқарудың маңыздылығы және оның файлдарды қауіпсіз сақтауға әсері талқыланады.

Түйін сөздер: криптография; талдау; қауіпсіз сақтау; қауіпсіз тасымалдау; шифрлау.

А.Т. Манап*, Г.А. Абитова

Astana IT University,

010000, Республика Казахстан, Астана, проспект Мангилик Ел, 55/11

*e-mail: abusaid.manap@gmail.com

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ ФАЙЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ГИБРИДНОЙ КРИПТОГРАФИИ

В этой статье исследуется разработка информационной технологии для безопасного хранения файлов, основанной на методах гибридной криптографии. В ней подчеркивается важность безопасного хранения файлов в эпоху цифровых технологий и представлена гибридная криптография как решение для повышения безопасности данных. Цель статьи – дать всестороннее представление о преимуществах и достижениях гибридной криптографии для безопасного хранения файлов.

В статье обсуждаются различия между симметричными и асимметричными алгоритмами шифрования и вводится гибридная криптография как комбинация того и другого. В ней рассматриваются преимущества гибридной криптографии, подчеркивается ее способность обеспечивать надежную безопасность и эффективную защиту данных. Рассматривается использование гибридной криптографии при шифровании в состоянии покоя и шифровании при передаче, подчеркивается ее роль в защите хранимых данных и обеспечении безопасной передачи данных.

Кроме того, в статье исследуются функции аутентификации, целостности и надежности, предоставляемые гибридной криптографией. В нем обсуждается важность управления ключами и его влияние на безопасное хранение файлов.

Ключевые слова: криптография; анализ; безопасное хранение; безопасная передача; шифрование.

Information about the authors

Абусаид Манап* – master's degree, Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: abusaid.manap@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5353-4052>

Gulnara Askerovna Abitova – PhD, Associate Professor; Astana IT University; Republic of Kazakhstan, Astana; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>

Авторлар туралы ақпарат

Әбусаид Манап* – магистр дәрежесі, Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана; e-mail: abusaid.manap@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5353-4052>

Гүлнара Әскерқызы Әбитова – техника ғылымдарының кандидаты, доцент; Astana IT University; Қазақстан Республикасы, Астана; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>

Сведения об авторах

Абусайд Манап* – магистрант, Astana IT University; Республика Казахстан, Астана; e-mail: abusaid.manap@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5353-4052>

Гульнара Аскеровна Абитова – кандидат технических наук, доцент; Astana IT University; Республика Казахстан, Астана; e-mail: gulya.abitova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-6905>

Material received on 17.11.2023 e.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-7

МРПТИ: 81.93.29

A.K. Shaikhanova, D.S. Kadyrov*

L.N. Gumilyov Eurasian National University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev Str., 2
*e-mail: 010422551083@enu.kz

A DEEP DIVE INTO COBALT STRIKE TOOL

Annotation: *Cobalt Strike is a popular commercial penetration testing tool that has also been widely used in cyber attacks. This paper provides a review of the Cobalt Strike and its use in cyber attacks, including an analysis of the tactics, techniques, and trends associated with its use. Conducted a literature review and data analysis of academic research, industry reports, and news articles on Cobalt Strike and its use in cyber attacks, as well as case studies of specific attacks involving Cobalt Strike. This research is based on cases in which Cobalt Strike has been used in a wide range of attacks: ransomware attacks, espionage campaigns, and advanced persistent threats. Attackers using Cobalt Strike tend to be highly sophisticated and motivated by a range of factors, including financial gain, political espionage, and cyber warfare. The tool's flexibility and adaptability make it a formidable threat to organizations seeking to defend against cyber attacks. Our research highlights key features and explains thoroughly the logical structure of the Cobalt Strike.*

Key words: *Command and Control (C2), penetration testing, post-exploitation, Cobalt Strike, network*

Introduction

In recent years the Cobalt Strike has been gaining significant recognition in the cybersecurity field as a highly valuable penetration testing tool. It is already considered the "swiss knife" of every red team engagement. While the tool was originally designed for legitimate security testing purposes, despite the fact that the company has strict criteria for selling its own product, it has also been widely used by threat actors in a variety of malicious activities. As a result, Cobalt Strike has become a major concern for organizations seeking to defend against cyber attacks.

This paper will provide a comprehensive review of the Cobalt Strike and its use in cyber attacks. Drawing on a combination of academic research, industry reports, and news articles, the research analyzes the tactics, techniques, and trends associated with Cobalt Strike-based attacks, and provides insights into the tool's key features and logical structure. Our research is based on a detailed review of the literature, as well as case studies of specific attacks that have used Cobalt Strike. Through this analysis, the main aim is to provide a deeper understanding of the key functionality and advanced options associated with the Cobalt Strike.

Overall, this research sheds light on the evolving threat landscape of cyber-attacks and highlights the need for organizations to develop proactive and resilient cybersecurity strategies. The bottom-up approach in this research the Cobalt Strike and its use by threat actors in different APTs, I hope to make a contribution to enhancing cybersecurity awareness in Command and Control framework aspect and cyberspace sustainability.

Brief history and development of Cobalt Strike

Cobalt Strike is a commercial penetration testing tool that was created and released by Raphael Mudge 2012, the founder of Armitage, another well-known penetration testing tool. Cobalt

Strike was designed to provide advanced capabilities beyond what Armitage offered, specifically focusing on advanced threat emulation, adversary simulation, and post-exploitation. Since its initial release, Cobalt Strike has undergone several updates and improvements to keep up with evolving threat landscapes and attacker techniques.

Key features and functionalities, including its intended use for penetration testing and its commercial availability

As described in Sinclair's (2022) article, Cobalt Strike offers a variety of features and functionalities to aid in penetration testing and adversary simulation, including but not limited to:

- Beacon payload for command-and-control (C2) communications
- Social engineering toolkit for crafting phishing emails
- Aggressor Script for customizing and automating post-exploitation actions
- Port forwarding and SOCKS proxy for network pivoting
- Integration with Metasploit Framework

While Cobalt Strike was initially developed for legitimate use in penetration testing, it is now also widely available commercially, and its use has expanded to include malicious activities such as ransomware attacks, espionage campaigns, and advanced persistent threats.

Differences between legitimate and malicious use of Cobalt Strike

The legitimate use of Cobalt Strike involves using the tool to identify vulnerabilities and improve an organization's security posture. "Cobalt Strike is a powerful and flexible tool that is designed to execute targeted attacks and emulate the post-exploitation actions of advanced threat actors" (Help Systems, 2022, para. 1). On the other hand, malicious use of Cobalt Strike involves using the tool to compromise systems and steal data. Attackers can use Cobalt Strike to gain persistent access to a compromised network, exfiltrate data, or deploy ransomware.

One key difference between the legitimate and malicious use of Cobalt Strike is the presence of authorization and consent. Legitimate users of the tool obtain authorization from the organization being tested and follow a strict set of rules and guidelines. Malicious actors, on the other hand, use Cobalt Strike without authorization and for malicious purposes. It's important to note that while the tool itself is not inherently malicious, its misuse can have devastating consequences for targeted organizations.

Cobalt Strike-based attacks

Cobalt Strike has become a popular tool among cybercriminals for carrying out a wide range of attacks, including ransomware attacks, espionage campaigns, and advanced persistent threats (APTs). In ransomware attacks, attackers have been observed using Cobalt Strike to deploy the initial payload and establish a foothold in the victim's network before deploying the ransomware. This tactic allows attackers to bypass some of the victim's security measures and gain a deeper foothold in the network, enabling them to encrypt more files and demand a higher ransom.

In addition to ransomware attacks, Cobalt Strike has also been used in various espionage campaigns, including those carried out by nation-state-sponsored threat actors. Hinchliffe (2019) reported that a Chinese cyber espionage group known as PKPLUG utilized Cobalt Strike to deliver a complex malware strain in Operation Iron Tiger, which targeted victims in Southeast Asia. The malware was designed to steal sensitive information from the victims' networks and send it back to the attackers' command and control (C2) server.

APTs also commonly use Cobalt Strike in their attacks, often as a means of establishing a persistent presence on the victim's network. In the 2020 SolarWinds attack, for example, the attackers used Cobalt Strike to deliver a malware strain known as SUNBURST to their targets, as reported by CFCS (2021). The malware was designed to evade detection and establish a backdoor on the victim's network, allowing the attackers to maintain access and steal sensitive data over an extended period of time.

Comparative analysis of Cobalt Strike with open-source project

One significant drawback of Cobalt Strike lies in its susceptibility to detection by scanning mechanisms. As cybersecurity defenses continue to evolve, so too do the techniques employed by malicious actors and penetration testers alike. The inherent challenge arises from the distinct footprint that Cobalt Strike may leave behind during its operations, thereby making it susceptible to detection by advanced scanning tools.

In practical terms, security solutions have become adept at recognizing the behavioral patterns and characteristics associated with Cobalt Strike's activities. This heightened sensitivity

may result in the premature identification of the tool, diminishing its efficacy in simulating real-world cyber threats. To address this concern, users are often compelled to employ additional measures, such as hiding behind proxies, to obfuscate the tool's presence and maintain its stealth capabilities.

Moreover, the need to employ such countermeasures introduces an additional layer of complexity to penetration testing activities, potentially impacting the tool's user-friendliness and accessibility. As organizations invest heavily in enhancing their threat detection capabilities, the cat-and-mouse game between security professionals and evolving scanning mechanisms continues to pose challenges for the sustained effectiveness of Cobalt Strike.

Another noteworthy limitation pertains to the financial implications associated with the acquisition of Cobalt Strike. Positioned as a commercial tool, Cobalt Strike comes with a considerable price tag, rendering it inaccessible to individuals and smaller organizations with limited budgets. The exorbitant cost of licensing may present a barrier for those seeking to leverage the tool for penetration testing purposes, potentially hindering the democratization of advanced cybersecurity capabilities.

Fortra, the company behind Cobalt Strike, maintains a stringent sales policy, limiting the availability of the tool to a select clientele. This exclusivity exacerbates the financial burden, as Fortra does not sell the product to anyone willing to purchase it. The restrictive nature of this sales approach may impede the diverse adoption of Cobalt Strike within the cybersecurity community, constraining the accessibility of a valuable tool for enhancing the security posture of diverse entities.

One standout advantage of the alternative penetration testing tool is its cost-effectiveness, setting it apart from premium, commercially available solutions like Cobalt Strike. Unlike the prohibitive pricing structures associated with some industry-leading tools, this alternative is freely available, making it an attractive option for individuals, small businesses, and cybersecurity enthusiasts operating within budget constraints.

The tool's open-source nature not only democratizes access to advanced cybersecurity capabilities but also fosters a more inclusive cybersecurity community. By eliminating financial barriers, it empowers a broader spectrum of users to engage in ethical hacking practices, contributing to the collective improvement of cybersecurity standards across various domains.

Stealth and Evasion of Recognizable Signatures:

In contrast to tools that may be easily detected by scanning mechanisms and signature-based defenses, the alternative penetration testing tool excels in maintaining a low profile during simulated cyber-attacks. Recognizing the evolving landscape of cybersecurity defenses, the tool is designed to evade detection by leveraging sophisticated evasion techniques and avoiding recognizable signatures.

The tool's developers prioritize staying ahead of detection mechanisms by regularly updating and refining its evasion capabilities. This commitment to continuous improvement ensures that the tool remains effective in emulating real-world cyber threats without triggering alarms within the target environment. As a result, security professionals can confidently deploy the tool in diverse scenarios, enhancing its utility for penetration testing activities.

As depicted in figure 1, in a comprehensive penetration testing framework, a plugin system facilitates extensibility through dynamically loadable modules. These plugins, created by users or the community, augment the tool's functionalities. A logging module captures and records pertinent events, providing a detailed audit trail for transparency and troubleshooting. An encryption module ensures secure communication between the command and control server and compromised systems, leveraging robust encryption algorithms and effective key management. The client interface, whether graphical or command-line, serves as the user's gateway to interact with the tool, executing commands and managing sessions seamlessly. The command and control server orchestrates communication, issuing commands to compromised systems and receiving their responses. Attack packages, comprising payload and post-exploitation modules, offer a diverse set of tools for simulating real-world cyber threats. The beacon payload, designed for stealth, maintains a low profile by evading recognizable signatures during communication. A listener component on the server side awaits incoming connections, establishing and managing sessions with compromised systems. Finally, a data exfiltration module enables the secure transfer of sensitive information from compromised systems to the operator-controlled infrastructure, completing the toolkit for comprehensive penetration testing activities.

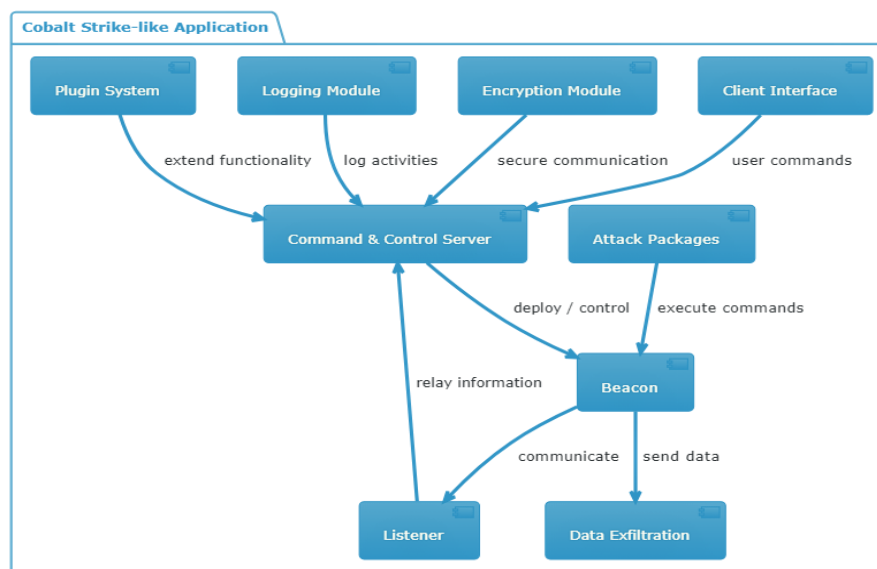


Figure 1 – Architecture of the developed application

Defense strategies

Cobalt Strike-based attacks are sophisticated and can be difficult to detect and prevent. In this section, we discuss several defense strategies that can help organizations protect against such attacks.

Technical controls are a critical part of an organization's defense against Cobalt Strike-based attacks. According to Sangvikar et al. (2022), intrusion detection and prevention systems can be used to detect and prevent attacks in real-time, while network segmentation can limit the potential impact of an attack. Regular patch management can also help to prevent known vulnerabilities from being exploited.

Organizational policies and procedures are also an essential defense against Cobalt Strike-based attacks. A culture of security can be fostered through security awareness training, which can help employees understand the risks and threats associated with the tool. Kruse and Heiser (2001) emphasize the importance of incident response plans in enabling organizations to respond promptly and efficiently to a security breach, thereby minimizing the potential impact on their operations. Vulnerability management, which involves regular assessments of an organization's infrastructure and systems, can help identify and address potential vulnerabilities before they are exploited.

User awareness and training are also critical components of a defense strategy against Cobalt Strike-based attacks. Dark, Epstein, Morales, Countermine, and Ali (2006) recommend that employees should receive education on identifying and reporting suspicious activity and being aware of the appropriate actions to take in the event of a security incident. This can include regular training sessions, simulated phishing attacks, and ongoing communication about the latest threats and trends. By promoting a culture of security and involving employees in the defense strategy, organizations can better protect themselves against Cobalt Strike-based attacks.

Future trends and research directions

As the threat of Cobalt Strike-based attacks continues to evolve, it is essential for organizations to stay abreast of emerging technologies and research in this area. This section discusses some potential future trends and research directions:

1. Emerging technologies and techniques for detecting and preventing Cobalt Strike-based attacks: With the increasing sophistication of attackers, new technologies and techniques are being developed to detect and prevent Cobalt Strike-based attacks. As investigated by Raghav, Mahmood, and Hasan (2011), artificial intelligence can be utilized to analyze network traffic and detect anomalous behavior that may indicate a security breach.

2. The evolving threat landscape: The threat landscape is constantly evolving, with new tactics, techniques, and procedures (TTPs) being developed by attackers. It is important for organizations to stay current with new developments in Cobalt Strike-based attacks to ensure their defense strategies remain effective.

3. Potential areas for future research: There are several potential areas for future research, including the effectiveness of defense strategies against Cobalt Strike-based attacks and the motivations and capabilities of attackers using Cobalt Strike. Additionally, as new developments arise, research into emerging technologies and their effectiveness in defending against Cobalt Strike-based attacks may be needed.

Conclusion

In conclusion, Cobalt Strike is a versatile and powerful penetration testing tool that has also become a popular choice for malicious actors in cyber attacks. Our research has provided an overview of the tool's history, key features and functionalities, and differences between legitimate and malicious use. We have also analyzed specific examples of how Cobalt Strike has been used in ransomware attacks, espionage campaigns, and advanced persistent threats.

To defend against Cobalt Strike and other red team tools, organizations should implement a wide range of technical controls together, such as intrusion detection and prevention systems, security information, event management, antiviruses, and others. Organizational policies and procedures, including security awareness training, incident response plans, and vulnerability management, can also help create a culture of security. User awareness and training are equally important in recognizing and reporting suspicious activity.

Finally, we have highlighted emerging technologies and techniques for detecting and preventing Cobalt Strike-based attacks, as well as potential areas for future research. As the threat landscape continues to evolve, it is critical for organizations to stay up-to-date with new developments in Cobalt Strike-based attacks and to continually refine their defense strategies. By taking these steps, organizations can better protect themselves and be prepared against the significant amount of risks related to information security.

Based on the literature review and data analysis conducted in this research, the problem of Cobalt Strike being used in malicious cyber attacks was investigated. The findings reveal that Cobalt Strike, originally designed for legitimate penetration testing purposes, has been widely used by threat actors in various attacks such as ransomware attacks, espionage campaigns, and advanced persistent threats.

The research also emphasizes the differences between legitimate and malicious use of Cobalt Strike, with legitimate use involving authorization and consent, and malicious use involving unauthorized and malicious activities. The paper also highlighted specific use cases of Cobalt Strike in ransomware attacks and espionage campaigns carried out by nation-state-sponsored threat actors.

References

1. Navarrete C., Sangvikar D. Cobalt strike analysis and tutorial: Identifying beacon team servers in the wild [Электрон. ресурс]. – 2022. – URL: <https://unit42.paloaltonetworks.com/cobalt-strike-team-server> (дата обращения: 03.11.2023).
2. Hinchliffe A. PKPLUG: Chinese Cyber Espionage Group attacking Southeast Asia [Электрон. ресурс]. – 2019. – URL: https://unit42.paloaltonetworks.com/pkplug_chinese_cyber_espionage_group_attacking_asia (дата обращения: 03.10.2023)
3. Sinclair G. Making cobalt strike harder for threat actors to abuse | google cloud blog [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://cloud.google.com/blog/products/identity-security/making-cobalt-strike-harder-for-threat-actors-to-abuse> (дата обращения: 18.11.2023).
4. CFCS. Investigation report: SolarWinds: State-sponsored global software supply chain attack [Электрон. ресурс]. – 2021 – URL: <https://www.cfcs.dk/globalassets/cfcs/dokumenter/rapporter/en/CFCS-solarwinds-report-EN.pdf> (дата обращения: 10.04.2023).
5. Fortra. Cobalt Strike User Guide [Электрон. ресурс]. – 2023 – URL: https://hstechdocs.helpsystems.com/manuals/cobaltstrike/current/userguide/content/topics/welcome_main.htm (дата обращения: 10.09.2023).
6. Dark, M., Epstein, R.A., Morales, L., Countermines, T.A., & Ali, M.Y. (2006). A Framework for Information Security Ethics Education. Center for Research and Education in Information Assurance and Security.
7. Hasan R. и др. Artificial intelligence based model for incident response // 2011 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. – 2011. – С. 91-93.

8. Kruse W.G., Heiser J.G. Computer forensics: Incident response essentials. – Boston: Addison-Wesley, 2008. – 416 с.

А.К. Шайханова, Д.С. Кадыров*

Л.Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Сәтпаев көшесі, 2
*e-mail: 010422551083@enu.kz

COBALT STRIKE ҚҰРАЛЫН ЕГЖЕЙ-ТЕГЖЕЙЛІ ТАЛДАУ

Cobalt Strike – бұл кибершабуылдарда кеңінен қолданылатын танымал коммерциялық өнуді тексеру құралы. Бұл құжатта *Cobalt Strike* және оның кибершабуылдарда қолданылуы, оның ішінде оны қолданумен байланысты тактика, әдістер мен тенденцияларды талдау туралы шолу берілген. *Cobalt Strike* және оның кибершабуылдарда қолданылуы туралы академиялық зерттеулердің деректері, салалық есептер мен жаңалықтар мақалалары, сондай-ақ *Cobalt Strike* көмегімен нақты шабуылдардың жағдайлық зерттеулері туралы әдебиеттерге шолу және талдау жүргізілді. Бұл зерттеу *Cobalt Strike* әртүрлі шабуылдарда қолданылған жағдайларға негізделген: ransomware шабуылдары, тыңшылық науқандар және күрделі тұрақты қауіптер. *Cobalt Strike* қолданатын зиянкестер қаржылық пайда, саяси тыңшылық және кибер соғыс сияқты бірқатар факторларға өте талғампаз және ынталы. Бұл құралдың икемділігі мен бейімделгіштігі оны кибершабуылдардан қорғанғысы келетін ұйымдар үшін үлкен қауіпке айналдырады. Біздің зерттеуіміз негізгі ерекшеліктерді бөліп көрсетеді және *cobalt Strike* логикалық құрылымын егжей-тегжейлі түсіндіреді.

Түйін сөздер: *Инфраструктура управления и контроля (C2), тестирование на проникновение, пост-эксплуатация, Cobalt Strike, сеть.*

А.К. Шайханова, Д.С. Кадыров*

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатбаева, 2
*e-mail: 010422551083@enu.kz

ДЕТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТА COBALT STRIKE

Cobalt Strike – популярный коммерческий инструмент для тестирования на проникновение, который также широко используется в кибератаках. В этом документе представлен обзор *Cobalt Strike* и его использования в кибератаках, включая анализ тактики, методов и тенденций, связанных с его использованием. Проведен обзор литературы и анализ данных академических исследований, отраслевых отчетов и новостных статей о *Cobalt Strike* и его использовании в кибератаках, а также тематических исследований конкретных атак с использованием *Cobalt Strike*. Это исследование основано на случаях, когда *Cobalt Strike* использовался в самых разных атаках: атаках программ-вымогателей, шпионских кампаниях и сложных постоянных угрозах. Злоумышленники, использующие *Cobalt Strike*, как правило, очень изощренны и мотивированы рядом факторов, включая финансовую выгоду, политический шпионаж и кибервойну. Гибкость и адаптируемость этого инструмента делают его серьезной угрозой для организаций, стремящихся защититься от кибератак. Наше исследование выделяет ключевые особенности и подробно объясняет логическую структуру *Cobalt Strike*.

Ключевые слова: *Инфраструктура управления и контроля (C2), тестирование на проникновение, пост-эксплуатация, Cobalt Strike, сеть.*

Авторлар туралы мәліметтер

Дамир Серикович Кадыров* – 2 курс магистрант; ақпараттық қауіпсіздік мамандығы; Л.Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: 010422551083@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5364-9903>.

Айгуль Кайрулаевна Шайханова – ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының профессоры; Л.Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті; Қазақстан Республикасы; e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Information about the authors

Damir Serikovich Kadyrov* – 2st year master's degree; specialty of information security; Eurasian National University named after L.N. Gumilyov; The Republic of Kazakhstan; e-mail: 010422551083@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5364-9903>

Aigul Kairulaevna Shaikhanova – professor of the department of Information Security; Eurasian National University named after L.N. Gumilyov; Republic of Kazakhstan; e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>

Сведения об авторах

Дамир Серикович Кадыров* – магистрант 2-го курса; специальность информационной безопасности; Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева; Республика Казахстан; e-mail: 010422551083@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5364-9903>.

Айгуль Кайрулаевна Шайханова – профессор кафедры «Информационной безопасности»; Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева; Республика Казахстан; e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Material received on 05.12.2023 г.

Б.Ж. Имамова*, А.К. Мурзалимова

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Глинки көшесі, 20 А
*e-mail: bakimamova@mail.ru

АБАЙ ОБЛЫСЫН СЕЛ ТАСҚЫНЫ ҚАУПІНЕН ҚОРҒАУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Аңдатпа: Бұл мақалада адам өміріне қауіп төндіретін, гидрологиялық қауіптердің ерекше санаты сел тасқындарына сипаттама беріледі. Сел тасқындарының пайда болу факторлары, түрлері жазылған. Абай облысы бойынша сел қауіпті аймақтар, селдің пайда болу шарттары, селдің пайда болуына ықпал ететін табиғи факторлар келтірілген. Арнаның көлбеулігі мен, онда арна шөгінділерінің болуына байланысты сел ағынының массасы мен қозғалыс жылдамдығы өзгеріске ұшырайтындығы және сел көлбеу әсер ету қуаты және тасымалданатын массаның көлемі бойынша бөлінетіндігі сипатталады. Қазақстанда болған сел тасқындарына мысал келтірілген. Селден қорғау селдің пайда болуын болжауды және арнайы іс-шаралар өткізуді қамтиды. Демек, селді алдын алуда қолданылатын қорғаныс құрылыстары, селден қорғау жөніндегі арнайы іс-шараларға агроорман-мелиорациялық іс-шаралар және арнайы гидротехникалық құрылыстар салу қажеттілігі баяндалған. Мұндай құрылыстар қорғалатын нысандарды жоғары сел шығарындыларын ұстауға, сел ағынын нысандардан алыстатуға, сондай-ақ нысанды сел ағынының соққы әсерінен қорғауға арналған. Селдің қалыптасу аймағында жер бедерін жоспарлау, дренаждарды орнату, жер үсті және жер асты суларын бұру, орман мелиоративтік жұмыстар жүзеге асыру қажеттігі мен сел қаупі бар аудандарда қауіпсіздік шаралары баяндалған.

Түйін сөздер: сел; қауіпсіздік; мореналық көл; гидротехникалық құрылыстар; сел тасқыны; су бекеті; геологиялық құрылым; сел бассейні; қорғау; жер бедері.

Қазақстан жерінде орын алатын селдердің қуаты мен қиратушылығы бойынша күші ТМД елдерінің арасында алғашқы орындардың бірін алады.

Сел тасқындары өзендердің арналарындағы үлкен еңістіктердің пайда болуларына борпылдақ топырақ мен бөлшектелген материалдардың көптігінен, ұзақ жауған нөсерлердің, қарлар мен мұздықтардың тез еруі, биік таудағы өзендерді бұзатын жойқын тасқын. Селдің алапатты талқандағыш күші өз жолында кездескен барлық гидротехникалық ғимараттар мен бөгеттерді бұзып, жазық пен өзен жағаларын бүлдіреді.

Сел тасқыны (арабша сайль – жойқын тасқын) – мұздықтардың, қатты нөсердің ұзақ және қарқынды жаууы немесе мерзімдік қар жамылғысының еруі нәтижесінде, мореналық-мұздық көлдердің жырылуынан, мұздықтар мен мореналардың опырылуынан таулы өзендердің алабтарында және құрғақ сайларда кездейсоқ пайда болатын, таулы жыныстарының сынықтары және тастардың, минералды бөлшектердің (ағын көлемі 50-60% дейін) үлкен концентрациясы бар лайлы және лайлы-тасты ағын. Гидрологиялық қауіптердің ерекше санатын селдер құрайды. Сел тасқындарының белсенділігі мен қуаты жөнінен Қазақстан ТМД елдерінің ішінде алдыңғы орындардың бірін иеленеді. Пайда болу генезисіне

байланысты селдер нөсерлі, яғни жауын-шашынның шамадан көп түсуінен, мұздықтық яғни мореналық көлдердің жырылуы және еруі нәтижесінде пайда болады.

Сел тасқындары тау өзендерінде пайда болады, сел тасқындарының құрамы: тас, құм және т.б. материалдарының қоспасынан жинақталады. Қарқынды ұзаққа созылған жаңбыр, таулардағы қар мен мұздықтардың тез еруі, бөгеттердің жарылуы нәтижесінде тау жыныстары суды сіңдіріп, аталған қоспаның көлбеу бойымен қозғалысы жүреді. Арнаның көлбеулігі мен, онда арна шөгінділерінің болуына байланысты сел ағынының массасы мен қозғалыс жылдамдығы өзгеріске ұшырайды.

Сел тасқындарының құрамы 30-70% тасты-сазды материалы бар, тығыздығы 1,6-1,9 т/м³ және құрамы бетон тәрізді масса болып табылады, бұл оларға үлкен деструктивті күш береді. Көлемі бойынша сел шағын, орта және ірі болып бөлінеді.

Сел тасқынының үш аймағы болады: а) селдің пайда болуы; б) транзит; в) шығу конусының пайда болуы және сел тасқынының әлсіреуі.

Сел тасқыны құрамына қарай саз-балшықты, тасты-балшықты және сулы-тасты болып үш түрге бөлінеді.

Сел жолындағы борпылдақ шөгінділерді шайып, қатты тау жыныстарын бұзып, ағаштарды түбірімен қопарып, салмағы ондаған тонналық тастарды ағызып әкетеді. Сел Қазақстанның таулы аумақтарында Іле Алатауы, Жетісу Алатауы, Сауыр, Тарбағатай, Алтай тауларындағы Үлкен Алматы, Кіші Алматы, Қаскелең, Есік, Талғар, Текелі, Сарқант, тағы басқа өзендердің алаптарында жиі болып тұратын табиғат құбылысы.

Сел – құрамындағы орасан зор энергияға және кенеттен пайда болатын жоғары қозғалыс жылдамдығына байланысты үлкен қауіп төндіреді. Сел өз жолында ғимараттарды бұзады, егістік алқаптары мен егінге үлкен зиян келтіреді және адам шығынына әкеледі. Сел тасқынының астында қалған ауылдар, тіпті қалалар да белгілі.

Селдің ең үлкен тасқындарының бірі 1921 жылы Алматыда болды, онда бірнеше жүз үй лайлы-тасты ағынмен бұзылып, бірнеше ондаған адам қайтыс болды. Осы тасқынмен жиналған тас материалының көлемі 1,5 миллион м³-ден асты, ал оның массасы 3 миллион тоннаны құрады.

Сел кезінде қатты материалдың үлкен бөлігі су ағынына түседі, оның көлемі жүздеген миллион – миллиард текше метрге жетуі мүмкін.

Селдің пайда болу шарттары:

- өзен арналарына судың үлкен көлемінің тез келуі;
- жер бетінің едәуір еңістері;

– оңай шайылатын борпылдақ ұсақ түйіршікті материалдың болуы. Мұндай жағдайлар әдетте таулы жерлерде кездеседі.

Селдің пайда болуы табиғи факторларға байланысты:

– жердің геологиялық құрылымы (литология, тау жыныстарының жинақталу реті және т. б.);

- жер қыртысының тектоникалық қозғалысы;
- беткейлердің бедері;
- климаттық және гидрогеологиялық жағдайлар.

Сел көлбеу әсер ету қуаты және тасымалданатын массаның көлемі бойынша бөлінеді:

- аса қуатты (көлемі 1 млн. м³ астам);
- қуатты (100 мың м³ астам);
- орташа қуаты (10-100 мың м³);
- қуаты аз (10 мың м³ дейін).

Әдетте селдер шамамен 10-15 км/сағ жылдамдықпен қозғалады, сел ағынындағы қатты компоненттің құрамы 1 м³ суға 100 кг-нан асады. Сел ағынымен қозғалатын жеке тастардың массасы 10 т және одан да көпке жетеді. Сел тасқындарының қуаты үлкен болады.

Сел пайда болғаннан кейін, яғни оның сұйық және қатты компоненттерінің қалыптасуы аяқталғаннан кейін сел ағыны арна бойымен қозғалуды жалғастырады. Сонымен қатар, ағынның қозғалысының маңызды ерекшелігі оның импульсті сипаты болып табылады, ол ағынның ұзындығы бойымен ауыспалы түрде қозғалатындығында көрінеді. Қозғалыстың бұл сипаты арнаның тік бұрылыстарымен, оның бойлық беткейлері мен енінің өзгеруімен, кептелістердің болуымен қалыптасады. Селдің импульсті қозғалысы оған сұйық және қатты компоненттердің біркелкі емес түсуімен де анықталады. Нақты жағдайларға байланысты сел

ағынындағы біліктердің саны бірнеше бірліктен бірнеше жүзге дейін өзгеруі мүмкін, ал олардың биіктігі ондаған метрге жетуі мүмкін. Мысалы, 1977 жылы Үлкен Алматы өзенінің (Алматы қ.) арнасынан өткен сел ағынында біліктер саны 200-300 құрады, олардың биіктігі 20 м, ал кейбір жағдайларда – 30 м жетті.

Мұздықтардың еруі нәтижесінде пайда болған селдің қауіптілігін болжау бақыланатын таулы ауданда орналасқан гидрометеостанциялар мен бекеттердің ақпаратын пайдалана отырып, су және термиялық режимдердің қалыптан тыс ауытқуларын анықтауға негізделеді. Гляциалды сел қаупінің белгілері – 3-5 күн ішінде жоғары ауа температурасы, мұздықтан су ағынының жоғарылауы. Нәсерлі жауын-шашынның салдарынан пайда болған селді сел қаупі бар аумақта топырақтың жинақталуын, атмосфералық жауын-шашынның динамикасын анықтау және зерттеу және олардың ылғалдануы кезінде беткейлердің тұрақтылығын есептеу негізінде жүзеге асырылады.

Селден қорғау селдің пайда болуын болжауды және арнайы іс-шаралар өткізуді қамтиды.

Сел қауіптілігінің болжамы сел ағындарының ықтимал салдарларын бағалаумен аяқталады. Бұл бағалау сел ағындарының шығыстарын, олардың қозғалыс жылдамдығын, қатты жыныстардың шығарылу көлемін, арнайы әдістермен орындалатын ағындардың тереңдігін бағалау негізінде орындалады.

Селден қорғау жөніндегі арнайы іс-шараларға агроорман-мелиорациялық іс-шаралар және арнайы гидротехникалық құрылыстар салу жатады.

Агроорман-мелиорациялық іс-шаралар топырақ пен өсімдік жамылғысын бекітуден тұрады, атап айтқанда, топырақты бекітетін және оны эрозиядан қорғайтын орман екпелерін қамтиды.

Арнайы гидротехникалық құрылыстар-бұл сел құрауыштарын ұстау және су ағынын реттеу үшін қызмет ететін бөгеттер; қазаншұңқырлар; сел ағынын арнайы арналған су қабылдағыштарға бұру үшін жасанды арналар. Селмен күресу үшін бөгеттерді пайдаланудың тән мысалы-Алматыдағы селге қарсы бөгеттің құрылысы. 1973 жылы бұл бөгет қаланы күшті сел тасқынынан қорғап, ықтимал апаттың алдын алды.

Абай облысының Ақсуат ауданында үш сел қауіпті учаскелер бар, олар: Қызыл-кесік, Көкжыр, Жантікей.

Қазіргі уақытта тұрақты екі су бекеті жұмыс істейді:

1) Боғас өзені-Қызыл-кесік ауылы

2) Қарғыба өзені-Ақсуат ауылы

Үржар ауданында Кнач Горная, Үржар, Құсақ, Келді-Мұрат, Көктерек, Сабаз, Ақшоқы өзендерінің бассейндерінде жеті сел қауіпті учаскелер бар.

Қызмет көрсетілетін ауданда тұрақты 2 су бекеті жұмыс істейді:

1) Үржар өзені – Жанай ауылы

2) Құсақ өзені – Науалы ауылы

Ақшоқы өзенінің алабында зерттелмеген екі №1, №2 морено – суасты көлдері бар.

Көкпекті ауданында сел қаупі бар үш учаске бар: Заречка, Үлкен-Бөкен, Приображенка.

Бұл ауданда тұрақты 1 су бекеті жұмыс істейді:

1) Көкпекті өзені – Көкпекті ауылы

Аумақтар мен шаруашылық нысандарын сел тасқындарының әсерінен қорғау үшін материалды ұстауға және жинақтауға, оның траекториясын өзгертуге арналған әртүрлі конструкциялардағы қонысқа қарсы құрылыстар қолданылады. Селдердің алдын алу және олардың қалыптасу мүмкіндіктерін жою жөніндегі шаралар тиімді болып саналады.

Өкінішке орай, бүгінгі күні бәрін бұзатын қорқынышты ағынның пайда болуын болжау мүмкін емес. Ғалымдар тек қай аудандарда беткейлердің ықтимал қауіпті екенін көрсетеді. Таулы аймақтардың тұрғындары тұрғылықты жерлерінде орнатылған сел ағындарынан қорғаудың сенімділігіне үміттенеді.

Қорғау шараларына қоныстануға қарсы инженерлік және гидротехникалық құрылыстар салу жатады.

Селге қарсы құрылыстар сел ағындарына әсер ету сипаты бойынша селреттеуші, селекциялық, селдерді тежейтін және селетрансформациялаушы болып бөлінеді.

Мұндай құрылыстар қорғалатын нысандарды жоғары сел шығарындыларын ұстауға, сел ағынын нысандардан алыстатуға, сондай-ақ нысанды сел ағынының соққы әсерінен қорғауға арналған.

Сел шығарындыларын ұстау бөгеттер немесе қазаншұңқырлар құрылғысымен жүзеге асырылуы мүмкін. Тосқауылдар тастан, бетоннан, темірбетоннан, металдардан және басқа материалдардан қоршап тұратын торлы қабырғалар түрінде орналастырылуы мүмкін. Сел бөгеттері селдің қатты ағынының үлкен көлемін ұстап тұруға арналған. Бөгеттің тірек беті тау баурайының бетіне перпендикуляр орналасады. Шөгінді шұңқырлар сел ағынының жылдамдығын төмендетеді.

Қарапайым құрылыстарды атап өтсек арықтар және террасалар жатқызылады. Арық көлденеңінен 10 аспайтын көлбеу беткейлерде орналасады. 10-дан 30°-қа дейінгі тік беткейлерде ені 3,5-4 м сатылы террасалар орналастырылады.

Халықты селдің зардаптарынан қорғау үшін алдын алу шаралары да қабылданады. Мұндай іс-шараларға мыналар жатады:

– сел қаупі бар кезең басталғанға дейін мореналық көлдерге кәріз арналарын орнату және тау көлдерінен суды алдын ала ағызу;

– қардың еру жылдамдығын реттеу арқылы селдің су құрамдас бөлігін азайту.

Белгілі бір жерлерде қардың тез еруін тездету үшін аталған жерлерге қар жамылғысының үстіне көмір шаңын, күйе, күлді шашу арқылы қол жеткізіледі. Бұл тозаңданған жерлерде қардың еруін 15-20 күнге тездетеді, ал судың жалпы беткі ағыны оны аз мөлшерде төгу арқылы азаяды. Ағаш отырғызу арқылы таулардың баурайында жерді нығайту.

Қажет болған жағдайда халықты қауіпті аудандардан құлақтандыру және эвакуациялау жүйесі ұйымдастырылады.

Күресудің белгілі бір әдістерін қолдану сел бассейнінің аймақтарымен анықталады.

Құрылыстардың саны мен құрамы жобамен анықталады және қорғалатын нысандардың маңыздылығына байланысты.

Егер ол барлық кезеңдерде және барлық аймақтарда: қалыптастыру, транзит және түсіру аймақтарында кешенді жүргізілсе, селдермен күрес тиімді болуы мүмкін. Селдің қалыптасу аймағында жер бедерін жоспарлау, дренаждарды орнату, жер үсті және жер асты суларын бұру, орман мелиоративтік жұмыстар жүзеге асырылады. Транзит аймағында жартылай тоған, селеушілер, ағын жылдамдығын төмендету үшін арналарды кеңейту және т.б. жасалады.

Сел қаупі бар аудандарда болған кездегі қауіпсіздік шаралары:

1. Таудағы жағдай туралы баспасөз хабарларын ұдайы қадағалаңыз;

2. Сел қаупі бар биіктікте қатты нөсер жауа бастаса жылдам ол жерден қауіпсіз жерге бару;

3. Сел тасқынына 50-70 м артық жақындамаңыз.

4. Тік жартас пен құлама беткейдің жанына тоқтамаңыз, өйткені тасқынның соққысынан сырғыма мен жартастың опырылуы мүмкін;

5. Сел қауіпті аумақтарда жүрген кезде адамдардың арасындағы қашықтық кемінде 20-30 м болу тиіс.

6. Сел тасқынының белгісін сезген бойда өзен арнасынан қашығырақ кетіп, тау беткейі бойынша мүмкіндігінше жоғары көтеріліңіз;

7. Сел тасқыны өткеннен кейін сел жүрген өзен арнасына түспеңіз, өйткені ол қайталануы мүмкін;

8. Арнаға төмен түскен кезде және онымен жүрген кезде, әсіресе ой-шұңқырдан аса сақ болыңыз.

Әдебиеттер тізімі

1. Ананьева Е.Г. Опасная природа. Необычные и грозные явления природы. – Санкт-Петербург: Эксмо, 2013. – 64 с.
2. Логинов В.Ф., Гальперин Р.И. Опасные метеорологические явления. – Минск, 2010. – 129 с.
3. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. Казселезащита. – Алматы, 2010. – 310 с.
4. Хусайынова Н.Т. Природные стихийные явления. – Семей: Интеллект, 2012. – 143 с.
5. Медеу А.Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Основы управления. – Алматы, 2011. – Т. 1. – 284 с.

6. Акимов В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. Издание 2-е, переработанное – М.: Высшая школа, 2017. – 592 с.
7. ҚР ТЖМ "Қазселденқорғау" ММ-нің ережесі 09.08.2022 ж.
8. Угланова В.З. Ноксология. Теоретические основы. – Саратов, 2019. – 65 с.
9. Торгунаков Е.А., Мазуров Г.И., Акселевич В.И. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2012. – 444 с.
10. Козловский В.А. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Козловский, А.В. Козловский, О.Л. Упоров. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 314 с.

References

1. Ananyeva E.G. Dangerous nature. Unusual and menacing natural phenomena. – Saint Petersburg: Eksmo, 2013. – 64 p. (In Russian).
2. Loginov V.F., Galperin R.I. Dangerous meteorological phenomena. – Minsk, 2010. – 129 p. (In Russian).
3. Baimoldaev T.A., Vinokhodov V.N. Kazselezashchita. – Almaty, 2010. – 310 p. (In Russian).
4. Khusayunova N.T. Natural natural phenomena. – Semey: Intellect, 2012. – 143 p. (In Russian).
5. Medeu A.R. Mudflow phenomena in the Southeast Kazakhstan: Management basics. – Almaty, 2011. – V. 1. – 284 p. (In Russian).
6. Akimov V.A. Life safety Safety in emergency situations of a natural and man-made nature: A textbook / V.A. Akimov, Yu.L. Vorobyov, M.I. Faleev, etc. 2nd edition, revised – Moscow: Higher School, 2017. – 592 p. (In Russian).
7. Regulations of the State Institution "Kazselezashchita" of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan 09.08.2022 zh. (In Russian).
8. Uglanova V.Z. Noxology. Theoretical foundations. – Saratov, 2019. – 65 p. (In Russian).
9. Torgunakov E.A., Mazurov G.I., Akselevich V.I. Life safety: textbook. – St. Petersburg: Publishing House of the St. Petersburg University of Management and Economics, 2012. – 444 p. (In Russian).
10. Kozlovsky V.A. Life safety: a textbook / V.A. Kozlovsky, A.V. Kozlovsky, O.L. Uporov. – Yekaterinburg: Publishing House of the Russian State Prof. Unita, 2013. – 314 p. (In Russian).

Б.Ж. Имамова*, А.К. Мурзалимова

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ АБАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ

В этой статье описываются селевые потоки – особая категория гидрологических угроз, которые представляют угрозу для жизни человека. Написано факторы и типы селевых потоков. Приведены зоны селеопасности в Абайском районе, условия для селей, природные факторы, способствующие возникновению селей. Он характеризуется уклоном русла и тем фактом, что в зависимости от наличия в нем русловых отложений масса и скорость движения селевого потока подвержены изменениям, а селевой поток делится по силе воздействия на склон и объему транспортируемой массы. Приведен пример селей, произошедших в Казахстане. Защита от селей включает в себя прогнозирование возникновения селей и проведение специальных мероприятий. Поэтому обозначена необходимость строительства защитных сооружений, используемых при предотвращении селевых потоков, агролесомелиорации и мелиоративных мероприятиях, для специальных мер защиты от селей и специальных гидротехнических сооружений. Такие сооружения предназначены для размещения защищенных объектов с высокими выбросами селевых потоков, для отвода селевых потоков от объектов, а также для защиты объекта от воздействия селевого потока. Обозначена необходимость планирования местности в зоне селей, установки дренажей, отвода поверхностных и

грунтовых вод, проведения лесомелиоративных работ и мер безопасности в районах с риском селей.

Ключевые слова: сель; безопасность; моренное озеро; гидротехнические сооружения; селевой поток; гидропост; геологическое строение; селевой бассейн; защита; рельеф.

B. Imamova*, A. Murzalimova,

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

*e-mail: bakimamova@mail.ru

ENSURING THE PROTECTION OF ABAY REGION FROM THE THREAT OF MUDFLOWS

This article describes mudflows, a special category of hydrological threats that pose a threat to human life. Factors and types of mudflows are recorded. Mudflow hazard zones in the Abay region, conditions for mudflows, and natural factors contributing to mudflows are listed. It is characterized by the slope of the channel and the fact that, depending on the presence of channel deposits in it, the mass and speed of movement of the mudflow are subject to changes, and the mudflow is divided by the power of impact on the slope and the volume of the transported mass. An example of mudflows that occurred in Kazakhstan is given. Mudflow protection involves predicting the occurrence of mudflows and conducting special events. Therefore, the need for the construction of protective structures used in flood prevention, agroforestry and reclamation measures for special measures to protect against mudflows and special hydraulic structures is outlined. Such structures are designed to contain protected facilities with high mudflow emissions, to divert mudflow away from facilities, as well as to protect the facility from the impact of mudflow. The need to plan the terrain in the mudflow zone, install drains, divert surface and groundwater, carry out forest reclamation works and safety measures in areas with a risk of mudflows are outlined.

Key words: mudflow; safety; moraine Lake; hydraulic structures; mudflow; water station; geological structure; mudflow basin; protection; terrain.

Авторлар туралы мәліметтер

Бакыт Жетписбековна Имамова* – «Химиялық технология және экология» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: bakimamova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1050-5331>.

Асель Кабдығалиевна Мурзалимова – PhD, «Химиялық технология және экология» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: murzalimova78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-9899>.

Сведения об авторах

Бакыт Жетписбековна Имамова* – старший преподаватель кафедры «Химическая технология и экология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: bakimamova@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1050-5331>.

Асель Кабдығалиевна Мурзалимова – PhD, старший преподаватель кафедры «Химическая технология и экология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: murzalimova78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-9899>.

Information about the authors

Bakyt Zhetpisbekovna Imamova* – master of hydrometeorology, senior teacher of the Department «Chemical Technology and ecology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: bakimamova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1050-5331>.

Asel Kabdygalievna Murzalimova – PhD, senior teacher of the Department «Chemical Technology and ecology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: murzalimova78@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-9899>.

Материал 06.06.2023 ж. баспаға түсті.

FTAXP: 65.63.33

Ш.К. Жакупбекова^{1*}, Ж. Қалибекқызы¹, А.О. Майжанова¹, Ш.Т. Кырыкбаева²,
З.В. Капшакбаева³

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

²Alikhan Bokeikhan University»,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Мәңгілік ел к-сі, 11

³Торайғыров университеті,
140008, Қазақстан Республикасы, Павлодар қаласы, Ломов к-сі, 64

* e-mail: siyanie__88@mail.ru

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ МЕН АБАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ӨНДІРЕЛІН «ҚҰРТ» ҰЛТТЫҚ ӨНІМІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысының жауапкершілігі шектеулі серіктестіктері мен жеке кәсіпкерлері өндіретін «Құрт» өнімінің физика-химиялық көрсеткіштерінің нәтижелері келтірілген.

Құрт – бұл әр түрлі тағамдарға дәмдеуіш ретінде қосылатын және жеке тамақ өнімі ретінде тұтынылатын әмбебап ашытылған құрғақ сүт қышқылды өнімі. Бұл пайдалы ішек микрофлорасын сақтауға ықпал ететін, ағзаға оңай сіңетін макро және микроэлементтердің жақсы көзі. Өнім балалар мен ересектер арасында танымал және дұрыс тамақтану өнімі ретінде үлкен сұранысқа ие.

Осыған байланысты құрттың тағамдық және биологиялық құндылығы мен сапасын зерттеу өзекті болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысының кәсіпорындарында өндірілетін «Құрт» ұлттық өнімінің тағамдық құндылығын зерттеу.

«Құрт» ұлттық өнімінің тағамдық құндылығын зерттеу барысында Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысының келесідей жетекші сүт кәсіпорындарының 3 түрлі құртының физика-химиялық көрсеткіштері (ақуыздың, майдың, күлділіктің, ылғалдың, тұздың массалық үлесі) анықталды: «Шығыс-Сүт» корпорациясы» ЖШС, «Бағратион Улан» ЖШС, Жеке кәсіпкер Р.Г. Петросян. Зерттеулер Ресей Федерациясы, Мәскеу қаласының РҒА ФМБФМ «В.М. Горбатов атындағы тамақ жүйесінің Федералды ғылыми орталығында» жүргізілді.

Ақуызды анықтау Кьельдаль әдісімен, май – Сокслет әдісімен, күлдің массалық үлесін анықтау – бақылау сынағасын (825 ± 25) ОС температурада жағу әдісімен, тұздың массалық үлесін анықтау – титриметриялық әдіспен жүргізілді.

Зерттелетін құрт үлгілеріндегі ақуыздың массалық үлесі орташа есеппен $33,9 \pm 0,4\%$ құрады (нормативтік көрсеткіш кемінде $16,0\%$), бұл ақуыздың тәуліктік қажеттілігін, ал майдың массалық үлесі орташа есеппен $13,8 \pm 0,7\%$ құрады (нормативтік көрсеткіш кемінде $12,0\%$) және бұл көрсеткіш майдың физиологиялық тәуліктік қажеттілігін қанағаттандырады. Зерттелетін құрт үлгілеріндегі ылғалдың массалық үлесінің мөлшері әртүрлі, егер «Бағратион» ЖШС құрт өнімі $12-13\%$ құраса, қалған екі кәсіпорында 25% -дан 28% -ға дейін, бұл осы өнімдердің кептіру дәрежесіне байланысты. Зерттелетін құрт үлгілеріндегі ас тұзының мөлшері $4,11\%$ -дан («Бағратион» ЖШС құрты) $8,8\%$ -ға дейін (Петросян ЖК құрты) (нормативтік көрсеткіш кемінде $2,5\%$) көрсеткіштерді көрсеті. Ас тұзының нормадан сәйкес ауытқуы техникалық нұсқауларды сақтамаумен байланысты.

Түйін сөздер: сүт өнімдері, құрт, ақуыз, май, күлділік, ылғалдылық.

Кіріспе

Қазақстан-Ұлы Жібек жолы аумағы арқылы өткен елдердің бірі, ол географиялық және климаттық жағдайлармен бірге өзінің дәстүрлерімен, негіздерімен, әдет-ғұрыптарымен мәдени және рухани дамуды алдын ала белгіледі. Ұлттық тағамдарда әр түрлі тағамдардың таңғажайып үйлесімі бар, оларды дайындауға ерекше мән беріліп, ата-бабаларымыздың өмір сүру салты сипатталған. Қазіргі уақытта дәстүрлі қазақ тағамдарын сақтауға ортақ мәдениет пен мұраның бір бөлігі ретінде көп көңіл бөлінеді. Атап айтқанда, қазақтардың тамақтануындағы негізгі өнімдер қаймақ, сары май, айран, сүзбе, құрт және т.б. сүт және ашытылған сүт өнімдері болып табылады.

Құртты (курут – тәжік, курт – өзбек, құрт – қазақ, корт – татар, ақ гурт – түрікмен) ежелгі дәуірден бастап барлық көшпелі түркі халықтары жасаған. Құртты дайындау әдісінің ерекшелігінің арқасында бұл өнімді ұзақ уақыт бойы сақтауға және азық- түлік қорын жинап қоюға мүмкіндік беретін. Құрт тек ашытылған сүт өнімі ғана емес, ол құрғақ жас ірімшік болып табылады, ол халық арасында өте танымал, әсіресе мектеп жасындағы балалар мен жасөспірімдер тұтынғанды ұнатады [1, 2].

Құртты дайындау бірнеше кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде ашытқы микроағзаларын (термофильді сүт қышқылды стрептококктары, болгар сүт қышқылды таяқшалары) қолдана отырып, аралас (сүт қышқылды және спиртті) ашыту арқылы қайнатылған майсыз немесе тұтас сүттен айран – ерекше дәмі мен иісі бар ашытылған сүт сусыны дайындалады. Екінші кезеңде 24-30 сағат бойы ақ мақта матадан жасалған арнайы қапшықта айраннан сарысу ағызылады және сүзбе алынады. Сүзбе сыртқы түрі бойынша ірімшікке ұқсас, бірақ дәмі, иісі және консистенциясы жағынан өте ерекше болады, ол ірімшік, қаймақ, кілегей және қышқыл сүттің қасиеттерін біріктіреді.

Үшінші кезеңде сүзбеге ас тұзы қосылады, араластырылады, шар тәрізді немесе сопақша пішінге келтіріліп, кептіріледі [3].

Құрт-іс жүзінде бұзылмайтын, тұзды және қышқыл дәмі бар жоғары калориялы сүт өнімі. Классикалық құрттан басқа (сүзбе және тұз) оның бірнеше түрлері бар. Құртты дайындау кезінде қосымша ингредиенттер жиі қолданылады. Мысалы, уыз сүтін, ірімшік немесе үй сырын қосқанда, ежігей мен ірімшік алынады. Ежігей мен ірімшік құрт өнімдерінің деликатесті желісіне жатады. Қазіргі уақытта аскөк, бұрыш, сарымсақ және т.б. дәмдеуіштер қосылған құрттар шығарылуда [4].

Құрт-теңдестірілген аминқышқылдық құрамы бар жоғары ақуызды (кем дегенде 16% ақуыз) ашытылған сүт өнімі [5]; ол триптофанға, метионинге және лизинге бай, минералды элементтер мен дәрумендердің айтарлықтай құрамымен сипатталады. Сондықтан бұл өнім негізгі рационға қосымша бола алады, өйткені қазіргі уақытта халықтың көпшілігінің рационы макро – және микроэлементтер құрамы бойынша теңдестірілмеген, әсіресе жануарлардан алынатын ақуыздардың жетіспеушілігі байқалады [6].

Құртты құрғақ түрде тұтынады, сорпаға ерітіп қосады және дәмдеуіш ретінде де қолданады, салқын сусындар дайындау үшін суда ерітіп қолданады [7].

Құрттың физика-химиялық көрсеткіштері (Қазақстан Республикасының стандарты) «Құрт. Техникалық шарттар» ҚР СТ 44-97 сәйкес 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Құрттың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Құрт үшін норма			
	майлы		майлы емес	
	тұзды	тұзды емес	тұзды	тұзды емес
Құрғақ затқа есептегенде майдың массалық үлесі, % кем емес	12	12	–	–
Ылғалдың массалық үлесі, % артық емес	17	17	17	17
Ас тұзының массалық үлесі, % артық емес	-	2,5	-	2,5

Зерттеу мақсаты: Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысының кәсіпорындарында өндірілетін «Құрт» ұлттық өнімінің тағамдық құндылығын зерттеу. Зерттеу жүргізудің маңыздылығы болып, зерттелетін құрт үлгілерін зерттеу барысындағы алынған зертханалық деректерді МЕМСТ талаптарымен салыстырып, стандартқа сай екендігін айқындау.

Мақсатқа жету үшін келесідей міндеттер орындалды:

- Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысындағы «Құрт» ұлттық өнімін өндіретін кәсіпорындарды таңдаудың негіздемесі;
- құрт өнімінің үш түрінің физика-химиялық көрсеткіштерін (ақуыздың, майдың, күлділіктің, ылғалдың, тұздың массалық үлесін) анықтау.

Зерттеу шарттары мен әдістері

Біз Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысы бойынша құрт өнімдерін өндіретін ірі кәсіпорындарының тізбесін анықтадық:

- «Багратион» ЖШС ;
- «Шығыс-Сүт» корпорациясы» ЖШС;
- ЖК Петросян және т.б.

Ірі кәсіпорындардың тізбесін Шығыс Қазақстан облысы мен Абай облысы бойынша сүт өнімдерін өндіретін ірі кәсіпорындарының ішінен және жергілікті тұрғындардың арасында сауалнама жүргізу арқылы таңдап алдық. Бұл құрттардың барлығы кең сатылымда қол жетімді, әртүрлі сауда нүктелерінде, супермаркеттерде және Семей қаласының базарларында сатылады.

Құрттың сынамаларын іріктеу Қазақстан Республикасының «Құрт. Техникалық шарттар» ҚР СТ 44-97 стандарты бойынша жүргізілді. Сынаманы дайындау және физика-химиялық көрсеткіштерді (ақуыздың, майдың, күлділіктің, ылғалдың, тұздың массалық үлесін) анықтау Ресей Федерациясы, Мәскеу қаласының РҒА ФМБҒМ «В.М. Горбатов атындағы тамақ жүйесінің Федералды ғылыми орталығы» аккредиттелген зертханасында жүргізілді.

Тағамдық құндылықты анықтау әдістері 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Өнімнің тағамдық құндылығын анықтауда қолданылатын сынақ әдістері

Анықталатын көрсеткіштердің атауы	Өлшем бірлігі	Зерттеу әдістемесіне НҚ
Физика-химиялық көрсеткіштер:		
Ылғалдың массалық үлесі	%	МЕМСТ Р 55063-2012
Тұздың массалық үлесі	%	МЕМСТ Р 55063-2013
Майдың массалық үлесі	%	МЕМСТ Р 55063-2012
Ақуыздың массалық үлесі	%	МЕМСТ Р 54662-2011
Күлдің массалық үлесі	%	МЕМСТ Р 51463-99

Ылғалдың массалық үлесін муфель пешінде кептіру әдісі арқылы МЕМСТ Р 55063-2012 бойынша анықталды. Тұздың массалық үлесі титриметриялық әдіспен МЕМСТ Р 55063-2013 бойынша анықталды. Майдың массалық үлесі Сокслет әдісімен МЕМСТ Р 55063-2012 бойынша анықталды. Ақуыздың массалық үлесі Кьельдаль әдісімен МЕМСТ Р 54662-2011 бойынша анықталды. Күлдің массалық үлесі бақылау сынамасын (825 ± 25) ОС температурада жағу әдісімен МЕМСТ Р 51463-99 бойынша анықталды.

Зертханалық зерттеулерден алынған деректерді Қазақстан Республикасының «Құрт. Техникалық шарттар» ҚР СТ 44-97 стандарты талаптарымен салыстырылды.

Нәтижелер және оларды талқылау

3-кестеде құрттың 3 түрінің физика-химиялық көрсеткіштерін анықтау нәтижелері келтірілген.

Кесте 3 – Құрттың физика-химиялық көрсеткіштері ($M \pm m$)

Анықталатын көрсеткіштер атауы	Зерттеу әдістемесіне НҚ	«Багратион» ЖШС құрты	«Шығыс-Сүт» корпорациясы» ЖШС құрты	«Петросян» ЖК құрты
Ылғалдың массалық үлесі, %	МЕМСТ Р 55063-2012	12,2±0,4	28,5±0,4	25,4±0,4
Ақуыздың массалық үлесі, %	МЕМСТ Р 54662-2011	43,7±0,4	48,8±0,4	9,2±0,4
Майдың массалық үлесі, %	МЕМСТ Р 55063-2012	28,6±0,7	11,2±0,7	1,5±0,7
Күлдің массалық үлесі, %	МЕМСТ Р 51463-99	5,3±0,2	6,8±0,2	7,7±0,2
Тұздың массалық үлесі, %	МЕМСТ Р 55063-2013	4,11±0,08	7,20±0,08	8,80±0,08

Үш өндірушінің зерттелетін құрт үлгілеріндегі ылғалдың массалық үлесінің мөлшері әртүрлі, егер «Багратион» ЖШС құрт өнімі 12-13% құраса, қалған екі кәсіпорында 25%-дан 28%-ға дейін, бұл осы өнімдердің кептіру дәрежесіне байланысты.

Құртты жануарлардан алынатын ақуызы жоғары (орта есеппен $33,9 \pm 0,4\%$) және майы жоғары ($13,8 \pm 0,7\%$) өнім деп санауға болады [8].

Зерттелетін құрт үлгілеріндегі ақуыздың массалық үлесі орташа есеппен $33,9 \pm 0,4\%$ құрады (нормативтік көрсеткіш кемінде 16,0%), бұл ақуыздың тәуліктік қажеттілігін, ал майдың массалық үлесі орташа есеппен $13,8 \pm 0,7\%$ құрады (нормативтік көрсеткіш кемінде 12,0%) және бұл көрсеткіш майдың физиологиялық тәуліктік қажеттілігін қанағаттандырады. Ақуызға және майға физиологиялық қажеттіліктің ұсынылған нормасына сәйкес, «Багратион» ЖШС мен «Шығыс-Сүт» корпорациясы» ЖШС құрт өнімдерінің 100 г күнделікті ақуызға және майға деген қажеттілікті толықтай орындайды. Осылайша, бұл кәсіпорындардың құрт өнімдері ақуызының құрамы бойынша ағзаның өсуі мен дамуына қажетті маңызды аминқышқылдары көп, құрамында жануарлардан алынатын ақуыздың едәуір мөлшері бар тағамдарға жатқызуға болады. Ал «Петросян» ЖК құрт өнімдеріндегі ақуыздың, майдың массалық үлесі нормадан төмен көрсеткішке ие екенін анықтадық.

Дәстүрлі рецепттерге сәйкес, құртты дайындау кезінде негізгі және міндетті компонент ежелден-ақ өнімдегі ылғалдылықты төмендететін консервант ретінде әрекет ететін ас тұзы болып табылады, бұл микроағзалардың ферментативті белсенділігін және олардың көбеюін айтарлықтай төмендетеді. Құрттардағы ас тұзының мөлшері 4,11%-дан («Багратион» ЖШС құрты) 8,8%-ға дейін (Петросян ЖК құрты) көрсеткіштерді көрсетті. Біздің ойымызша, ас тұзының құрамының артуы, әсіресе Петросян ЖК құрт өнімдерінде, ең алдымен, өнімді дайындау бойынша белгіленген техникалық нұсқауларды сақтамаумен байланысты.

Бизнес үшін ескі тәсілді қолдану тиімдірек: өнімде (құртта) ас тұзы неғұрлым көп болса, соғұрлым ол тезірек кебеді және ұзақ сақталады. Сонымен қатар, құрт тұтынушыларында тұзды шамадан тыс тұтынудың зияны туралы білім жеткіліксіз болуы мүмкін. Бұл бағытта ақпаратты тарату, елде қабылданған нормативтік-құқықтық актілердің орындалуын бақылау және тұзды шамадан тыс тұтынудан (ағзадағы сұйықтықтың сақталуы, несеп жолдарының ауруының дамуы) болатын белгілі патологиялық жағдайлардың алдын алуға ықпал ететін басқа да шаралар бойынша белгілі қызметтердің қызметін күшейту талап етіледі [9,10].

Қорытынды

Құрт ұлттық сүт өнімі ретінде Қазақстан халқы арасында өте танымал. Шығыс Қазақстан облысында және Абай облысында ең көп таралған және сатуға болатын құрттарға «Багратион» ЖШС, «Шығыс-Сүт» корпорациясы» ЖШС, Петросян ЖК құрттары жатады.

Зерттелген құрттардағы ас тұзының артық мөлшері, әсіресе Петросян ЖК-де (нормативке қатысты орта есеппен 3 еседен астам) оның артық тұтынушының ағзаға белгілі жағымсыз әсерлері контекстінде маңызды мәнге ие. Жасөспірімдердің орта есеппен 80,1%-ы құртты тұтынатындығын есепке ала отырып, тұтынушылардың деңгейінде, сонымен қатар өнім өндірушілердің арасында біршама шаралар қабылдануы қажет. Ол үшін халық пен өндірушілер арасында ас тұзын шамадан тыс тұтынудың зияны туралы санитарлық-ағарту жұмыстарын жүргізу қажет, сондай-ақ өнім өндірісін бақылауды қамтамасыз ету қажет. Мемлекеттік деңгейде ас тұзын тұтынуды азайтудың тиімді шарасы өнімнің мөлшерін көрсететін міндетті таңбалау болып табылады.

Құрттың тағамдық құндылығы туралы алынған мөлiметтер тағамның химиялық құрамы кестесiне енгiзiлуi және халықтың тамақтануын бағалау мен талдауда қолданылуы тиiс.

Өнімді дайындау барысында белгіленген технологиялық нұсқаулықтарды сақтай отырып, өнімдегі ас тұзы шектелген және оның нормаланатын шамалар шегінде (2,0-3,0%) болған жағдайда, ұлттық сүт өнімі жануарлардан алынатын ақуыздың, макроэлементтердің және эссенциалды микроэлементтердің көзі бола алады.

Әдебиеттер тізімі

1. Кочкорова Ф.А., Китарова Г.С. Пищевая ценность национального кисломолочного продукта курут и его место в питании подростков Кыргызской Республики // Вопросы питания. – 2021. № 5. – С. 87-95.
2. Голубева Л.В., Долматова О.И., Кучменко Т.А., Саламатова А.К., Оскенбай О.А. Инновационные технологии в производстве курута // Пищевая промышленность. – 2018. – № 5. – С. 30-31.

3. Беляев М.А. Оптимизация и аппаратурное оформление инфракрасной сушки национального кисломолочного продукта (курта) // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 10. – С. 41-45.
4. Смольникова Ф.Х, Асенова Б.К., Касымов С.К. Национальные молочные продукты // Международная научно- практическая конференция, посвященная памяти В.М. Горбатова. – 2014. – № 1. – С. 192-194.
5. Лозоватская К.Ю. Контроль качества творога, приобретенного в магазинах г. Омска // Наука через призму времени. – 2019. – № 1(22). – С. 50-52.
6. Боярская Л.А., Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В. и др. Гигиеническое обоснование применения функциональных молочных продуктов в профилактике дефицита макро- и микроэлементов // Гигиена и санитария. – 2016. – № 11(95). – С. 1095-1099.
7. Касьянов Г.И., Тамова М.Ю. Пищевые продукты функционального назначения // Пищевая промышленность. – 2012. – № 9. – С. 66-67.
8. Гилле Д. Потенциал молочных продуктов в качестве мозговой пищи // Швейцарский журнал «Диетика». – 2012. – Том. 2. – С. 21.
9. Galletti F., Strazzullo P. The blood pressure-salt sensitivity paradigm: pathophysiologically sound yet of no practical value // Nephrol. Dial. Transplant. – 2016. Vol. 31№ – N 9. – P. 1386-1391. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfw295>.
10. Максикова Т.М., Калягин А.Н., Толстов П.В. Избыточное потребление поваренной соли: эпидемиологическое значение и стратегия управления // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ. – 2019. – Т. 5, – № 1. – С. 38-57.

References

1. Kochkarova F.A., Kitarova G.S. Nutritional value of the national fermented milk product kurut and its place in the nutrition of adolescents of the Kyrgyz Republic // Nutrition issues. – 2021. – No. 5. – P. 87-95. (In Russian).
2. Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Kuchmenko T.A., Salamatova A.K., Oskembai O.A. Innovative technologies in the production of kuruta // Food industry. – 2018. – No. 5. – P. 30-31. (In Russian).
3. Belyaev M.A. Optimization and hardware design of infrared drying of the national fermented milk product (kurta) // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2017. – No. 10. – P. 41-45. (In Russian).
4. Smolnikova F.H., Asenova B.K., Kasymov S.K. National dairy products // International scientific and practical conference dedicated to the memory of V.M. Gorbатов. – 2014. – No. 1. – P. 192-194. (In Russian).
5. Lozovatskaya K.Yu. Quality control of cottage cheese purchased in stores in Omsk // Science through the prism of time. – 2019. – No. 1(22). – P. 50-52. (In Russian).
6. Boyarskaya L.A., Wilms E.A., Turchaninov D.V. and others. Hygienic justification of the use of functional dairy products in the prevention of deficiency of macro- and microelements // Hygiene and sanitation. – 2016. – No. 11(95). – P. 1095-1099. (In Russian).
7. Kasyanov G.I., Tamova M.Yu. Functional food products. // Food industry. 2012. No. 9. pp. 66-67.
8. Gille D. The potential of dairy products as brain food // Swiss journal "Dietetics". – 2012. – Volume. 2. – P. 21. (In Russian).
9. Galletti F., Strazzullo P. The blood pressure-salt sensitivity paradigm: pathophysiologically sound yet of no practical value // Nephrol. Dial. Transplant. – 2016. – Vol. 31№ – N 9. – P. 1386-1391. DOI:<http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfw295>. (In English).
10. Maksimova T.M., Kalyagin A.N., Tolstov P.V. Excessive consumption of table salt: epidemiological significance and management strategy // ORGZDRAV: news, opinions, training. Herald of the VOSE. – 2019. – Vol. 5, – No. 1. – P. 38-57. (In Russian).

**Ш.К. Жакупбекова^{1*}, Ж. Қалибекқызы¹, А.О. Майжанова¹, Ш.Т. Кырыкбаева²,
З.В. Капшакбаева³**

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, , город Семей, улица Глинки, 20А

² Alikhan Bokeikhan University,
071412, Республика Казахстан, город Семей, улица Мәңгілік ел, 11

³Торайгыров университет,
140008, Республика Казахстан, город Павлодар, улица Ломова, 64

*e-mail: siyanie__88@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА «КУРТ», ВЫРАБАТЫВАЕМОГО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ОБЛАСТИ АБАЙ

В статье представлены результаты физико-химических показателей продукта «Курт», производимого товариществами с ограниченной ответственностью и индивидуальными предпринимателями Восточно-Казakhstanской области и области Абай.

Курт – это универсальный кисломолочный продукт, который добавляют в качестве приправы в различные блюда и потребляют как отдельный пищевой продукт. Он является хорошим источником макро- и микронутриентов в легкоусвояемой для организма форме, способствующим поддержанию полезной микрофлоры кишечника. Продукт популярен среди детского и взрослого населения и пользуется большим спросом как продукт здорового питания [1].

В связи с этим изучение пищевой и биологической ценности и качества курта является актуальной задачей.

Целью исследования является – исследование пищевой ценности национального кисломолочного продукта «Курт», вырабатываемого на предприятиях Восточно-Казakhstanской области и области Абай.

При определении пищевой ценности национального продукта «Курт» были определены физико-химические показатели (массовая доля белка, жира, золы, влаги, соли) в 3 видах курта наиболее распространенных предприятий Восточно-Казakhstanской области и области Абай: ТОО «Корпорация «Восток-Молоко», ТОО «Багратион Улан», Индивидуальный Предприниматель Р.Г. Петросян. Исследования были проведены в Федеральном научном центре пищевой системы им. В.М. Горбатова ФГБНУ РАН, г. Москва.

Ключевые слова: кисломолочный продукт, курт, белок, жир, зола, влага.

**Sh.K. Zhakupbekova^{1*}, J. Kalibekkyzy¹, A.O. Mayzhanova¹, Sh.T. Kyrykbayeva²,
Z.V. Kapshakbayeva³**

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

² Alikhan Bokeikhan University,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 11 Mangilik el street

³Toraigyrov University,
140008, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, 64 Lomova Street

*e-mail: siyanie__88@mail.ru

THE STUDY OF THE NUTRITIONAL VALUE OF THE NATIONAL PRODUCT «KURT» PRODUCED AT THE ENTERPRISES OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION AND THE ABAI REGION

The article presents the results of the physico-chemical parameters of the product "Kurt", produced by limited liability partnerships and individual entrepreneurs of the East Kazakhstan region and the Abai region.

Kurt is a versatile fermented milk product that is added as a seasoning to various dishes and consumed as a separate food product. It is a good source of macro- and micronutrients in an easily digestible form for the body, contributing to the maintenance of beneficial intestinal microflora. The product is popular among children and adults and is in great demand as a healthy food product [1].

In this regard, the study of the nutritional and biological value and quality of kurt is an urgent task.

The purpose of the study is to study the nutritional value of the national fermented milk product "Kurt", produced at enterprises of the East Kazakhstan region and the Abai region.

When determining the nutritional value of the national product "Kurt", physico-chemical parameters (mass fraction of protein, fat, ash, moisture, salt) were determined in 3 types of kurt of the most common enterprises of the East Kazakhstan region and the Abai region: Vostok-Moloko Corporation LLP, Bagration Ulan LLP, Individual Entrepreneur R.G.Petrosyan. The research was conducted at the V. M. Gorbатов Federal Scientific Center of the Food System of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Russian Academy of Sciences, Moscow.

Key words: fermented milk product, kurt, protein, fat, ash, moisture.

Авторлар туралы мәліметтер

Шугыла Кадыровна Жакупбекова* – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail:siyanie@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Жанар Қалибекқызы – биология ғылымдарының кандидаты (PhD), ғылым және инновация жөніндегі проректор; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail:zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail:fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Шынар Турарбековна Кырыкбаева – техника ғылымдарының магистрі, «Қолданбалы биология» кафедрасының аға оқытушысы; Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан; e-mail:kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Зарина Владимировна Капшакбаева – PhD, «Биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Торайғыров университеті, Қазақстан; e-mail:z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Сведения об авторах

Шугыла Кадыровна Жакупбекова* – магистр технических наук, докторант кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail:siyanie@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Жанар Қалибекқызы – кандидат биологических наук (PhD), проректор по науке и инновациям; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail:zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – магистр технических наук, докторант кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail:fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Шынар Турарбековна Кырыкбаева – 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>.

Зарина Владимировна Капшакбаева – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Биотехнология»; Торайғыров университет, Республика Казахстан; e-mail:z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Information about the authors

Shugyula Zhakupbekova* – master of technical sciences, doctoral student of the department «Food production technology and biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail:siyanie@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Zhanar Kalibekkyzy – candidate of biological sciences (PhD), vice-rector for science and innovation; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail:zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Aigul Maizhanova – master of technical sciences, doctoral student of the department «Food production technology and biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail:fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Shynar Kyrykbaeva – master of technical science, senior teacher 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>.

Zarina 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>.

Материал 19.12.2023 ж. баспаға түсті.

Ш.Ы. Кененбай, Я.М. Узаков, Қ.С. Хамза*, А.А. Күлімбетова
 Алматы технологиялық университеті,
 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к-сі, 100
 *e-mail: kainar.khamza@mail.ru

ТҮЙЕ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҚАЙТА ҚҰРЫЛЫМДАЛҒАН ШҰЖЫҚ ӨНІМІ

Аңдатпа: Қазіргі уақытта Қазақстан өзін отандық өндірістік етімен толық қамтамасыз ете алмайды және осыған сәйкес облыстық отандық шикізат ресурстарын іздестіру өзекті болып табылады. Осыған байланысты ет түрлерінің қолда бар ресурстарын пайдалану қажет. Түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжық технологиясы саласындағы зерттеулер мен әзірлемелерді пайдаланудың ықтимал жолдары анықталды. Зерттеулер өнімнің қажетті құрылымына, дәмі мен сапасына жету үшін ингредиенттер мен қоспалардың оңтайлы пропорцияларын анықтайды. Ғылыми зерттеулер шұжықтың өндіріс процесін, соның ішінде түйе етін қайта құрылымдауды жақсартатын жаңа әдістер мен технологиялардың дамуына әкелуі мүмкін. Қайта құрылымдауды құрылымдық түзуші заттармен бірге қолдану бұйымдардың органолептикалық және құрылымдық-механикалық қасиеттерін реттеуге, өндіріске дәстүрлі технологияларда, дайын өнімнің химиялық құрамымен шектелген шикізатты тартуға, ассортиментін кеңейтуге, ет шикізатын өңдеу тереңдігін арттыруға, дайын өнімнің шығымы мен өндірістің рентабельділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжық технологиясының зерттеу нәтижелері әртүрлі салаларда практикалық қолдануды таба алады. Тұтастай алғанда, түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжық технологиясын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелерін практикалық пайдалану өнімдерді әртараптандыруға, денсаулықты жақсартуға және жаңа нарық сегменттерін дамытуға ықпал етуі мүмкін. Бұл саладағы инновациялық технологиялық өнім "түйе етінен қайта құрылымдалған шұжық" болады. Шұжық өнімінің оңтайлы құрылымы мен дәмге қол жеткізу үшін заманауи технологиялар мен әдістерді қолдана отырып қайта құрылымдалады. Тамақ өнеркәсібін де түйе етінен қайта құрылымдалған шұжық сияқты инновациялық технологиялық өнімді қолдануға болады. Бұл өнім нарықта ұсынылатын шұжық пен ет өнімдерінің ассортиментінің бір бөлігі боп саналады.

Түйін сөздер: түйе еті, қайта құрылымдалған шұжық өнімдері, шұжық сапасының көрсеткіштері, жаңа ет өнімі.

Кіріспе

Агроөнеркәсіптік кешеннің ет өңдеу саласы Қазақстан Республикасының азық-түлік бағдарламасын шешудегі маңызды буын болып табылады, оның алдына ет өнімдерінің ассортиментін едәуір кеңейту, сапасын және сол арқылы бәсекеге қабілеттілігін арттыру міндеті қойылған. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы ауыл шаруашылығы өнімдерінің сұранысқа ие түрлері бойынша халықтың ішкі қажеттіліктерін қамтамасыз етуге, мақсатты экспорттық саясатты айқындауға бағытталған. Ет өңдеу саласы ҚР-да тамақ өнімдерін өндіру құрылымында 13,6%-ды құрайды [1].

Қазақстан Республикасында өнімді және асыл тұқымды түйе шаруашылығын дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған тұжырымдамасы әзірленді. Тұжырымдама өнімді мал шаруашылығы экономикасының басым бағыты ретінде түйе шаруашылығы саласын жаңғырту үшін қолайлы жағдайлар жасауға, табиғи-климаттық және экономикалық әлеуетті барынша толық және ұтымды пайдалануға, оның сақталуына ықпал етуге бағытталған. Ет өнеркәсібі Қазақстан экономикасының облыстағы жетекші ет өнімдерін өндіру секторларының бірі болып табылады. Ет өнеркәсібінің дамуы халықтың ет және жартылай ет өнімдермен қамтамасыз етіліп келеді. Ет өнімдері өндірісінің өсімі күтілуде, бірақ ауылшаруашылық

өндірісінің өсу қарқыны айтарлықтай төмен. Бүкіл әлем бойынша екі жүз миллион тонна ет өндірісін сұраныс бойынша арттыруды талап етеді [2].

Бірқатар отандық және шетелдік ғалымдардың түйе етінің физика-химиялық құрамын зерттеуі түйе етінде адамның тамақтануы үшін барлық қажетті заттар бар екенін көрсетті, ол негізгі қоректік заттардың (ақуыздар, жануарлар майлары) көзі болып табылады, олар ең оңтайлы сандық қатынаста ұсынылған және адам ағзасына оңай сіңіріледі.

Түйе етінің тағамдық құндылығы жоғары, ақуыз мөлшері 18,73-19,52%, ылғалдылығы 76,59-78,5%, майы 2,1-2,77%. Ақуызда басқа еттермен салыстырғанда пролин мөлшері жоғары, бұл дәнекер тінінің көп мөлшерімен және триптофан, аспарагин қышқылы және тирозин деңгейінің төмендігімен түсіндіріледі [3-5].

Перспективалы бағыттардың бірі ет өнімдерін өндіру қайта құрылымдалған өнімдер технологияларын құру болып табылады. Бұл мәселемен Большаков А.С., Жаринов А.И., Забашта А.Г., Кудряшов Л.С., Липатов Н.Н., Рогов И.А., Чоманов У.Ч., Рскелдиев Б.А., Узаков Я.М., Байболова Л.К., Таева А.М., Токаев Э.С., Corday J.C., Huffman d.L., Mandigo R.Y., Seideman S.C. және басқа да ғалымдары айналысқан.

Тәжірибелік өнімді дайындау барысында келесі шикізаттарды қолданылды: түйе еті, құс еті, түйенің өркеш майы, зімбір ұнтағы, ас татымдарды мен дәмдеуіштер. Соның ішінде сумах дәмдеуішін және қайта құрылымдалған шұжық құрамын байланыстырғыш ретінде зығыр ұнтағы пайдаланылды. Түйенің өркеші мамандандырылған иммундық және эндокриндік функцияларды, сондай-ақ шөлдің қатал жағдайларында оның аман қалуы үшін маңызды осмо реттеуші рөлді атқарады [5]. Бұл май қорлары қоршаған орта мен қыстың қатал жағдайларына бейімделу және төзу үшін тамақ жеткіліксіз болған кезде энергияға бөлінуі мүмкін [6]. Түйе майы, әсіресе түйе өркешінде сақталатын май құнарлы және пайдалы. Бұдан басқа, түйе майы Омега-3 май қышқылдарына бай, Е витаминінің жақсы көзі және құрамында аз қаныққан майлар бар [7]. Қайта құрылымдалған шұжық өнімінің бір дәмдеуіші ретінде сумах алынды.

Сумах – ежелден Жерорта теңізі өңірі мен Африканың солтүстік бөліктерінде әртүрлі мақсаттарда пайдаланылған аспаздық дәмдеуіш. Кейбіреулері сумах сөзі араб тіліндегі «summaq» сөзінен шыққан деп санайды [8]. Оны әдетте маринадтарға қосады, сондай-ақ тұздықтардың дәмі мен хош иісін және қышқылын жақсарту үшін пайдаланады. Қызыл-күлгін түс беруіне байланысты сумахтан жасалған бұйымдар бірқатар тағамдардың сәндік әшекейлері ретінде пайдаланылады [9, 10].

Зығыр ұнтағы – тамақ талшықтарының, омега-3 май қышқылы мен ақуыздың бай көзі болып табылады. Зығыр тұқымының ұнтағында 21,8% ақуыз және 42,7% тағамдық талшықтар болады, олар қуыру кезінде тиісінше 20,3 және 40,50% дейін төмендейді [11].

Қайта құрылымдалған технологиялардың артықшылығы-ірі бұлшықет етіне жақын органолептикалық қасиеттері бойынша ұсақталмаған шикізат құрылымын қайта құру мүмкіндігі, яғни құрылымды құрайтын компоненттерді бір монолитті бөлікке біріктіру, ол кесілген кезде біркелкі пішін мен өлшемге ие болады.

Зерттеу әдістері

Түйе етін дайындау технологиясының қайта құрылымдалған әсерінің тағамдық құндылығына әсері зерттелді. Түйе етін таңдаудың негіздемесі отандық ресурстың жетіспеушілігіне байланысты дәстүрлі емес шикізатты іске қосу болып табылады. Ет шикізатының маңызды функционалдық қасиеттеріне оның ылғалды байланыстыру қабілеті (ЫБҚ), ылғалды ұстап тұру қабілеті (ЫҰТҚ), еттің май ұстап тұру қабілеті (МҰТҚ), шырындылығы, нәзіктігі жатады. Еттің неғұрлым маңызды функционалдық қасиеттерінің бірі оның су байланыстырғыш қабілеті (ЫБҚ) – ет ақуызының иммобилизацияланған және бос ылғалдылықпен байланыс дәрежесі болып табылады. Су байланыстыру қабілеті бірқатар факторлармен анықталады: жануардың жасымен, ылғал мен майдың сандық арақатынасымен, ет автолизінің тереңдігімен, сақтау шарттарымен, рН шамасымен, протеиндердің саны, олардың құрамы мен қасиеттері, оның ішінде миофибриллярлық ақуыздардың құрамы мен ерігіштік дәрежесі [12]. Жаңа піскен еттің суды ұстап тұру қабілеті (ЫҰТҚ) оның көзбен шолып қолданылуын анықтайды, осылайша тұтынушылардың өнімді сатып алу ниетіне әсер етеді. ЫҰТҚ сондай-ақ тамақты тасымалдау, сақтау, қайта өңдеу және дайындау кезіндегі су шығынын анықтайды. ЫҰТҚ ішінара анықтайтын еттің шырындылығы да маңызды сипаттама болып табылады және тамақтың сапасына әсер етеді, сондай-ақ текстурада рөл атқарады [13].

Майды ұстап тұру қабілеті (МҰТҚ) технологиялық өңдеу кезінде майдың бөлінуіне кедергі келтіретін рецепттегі белокты препараттардың санын анықтайды [14].

Физика-химиялық көрсеткіштері келесі методикамен анықталды:

Ақуыздың салмақтық үлесі – МЕМСТ 25011-2017; МЕМСТ 23042-2015 бойынша майдың салмақтық үлесі; Көмірсутектердің салмақтық үлесі – Перманганатометриялық әдіспен; Вартанян әдісімен ЫҰТҚ, ЫБҚ көрсеткіштері Грау-хамма әдісімен және МҰТҚ Рефрактометриялық әдіспен; В дәруменіннің көрсеткіші МЕМСТ Р 54635 2011 бойынша, суда еритін дәрумендер М-04-41-2005 бойынша анықталынды.

Бұл жұмыстың мақсаты өсімдік шикізаттарын пайдалана отырып, түйе етінен қайта құрылымдалған шұжық өнімдерін өндіру технологиясын әзірлеу болып табылады. Сондықтан осы өнімнің биологиялық қасиеттерін зерттеу және түйе етінен қайта құрылымдалған шұжық өнімдерінің физикохимиялық, органолептикалық көрсеткіштерін анықтау болды.

Зерттеу нәтижелері

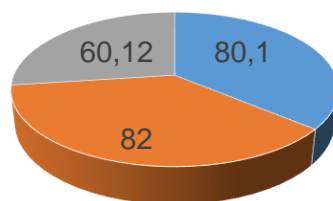
Зерттеу барысында университеттің «Тамақ қауіпсіздігі ғылыми-зерттеу институты» АҚ «АТУ» бақылау үлгісінің тағамдық құндылық көрсеткіштерін анықтау үшін талдау жүргізілді. Түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжықтың бақылау үлгілері зерттелді (1-кесте).

Зерттеу барысында бақылау үлгісі ретінде сумах дәмдеуіш пен зімбір ұнтағы қосылған қайта құрылымдалған түйе еті алынды. Байлам (біріктіру) ретінде зығыр ұны қосылған. Сумах дәмдеуіші антиоксидантты әсері бар екендігі көрсетілді [15].

Кесте 1 – Бақылау үлгісін физикалық-химиялық зерттеу нәтижесі

Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	Нақты нәтижелер	Сынау әдістеріне НҚ
Ақуыздың салмақтық үлесі, %	14,98	МЕМСТ 25011-2017
Майдың салмақтық үлесі, %	10,82	МЕМСТ 23042-2015
Көмірсутектердің салмақтық үлесі, %	3,21±0,08	Перманганатометриялық әдіс

Әрі қарай үлгілердің биологиялық қасиеттері зерттелді. Анықтама бойынша нәтижелер зерттелетін түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжықтың функционалдық қасиеттеріне оның ылғалды байланыстыру қабілеті (ЫБҚ), ылғалды ұстап тұру қабілеті (ЫҰТҚ), еттің май ұстап тұру қабілеті (МҰТҚ), шырындылығы, анықталынды (1-диаграмма).



■ ЫҰТҚ, % ■ ЫБҚ, % ■ МҰТҚ, %

Диаграмма 1 – Зерттелетін үлгінің функционалдық қаблетілігі

Нәтижелер бойынша 1-ші диаграммада түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжықтың функционалдық қасиеттерінің көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері бойынша ылғалды байланыстыру қабілетінің (ЫБҚ) басым екені көрсетілген.

Содан кейін үлгілердің биологиялық қасиеттері зерттелді. Анықтама бойынша нәтижелер анықтылынды (2-диаграмма).

Нәтижелер бойынша 2-ші диаграммада түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжықтың биологиялық қасиеттері көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері бойынша ылғалдық салмақтық үлесі 60,12% пайызға, құрғақ заттар 33,69% пайыз болды. Ал күлдің салмақтық үлесі 2,72% пайыздық көрсеткіш көрсетті. Көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері бойынша 100 г өнімге арналған тәжірибелік үлгінің физикалық-химиялық көрсеткіштерін көрсетеді. В тобының витаминдік құрамының нәтижесі көрсетілген (1-сурет).

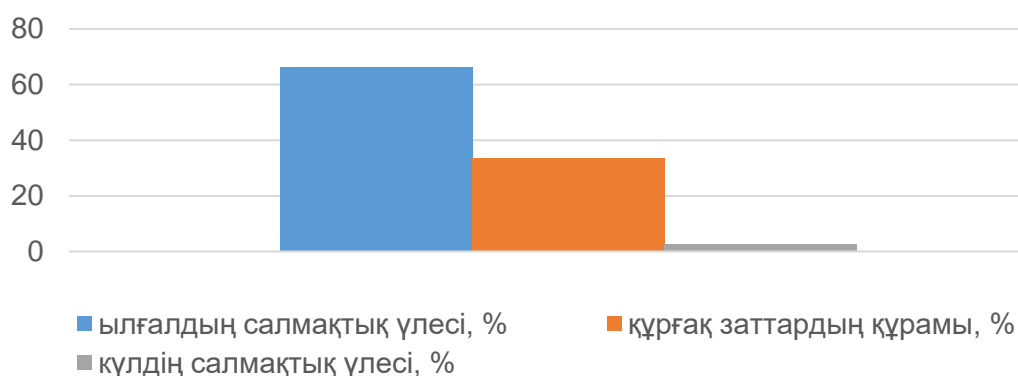
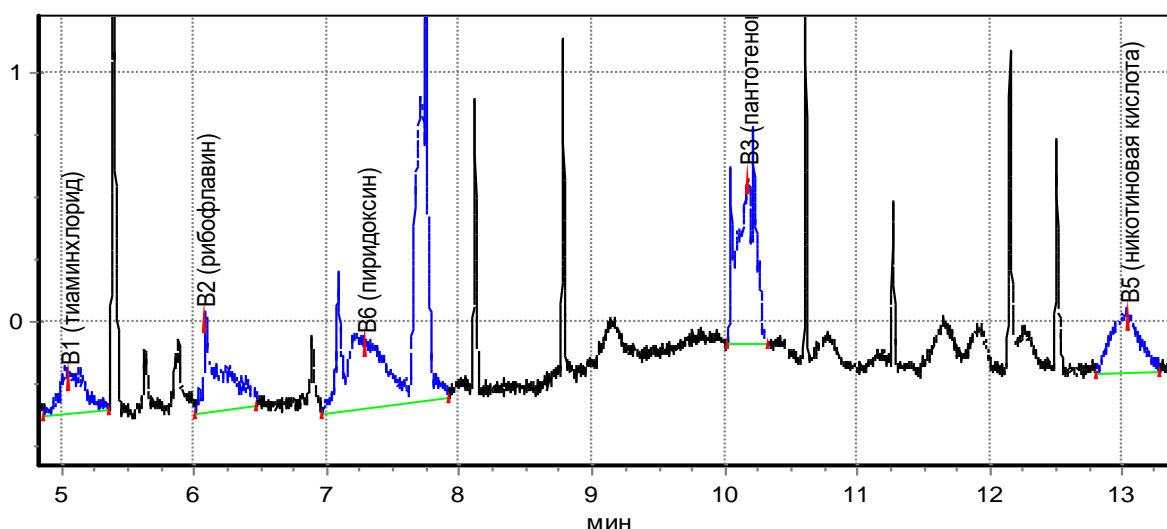


Диаграмма 2 – Зерттелетін үлгілердің көрсеткіштері



Сурет 1 – Тәжірибелік үлгідегі дәрумендердің құрамы көрсеткішінің хроматографиясы

1-суретте дәрумендердің құрамы абсолюттік градуирлеуді есептеу әдісімен айқындалған. Сынақ мынадай жағдайларда жүргізілді: температура – 21°C, ылғалдылық – 61%. Талдау температурасы 30°C. Кестенің деректері кесте нысанында келтірілген (2-кесте).

Кесте 2 – Дәрумендік құрамының көрсеткіштері

№	Уақыты	Компонент	Биіктігі	Басы	Соңы	Аумағы	Конц, мг/п	Конц, мг//100 г
1	5,055	B1 (тиаминхлорид)	0,155	4,867	5,355	24,33	0,0094	0,157±0,031
2	6,082	B2 (рибофлавин)	0,382	6,015	6,477	35,37	0,011	0,183±0,077
3	7,300	B6 (пиридоксин)	0,262	6,973	7,927	154,8	0,035	0,583±0,117
4	10,180	B3 (пантотен қышқылы)	0,662	10,025	10,340	69,2	0,053	0,883±0,177
5	13,055	B5 (никотин қышқылы)	0,227	12,292	13,292	36,16	0,007	0,117±0,023

2-кестенің деректері бойынша B1 (тиаминхлорид), B2 (рибофлавин), B6 (пиридоксин), B3 (пантотен қышқылы), B5 (никотин қышқылы) сияқты витаминдер тобының нәтижесі көрсетілген. Эксперименттік өнімде B1 (тиаминхлорид) бақылау өніміне (0,100 мг) қарағанда 1,57% есеге өсті, B6 (пиридоксин) 2,5% көп.

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Ұсынылған қоспаларды қолдану бұлшықет талшықтарының ісінуіне және перемизия мен эндомизия аймақтарында біркелкі бөлінген ұсақ түйіршікті ақуыз массасының жалпы мөлшерінің жоғарылауына ықпал етті. Компоненттерді енгізу функционалдық технологиялық қасиеттердің жақсаруына, органолептикалық бағалаудың жоғарылауына және бақылаумен салыстырғанда дайын өнімнің шығымдылығының 8-10%-ға артуына әкелетіні анықталды.

Осы зерттеулерді негізге ала отырып, түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжық өнімдерінің технологиясын күнделікті өмірде дайындау үшін енгізу ұсынылады деген қорытындыға келуге болады.

Осылайша, экономикалық тиімділіктің жеткілікті жоғары деңгейін қамтамасыз ете отырып, оның сапасы мен қауіпсіздігін арттыруға ықпал ететін рецептуралық компоненттерді пайдалана отырып, қайта құрылымдалған ет өнімі технологиясын әзірлеуге бағытталған зерттеулер заманауи және өзекті болып табылады.

Қорытынды

Ақуыз, май, ылғал құрамын, сондай-ақ текстуралық параметрлерді қоса алғанда, қайта құрылымдалған шұжық өнімдерінің физикалық-химиялық сипаттамалары талданды. Түйе етінен жасалған шұжық өнімдерінде ақуыз бен майдың болуына талдау жүргізілді. Алынған нәтижелер ақуыздың жоғары болуын куәландырады, бұл өнімді тұтынушылар үшін тартымды етеді. Темір және магний сияқты минералды заттардың құрамы бағаланды. Түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжық өнімдері денсаулықты сақтау үшін маңызды микроэлементтер көзі болып табылатыны анықталды. Жалпы алынған нәтижелер туралы түйе етінен жасалған қайта құрылымдалған шұжық өнімдерінің әзірленген технологиясы жоғары физикалық-химиялық сипаттамаларға ие деп қорытынды жасауға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000268>.
2. Кененбай Ш.Ы., Горников Н. Ет-көкөніс котлеттерінің жаңа түрін әзірлеу // Алматы технологиялық университетінің журналы. – № 2. – 2023. – б. 5-10.
3. Кененбай Ш.Ы., Каимбаева Л., Хамза К., Верблюдоводство в Казахстане одна из отраслей сельскохозяйственного производства // Продукты питания: Производство, Безопасность, Качество. – МНПК, УФА: Башкирский ГАУ. – 2023. – 200 с. – стр. 69-74.
4. Кененбай Ш., Адильбек А. Верблюжье мясо – национальный источник белка. Intl.research, journal. ISSN 2227-6017 (online), ISSN 2303-9868 (print), doi: 10.18454/irj.2227-6017 № 77 – 51217.
5. Го Ф., Си Р., Хе Дж., Юань Л., Хай Л., Мин Л. және т.б. Бактериялық түйенің май тінінің жан-жақты транскриптомдық талдауы өркештің иммундық және эндокриндік жүйелерде неғұрлым ерекше физиологиялық функцияларды атқаратынын көрсетеді // Тірі ғылым, 2019. – 228:195-200. 10.1016/j.livsci.2019.09.003.
6. Аркаде А., Заре Шахне А, Юсеф А.Р., Хадинежад Омран М., Кэмпбелл А.В. Иран қозыларының етінің май қышқылдық құрамына май мен ұшаның массасының әсерін анықтау // Ұсақ күйіс қайыратын жануарларды зерттеу, 2013. – 115:34-9. 10.1016/j.smallrumres.2013.06.004.
7. Insider бизнeci] (<https://www.businessinsider.in/science/news/the-fat-in-camel-humps-is-so-nutritious-that-one-company-sells-it-by-the-jar> -тамақ дайындау үшін / мақалалар көрмесі / 71623356.cms).
8. Сахр К., Эль-Хатиб С. Ливандық сумахтың физика-химиялық қасиеттері және дәрілік, тағамдық және өнеркәсіптік қолданылуы (сириялық сумах-Rhus coriaria): шолу. Гелийон 2020, 6, e03207.
9. Фараг М.А., Файек Н.М., Рид И.А. Үш түрлі географиялық көздердің rhus coriaria (сумах) жемістеріндегі ұшпа заттардың профилі және қуырылғаннан кейін қатты фазалы микроэкстракция арқылы талданады. PeerJ, 2018, 6, e5121.
10. Алсамари Х., Атамне К.; Пинтус Г.; Ид А.Х., Иратни Р. Фармакологиялық және антиоксиданттық белсенділік Rhus coriaria L. (сумах). Антиоксиданттар, 2021, 10, 73.
11. ААСС. 2000. Бекітілген аасс әдістері, 10-шы басылым. (Әдістер 08-01, 30-25, 44-15А, 46-54-10, 54-21), американдық астық химиктерінің қауымдастығы, – Сент-Пол, Миннесота.
12. Лагутин А.М. Ет өніміндегі ылғал байланыстыру қабілеті // Ғылым хабаршысы, 2021. – (2(35)). – Р. 144-148.
13. Робин Д. Уорнер. 14-тарау-ет тағамдық сапасы – IV ылғал сақтау қабілеті мен шырындылығы. Редактор (лар): Фидель Толдра. Азық-түлік ғылымы, технологиясы және тамақтануы бойынша Woodhead Publishing сериясында, Lawries Meat Science (сегізінші басылым), Woodhead Publishing. 2017, Б. 419-459. ISBN 9780081006948. doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00014-5 .

14. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Ет және ет өнімдерін зерттеу әдістері. – М.: Колос, 2001. – 376 б.
15. Капкарова М., Сламецка Дж., Аббас К., Колесарова А., Халафова А., Валенте М., Филипейова Т., Храстинова Л., Ондруска Л., Массagni П. Rhus coriaria диетасына енгізудің қояндардың ішкі ортасына әсері. Джей Рифм. Физиол. Қалай. Нутр. – 2012. – 96:459-465.

References

1. On Approval of the Concept of Development of the Agro-Industrial Complex of the Republic of Kazakhstan for 2021-2030". (In Kazakh).
2. Kenenbay S., Gornikov N. Development of a new type of meat and vegetable cutlets // The journal of Almaty Technological University. – № 2. – 2023. – P. 5-10. (In Kazakh).
3. Kenenbay S.Y., Kaimbaeva L., Khamza K., Camel breeding in Kazakhstan is one of the branches of agricultural production, Food: Production, Safety, Quality, INPK, 2023, UFA: Bashkir State Agrarian University, 2023. – 200 pp. 69-74. (In Russian).
4. Kenenbay Sh., Adilbek A. Camel meat – national source of protein. Intl.research, journal. ISSN 2227-6017 (online), ISSN 2303-9868 (print), doi: 10.18454/irj.2227-6017 No. 77 – 51217. (In Russian).
5. Guo F., Si R., He J., Yuan L., Hai L., Ming L., et al. Comprehensive transcriptome analysis of adipose tissue in the Bactrian camel reveals fore hump has more specific physiological functions in immune and endocrine systems. *Livest Sci.* (2019) 228:195-200. 10.1016/j.livsci.2019.09.003. (In English).
6. Alizadeh A., Zare Shahneh A., Yousefi A.R., Hadinezhad Omran M., Campbell A.W. Determining the effect of the fat-tail and carcass weight on meat fatty acid composition of Iranian lambs. *Small Ruminant Res.* (2013) 115:34-9. 10.1016/j.smallrumres.2013.06.004. (In English).
7. Business Insider (<https://www.businessinsider.in/science/news/the-fat-in-camel-humps-is-so-nutritious-that-one-company-sells-it-by-the-jar-for-cooking/articleshow/71623356.cms>). (In English).
8. Sakhr K.; El Khatib S. Physiochemical properties and medicinal, nutritional and industrial applications of Lebanese Sumac (Syrian Sumac-*Rhus coriaria*): A review. *Heliyon* 2020, 6, e03207. (In English).
9. Farag M.A., Fayek N.M., Reidah I.A. Volatile profiling in Rhus coriaria fruit (sumac) from three different geographical origins and upon roasting as analyzed via solid-phase microextraction. – *PeerJ* 2018, 6, e5121. (In English).
10. Alsamri H., Athamneh K., Pintus G., Eid A.H., Iratni R. Pharmacological and Antioxidant Activities of Rhus coriaria L. (Sumac). *Antioxidants*, 2021. – 10, 73. (In English).
11. AACC. 2000. Approved aacc methods, 10th ed. (Methods 08-01, 30-25, 44-15a, 46-10, 54-10, 54-21), American Association of Grain Chemists, St. Paul, Minnesota. (In English).
12. Lagutin A.M. (2021). Moisture-binding capacity of the meat product. (In Russian).
13. Robyn D. Warner. Chapter 14 – The Eating Quality of Meat – IV Water-Holding Capacity and Juiciness. Editor(s): Fidel Toldra. In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Lawrie's Meat Science (Eighth Edition), Woodhead Publishing. – 2017. – P. 419-459. ISBN 9780081006948. doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00014-5. (In English).
14. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Methods of research of meat and meat products. – М.: Колос. – 2001. – 376 p. (In Russian).
15. Capcarova M., Slamecka J., Abbas K., Kolesarova A., Kalafova A., Valent M., Filipejova T., Chrastinova L., Ondruska L., Massanyi P. Effects of dietary inclusion of Rhus coriaria on internal milieu of rabbits. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2012. – 96:459-465. (In Russian).

Ш.Ы. Кененбай, Я.М. Узаков, Қ.С. Хамза*, А.А. Күлімбетова

Алматынський технологический университет,

050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

*e-mail: kainar.khamza@mail.ru, sh.kenenbai@atu.edu.kz

РЕСТРУКТУРИРОВАННЫЙ КОЛБАСНЫЙ ПРОДУКТ ИЗ МЯСА ВЕРБЛЮДА

В настоящее время Казахстан не может полностью обеспечить себя отечественным производственным мясом, и в соответствии с этим поиск

отечественных сырьевых ресурсов области является актуальным. В связи с этим необходимо использовать имеющиеся ресурсы видов мяса. Выявлены возможные пути использования исследований и разработок в области технологии реструктурированных колбас из верблюжьего мяса. Исследования определяют оптимальные пропорции ингредиентов и добавок для достижения желаемой текстуры, вкуса и качества продукта. Научные исследования могут привести к разработке новых методов и технологий, улучшающих процесс производства колбасы, включая реструктуризацию мяса верблюда. Применение реструктуризации в сочетании со структурообразующими веществами позволяет регулировать органолептические и структурно-механические свойства изделий, привлекать в производство сырье, ограниченное традиционными технологиями, химическим составом готовой продукции, расширять ассортимент, увеличивать глубину переработки мясного сырья, повышать урожайность готовой продукции и рентабельность производства.

Результаты исследований технологии реструктурированных колбас из мяса верблюда могут найти практическое применение в различных областях. В целом, практическое использование результатов исследований по разработке технологии реструктурированных колбас из мяса верблюда может способствовать диверсификации продуктов, улучшению здоровья и развитию новых сегментов рынка. Инновационным технологическим продуктом в этой области станет "реструктурированная колбаса из верблюжьего мяса". Колбаса реструктурируется с использованием современных технологий и методов для достижения оптимальной текстуры, и вкуса продукта. Пищевая промышленность также может использовать инновационный технологический продукт, такой как реструктурированная колбаса из верблюжьего мяса. Данный продукт является частью ассортимента колбасных и мясных изделий, предлагаемых на рынке.

Ключевые слова: мясо верблюда, реструктурированные колбасные изделия, показатели качества колбасы, свежая мясная продукция.

Sh.Y. Kenenbay, Y.M. Uzakov, K.S. Khamza*, A.A. Kulimbetova

¹Almaty University of Technology,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi Street, 100

*e-mail: kainar.khamza@mail.ru

RESTRUCTURED CAMEL MEAT SAUSAGE PRODUCT

At present Kazakhstan cannot fully provide itself with domestic production meat, and accordingly the search for domestic raw material resources of the region is relevant. In this connection it is necessary to utilise the available resources of meat species. Possible ways of utilisation of researches and developments in the field of technology of restructured sausages from camel meat are revealed. Research determines the optimum proportions of ingredients and additives to achieve the desired texture, flavour and quality of the product. Research can lead to the development of new methods and technologies that improve the sausage making process, including restructuring of camel meat. Application of restructuring in combination with structure-forming substances allows to regulate organoleptic and structural-mechanical properties of products, to attract into production raw materials limited by traditional technologies, chemical composition of finished products, to expand the assortment, to increase the depth of processing of meat raw materials, to increase the yield of finished products and profitability of production.

The research results of the technology of restructured sausages from camel meat can find practical application in various fields. In general, the practical application of the research results on the development of restructured camel meat sausage technology can contribute to product diversification, health improvement and development of new market segments. The innovative technological product in this area will be "restructured camel meat sausage". The sausage is restructured using modern technology and techniques to achieve the optimum texture and flavour of the product. The food industry can also utilise an innovative technological product such as restructured camel meat sausage. This product is part of the range of sausage and meat products available in the market.

Key words: camel meat, restructured sausage products, sausage quality indicators, fresh meat product.

Авторлар туралы мәліметтер

Шынар Ырымқызы Кененбай – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан; e-mail: sh.kenenbai@atu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0239-9110>.

Ясин Маликович Узак – академик, техника ғылымдарының докторы, профессор, «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасының профессоры, Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан; e-mail: uzakm@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2878-7170>.

Қайнар Серікұлы Хамза – «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасының 2 курс магистранты, Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан; e-mail: kainar.khamza@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2930-5013>.

Айгерім Абылайқызы Күлімбетова – «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасының 2 курс магистранты, Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан; e-mail: kulimbetov.a00@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5015-349X>.

Сведения об авторах

Шынар Ырымқызы Кененбай – кандидат технических наук, доцент, ассоциированный профессор кафедры "Технология пищевых продуктов", Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: sh.kenenbai@atu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0239-9110>.

Ясин Маликович Узак – академик, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Технология пищевых продуктов", Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: uzakm@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2878-7170>.

Кайнар Серікұлы Хамза – магистрант 2 курса кафедры "Технология пищевых продуктов", Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: kainar.khamza@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2930-5013>.

Айгерім Абылқызы Күлібетова – магистрант 2 курса кафедры "Технология пищевых продуктов", Алматинский технологический университет, Казахстан; e-mail: kulimbetov.a00@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5015-349X>.

Information about the authors

Shynar Yrymqyzy Kenenbay – candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department "Technology of food products", Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: sh.kenenbai@atu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0239-9110>.

Yasin Malikovich Uzakov – academician, doctor of technical sciences, professor, Professor of the Department "Technology of food products", Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: uzakm@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2878-7170>.

Kainar Serikuly Khamza – 2nd year master's student of the Department "technology of food products", Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: kainar.khamza@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2930-5013>.

Aigerim Abylaykyzu Kulibetova – 2nd year master's student of the Department "technology of food products", Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: kulimbetov.a00@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5015-349X>.

Материал 12.12.2023 ж. баспаға түсті.

Э.А. Габрильянц*, Р.С. Алибеков

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
160012, Республика Казахстан, г. Шымкент, проспект Тауке-хана 5

*e-mail: gabrilyants@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫРА ИЗ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА

Аннотация. В последнее время интерес к производству верблюжьего молока и продуктов из него возрос благодаря его питательным и лечебным свойствам, включая сыры из верблюжьего молока.

В данном исследовании была разработана технология сыра из не пастеризованного верблюжьего молока с использованием мезофильных и термофильных заквасочных культур. Был изучен состав верблюжьего молока и его микробиологические показатели безопасности. Далее были приготовлены три экспериментальных вида сыра из верблюжьего молока, где был определен физико-химический состав, выход сыров, минеральный состав и органолептические показатели. Так, содержание массовой доли жира в исследуемых образцах составляло от 25,45 до 22,13 %. Массовая доля сухих веществ для всех образцов находилась в пределах 50,50-62,30%; зольность составляла 3,05-3,65%; а массовая доля белков составляла 17,49, 22,19% соответственно у контрольного образца, сыра с использованием мезофильных и термофильных заквасочных культур. Выход сыра варьировался от 115,20г/л до 137,98 г/л. Минеральный состав сыра из верблюжьего молока показал, что во всех образцах преобладают такие макроэлементы как Na, Mg, Ca, K, P. Также все экспериментальные образцы сыра из верблюжьего молока обладали высокими органолептическими показателями.

Ключевые слова: верблюжье молоко, технология сыра, заквасочные культуры, выход сыра, качественные характеристики.

Введение

Казахстан славится традициями, и огромными степными просторами, где преобладает развитие верблюдоводства с давних времен. В Казахстане насчитывается около 300 тысяч поголовья верблюдов породы дромадеров. Верблюжье молоко уже давно признано белым золотом степных и пустынных регионов, благодаря своим ценным питательным и лечебным свойствам [1]. А также является настоящим суперфудом для организма человека [2]. Из функциональных свойств верблюжьего молока можно выделить антиоксидантную, биологическую, противоопухолевую активность и гипоаллергенность [3]. Однако, верблюжье молоко уникально тем, что его нелегко перерабатывать в различные молочные продукты, которые характерны для коровьего молока. В нем отсутствует β -лактоглобулин и низкое содержание к-казеина, что затрудняет переработку верблюжьего молока в различные молочные продукты [4]. Многими учеными были уже исследованы свойства верблюжьего молока, переработка молока в йогурт, напитки, сыр [5]. Также, огромный вклад в научное развитие по теме получения сыра из верблюжьего молока были проделаны учеными [6,7] были изучены технологические свойства, параметры свертывания молока. Передача лабораторных результатов, уже относительно многочисленных для промышленного масштаба, по-прежнему недостаточна, особенно для таких продуктов, как сыры из верблюжьего молока, и это требует дополнительных технических и экономических анализов [8]. Актуальным и до конца не изученным считается и эффективность влияния стартерных культур на конечные свойства сыра из верблюжьего молока. Поэтому очень важно понимание различных заквасочных культур для дальнейшей разработки сыров из верблюжьего молока.

Целью данной статьи является исследование сыра из верблюжьего молока с использованием комбинаций мезофильных и термофильных заквасочных культур на качественные характеристики конечного продукта.

Методы исследования. Лиофилизированные бактериальные заквасочные культуры содержали как мезофильные (*Lactococcus cremoris*, *Lactococcus deacetylactis*, *lactobacillus*

plantarum), так и термофильные (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*).

Для свертывания верблюжьего молока использовали специальный жидкий химозин "Chy-Max M 1000" компании Hansen A/S (Херсхольм, Дания).

Подготовка молока. Свежее цельное верблюжье молоко породы *C. dromedarius* было получено из местной фермы Туркестанской области. Молоко немедленно охлаждали и выдерживали при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

Сыр из верблюжьего молока с использованием мезофильных и термофильных заквасочных культур выработан следующим образом:

Сырое молоко подвергают фильтрации, нагревают до температуры $32-34^\circ\text{C}$ для использования мезофильной культуры, и до $38-42^\circ\text{C}$ для использования термофильной культуры, вносят 40% раствор соли кальция и смесь мезофильных или термофильных бактериальных культур, доводят молоко до достижения кислотности Ph 5,8-6, затем вносят молокосвертывающий фермент Chy-max 1000 (CH Hansen, Дания) из расчета 1 г на 1000 кг молока сквашивают, получают сгусток, отделяют сыворотку, подвергают самопрессованию, и формованию сырной головки. Полученную сыворотку нагревают до $85-95^\circ\text{C}$ при непрерывном перемешивании. Проводят тепловую обработку сырных головок первоначально находившиеся на дне чана до достижения их поверхности. Затем головки сыров охлаждают на сырном столе и солят в рассоле, содержащем 10% раствор NaCl при 20°C .

Состав молока. Содержание сухого вещества, жира, золы, общего количества сухих веществ, сомо, лактозы и белка в образцах молока измеряли с помощью MilkoScan™ Mars (Дания).

Измерение pH образцов сыра измеряли с помощью pH-метра Hanna HI98103, где pH-метр был откалиброван с использованием стандартных буферных значений pH 4 и 7.

Микробиологические показатели безопасности верблюжьего молока проводили согласно СТ-32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа».

Содержание белка в образцах сыра определяли по методу Кьельдаля согласно ГОСТ Р 54662-2011 «Сыры и сыры плавленые. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля».

Содержание жира определяли согласно ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».

Сухие вещества контролировали по ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества».

Зольность определяли согласно ГОСТ 15113.8-77. «Концентраты пищевые. Методы определения золы».

Полученный сыр взвешивали с помощью цифровых весовых весов. Регистрировали вес образца сыра и рассчитывали выход по формуле:

$$\text{Выход сыра}\% = \frac{\text{вес сыра}}{\text{вес молока}} \times 100$$

Определение минерального состава определяли с помощью РЭМ (Растровый низковакумный электронный микроскоп) JEOL JSM-6490LV (Япония).

Органолептическую оценку сыров проводили по 100 бальной шкале, где 10 квалифицированных экспертов оценивали вкус и запах сыра (45), консистенцию (25), рисунок (10), цвет теста (10) и внешний вид (10) в соответствии с Nelson and Trout, где общая оценка составила 100 баллов.

Результаты и обсуждения. Перед выработкой сыра проводили физико-химический состав верблюжьего молока представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели верблюжьего молока

Параметры	Значение верблюжьего молока
Жиры	$4,14 \pm 0,006^*$
Белки	$3,20 \pm 0,01$
Лактоза	$4,13 \pm 0,005$
Сомо	$8,62 \pm 0,01$
Сухие вещества	$12,74 \pm 0,01$
Точка замерзания	$-0,531 \pm 0,001$
Ph	$6,43 \pm 0,011$

*Средние значения (\pm SD). разница $\leq 0,05$

Контролировали микробиологические показатели безопасности приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Контролировали микробиологические показатели безопасности

Наименование	Результаты исследования	Норма
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов	4,5 x 105 КОЕ /см ³ (г)	5 x 105 КОЕ /см ³ (г)
Патогенная флора, включая сальмонеллу	Не обнаружены	Отсут.
Соматические клетки, см ³ (г)	9x10 ⁴	7,5x10 ⁵
Антибиотики	Не обнаружены	Не обнаружены

В молоке количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) должно быть не более 5 x 10⁵ КОЕ/см³(г), патогенная флора, в том числе сальмонеллы должны отсутствовать, соматические клетки см³ (г) не более 7,5x10⁵, присутствие антибиотиков не допускается.

Согласно авторам работы [9] у крупного рогатого скота свертывание молока происходит быстрее, поскольку мицеллы белка казеина очень малы по размеру и приводят к свертыванию в течение короткого периода времени, однако верблюжье молоко не обладает такими свойствами из-за более низкой концентрации к-казеина, что вызывает трудности с достижением свертываемости [10, 11]. А также верблюжье молоко обладает очень низкой термостабильностью при высоких температурах из-за денатурации и осаждения белка [12,13] и не позволяют иметь большой выход конечного продукта. Однако использование сырого молока, сохраняет нативные белки верблюжьего молока и способствует увеличению выхода продукта. Физико-химические параметры сыров с использованием заквасочных культур показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели полученных сыров из верблюжьего молока

Образец	Жиры г/100г	Белки г/100 г	Сухие вещества,%	Зола,%	Выход, г/100 л
Контроль	24,38	20,58	50,50	3,05	115,20
Мезофильные культуры	25.45	22.19	55 ,18	3,21	137.98
Термофильные культуры	22.13	17.49	62,30	3,65	124.53

Согласно таблице 3, содержание массовой доли жира в исследуемых образцах составляло от 25.45 до 22,13 %. Массовая доля сухих веществ для всех образцов находилась в пределах 50,50-62,30%; зольность составляла 3,05-3,65%; а массовая доля белков составляла 17,49, 22,19% соответственно у мезофильных и термофильных заквасочных культур.

Содержание влаги составило 55,18% для сыра с использованием мезофильных культур, этот результат соответствует результатам, полученным Haider [14], которые составили 55,64-58,8% для сыра из чистого верблюжьего молока, в то время как для контроля и сыра с использованием термофильных культур оно составило 50,50% и 62,30 % соответственно.

Более высокий выход сыра (137,98 г / 1 л) был получен для сыра, изготовленного с использованием комбинаций мезофильных культур, по сравнению с сыром с термофильными культурами (124,53 г / 1 л). С другой стороны, Vaig и соавт. сообщили, что термофильные закваски более полезны при подкислении верблюжьего молока, и для сгустка из верблюжьего молока рекомендуется более высокая температура приготовления, чтобы улучшить выход сыра [15].

Содержание белка зависело от типа закваски, используемой для производства сыра, что означает, что сыр, приготовленный с использованием мезофильных и термофильных

культур, значительно отличается более высокая ценность белка (г/100 г): 22.19 и 17.49 соответственно, 20,58 у контрольного образца.

Значительно низкое содержание золы (2,65 г / 100 г) наблюдалось в сыре на основе верблюжьего молока, приготовленном с использованием термофильной культуры. Более высокое содержание золы (3,21 г / 100 г) в сыре, приготовленном с использованием мезофильной культуры. Многие факторы могут быть ответственны за эти вариации зольности сыра: например, природа ингредиентов, используемых в процессе производства сыра, содержание золы в используемом сырье [16].

Как известно употребление молочных продуктов особенно сыра славится высоким содержанием минеральных веществ, т.к. кальция, магния, фосфора, которые полезны для организма как детей, так взрослых и пожилых людей. В данном исследовании был определен минеральный состав исследуемых сыров на основе верблюжьего молока. В таблице 4 представлен Минеральный состав сыров на основе верблюжьего молока.

Таблица 4 – Минеральный состав сыров на основе верблюжьего молока

Наименование элемента	Образцы сыра, %/100г		
	Контроль	Мезофильные культуры	Термофильные культуры
Na / Натрий	7.35	7.04	7.61
Mg / Магний	0.72	0.78	0.88
P / Фосфор	16.85	17.17	15.70
K / Калий	0.32	0.28	0.43
Ca / Кальций	26.15	29.19	26.55
S / Сера	0.42	0.37	0.65
Cl / Хлор	0.14	0.17	0.84
Total	100	100	100

Исходя из таблицы 4 был определен минеральный состав в образцах сыров с термофильными и мезофильными бактериальными культурами. А также в контрольном образце. Уровень Na и Mg превышал в сырах с термофильными культурами по сравнению с контролем и мезофильными культурами (рис. 1-3).

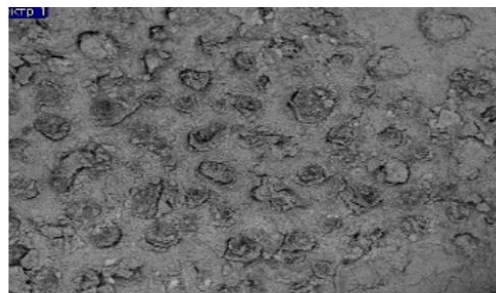
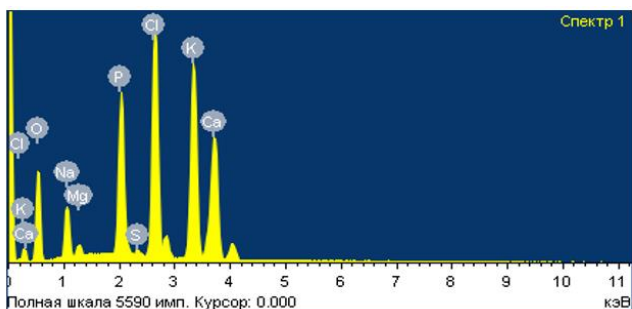


Рисунок 1 – Гистограмма минерального состава и микроструктура сыра из верблюжьего молока (контроль)

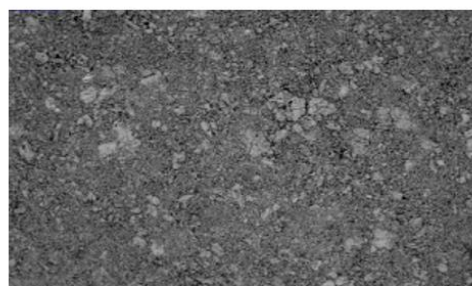
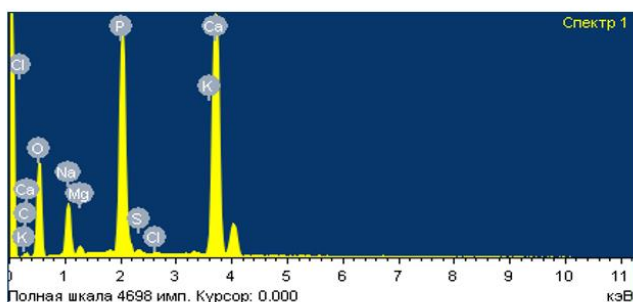


Рисунок 2 – Гистограмма минерального состава и микроструктура сыра из верблюжьего молока (с мезофильными культурами)

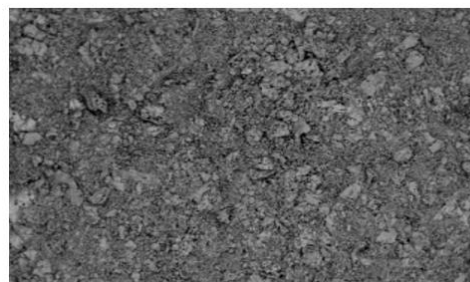
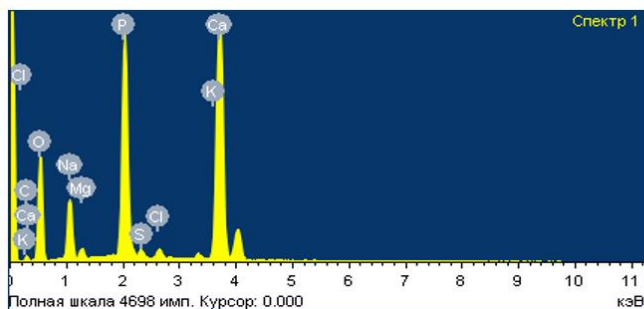


Рисунок 3 – Гистограмма минерального состава и микроструктура сыра из верблюжьего молока (с термофильными культурами)

Уровень фосфора и кальция повышается у образца сыра с мезофильными заквасочными культурами, тогда как у образцов контрольного и с термофильными заквасочными культурами понижается до 16,85 и 26,15 и 15,70 и 26,55 соответственно. С другой стороны, уровень калия оказался ниже у образца сыра с мезофильными культурами по сравнению с контрольным образцом-0,32, и сыром с использованием с термофильными культурами-0,43.

Органолептическая оценка исследования мягких сыров из верблюжьего молока отличается по внешнему виду, аромату, вкусу и общему восприятию образцов сыра и за счет свойства различных используемых заквасочных культур. Органолептическая оценка мягких сыров из верблюжьего молока представлена в таблице 5.

Таблица – 5 Органолептическая оценка мягких сыров из верблюжьего молока

Параметры	Коэффициент оценивания	Контроль	Мезофильные	Термофильные
Вкус и запах	45	42	45	43
Консистенция	25	24	23	24
Рисунок	10	10	10	10
Цвет теста	10	10	10	10
Внешний вид	10	9	9	8
Суммарное значение	100	92	96	94

Исходя из таблицы 5 наибольший балл по вкусу и запаху имел образец сыра с использованием мезофильных заквасочных культур с добавлением *Lact planturum*, наиболее низким оказалось у контрольного образца. Различия во вкусе можно отнести к неотъемлемым свойствам мезофильных и термофильных заквасочных культур в высвобождении ароматических соединений, таких как диацетил. Диацетил естественным образом вырабатывается молочнокислыми бактериями, из цитрата при совместном брожении с лактозой [17]. Рисунок и цвет сыров из верблюжьего молока во всех образцах соответствовал коэффициенту оценивания и составил по 10 баллов соответственно. Кроме того, соединения такие вещества, как диацетил и ацетальдегид, возможно, способствовали развитию у сыра отчетливых текстурных и вкусовых свойств [17,18].

Сыр, полученный с использованием мезофильных заквасочных культур, имел более низкие баллы по консистенции по сравнению с контрольным образцом и сыром с использованием термофильных заквасочных культур. С другой стороны, все сыры из верблюжьего молока обладали хорошим внешним видом и имели 9 баллов из 10 по внешнему виду.

Заключение

Таким образом, исходя из представленных исследований было выявлено, что получение сыра с использованием заквасочных культур повышали качественные характеристики сыров из верблюжьего молока. Так, содержание массовой доли жира в исследуемых образцах составляло от 25,45 до 22,13 %.

Массовая доля сухих веществ для всех образцов находилась в пределах 50,50-62,30%; зольность составляла 3,05-3,65%; а массовая доля белков составляла 17,49, 22,19%

соответственно у контрольного образца, сыра с использованием мезофильных и термофильных заквасочных культур.

Выход сыра варьировался от 115,20 г/л до 137,98 г/л. Минеральный состав сыра из верблюжьего молока показал, что во всех образцах преобладают такие макроэлементы как Na, Mg, Ca, K, P. Наиболее приемлемым был сыр, приготовленный из верблюжьего молока с использованием мезофильных заквасочных культур, т. к. имел более высокий выход 137,98 г/л, более высокую ценность белка: 22.19 г/100 г, а также высокий уровень фосфора 17.17% и кальция 29.19%. По органолептическим показателям все сыры обладали высокими оценками.

Список литературы

1. Elhosseny M., Gwida M., Elsherbini M., Samra R.A., Al Ashmawy M., 2018 – Evaluation of physicochemical properties and microbiological quality of camel milk from Egypt. V. 7. Issue 3.
2. Mohammadabadi T. Camel Milk; A Nutritious Superfood for Health Complications., 2023 – Milk Science International. –76. – P. 35-43.
3. Habib H.H., Ibrahim W.H., Schneider-Stock R., Hassan M.H. Camel milk lactoferrin reduces the proliferation of colorectal cancer cells and exerts antioxidant and DNA damage inhibitory activities. Food Chemistry. – 2013. – P.148-152.
4. Yirda A., Eshetu M., Babege K. Current status of camel dairy processing and technologies: A Review, 2020 – Open Journal of Animal Sciences. – 2020. – Vol.10. – No.3.
5. Dikhanbayeva F., Zhaxybayeva E., Dimitrov Z., Yessirkep G., Bansal N., 2021 – Studying the effect of the developed technology on the chemical composition of yogurt made from camel milk. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2021. – 3(11-111), P. 36-48.
6. Konuspayeva G., Camier B., Gaucheron F., Faye B., 2014 - Some parameters to process camel milk into cheese. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2014 – 26 (4).
7. Konuspayeva G., Faye B. Recent Advances in Camel Milk Processing. – 2021 – Animals. 11. – p.1045.
8. Bekele B., Hansen E.B., Eshetu M., Ipsen R., and Hailu Y. – 2018 – Effect of starter cultures on properties of soft white cheese made from camel (*Camelus dromedarius*) milk. Journal of Dairy Science, December.
9. Bintsis T., Papademas P. 2017 – An overview of the cheese making process. In: P. papademas and T. Bintsis (eds). Global cheese making Technology. – 2017. – p. 120-156.
10. Hailu Y., Hansen E.B., Seifu E., Eshetu M., Petersen M.A., Lametsch R., Rattray F., and Ipsen R. 2018 – Rheological and sensorial properties and aroma compounds formed during ripening of soft brined cheese made from camel milk. Int. Dairy J. 2018 – 81:122–130.
11. Konuspayeva G., Nasser B., Aleilawi M., Al-Shumeimyri K., Al-Hammad, K. Algruin, F. Alshammari, E. Beaucher, B. Faye. – 2017 – Manufacture of dry – and brine-salted soft camel cheeses for the camel dairy industry. International journal of dairy technology. – V.70. – Issue1.
12. M.Ho T., Zou Z., Bansal N. – 2022 – Camel milk: A review of its nutritional value, heat stability, and potential food products. Food Research International. – P.153.
13. Kamal-Eldin A., Ayyash, M., Sobti, B., & Nagy, P. – 2022. – Non-bovine milks: Camel milk. In P. L. H. McSweeney, & J. P. McNamara (Eds.), Encyclopedia of dairy science. – 2022. – 3rd ed. – P. 504-513.
14. Khan H., Athar I.H, and Aslam M. – 2004. – Evaluation of cheese by processing camel milk. Pak. J. Zool. – 36:323-326 (2004).
15. Baig D., Sabikhi L., Khetra Y., Shelke P.A. – 2022 – Technological challenges in production of camel milk cheese and ways to overcome them – A review. International Dairy Journal, P.129.
16. Hailu Y., Hansen E. B., Seifu E., Eshetu M., Petersen M. A., Lametsch R., Rattray F., and Ipsen R. 2018 - Rheological and sensorial properties and aroma compounds formed during ripening of soft brined cheese made from camel milk. Int. Dairy J. 2018. – 81:122-130.
17. Papagianni M., 2012. – Metabolic engineering of lactic acid bacteria for the production of industrially important compounds. Comput. Struct. Biotechnol. – 2012. – J. V. 3, Issue: 4. – P.1-8.
18. P. Walstra, J.T.M. Wouters, and T. J. Geurts. 2006. – Dairy Science and Technology. 2nd ed. Taylor and Francis Group, CRC Press, Boca Raton, FL. – P. 808.

Э.А. Габрильянц*, Р.С. Алибеков

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
160012, Қазақстан Республикасы, Шымкент қаласы, Тәуке хан даңғылы 5
*e-mail: gabrilyants@mail.ru

ТҮЙЕ СҮТІНЕН ЖАСАЛҒАН ІРІМШІКТІҢ САПАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Жақында түйе сүтін және одан жасалған өнімдерді өндіруге деген қызығушылық оның тағамдық және емдік қасиеттеріне, соның ішінде түйе сүтінен жасалған ірімшіктерге байланысты артты.

Бұл зерттеуде мезофильді және термофильді ашытқы дақылдарын қолдана отырып, пастерленбеген түйе сүтінен жасалған ірімшік технологиясы жасалды. Түйе сүтінің құрамы және оның микробиологиялық қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелді. Әрі қарай түйе сүтінен ірімшіктің үш тәжірибелік түрі дайындалды, онда физика-химиялық құрамы, ірімшіктердің шығымы, минералды құрамы және органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Сонымен, зерттелетін үлгілердегі майдың массалық үлесінің мөлшері 25.45-тен 22,13%-ға дейін болды. Барлық үлгілер үшін қатты заттардың массалық үлесі 50,50-62,30% аралығында болды; Күл 3,05-3,65% құрады; ал ақуыздардың массалық үлесі бақылау үлгісінде тиісінше 17,49, 22,19%, мезофильді және термофильді ашытқы дақылдарын қолданатын ірімшік болды. Түйе сүтінен жасалған ірімшіктің минералды құрамы барлық үлгілерде Na, Mg, Ca, K, P сияқты макронутриенттер басым екенін көрсетті.

***Түйін сөздер:** түйе сүті, ірімшік технологиясы, ашытқы дақылдары, ірімшік өнімділігі, сапалық сипаттамалары.*

E.A. Gabrilyants*, R.S. Alibekov

M. Auezov South Kazakhstan University,
160012, Republic of Kazakhstan, Shymkent, Tauke Khan Avenue, 5
*e-mail: gabrilyants@mail.ru

DEVELOPMENT OF CAMEL MILK CHEESE TECHNOLOGY AND RESEARCH OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS

Recently, interest in the production of camel milk and products from it has increased due to its nutritional and medicinal properties, including camel milk cheeses.

In this study, the technology of cheese from non-pasteurized camel milk using mesophilic and thermophilic starter cultures was developed. The composition of camel milk and its microbiological safety indicators were studied. Next, three experimental types of camel milk cheese were prepared, where the physico-chemical composition, cheese yield, mineral composition and organoleptic parameters were determined. Thus, the content of the mass fraction of fat in the studied samples ranged from 25.45 to 22.13%. The mass fraction of solids for all samples was in the range of 50.50-62.30%; ash content was 3.05-3.65%; and the mass fraction of proteins was 17.49, 22.19%, respectively, in the control sample, cheese using mesophilic and thermophilic starter cultures. The cheese yield ranged from 115.20g/l to 137.98 g/l. The mineral composition of camel milk cheese showed that macronutrients such as Na, Mg, Ca, K, P. predominate in all samples. Also, all experimental samples of camel milk cheese had high organoleptic characteristics.

***Key words:** camel milk, cheese technology, starter cultures, cheese yield, qualitative characteristics.*

Сведения об авторах

Элеонора Артюновна Габрильянц – докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии, Шымкент, Казахстан, e-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-5674>.

Равшанбек Султанбекович Алибеков – кандидат химических наук, профессор, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии, Шымкент, Казахстан, e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>.

Авторлар туралы мәліметтер

Габрильянц Элеонора Артюновна — докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі, Шымкент, Қазақстан, e-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-5674>.

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: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>.

Information about the authors

Eleonora Artyunovna Gabrilyants – doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan university, Textile and Food Engineering higher school, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-5674>.

Ravshanbek Sultanbekovich Alibekov – candidate of chemical science, professor, M. Auezov South Kazakhstan university, Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan, e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>.

Материал поступил в редакцию 12.12.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-12

МРНТИ: 65.63.33:

М.К. Алимарданова¹, В.М. Бакиева^{1*}, Inga Ciprovica²

¹Алматинский технологический университет,
050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Латвийский университет естественных наук и технологий,
LV-3001, Латвия, г. Jelgava, Lielā Street 2

*e-mail: venerabakieva@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ КОНТОМЕНАНТОВ

Аннотация: *Статья вкладывает в фокус внимания возможности и методики интеграции энтеросорбентов в состав йогуртов с целью повышения способности организма выводить токсичные элементы. Рассматриваются не только перспективы этого внесения, но и различные методы его осуществления, создавая перспективные пути для разработки функциональных продуктов, способствующих детоксикации организма. Данное исследование представляет собой не только вклад в область пищевых инноваций, но и ответ на актуальные вызовы, связанные с уровнем токсичных элементов в окружающей среде, а также стремление к улучшению здоровья и благополучия общества. В рамках данного исследования рассматривается потенциал использования поликомпонентной смеси сиропа боярышника и рябины, активированного угля в качестве контроля и биологическая активная добавка Ротовит Кардио в качестве энтеросорбентов. Эти натуральные компоненты не только предоставляют экологически устойчивые варианты, но и обладают потенциалом улучшить способы вывода токсичных элементов из организма через инновационные продукты, такие как йогурты. Этот подход не только позволяет снизить себестоимость, делая продукт более доступным, но также активно встраивается в экологическую парадигму, предоставляя ответ на вызовы нагрузки на природные ресурсы. Эти компоненты, взятые из различных источников, подчеркивают разнообразие исследуемых веществ и открывают возможности для понимания различий во внесении и сорбирующей способности. В этом контексте, анализ пектинсодержащих, пористых продуктов предоставляет увлекательный взгляд на их потенциал в создании продуктов, гармонично сочетающих заботу о здоровье и ответственность перед природой. Этот*

инновационный подход не только формирует основу для функциональных продуктов, но и поддерживает идею устойчивого потребления, что делает его важным шагом в направлении будущего благополучия и экологической устойчивости

Ключевые слова: *ротовит кардио, боярышник, рябина, вывод токсичных элементов.*

Введение

В мире современных вызовов экологии и здоровья, вопросы связанные с загрязнением окружающей среды становятся все более острыми. Промышленные процессы, включая горнодобывающую и металлургическую деятельность, оказывают серьезное воздействие на качество водных ресурсов, а также на почву, что, в конечном итоге, влияет на продукты питания, которые употребляются населением. Загрязнение тяжелыми металлами, такими как свинец, кадмий и ртуть, становится чрезвычайно актуальной проблемой для здоровья человека.

Для борьбы с воздействием токсичных элементов на организм и их последствиями, необходимо искать инновационные методы и решения. Один из таких подходов – использование энтеросорбентов. Энтеросорбенты – это вещества, которые способны связывать и выводить из организма токсичные элементы и токсичные элементы, предотвращая их абсорбцию через кишечник. Это может быть особенно полезным, когда люди подвергаются воздействию загрязненных продуктов и воды.

Исходя из этой неотложной потребности в защите здоровья населения, можно рассмотреть возможность разработки инновационных продуктов питания, таких как кисломолочные продукты с добавлением энтеросорбентов. Эти продукты могут стать не только вкусным лакомством, но и мощным инструментом для детоксикации организма.

Ингредиенты, способствующие детоксикации, могут включать в себя природные материалы, такие как пектин, который обладает способностью связывать токсичные элементы. По сходству с альгинатом, пектин из плодов и овощей может использоваться в качестве энтеросорбента. Например, цитрусовые ограниченного срока хранения для производства пектина стоят гораздо меньше, чем синтетические ионообменные смолы, и при этом обладают значительным потенциалом для связывания металлов.

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.

В свете растущей проблемы экологического загрязнения, разработка и продвижение таких продуктов становятся важным шагом в направлении защиты здоровья и благополучия нашего общества. Самым чистым городом Казахстана за 2021 год стал город Шу в Жамбылской области, а вот самым грязным – Караганда. По показателям смертности на 100 тысяч человек от болезней органов дыхания, ишемической болезни сердца и инсультов Карагандинская область лидирует в Казахстане [1].

Как показывают исследования, именно в областном центре – Караганде, отмечаются тяжёлые экологические условия.

Исходя из приведенной информации следует, что разработка продуктов питания с добавлением энтеросорбентов является актуальной задачей, так как это поможет в оздоровлении населения в условиях нынешней экологической ситуации в стране и мире. Молочнокислые продукты, такие как йогурт, кефир и творог, содержат пробиотики - полезные микроорганизмы, которые могут оказывать положительное влияние на состояние кишечника и иммунную систему. Некоторые исследования показывают, что пробиотики могут помочь улучшить пищеварение и облегчить выведение токсинов из организма.

Молочнокислые бактерии, содержащиеся в кисломолочной продукции, играют роль в нейтрализации влияния экологической обстановки на организм человека, а также могут способствовать выводу токсинов из организма. Это дополнительное здоровьесберегающее

свойство кисломолочных продуктов может быть важным аргументом при рассмотрении его в качестве продукта, способствующего поддержанию здоровья в условиях экологически неблагоприятной среды. Сравнение различных сорбентов по их действию и взаимодействию с металлами предоставляет возможность определить оптимальный состав для достижения поставленных целей. Каждый из этих сорбентов имеет свои уникальные характеристики, и их использование может усилить общий эффект.

Также, благодаря своей химической структуре активированный уголь преимущественно адсорбирует органические вещества и другие неполярные соединения из газообразных или жидких потоков. Это делает его предпочтительным материалом для очистки питьевой воды, городских сточных вод и промышленных вод. Принцип изготовления активированных углей основан на селективном удалении групп соединений из материала, изготовленного из углерода. Это удаление достигается путем карбонизации и/или активации. Считается, что активированный уголь представляет собой скелет, состоящий из взаимосвязанных микрокристаллитов, состоящих из сросшихся шестиугольных колец атомов углерода. Массоперенос происходит из жидкой фазы в центр активированного угля. Этот процесс проходит в три стадии: внешняя диффузия, внутренняя диффузия и адсорбция. В зависимости от области применения активированные угли выпускаются в виде порошка, микрозерна или гранул. Размер каждого из этих активированных углей варьируется в зависимости от типа активированного угля [2].

В труде [3] были выбраны фруктовые материалы, такие как цедра лимона, апельсина, грейпфрута, яблочная кожура, яблочная сердцевина и кожица винограда, из-за высокого содержания пектина. Материалы были выбраны из-за их образования в больших количествах в процессе производства фруктовых соков и вина. Фруктовые материалы были сушены при температуре 38-40°C в конвекционной печи. Кожица винограда проявила самую высокую способность поглощения металлов среди материалов, богатых пектинами, составляя 1,20 mg/g. Стабильность материалов, особенно при контакте с раствором кадмия при pH 5, была решающим фактором при выборе материалов для дальнейших исследований. Для биосорбции кадмия наиболее подходящими оказались кожура цитрусовых, обладающая высокой стабильностью и хорошим поглощением. Равновесие в системе достигается в течение 30-90 мин, в зависимости от размера частиц, с ограничениями массообмена при уменьшении размера частиц. Эти результаты предоставляют ценную информацию и могут использоваться для оптимизации состава сорбента и условий биосорбции в целях удаления токсичных элементов.

Исследование представляет собой инновационный взгляд на взаимосвязь микрогравитации и биосорбции токсичных элементов, осуществленный на примере бактерий *Lactobacillus*, в частности, *L. acidophilus*. На основе богатства пептидогликанов и тейхоевой кислоты в клеточных стенках *Lactobacillus* обнаруживается их выдающаяся адсорбционная способность к тяжелым металлам.

Экспериментальный подход включает в себя изучение воздействия моделированных условий микрогравитации и предварительной обработки на адгезивные свойства пробиотика, а также его способность биоудаления металлов, таких как As, Pb, Hg и Cd. Этот подход первоначально уделяет внимание недостаточно исследованной области влияния микрогравитационных условий на биосорбцию, подчеркивая важность дополнительных исследований в этом направлении.

Также рассматривается вопрос стабильности комплексов *L. acidophilus*-токсичные элементы в условиях, имитирующих желудочно-кишечный тракт. Это уникальное исследование предоставляет первые данные о возможном воздействии микрогравитационных условий на биосорбцию токсичных элементов, что может иметь важные последствия для использования пробиотиков в экологической очистке среды [4]

Исследования, проведенные подчеркивают потенциальную эффективность пробиотиков в биоудалении различных токсинов, таких как микотоксины (патулин [5], афлатоксины [6], охратоксин [7], фумонизины, зеараленон, дезоксиниваленон), цианотоксины и токсичные элементы (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, медь, цинк, хром и железо) [8].

Пробиотики демонстрируют способность к детоксикации продуктов питания с использованием различных механизмов, включая как использование живых или мертвых микроорганизмов, так и их ферментов. Важно отметить, что даже неживые бактерии могут

эффективно осуществлять детоксикацию, что особенно ценно, учитывая потерю их жизнеспособности в процессе прохождения через пищеварительную систему [9].

Отмечено, что выбранные компоненты, такие как поликомпонентная смесь рябины и боярышника, активированный уголь и ротокит кардио, ранее не исследовались в данном контексте. Однако, выбор этих компонентов обоснован их потенциальной способностью к детоксикации и адсорбции токсичных элементов. Активированный уголь, ротокит кардио, поликомпонентная смесь боярышника и рябины представляют собой перспективные сорбенты с различными химическими свойствами, которые могут эффективно взаимодействовать с металлами, способствуя их выводу из организма.

Таким образом, интеграция этих компонентов в продукт, может придать ему дополнительные функциональные характеристики, способствуя не только вкусовым качествам, но и обогащая продукт свойствами детоксикации и очистки организма от токсичных элементов.

Цель настоящей статьи заключается в исследовании потенциала использования выбранных компонентов, в качестве энтеросорбентов для создания инновационных кисломолочных продуктов.

Задачи исследования:

1. Исследование адсорбционной способности выбранных компонентов в отношении различных токсичных элементов.

2. Сравнение степени воздействия выбранных компонентов на органолептические и качественные характеристики йогурта.

3. Определить оптимальные пропорции компонентов для создания йогуртов с максимальной эффективностью детоксикации.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись энтеросорбенты. Ионы свинца и кадмия брали в виде солей. Эксперимент был проведен с целью изучения сорбции ионов токсичных элементов (свинца и кадмия) выбранными компонентами.

Подготовка растворов:

Приготовление водных растворов свинца и кадмия с заданной концентрацией (10 мг/дм³ для свинца и 4 мг/дм³ для кадмия). Разлив растворов в объемные колбы по 50 мл.

Подготовка:

Взвешивание по 2 г в трех экземплярах порошка Ротокит Кардио. Количество повторений 3. Взвешивание по 2 г в трех экземплярах сиропа боярышника и рябины.

Импregnация выжимок:

Заливка растворами свинца и кадмия с заданной концентрацией.

Помещение колб в шейкер и отбор проб растворов через определенные временные интервалы (15, 30, 45, 60 минут).

Определение содержания металлов:

Измерение содержания свинца и кадмия в растворах методом атомной абсорбции с атомизацией на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-Z. ЭТА»

Стандартизация методики:

Подготовка стандартных растворов каждого из элементов для построения стандартной кривой. Обработка данных и построение графиков зависимости концентрации металлов от времени взаимодействия осуществлялась в программе Statistica 12.0 (USA) [10, 11].

Оценка эффективности сорбции различных сорбентов. Эксперимент проведен с учетом пределов обнаружения и пределов количественного определения токсичных элементов, характеризуемых на спектрометре iCE3500. Полученные данные могут дать представление о способности выбранных компонентов к адсорбции свинца и кадмия из водных растворов [12].

Органолептическая оценка

Была проведена согласно Стандарт ISO 8586 определяет основные принципы оценки чувственных свойств продуктов при использовании методов дегустации. Этот стандарт включает в себя рекомендации по выбору дегустаторов, оценке интенсивности аромата, вкуса и текстуры, ASTM E1958-17 предоставляет руководство по стандартным методам проведения дегустации продуктов, включая установление критериев оценки и статистического анализа результатов. CODEX STAN 243-2003 – международный стандарт на кисломолочные продукты.

Проведены органолептические показатели различных рецептур. двенадцати участникам дискуссии из числа сотрудников кафедры Технология продуктов питания факультета пищевых технологий Алматинского технологического Университета было предложено оценить приготовленные кисломолочные напитки. Оценивались следующие параметры, такие как вкус (9), цвет (9), консистенция (9). Проведен статистический анализ результатов и вычислено среднее арифметическое средних значений указанных признаков и их стандартной ошибки. Для оценки влияния вносимых энтеросорбентов на органолептические показатели йогурта была составлена матрица планирования, по которой проведен эксперимент (табл. 1).

Таблица 1 – Матрица планирования для анализа органолептической оценки йогурта

№ образца	Вид добавки	Доза внесения, %
1	1,00000	0,00000
2	0,00000	1,00000
3	0,00000	0,00000
4	-1,00000	-1,00000
5	-1,00000	1,00000
6	1,00000	-1,00000
7	-1,00000	0,00000
8	0,00000	-1,00000
9	1,00000	1,00000

Примечание: Вид добавки: 1 – уголь (контроль), 0 – ротавит кардио, 1 – поликомпонентная смесь из боярышника и рябины

Результаты

Исследование адсорбционной способности выбранных сорбентов в отношении токсичных элементов.

Исходя из данных приведенных на рисунке 1, видно, что наилучший результат по сорбции ионов кадмия показывает сорбция поликомпонентной смесью.

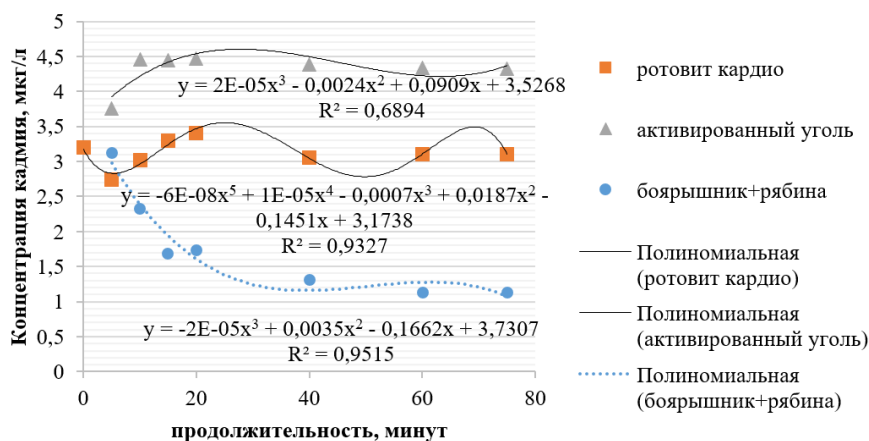


Рисунок 1 – Сорбция ионов кадмия сорбентами

Низкий показатель активированного угля можно объяснить тем что поверхность пористого активированного угля, возможно, менее взаимодействует с ионами кадмия из-за ограниченной доступности активных участков на его поверхности. В отличие от этого, поликомпонентная смесь, предположительно, обладает более разнообразной химической структурой, включая пектины и полифенолы, что способствует более эффективной сорбции ионов кадмия. Эти результаты подчеркивают важность комплексного состава сорбентов при разработке эффективных методов очистки от токсичных элементов.

Сравнение степени воздействия выбранных компонентов на органолептические и качественные характеристики йогурта

$$\text{Влияние на вкус} = 8,3 - 1,8x - 1,5x^2 - 0,5y^2 + 0$$

Результаты показывают, как различные уровни дозы влияют на вкус в зависимости от типа добавки (рис. 2). Минимальная доза служит базовым значением, средняя и верхняя дозы позволяют оценить изменения в влиянии на вкус при умеренной и более высокой концентрациях добавки соответственно. Оптимальным является добавление в нижних пределах дозировки и совместно поликомпонентную смесь и Ротавит Кардио, либо по отдельности. Вкус кисломолочного продукта с добавлением как поликомпонентной смеси так и Ротавит Кардио получили наивысшие показатели оценки.

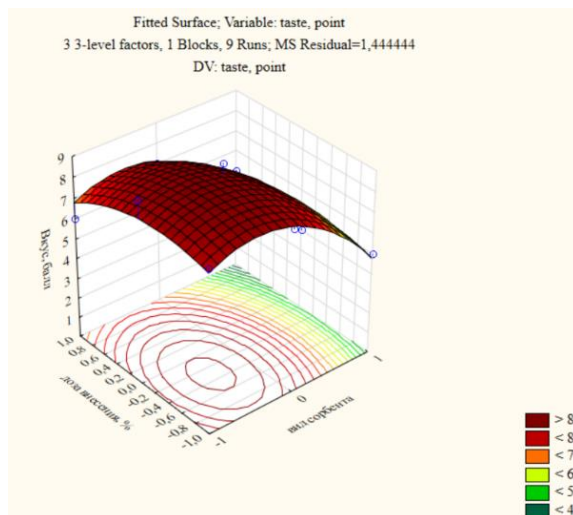


Рисунок 2 – Поверхность отклика влияния типа и дозировки энтеросорбентов на вкус

$$\text{Влияние на запах} = 7,4 - 1,5x - 0,83x^2 - 0,6y^2 + 0$$

Как видно из рисунка 3 на запах имеет наибольшее влияние Ротавит Кардио и поликомпонентная смесь и добавлять их стоит в минимальной дозировке 2-5%.

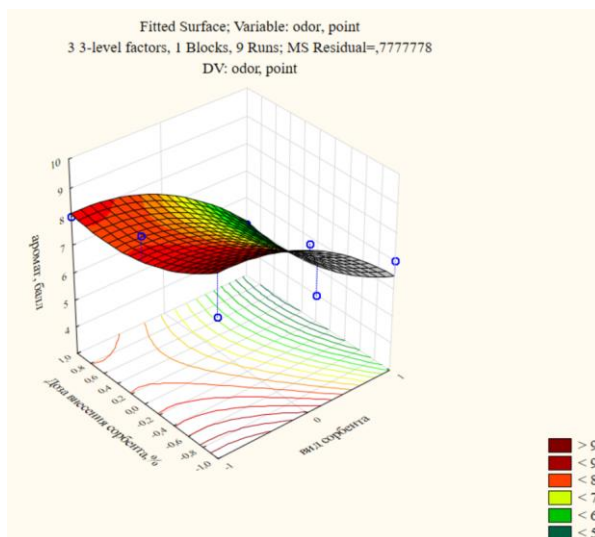


Рисунок 3 – Поверхность отклика влияния на запах йогурта вносимых добавок

$$\text{Влияние на консистенцию} = 8,2 - 1,3x - 0,6x^2 - 0,5y - 0,16y^2 + 0$$

Как видно из рисунка 4 больше всего на консистенцию влияет поликомпонентная смесь, нужно отметить что при добавлении угля цвет грязносерый, при добавлении ротавита кардио и поликомпонентной смеси кремово-розовый. И поликомпонентная смесь в различных дозах положительно влияет на консистенцию кисломолочного продукта.

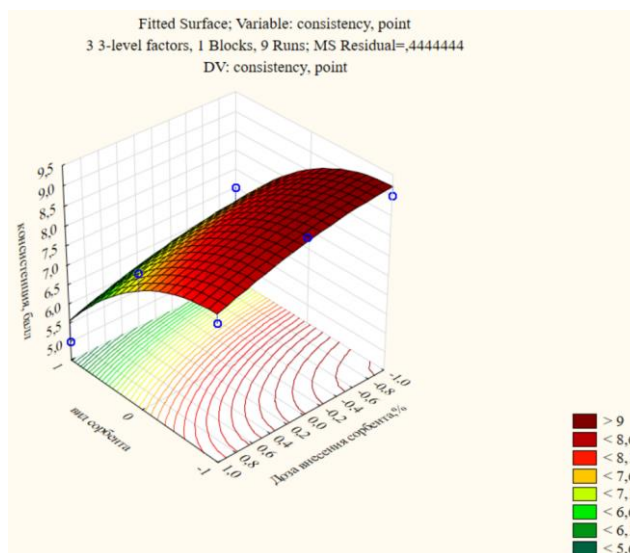


Рисунок 4 – поверхность отклика влияния вносимых добавок на консистенцию йогурта

Определить оптимальные пропорции компонентов для создания йогуртов с максимальной эффективностью детоксикации

Как видно из рисунка 5 предпочтительным является добавление поликомпонентной смеси, но учитывая влияние на вкус и запах выбираем среднюю дозу внесения, для эффективной детоксикации и приемлемого вкуса.

$$Z=30.0 - 24.8x + 2.5x^2 + 5.6y - 3.0xy + 0$$

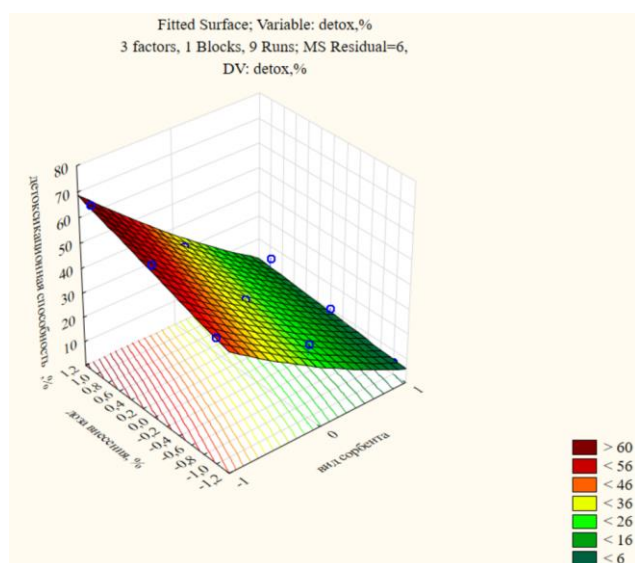


Рисунок 5 – Поверхность отклика влияния на детоксикационные свойства йогурта в зависимости от вносимых добавок

Обсуждение результатов

В результате проведенного исследования сорбционной способности трех различных материалов на ионы кадмия, выявлены интересные и важные особенности, предоставляющие инсайты в эффективность этих материалов в качестве сорбентов. Дополнительные исследования могут помочь определить, какие факторы ограничивают их сорбционную способность.

Дальнейшие исследования могут сосредоточиться на оптимизации условий использования и улучшении стабильности для более широкого применения этих материалов в практических сценариях удаления кадмия.

Данное исследование сосредотачивается на сравнении воздействия различных компонентов на органолептические и качественные характеристики кисломолочного продукта. Так же на вкус, запах и консистенцию йогурта влияют вносимые вкусовые добавки, в нашем случае энтеросорбенты. Исходя из результатов показанных на рисунках 2-5, поверхности отклика влияния вносимых добавок на вкус, запах и консистенцию кисломолочного продукта можно сделать вывод, что наилучшие показатели так же показывает поликомпонентная смесь. При добавлении даже минимального количества угля, цвет йогурта меняется на грязно-серый, консистенция йогурта меняется не в лучшую сторону, имеется осадок черного цвета. При добавлении поликомпонентной смеси и ротовита кардио цвет насыщенный кремовый, консистенция однородная, вкус приятный сладковатый.

Выводы, сделанные на основе анализа Рисунка 5, являются важными для определения оптимальных параметров детоксикации йогурта с учетом добавленных компонентов. Из графика Рисунок 5 видно, что оптимальным для детоксикационных свойств йогурта является добавление поликомпонентной смеси. Это сочетание демонстрирует наилучшую эффективность в удалении токсинов и ионов кадмия. Учитывая влияние на органолептические показатели, предпочтительно выбрать дозировку поликомпонентной смеси в среднем диапазоне. Это обеспечивает баланс между детоксикационными свойствами и сохранением характеристик вкуса, запаха, текстуры и цвета йогурта.

Заключение

В заключение, результаты исследования сорбционной способности трех различных материалов на ионы кадмия предоставляют важные практические инсайты в области разработки эффективных сорбентов. Выявленные особенности данных материалов подчеркивают необходимость дополнительных исследований с целью оптимизации их сорбционных свойств, а также понимания факторов, влияющих на их эффективность.

Дополнительные исследования, сосредоточенные на оптимизации условий использования и улучшении стабильности материалов, могут привести к расширению области их применения в различных сценариях удаления кадмия из окружающей среды.

В контексте исследования органолептических и качественных характеристик кисломолочных продуктов, результаты подчеркивают важность комплексного подхода с использованием поликомпонентных смесей для достижения оптимального баланса между детоксикационными свойствами и сохранением характеристик вкуса, запаха, текстуры и цвета йогурта.

Общий вывод заключается в том, что результаты исследования предоставляют практическую базу для улучшения процессов удаления кадмия и оптимизации характеристик кисломолочных продуктов с использованием инновационных материалов и методов. Эти выводы могут служить основой для дальнейших научных и практических разработок в области сорбции и производства продуктов питания.

Список литературы

1. Сера, азот, металлы: чем дышит Казахстан (orda.kz): сайт. – URL: <https://orda.kz/chem-dyshit-kazakhstan/> (дата обращения: 05.12.2023).
2. Fisberg M., M. History of yogurt and current patterns of consumption. / M. Fisberg, M.R. Machado // *Nutr Rev.* – 2015. – Т. 73, № (suppl_1):. – P. 4-7. doi: 10.1093/nutrit/nuv020.
3. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. / M.L. 1. Marco, al., et, [и др.] // *Current Opinion in Biotechnology.* – 2017. – Т. Volume 44, № April. – P. 94-102. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.
4. Walsh J.C., et al. Beneficial modulation of the gut microbiota. / J.C., et al. Walsh // *FEBS Lett.* – 2014. – Т. Nov 17, № 588(22). – P. 4120-30. <https://DOI.org/10.1016/j.febslet.2014.03.035>.
5. Albenberg L.G. Diet and the Intestinal Microbiome: Associations, Functions, and Implications for Health and Disease. / L.G. Albenberg, G.D. Wu // *Gastroenterology.* – 2014. – Т. Volume 146, № Issue 6, May. – P. 1564-72. doi: 10.1053/j.gastro.2014.01.058.
6. Jeffrey I.B., Diet-Microbiota Interactions and Their Implications for Healthy Living / I.B. Jeffrey, P.W. O'Toole // *Nutrients.* – 2013. – Т. 5, № (1). – P. 234-252.- <https://doi.org/10.3390/nu5010234>
7. Lisko D.J. et.al. Effects of Dietary Yogurt on the Healthy Human Gastrointestinal (GI) Microbiome / D.J. et al.. Lisko, // *Microorganisms.* – 2017. – Т. Feb 15;, № 5(1). – <https://doi.org/10.3390/microorganisms5010006>.

8. Mozaffarian D., et al. Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men / D., et al. Mozaffarian // *N. Engl J Med.* – 2011. – № 364. – P. 2392-404. – <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1014296>.
9. Ivey K.L., et al. Association between yogurt, milk, and cheese consumption and common carotid artery intima-media thickness and cardiovascular disease risk factors in elderly women / K.L., et al. Ivey // *Am J. Clin Nutr.* – 2011 Jul. – T. 94, № (1): – P. 234-9. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.014159>.
10. Margolis K.L., et al. A diet high in low-fat dairy products lowers diabetes risk in postmenopausal women / K.L., et al. Margolis // *J Nutr.* – 2011. – T. Nov; № 141(11). – P. 1969-74. – <https://doi.org/10.3945/jn.111.143339>.
11. Chen Mu, et al. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated meta-analysis. / Mu, et al. Chen // *BMC medicine.* – 2014. – T. 1, № 1. – P. 215. – <https://bmcmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-014-0215-1>.
12. Consumption of dairy foods and diabetes incidence: a dose-response meta-analysis of observational studies / L. Gijsbers, E.L. Ding, V.S. Malik [и др.] // *The American journal of clinical nutrition.* – 2016. – T. Apr 1, № 103(4). – P. 1111-24. [https://ajcn.nutrition.org/article/S0002-9165\(23\)11936-8/fulltext](https://ajcn.nutrition.org/article/S0002-9165(23)11936-8/fulltext).

References

1. Sera, azot, metally: chem dyshit Kazahstan (orda.kz): sajt. – URL: <https://orda.kz/chem-dyshit-kazahstan/> (data obrashcheniya: 05.12.2023). (In Russian).
2. Fisberg M., M. History of yogurt and current patterns of consumption / M. Fisberg, M.R. Machado // *Nutr Rev.* – 2015. – T. 73, № (suppl_1): – P. 4-7. DOI: 10.1093/nutrit/nuv020. (In English).
3. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. / M.L. 1. Marco, al., et, [и др.] // *Current Opinion in Biotechnology.* – 2017. – T. Volume 44, № April. – P. 94-102. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.11.010. (In English).
4. Walsh J.C., et al. Beneficial modulation of the gut microbiota. / J.C., et al. Walsh // *FEBS Lett.* – 2014. – T. Nov 17; № 588(22): – P. 4120-30. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2014.03.035>. (In English).
5. Albenberg L.G. Diet and the Intestinal Microbiome: Associations, Functions, and Implications for Health and Disease / L.G. Albenberg, G.D. Wu // *Gastroenterology.* – 2014. – T. Volume 146, № Issue 6, May. – P. 1564-72. doi: 10.1053/j.gastro.2014.01.058. (In English).
6. Jeffrey I.B., Diet-Microbiota Interactions and Their Implications for Healthy Living / I.B. Jeffrey, P.W. O'Toole // *Nutrients.* – 2013. – T. 5, № (1). – P. 234-252. <https://doi.org/10.3390/nu5010234>. (In English).
7. Lisko D.J. et al.. Effects of Dietary Yogurt on the Healthy Human Gastrointestinal (GI) Microbiome / D.J. et al.. Lisko // *Microorganisms.* – 2017. – T. Feb 15, № 5(1). – <https://doi.org/10.3390/microorganisms5010006>. (In English).
8. Mozaffarian D., et al. Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men. / D., et al. Mozaffarian // *N. Engl J. Med.* – 2011. – № 364. – P. 2392-404. <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1014296>. (In English).
9. Ivey K.L., et al. Association between yogurt, milk, and cheese consumption and common carotid artery intima-media thickness and cardiovascular disease risk factors in elderly women / K.L., et al. Ivey // *Am J Clin Nutr.* – 2011 Jul. – T. 94, № (1). – P. 234-9. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.014159>. (In English).
10. Margolis K.L., et al. A diet high in low-fat dairy products lowers diabetes risk in postmenopausal women / K.L., et al. Margolis // *J Nutr.* – 2011. – T. Nov, № 141(11). – P. 1969-74. <https://doi.org/10.3945/jn.111.143339>. (In English).
11. Chen Mu, et al. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated meta-analysis / Mu, et al. Chen // *BMC medicine.* – 2014. – T. 1, № 1. – P. 215. <https://bmcmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-014-0215-1>. (In English).

12. Consumption of dairy foods and diabetes incidence: a dose-response meta-analysis of observational studies. / L, Gijssbers, EL, Ding, VS Malik [и др.] // The American journal of clinical nutrition. – 2016. – Т. Apr 1, № 103(4). – P. 1111-24. [https://ajcn.nutrition.org/article/S0002-9165\(23\)11936-8/fulltext](https://ajcn.nutrition.org/article/S0002-9165(23)11936-8/fulltext). (In English).

М.К. Алимарданова¹, В.М. Бакиева^{1*}, Inga Ciprovica²

¹Алматы технологиялық университеті,

050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., көш. Төле би, 100

²Латвия жаратылыстану ғылымдары және технологиялар университеті,

LV-3001, Латвия, Елгава, Лиела көшесі 2

*e-mail: venerabakieva@mail.ru

ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫ ДЕТОКСИКАЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН ШИКІЗАТТЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМІНІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Бұл мақала ағзаның ауыр металдарды шығару қабілетін арттыру үшін энтеросорбенттерді сүтқышқыл өніммен біріктіру мүмкіндіктері мен әдістеріне назар аударады. Бұл қоспа перспективалары ғана емес, сонымен қатар оны жүзеге асырудың әртүрлі әдістері, денені детоксикациялауға ықпал ететін функционалдық өнімдерді дамытудың перспективалық жолдарын құру қарастырылады. Бұл зерттеу азық-түлік инновациялары саласына қосқан үлесті ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортадағы ауыр металдардың деңгейіне байланысты ағымдағы қиындықтарға жауап, сонымен қатар қоғамның денсаулығы мен әл-ауқатын жақсартуға ұмтылуды білдіреді. Бұл зерттеу долана мен шетен сиропының көпкомпонентті қоспасын, бақылау өнімі ретінде белсендірілген көмірді және энтеросорбенттер ретінде RotovitCardio биологиялық белсенді қоспасын пайдалану мүмкіндігін зерттейді. Бұл табиғи ингредиенттер экологиялық тұрақты опцияларды қамтамасыз етіп қана қоймайды, сонымен қатар йогурттар сияқты инновациялық өнімдер арқылы ауыр металдардың ағзадан шығарылу жолын жақсартуға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл өнімді қол жетімді ету арқылы шығындарды азайтып қана қоймайды, сонымен қатар табиғи ресурстарға қысымның қиындықтарына жауап бере отырып, экологиялық парадигмаға белсенді түрде енеді. Әртүрлі көздерден алынған бұл компоненттер зерттелетін заттардың әртүрлілігін көрсетеді және қолдану мен сорбциялық қабілеттіліктегі айырмашылықтарды түсінуге мүмкіндік береді. Осы тұрғыда құрамында пектин бар, кеуекті өнімдерді талдау олардың денсаулықты сақтау мен табиғатқа жауапкершілікті үйлесімді үйлестіретін өнімдерді жасау мүмкіндігі туралы қызықты түсінік береді. Бұл инновациялық тәсіл функционалды өнімдерге негіз болып қана қоймайды, сонымен қатар тұрақты тұтыну идеясын қолдайды, бұл болашақ әл-ауқат пен экологиялық тұрақтылыққа маңызды қадам жасайды.

Түйін сөздер: ротовит кардио, долана, шетен, ауыр металдарды жою.

М.К. Alimardanova¹, V.M. Bakieva^{1*}, Inga Ciprovica²

¹Almaty Technological University,

050000, Republic of Kazakhstan, Almaty, 100, Tolebi str.

²Latvian University of Natural Sciences and Technology,

LV-3001, Latvia, Jelgava, Lielā Street 2

*e-mail: venerabakieva@mail.ru

RESEARCH OF INNOVATIVE TECHNOLOGY OF SOUR-MILK PRODUCT USING RAW MATERIALS FOR DETOXIFICATION OF CONTAMINANTS

Abstract: This article focuses on the possibilities and methods of integrating enterosorbents into the composition of yoghurts in order to increase the body's ability to eliminate heavy metals. Not only the perspectives of this introduction are considered, but also the different methods of implementation, creating promising avenues for the development of functional products that promote detoxification of the body. This research represents not only a contribution to the field of food innovation, but also a response to the current challenges of heavy metal levels in the environment and the desire to improve the health and well-being of society.

This study examines the potential of using a polycomponent blend of hawthorn and mountain ash syrup, activated charcoal as a control and the dietary supplement RotovitCardio as enterosorbents. These natural ingredients not only provide sustainable options, but also have the potential to improve the way heavy metals are eliminated from the body through innovative products such as yoghurts. This approach not only reduces the cost of production, making the product more affordable, but is also actively embedded in the environmental paradigm, providing an answer to the challenges of strain on natural resources. These components, taken from different sources, emphasise the diversity of the substances investigated and offer opportunities to understand differences in application and sorption capacity. In this context, analysing pectin-containing, porous products provides a fascinating insight into their potential to create products that harmonise health care and responsibility to nature. This innovative approach not only forms the basis for functional products, but also supports the idea of sustainable consumption, making it an important step towards future wellbeing and environmental sustainability

Key words: rotovit cardio, hawthorn, mountain ash, heavy metal removal.

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: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/0000-0002-4801-7173>.

Инга Чипровица – профессор, декан факультета пищевых технологий Латвийского сельскохозяйственного университета; Латвия; e-mail: Inga.Ciprovisa@llu.lv. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4495-4845>.

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: <https://orcid.org/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: <https://orcid.org/0000-0002-4801-7173>.

Инга Чипровица – профессор, тамақ технологиясы факультетінің деканы Латвия ауыл шаруашылығы университеті, Латвия; e-mail: Inga.Ciprovisa@llu.lv. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4495-4845>.

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: <https://orcid.org/0000-0003-4861-7862>.

Venera Maratshanovna Bakiyeva – Doctoral student of the Department of "Food Technology" Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: venerabakieva@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4801-7173>.

Inga Ciprovisa – Professor, Dean of Faculty of Food Technology Latvia University of Agriculture; e-mail: Inga.Ciprovisa@llu.lv. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4495-4845>.

Материал поступил в редакцию 07.12.2023 г.

Р.А. Абилдаева, Д.Е. Кудасова*, А.Т. Ермекбаева
 М. Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті,
 160012, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5
 *e-mail: dariha_uko@mail.ru

ACTINOMYCES GRISEUS МУТАНТТЫ ШТАММ КӨМЕГІМЕН АЗЫҚТЫҚ АНТИБИОТИК «КОРМОГРИЗИН» АЛУДЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада азықтық антибиотик кормогризинді *Actinomyces griseus* мутантты штамм көмегімен алудың әдістемесі келтірілген. Ауыл шаруашылығы, медицина және тағам өнеркәсібі, жем-шөп өндірістерінде антибиотиктерді қолдану аясы кең екені белгілі. Кормогризинді алу бойынша зерттеу жұмысын зертханалық жағдайда жүргізу барысында актиномицеттердің аэробты, анаэробты және факультативті анаэробты түрлері анықталды. *Actinomyces griseus* микроорганизмдерінің ерекшеліктерінің бірі логарифмдік өсу фазасында ТБ 633 ФУ вегетативті жасушасы мутагенді өзгеріске ұшырайтыны байқалады. Зерттеу кезінде Петри табақшаларының ара-қашықтығы 15 см құрады және ультракүлгін сәулесі ретінде БУФ-15 лампасы пайдаланылды. Зерттеу жұмысында азықтық антибиотиктің белсенділігін диффузия әдісінің көмегімен анықталды, сонымен қатар температуралық режимін қалыпта ұстау қажет. Келесі зерттеу кезеңінде микроорганизмдердің антибиотиктерге сезімталдығын бақылап, қағаз дискілерге тығындылып орналастырылды. Микроорганизмдерді егу аймағының диаметрі 25 мм-ден жоғары болған кезде культураның антибиотиктерге деген сезімталдығы жоғары болды, ал сәйкесінше егу аймағы 10 мм-ден кіші болған кезде сезімталдық деңгейі де төмендейді. Өсудің тежелуін салыстыруға негізделген диффузия әдісінің көмегімен антибиотиктердің биологиялық белсенділігі анықталды. Балқыту температурасы мен егу ортасының талаптары ескерілді, трафарет көмегімен залалсыздандырылған цилиндр пайдаланылды. Кормогризиннің ауыл шаруашылық жануарларының өнімділігін орташа есеппен 10-12% арттыруға мүмкіндік бере алады. Антибиотикті бөліп алу кезіндегі процесті жүргізетін басты көрсеткіштер – температура, культивирлеу ұзақтығы, рН ортасы баса назарға аударылады. Аталған мақаланың өзектілігі де жоғары, себебі зертханалық жағдайда азықтық антибиотикті алу арқылы болашақта өнеркәсіптік – шаруашылық маңызды мәселелердің септігін тиігері анық.

Түйін сөздер: азықтық антибиотиктер, кормогризин, *Actinomyces griseus*, ашытқы культуралары, қоректік орта, тест-микроорганизмдер, антибиотиктердің биологиялық белсенділігі, термостат, антибиотик препараты.

Кіріспе

Биология ғылымының 1960 жылдардан бастап классикалық генетика бағытында зерттеулер дами бастады. Микробиолог, академик Имшенецкий лабораториясында (СССР ҒА микробиология институты), белгілі генетик СССР ҒА-ның корреспондент мүшесі И.А. Рапопорттың лабораториясында (СССР ҒА физикалық химия институты) сынақ мерзімін өтіп, алғаш рет Қазақстанда микроорганизмдер мутагенезі саласында зерттеу жұмыстарын бастаған ғалым М.Шығаева болатын. Биология ғылымдарының докторы, профессор, академик Майя Хажетдинқызының зерттеу нысаны ретінде Қазақстанда бөлініп алынған антибиотик өнімдері алынды. Ғалым зерттеу жұмыстарының нәтижелерін «Актиномицет пигменттерінің өзгергіштігі» атты монографиясында және диссертациялық жұмысында жариялады. Зерттеу жұмыстары әрі қарай бағалы бактериялар мен ашытқы культураларымен кеңейе түсті. Ашытқылардың аутоселекциясы мен мутагенезі жұмыстарының нәтижесі «Ашытқылар селекциясы» (1975) және «Ұлттық сүтқышқыл сусындарының микрофлорасы» (1983) монографияларына жарық көрді [1].

Актиномицеттер әртүрлі мекендеу орындарында кеңінен таралған жіп тәрізді грам оң микроорганизмдердің маңызды тобы болып табылады және табиғаттағы органикалық

заттарды ыдыратушылар, өсімдіктердің өсу стимуляторлары, сондай-ақ антибиотиктер және целлюлазалар, хитиназалар, ксиланазалар, пептидазалар сияқты жасушадан тыс ферменттер, протеазалар, амилазалар, пектиназалар, гемицеллюлазалар және кератиназалар [2]. Сонымен қатар, олардың гифтік тармақталу түрінде өсуі ену механизміне жақсы бейімделеді және осылайша лигноцеллюлозаның ыдырауына көмектеседі. Актиномицеттік целлюлазалар целлюлоза субстраттарында өсуі кезінде алынуы мүмкін индукцияланатын жасушадан тыс ферменттер болып табылады. Актиномицеттер маңыздылардың бірі болып табылады [3]. Микробиологиялық қауымдастықтар негізінен өсімдік тектес целлюлозаның ыдырауына жауапты. Actinomycetales отрядына целлюлозаны белсенді түрде ыдырататын түрлер бар бірқатар тұқымдастар кіреді. Соңғысын, өз кезегінде, мезофильді және факультативті термофильді түрлерге бөлуге болады [4]. Антибиотиктерді азықтық өнімдердің консерванттары және микробиологиялық өндірістің бөгде микрофлора ретінде бірнеше жылдар бойына қолданылуда.

Антибиотиктердің ауру туғызатын микроорганизмдердің дамуын төмендететін және сол арқылы ауруды, өлімді төмендететін қабілеттілігі, олардың мал шаруашылығы мен құс шаруашылығында кеңінен қолданылуының негізі болды. Антибиотиктерді жануар және құс азықтарына қос олардың ауруларын төмендетіп ғана қоймай, сонымен қатар олардың өсуін, өнімділігінің артуына алып келеді. Сондықтан азықтық антибиотиктерді ауыл шаруашылығындағы жануалардың өсуін қалыптастырушылар деп атайды. Азықтық антибиотиктер құс өсіру және мал шаруашылығында ас қорыту, тыныс алу және тері ауруларына емдік мақсатта қолданылады. Сондай-ақ тетрациклиндерге сезімтал микроорганизмдерден туындаған пастереллез, колибактериоз, сальмонеллез, бронхопневмония және гастроэнтероколитпен ауыратын бұзаулар мен шошқаларға; колибактериозбен және сальмонеллезбен ауыратын тауықтар мен күркетауықтарға емдік және профилактикалық мақсатта тағайындалады. Азықтық антибиотиктерді қолдану бірнеше артықшылықтарға ие: оларды пайдалану оңай, әрекет ету ауқымы кең, кешенді пайдалануға да ыңғайлы әрі қауіпсіздігі.

Зерттеудің мақсаты – *Actinomyces griseus* мутантты штамм көмегімен азықтық антибиотик «Кормогризин» алуды зерттеу.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы: *Actinomyces griseus* мутантты штаммына жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша зертханалық жағдайда азықтық антибиотик алу.

Кормогризин – қоректік орта мен толтырғыштың (кебек, гидрولитикалық ашытқы, жүгері ұны) қалдықтарымен бірге антибиотик гризині бар кептірілген мицелиалды масса. Сыртқы түрі бойынша бұл ашық сары немесе қоңыр түсті ұнтақ. Препарат құрамындағы гризиннің болуына байланысты олар: 1 г-да 5000 мкг болатын кормогризин-5, 1 г-да 10 000 мкг кормогризин-10 және 1 г-да 40 000 мкг кормогризин – 40 шығарады. г препарат. Шығару пішіні. Ұнтақ екі қабатты қағаз пакеттерде шығарылады. Сақтықпен (В тізімі), құрғақ жерде сақтаңыз. Жарамдылық мерзімі - өндірілген күннен бастап 12 ай. Әрекет және қолдану. Кормогризин өсу стимуляторы ретінде қолданылады, тауық, үйрек, торай және бұзау өсіргенде, шошқа мен құсты бордақылағанда 10-12% өседі. Препарат тамақпен бірге беріледі. 1 тонна жемге кормогризин-10 нормасы, г: 3 айға дейінгі торайлар үшін 200-300; бордақылау шошқалары 250; 4 айға дейінгі бұзаулар 400; тауықтар 60 күнге дейін, бройлер, үйректер 200-500. Препараттың жоғары дозалары жас жаста тағайындалады. Кормогризин қолданылған ет үшін жануарларды союға препаратты қолданғаннан кейін алты күннен кешіктірмей рұқсат етіледі. Ескерту. Асыл тұқымды шаруашылықтарда сиырларға, асыл тұқымды ірі қара малға және барлық жастағы құстарға, сондай-ақ жұмыртқалайтын тауықтарға жемге кормогризинді қосуға жол берілмейді [5, 6].

Зерттеу әдіснамасы

Актиномицеттер аэробты организмдер, олардың ішінде анаэробты және факультативті анаэробты формалар да кездеседі. Топырақта органикалық қалдықтарды ыдыратуға белсене қатысады.

Актиномицеттердің ішінде сапрофит түрлерімен бірге адам мен жануарларда ауру туғызатын патоген топтары да кездеседі. Қуаңшылыққа төзімді, құрғақ топырақтарда бірнеше жылдар бойына өз тіршілігін жоймай сақталады. Көптеген актиномицеттер адамдар мен жануарларда, өсімдіктерде кездесетін бактериялар мен вирустардың аурулармен күресуге

аса қажетті антибиотик заттарын бөліп шығарады. Ол заттар медицинада, мал дәрігерлігінде кеңінен қолданылып отыр.

Actinomyces griseus мутантты штамм көмегімен азықтық антибиотик «Кормогризин» алуды зерттеу мақсаты бойынша осы штамға мутагенді, яғни химиялық және физикалық әсер ете отырып, олардың белсенділігін зерттеу. *Actinomyces griseus* вегетативті жасушасын УФ-сәулесін БУФ-15 бактерицидті лампа көмегімен мутагенді әсерге ұшырауын анықтау. «Кормогризин» азықтық антибиотикті алу процесін өңдеу және қажетті технологиясын таңдау, сонымен бірге эффективтілігін анықтау [7].

Actinomyces griseus ТБ 633 ФУ вегетативті жасушасы логарифмдік өсу фазасында мутагенді әсерге ұшырайды. УФ-сәулесін БУФ-15 бактерицидті көлденең орналасқан лампа атқарды. УФ сәулелендіру Петри табақшада арасы 15 см арқашықтықта әрдайым бактериалдық суспензияны магниттік араластырғыштың көмегімен араластырумен жүргізеді. Бактериялы суспензияны концентрациясы 10^8 жасуша/мл, петри табақшасындағы суспензияның қалыңдығы 1мм. Ревертантты таңдау қоректік ортада жүргізіледі, құрамы %: жүгері ұны – 60, техникалық жүгері экстракты – 50; құбырдағы су – 100; рН ортасын 6,6-6,8 дейін 40% КОН сулы ерітіндісіні қосумен жеткізеді. 37°C температурада 18-20 сағат инкубациядан кейін табақшада өскен колоннаның белсенділігін анықтауға қойдық. [8] Антибиотиктің белсенділігін агарда диффузия әдісімен анықтайды. Бос агардың өзін 15 мл Петри табақшасына құйып көлденең столдарға орналастырдық. Агар қатқаннан кейін табақшаны термостатта кептірдік, сосын тестпен *Bacillus subtilis* культуарсымен араласқан әрбір табақшаға 5 мл қоректік агарды құйдық. Есеп бойынша соңғысынан 1 мл ортаға 20 млн жасуша алады. Культураны агарға жүргізер алдын оны 45-50°C дейін салқындату керек. Цилиндрдің орнына залалсыздандырылған сверломен жасалған диаметрі 6-8 мм лунканы қолдануға болады. Цилиндрде немесе әрбір табақшаның лункасы бірдей көлемдегі стандартты жұмысшы ерітіндіні және зерттелетін сынамасын енгізеді. Содан соң табақшаны термостатқа 37°C температурада 16-18 сағатқа қояды [9].

Аумақтық размері өсуінің тоқталуы культура тестін 0,1 мм дәлдікке дейін өлшедік. Белсенділігінің есебін стандартты қисықпен жасадық. Таңдап алынған ревертанттарды бірнеше рет агарланған қоректік ортада егумен олардың төзімділігін тексердік.

Зерттеу нәтижелерін талдау

Микроорганиканың антибиотиктерге сезімталдығын анықтау үшін, Петри табақшасына ылғалды ЕПА ортасына зерттеліп жатқан культурасын егеді. Егер залалсыздандырылған мақтамен сулы суспензиямен өндіріледі. Залалсыздалған пинцетпен агарға индикаторлы қағаз дискілерді (4-5 дана) тығындап салады, қоректенген ерітіндіге антибиотиктерді бердей аралықта, табақша центрінен 2,5 см – дей қашықтықта салады [10].

Дискілерді табақшаның түбіне екінші жағына нөмірлейді. Егілген табақшаларды термосияқты 37°C температурада 16-18 сағат аралықта қояды. Антибиотиктер өздеріне кейбір микроорганиканың культурасын өсу сезімталдығын сақтайды.

Егу зонасының шамасы микроорганизмдердің көрсетілген антибиотиктерге әсерінің деңгейін анықтайды:

Өсу зонасының диаметрі, мм.	Антибиотиктерге әсер ету деңгейі.
25-тен жоғары	аса сезімтал
15-25	сезімтал
10-14	аз сезімтал
10-нан кем немесе мүлде жоқ	әсер етпейді

Антимикробтық әрекеттің антибиотиктер продуцентін анықтау үшін Петри табақшасының диаметрінің бір-бірінен 1 см қашықтықтағы агарланған пептонды – глюкозалы ортанысының табақшасы сыртқы жоғарғы түбіне екі параллель сызық жүргізеді, ілмешек сызықтың ортасынан актиномицеттің культурасының спораларының егісін салады. Еккен кезде табақшаны агарлы пластинканы төмен ұстайды (споралар шашырап кетпеу үшін). 6-7 күннен кейін өсіп тұрған актиномицеттің штрихіне перпендикуляр бағытта штрихтің тест организмдерді себеді. Егісті тест организмдерінің қою суспензиясынан тазартылған суға егеді. Табақшаларды 30°C температурада инкубациялайды. Актиномицеттерде өсірілген антибиотиктердің зерттелетін микроорганизмдерге әсерін антибиотиктердің жасалған штрих шеті мен тест организмнің өсе бастау аралығының шамасына қарап анықтайды [12, 13].

Антибиотиктердің биологиялық белсенділігін агардағы диффузия әдісімен анықтадық бұл әдіс өсудің тежелуін салыстыруға негізделген, яғни зерттелетін препараттың белгілі концентрациядағы тест-микроорганизмді белгілі концентрациядағы стандартты антибиотик препаратының өсуі тежеуімен салыстыруға негізделген.

Антибиотикті зерттеуде жұмыстық стандарты ретінде белсенділігі халықаралық стандарт препараттарымен бекітілген арнайы дайындалған таза препараттардың үлгісі қолданылды. Стандартты препаратты ампулаларда 4-10°C аралығында сақтайды, ампулалардың этикеткасында 1 мг препараттағы БМ құрамы көрсетілді. Сәйкестігі бойынша келтірілген тест-микроорганизмдер және олардың белсенділігін анықтайтын шарттар арнайы кестеде келтірілген [14].

Кесте 1 – Тест-микроорганизмдер және антибиотиктердің белсенділігін зерттеуге арналған шарттар

Кормогризин	Антибиотик	
Actinomyces griseus	Тест-микроорганизмдер	
N 5+1% глюкоза	Белсенділікті анықтауға арналған орта	
30•10 ⁶ -40•10 ⁶ споралар 1 мл ортаға	Егіс мөлшері	
10 мл	Әрбір табақшадағы орта мөлшері	
КормоКормогризин	Жұмыстық стандарт	
Тұз қышқылының 0,01N ерітіндісі	Негізгі ерітінділер	Стандартты және зерттелетін препаратқа арналған ерітінділер
Буфер №2	Зерттелетін ерітінділер	
14 күн	Негізгі ерітіндіні сақтау мерзімі	
4-10°C	Сақтау температурасы	
0,5-1,5 ЕД/мл	Стандартты қисықты құруға арналған концентрация	
1 ЕД/мл	Стандарттық бақылау концентрациясы	Зерттелетін ерітіндінің концентрациясы
Шамамен 1 бір/мл	Зерттелетін препараты	

Түбі тегіс бірдей диаметрдегі Петри табақшаларын көлденеңінен үстелге қойып, үстіне құрамдағы балқытылған ортаны бір немесе екі қабат етіп құяды. Төменгі қабатқа егілмеген ортаны қолданады, үстіңгі қабатқа немесе бірінші қабатқа алдын-ала сәйкес келетін тест-культурасы егілген агарлы ортаны қолданады. Егер культурада вегетативті клеткалардың суспензиясы болса, орта егуге арналған балқыту температурасы 45-50°C-тан аспауы керек, ал споралар суспензиясын қолданғанда 65-70°C-та болуы керек. Егілген агар суығаннан кейін оның бетіне трафарет көмегімен табақшаның центрінен шамамен 28 мм арақашықтықта бір-біріне 60°C бұрыш жасап тот баспайтын темірден немесе алюминийден жасалған 6 залалсыздандырылған цилиндрді қоямыз. Әрбір табақшаның цилиндрлеріне бір уақытта арнайы пипетканың көмегімен стандарт ерітінді мен зерттелетін препарат ерітіндісін 0,1 мл кезекпен салады. Табақшаларды 36-38°C 16-18 сағат бойы инкубациялайды. Стандарт ерітінді мен зерттелетін препараттың зерттелетін концентрацияларында түзілетін тест-микробтық өсімнің тежелу аймағының диаметрін проекционды фонарь немесе басқа приборлардың көмегімен өлшейді. Колибрлі стандартты қисықты құру үшін 8-10 концентрациялы стандартты препаратты қолданады. Әрбір концентрацияға 3 табақшадан қолданады. Табылған көрсеткіштер оң болса оны концентрацияға қосады, егер теріс болса онда оны алып тастайды. Егер табылған сынама оң болып шықса, оны берілген концентрация аймағының орташа мәніне қосады, егер ол теріс болса, онда оны алып тастайды [15].

Түбі тегіс бірдей диаметрдегі Петри табақшаларын көлденеңінен үстелге қойып, үстіне құрамдағы балқытылған ортаны бір немесе екі қабат етіп құяды. Төменгі қабатқа егілмеген ортаны қолданады, үстіңгі қабатқа немесе бірінші қабатқа алдын-ала сәйкес келетін тест-культурасы егілген агарлы ортаны қолданады (кесте 2).

Кесте 2 – Тест-микроорганизмдер және антибиотиктің белсенділігін зерттеуге арналған шарттар

КормоКормогризин	Антибиотик	
Actinomyces griseus	Тест-микроорганизмдер	
N 5+1% глюкоза	Белсенділікті анықтауға арналған орта	
30•10 ⁶ -40•10 ⁶ споралар 1 мл ортаға	Егіс мөлшері	
10 мл	Әрбір табақшадағы орта мөлшері	
КормоКормогризин	Жұмыстық стандарт	
Тұз қышқылының 0,01Н ерітіндісі	Негізгі ерітінділер	Стандартты және зерттелетін препаратқа арналған ерітінділер
Буфер №2	Зерттелетін ерітінділер	
14 күн	Негізгі ерітіндіні сақтау мерзімі	
4-10°C	Сақтау температурасы	
0,5-1,5 ЕД/мл	Стандартты қисықты құруға арналған концентрация	
1 бір/мл	Стандарттық бақылау концентрациясы	Зерттелетін ерітіндінің концентрациясы
Шамамен 1 бір/мл	Зерттелетін препараты	

Егер культурада вегетативті клеткалардың суспензиясы болса, орта егуге арналған балқыту температурасы 45-50°C-тан аспауы керек, ал споралар суспензиясын қолданғанда 65-70°C-та болуы керек. Егілген агар суығаннан кейін оның бетіне трафарет көмегімен табақшаның центрінен шамамен 28 мм арақашықтықта бір-біріне 60°C бұрыш жасап тот баспайтын темірден немесе алюминийден жасалған 6 залалсыздандырылған цилиндрді қоямыз. Әрбір табақшаның цилиндрлеріне бір уақытта арнайы пипетканың көмегімен стандарт ерітінді мен зерттелетін препарат ерітіндісін 0,1 мл кезекпен салады. Табақшаларды 36-38°C 16-18 сағат бойы инкубациялайды. Стандарт ерітінді мен зерттелетін препараттың зерттелетін концентрацияларында түзілетін тест-микробтық өсімнің тежелу аймағының диаметрін проекционды фонарь немесе басқа приборлардың көмегімен өлшейді. Колибрлі стандартты қисықты құру үшін 8-10 концентрациялы стандартты препаратты қолданады. Әрбір концентрацияға 3 табақшадан қолданады. Табылған көрсеткіштер оң болса оны концентрацияға қосады, егер теріс болса онда оны алып тастайды. Егер табылған сынама оң болып шықса, оны берілген концентрация аймағының орташа мәніне қосады, егер ол теріс болса, онда оны алып тастайды [16].

Глюкозаны 40% залалсыздандырылған ерітінді түрінде балқытылған агарға қосады.

№ 2 ортасы

Крахмал – 1,5-1,8

Жүгері ұны – 2,0

Ас тұзы – 3

Бор – 0,3

Аммоний нитраты – 0,5

Дигидрофосфат калий – 0,02

Қорытынды

Антибиотиктерді жануарлар рационына аз мөлшерде қосып отырғанның өзінде оларды ауырып қалудан сақтайды және малдың тірі салмағының өсуіне әсер етеді. Азық антибиотиктер таза түрінде культуралда сұйықтықтан бөліп шығармай-ақ, оңайлатылған технология арқылы арзан шикізат түрлерінен алынды. Антибиотикті тәулігіне екі рет береді. Ерітіндіні сүтке немесе концентрат азықтарға қосады. Қазіргі кезде антибиотиктермен күйіс қайыратын малдарды азықтандыру қолға алынып отыр.

Қорытындылай келе, берілген ғылыми зерттеу жұмыста антибиотик өндірісінің екі негізгі даму көрсеткіші көрсетілген:

1. Селекциялық жұмыстарды жүргізу арқылы штамм продуценттерінің биохимиялық қасиетін жақсарту;
2. Культивирлеудің қолайлы шарттарын таңдау.

Осы жасалған жұмыстардың арқасында жаңа *Actinomyces griseus* Д 20 мутантты штамын алдық. Оның белсенділігі ТБ 633 ФУ қарағанда 1,20 есе артық. Культивирлеу шарттары мен штамға арналған қоректік орта құрамы таңдалды. Жаңа штамның тұрақтылығы зерттелді. Жасалынған зерттеулердің нәтижелері бойынша Кормогризинді өндірісте алуға және қолдануға болады. Кормогризин – азықтық антибиотигі, емдік-профилактикалық және өсуін стимулдеушілік препарат. Кормогризиннің кең ауқымды әсер ету спектрімен қамтылған, сонымен бірге ауруларды емдеу қасиеті бар. Оны бұзауларды, жаңа туылған малдарды қоректендіруде және олардың тез өсуі үшін қолданады.

Әдебиеттер тізімі

1. Шигаева М.Х. Биобиблиографический указатель указатель / Сост. Л.Г. Рафикова; Отв.ред. З.А. Мансуров. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 72 с.
2. Das P. et al. Isolation and screening of cellulolytic actinomycetes from diverse habitats // International journal of advance biotechnology and research. – 2014. – Vol.5, № 3. – P. 438-451.
3. Prasad P. Enzymatic screening and characterization of cellulolytic actinomycetes isolated from soil samples collected from Patna district in Bihar, India // International Journal of Current Research and Academic Review. – 2014. – Vol. 2, № 10. – P. 60-70.
4. Науанова А.П., Ерпашева Д.М., Шахабаева Г.С., Ермеков А.Е. Видовое разнообразие актиномицетов, выделенных из различных типов почв Северного Казахстана // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). – 2020. – № 1(104). – С. 70-80.
5. Хамидуллина К.Р., Чурмасова Л.А. Промышленное производство антибиотика фитобактериомицина / Сборник материалов национальной научно-практической конференции «Биотехнология и продукты биоорганического синтеза» / Отв. ред. д.б.н., проф. Бутова С.Н.. – М.: ФГБОУ ВО «МГУПП», 24 апреля 2018 г. – С. 298-299.
6. D'Costa V. M., King C.E., Kalan L., Morar M., Sung W.W.L., Schwarz C., Froese D., Zazula G., Calmels F., Debruyne R., Golding G.B., Poinar H.N., Wright G.D. Antibiotic resistance is ancient // Nature. – 2011. – V. 4. – P. 457-461.
7. Гончарова К.Д., Иванова Л.А. Промышленное производство антибиотика фитобактериомицина / Сборник материалов национальной научно-практической конференции «Биотехнология и продукты биоорганического синтеза» / Отв. ред. д.б.н., проф. Бутова С.Н. – М.: ФГБОУ ВО «МГУПП», 24 апреля 2018 г. – С. 175-176.
8. Read A.F., Woods R.J. Antibiotic resistance management // Evol. Med. Public Health. – 2014. – V. 1. – P. 147.
9. Odukoya J.O., De Saeger.S., De Boevre.M., Adegoke G.O. Mycotoxin reduction and metabolite profiles of ogi produced using traditional fermentation methods // Food Hydrocolloids for Health. – 2023. – V. 47. – P. 101-119.
10. Claas K. Pharming animals: a global history of antibiotics in food production (1935–2017). // Palgrave Communications. – 2018 – P. 1-13.
11. I-Son Ng., Chiming Ye., Zhixiang Zhang., Yinghua Lu., Keju Jing. Daptomycin antibiotic production processes in fed-batch fermentation by *Streptomyces roseosporus* NRRL11379 with precursor effect and medium optimization. // Bioprocess and Biosystems Engineering 37(3). – 2018. – P. 411-424.
12. Sonia Sethi, Ravi Kumar, Saksham Gupta. Antibiotic production by microbes isolated from soil. // International journal of pharmaceutical sciences and research. – 2013. – P. 2967-2973.
13. Marshall B. M., Levy S.B. Food animals and antimicrobials: impact on human health. *Clin. Microbiol. Rev.* 24. – 2011. – P. 718-733.
14. Филимонов Д.Н. Технология производства синбиотического комплекса и антибактериального препарата ципровентор, эффективность их применения в ветеринарии. – Автореф. дисс.канд.биол. – Щелково. – 2017.
15. Задёра М.И., Груздева А.К. Применение антибиотиков при выращивании сельскохозяйственных животных. Антибиотики в сельскохозяйственной продукции // Молодой ученый. – 2018. – № 19(205). – С. 20-23.
16. Магомедалиев И.М. Пробиотический препарат Энзимспорин в рационах растущего молодняка свиней / И.М. Магомедалиев, Р.В. Некрасов // Селекционно-генетические аспекты

развития молочного скотоводства: в сборнике научных трудов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала, 2019. – С. 389-393.

References

1. SHigaeva M.H. Biobibliograficheskiy ukazatel' / Sost. L.G. Rafikova; Otv.red. Z.A. Mansurov. – Almaty: Қазақ университеті, 2002. – 72 s. (In Russian).
2. Das P. et al. Isolation and screening of cellulolytic actinomycetes from diverse habitats // International journal of advance biotechnology and research. – 2014. – Vol.5, № 3. – R. 438-451. (In English).
3. Prasad P. Enzymatic screening and characterization of cellulolytic actinomycetes isolated from soil samples collected from Patna district in Bihar, India // International Journal of Current Research and Academic Review. – 2014. – Vol. 2, № 10. – R. 60-70. (In English).
4. A.P. Nauanova, D.M. Erpasheva, G.S. SHahabaeva, A.E. Ermekov. Vidovoe raznoobrazie aktinomicetov, vydelennyh iz razlichnyh tipov pochv Severnogo Kazahstana. Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Sejfullina (mezhdisciplinarnyj). – 2020. – № 1(104). – S.70-80. (In Russian).
5. Hamidullina K.R., CHurmasova L.A. Promyshlennoe proizvodstvo antibiotika fitobakteriomicina. Sbornik materialov nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «Biotekhnologiya i produkty bioorganicheskogo sinteza» / Otv. red. d.b.n., prof. Butova S.N.. – M.: FGBOU VO «MGUPP», 24 aprelya 2018 g. – S. 298-299. (In Russian).
6. D'Costa V. M., King C.E., Kalan L., Morar M., Sung W.W.L., Schwarz C., Froese D., Zazula G., Calmels F., Debruyne R., Golding G.B., Poinar H.N., Wright G.D. Antibiotic resistance is ancient // Nature. – 2011. – V. 4. – P. 457-461. (In English).
7. Goncharova K.D., Ivanova L.A. Industrial production of the antibiotic phytoantibiotic. Collection of materials of the national scientific and practical conference "Biotechnology and products of bioorganic synthesis" / Ed. D.B.N., prof. Butova S.N. – M.: FGBOU IN MGUPP, April 24, 2018 – P. 175-176. (In Russian).
8. Read A.F., Woods R.J. Antibiotic resistance management // Evol. Med. Public Health. – 2014. – V. 1. – P. 147. (In English).
9. Odukoya, J.O., De Saeger.S., De Boevre.M., Adegoke G.O. Mycotoxin reduction and metabolite profiles of ogi produced using traditional fermentation methods // Food Hydrocolloids for Health. – 2023. – V. 47. – P. 101-119. (In English).
10. Claas K. Pharming animals: a global history of antibiotics in food production (1935–2017). // Palgrave Communications. – 2018 – P. 1-13. (In English).
11. I-Son Ng., Chiming Ye., Zhixiang Zhang., Yinghua Lu., Keju Jing. Daptomycin antibiotic production processes in fed-batch fermentation by *Streptomyces roseosporus* NRRL11379 with precursor effect and medium optimization. // Bioprocess and Biosystems Engineering 37(3). – 2018. – R. 411-424. (In English).
12. Sonia Sethi, Ravi Kumar, Saksham Gupta. Antibiotic production by microbes isolated from soil. // International journal of pharmaceutical sciences and research. – 2013. – P. 2967-2973. (In English).
13. Marshall B. M., Levy S.B. Food animals and antimicrobials: impact on human health. *Clin. Microbiol. Rev.* 24. – 2011. – P. 718-733. (In English).
14. Filimonov D.N. Tekhnologiya proizvodstva sinbioticheskogo kompleksa i antibakterial'nogo preparata ciproventor, effektivnost' ih primeneniya v veterinarii. // avtoref. diss.kand.biol. – SHCHelkovo. – 2017. (In Russian).
15. Zadyora M.I., Gruzdeva A.K. Primenenie antibiotikov pri vyrashchivanii sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. Antibiotiki v sel'skohozyajstvennoj produkcii // Molodoj uchenyj. – 2018. – № 19(205). – S. 20-23. (In Russian).
- 16 Magomedaliyev I.M. Probioticheskiy preparat Enzimsporin v racionah rastushchego molodnyaka svinej / I.M. Magomedaliyev, R.V. Nekrasov // Selekcionno-geneticheskie aspekty razvitiya molochnogo skotovodstva: v sbornike nauchnyh trudov Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem.– Mahachkala, 2019. – S. 389-393. (In Russian).

Р.А. Абилдаева, Д.Е. Кудасова*, А.Т. Еремекбаева
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
160012, Республика Казахстан, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5
*e-mail: dariha_uko@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОГО АНТИБИОТИКА «КОРМОГРИЗИН» МУТАНТНЫМ ШТАММОМ ACTINOMYCES GRISEUS

В статье описан способ получения пищевого антибиотика кормогризина с использованием мутантного штамма Actinomyces griseus. Известно, что сфера применения антибиотиков в сельском хозяйстве, медицине и пищевой промышленности, кормопроизводстве широка. В ходе научно-исследовательской работы по получению кормогризина в лабораторных условиях выделены аэробный, анаэробный и факультативно-анаэробный виды актиномицетов. Одной из особенностей микроорганизмов Actinomyces griseus является то, что вегетативная клетка ТВ 633 FU претерпевает мутагенные изменения в логарифмической фазе роста. При проведении исследования расстояние между чашками Петри составляло 15 см, в качестве ультрафиолетового источника света использовалась лампа БУФ-15. В исследовательской работе активность кормового антибиотика определяли диффузионным методом, также необходимо соблюдение температурного режима. В следующий период исследований контролировали чувствительность микроорганизмов к антибиотикам и помещали их на бумажные диски. При диаметре зоны инокуляции микроорганизмов более 25 мм чувствительность культуры к антибиотикам была высокой, и, соответственно, при диаметре зоны инокуляции менее 10 мм уровень чувствительности также снижался. Биологическую активность антибиотиков определяли диффузионным методом, основанным на сравнении ингибирования роста. Учитывались требования температуры плавления и посевной среды, применялся стерильный цилиндр с помощью трафарета. Кормогризин позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных животных в среднем на 10-12%. Акцент сделан на основные показатели процесса выделения антибиотиков - температуру, продолжительность культивирования, pH среды. Актуальность данной статьи также высока, поскольку ясно, что получение пищевых антибиотиков в лабораторных условиях будет способствовать решению важных производственных и экономических проблем в будущем.

Ключевые слова: кормовые антибиотики, кормогризин, Actinomyces griseus, дрожжевые культуры, питательная среда, тест-микроорганизмы, биологическая активность антибиотиков, термостат, антибиотический препарат.

R.A. Abildayeva, D.E. Kudasova*, A.T. Yermekbayeva
M. Auezov South Kazakhstan University
160012, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 5 Tauke Khan Avenue
*e-mail: dariha_uko@mail.ru

RESEARCH ON THE PRODUCTION OF FEED ANTIBIOTIC «KORMOGRIZIN» BY A MUTANT STRAIN OF ACTINOMYCES GRISEUS

This article describes the method of obtaining the food antibiotic kormogrizin using a mutant strain of Actinomyces griseus. It is known that the scope of application of antibiotics in agriculture, medicine and food industry, fodder production is wide. Aerobic, anaerobic and facultative-anaerobic species of actinomycetes were isolated in the course of scientific research work on the production of kormogrizin in laboratory conditions. One of the peculiarities of the microorganisms Actinomyces griseus is that the vegetative cell TB 633 FU undergoes mutagenic changes in the logarithmic phase of growth. When conducting the research, the distance between the Petri dishes was 15 cm, and the BUF-15 lamp was used as an ultraviolet light source. In the research work, the activity of the fodder antibiotic was determined by the diffusion method, and it is also necessary to observe the temperature regime. In the next period of research, they controlled the sensitivity of microorganisms

to antibiotics and placed them on paper discs. When the diameter of the inoculation zone of microorganisms was more than 25 mm, the sensitivity of the culture to antibiotics was high, and, accordingly, when the diameter of the inoculation zone was less than 10 mm, the level of sensitivity also decreased. The biological activity of antibiotics is determined by the diffusion method based on the comparison of growth inhibition. The requirements of the melting temperature and the seed medium were taken into account, and a sterile cylinder was used with the help of a stencil. Kormogrizin allows to increase the productivity of farm animals by 10-12%. Emphasis is placed on the main indicators of the antibiotic release process - temperature, duration of cultivation, pH of the medium. The relevance of this article is also high, as it is clear that the production of food antibiotics in laboratory conditions will contribute to the solution of important production and economic problems in the future.

Key words: feed antibiotics, cormogrizin, *Actinomyces griseus*, yeast cultures, nutrient medium, test microorganism, biological activity of antibiotics, thermostat, antibiotic drug.

Авторлар туралы мәліметтер

Роза Абдрахмановна Абилдаева – биология ғылымдарының кандидаты, «Биология және география» кафедрасының доценті, М. Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті, Қазақстан; e-mail: rozita.71@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2370-5797>.

Дариха Ерадиловна Кудасова – «Биотехнология» кафедрасының магистр-оқытушысы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті, Қазақстан; e-mail: dariha_uko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-3443>.

Акбөпе Тонтаевна Ермекбаева – PhD доктор, «Биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті, Қазақстан; e-mail: akbop.e.1988@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4606-2448>.

Сауле Рафаиловна Нуртилеуова – «Биология және география» кафедрасының аға оқытушысы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті, Қазақстан; e-mail: nursaule@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2294-8877>.

Рахат Маратович Балхибеков – «Биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік -Қазақстан университеті, Қазақстан; e-mail: vip.rachat@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2559-4509>.

Сведения об авторах

Роза Абдрахмановна Абилдаева – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология и география», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан; e-mail: rozita.71@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2370-5797>.

Дариха Ерадиловна Кудасова – магистр-преподаватель кафедры «Биотехнология», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан; e-mail: dariha_uko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-3443>.

Акбөпе Тонтаевна Ермекбаева – PhD доктор, старший преподаватель кафедры «Биотехнология», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан; e-mail: akbop.e.1988@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4606-2448>.

Сауле Рафаиловна Нуртилеуова – старший преподаватель кафедры «Биология и география», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан; e-mail: nur.saule_74@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2294-8877>.

Рахат Маратович Балхибеков – старший преподаватель кафедры «Биотехнология», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан; e-mail: vip.rachat@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2559-4509>.

Information about the authors

Roza Abdrakhmanovna Abildaeva – candidate of biological sciences, associate professor of the «Biology and Geography» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: rozita.71@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2370-5797>.

Darikhа Eradilovna Kudasova – Master's teacher of the «Biotechnology» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: dariha_uko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-3443>.

Akbope Tontaevna Ermekbayeva – PhD, senior lecturer of the «Biotechnology» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: akbope.1988@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4606-2448>.

Saule Rafailovna Nurtiluova – senior teacher of the «Biology and Geography» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: nursaule@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2294-8877>.

Rakhat Maratovich Balkhibekov – senior teacher of the «Biotechnology» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: vip.rachat@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2559-4509>.

Материал 12.10.2023 ж. баспаға түсті.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-14

MPHTI: 65.09.05

**Д.Р. Орынбеков¹, Ж.С. Есимбеков², Ш. Жакупбекова¹,
А.О. Майжанова² Ш.А. Амирханов^{1*}**

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»,
071410, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Байтурсынова, 29

*e-mail: shyngys_a@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования влияния ультразвуковой обработки на изменение качественных показателей мяса.

В большинстве проведенных ранее исследований по применению ультразвуковой обработки отмечено положительное воздействие на качественные показатели мяса и мясных продуктов. Ультразвуковая обработка широко распространена в ускорении технологических процессов, улучшении функционально-технологических и структурно-механических свойств мяса.

В процессе данных исследований образцы мяса различных видов животных подвергались ультразвуковому воздействию различной продолжительности, после чего определялось изменение напряжения среза, влагосвязывающей способности и микробиологических показателей свинины, говядины, баранины и конины. В результате ультразвуковая обработка позволила снизить напряжение среза всех видов мяса. Определена оптимальная продолжительность ультразвуковой обработки, при которой повышается влагосвязывающая способность мяса. По мере увеличения продолжительности ультразвуковой обработки наблюдалось снижение количества патогенных микроорганизмов в мясе.

По результатам данных исследований сделан вывод о важности ультразвуковой обработки для мясной промышленности, поскольку этот метод может быть использован в качестве нетермического воздействия для улучшения физических, биохимических и микробиологических характеристик, повышающих качество, безопасность и увеличивающих срок хранения различных мясных продуктов.

Ключевые слова: ультразвуковая обработка, мясо, мясные продукты, напряжение среза, влагосвязывающая способность, микробиологические показатели.

Введение

Ученые на протяжении двух последних десятилетий активно исследуют возможность применения ультразвуковой обработки в различных отраслях пищевой промышленности. Ультразвук является инновационной технологией, используемой не только непосредственно

для анализа, но и в целях модификации пищевых продуктов. Это возможно благодаря способности ультразвукового воздействия обеспечивать интенсификацию процессов обработки пищевых продуктов без снижения их качества [1].

Ультразвуковая обработка являясь одной из эффективных технологии в пищевой промышленности может применяться с целью повышения качества и безопасности продуктов. Также данный вид обработки имеет потенциал для интенсификации технологических процессов, совершенствования методов определения качества мясного сырья. Это требует проведения научных исследований, направленных на глубокое изучение механизмов воздействия ультразвука на биологические объекты и определение оптимальных режимов их обработки [2].

Ультразвуковая обработка мяса и мясных продуктов положительно влияет на функционально-технологические и структурно-механические характеристики, сокращая при этом некоторые технологические процессы (посол, экстракция, эмульгирование, гидратация и др.). Воздействие ультразвуковых волн на мясо вызывает такие эффекты, как усиление денатурации белков и повышение водоудерживающей способности. Эти изменения в конечном итоге приводят к снижению напряжения среза мяса, в результате чего продукт становится более нежным и приятным на вкус [3]. Ученые используют ультразвуковые волны с низким содержанием интенсивности для измерения механических свойств мяса [4].

Контроль показателей качества, инактивация микроорганизмов, совершенствование и ускорение технологических процессов переработки мяса являются основными направлениями практического использования ультразвуковой обработки в мясной промышленности. Положительные эффекты возникающие при ультразвуковом воздействии обусловлены частичным разрушением соединительных тканей и мышечных волокон, благодаря чему создаются условия, которые оптимальны для интенсификации химических процессов в тканях из-за облегчения действия ферментов мяса и массообменных процессов [5].

Установлено, что при воздействии ультразвуком наблюдается повышение влагоудерживающей способности почти в два раза по сравнению с контрольным образцом мяса без обработки ультразвуком [6]. А также в процессе посола ультразвук улучшает водосвязывающую способность, цвет и увеличивает выход продукта [7].

Стоит особо отметить бактерицидный и антимикробный эффект ультразвукового воздействия на сырье животного и растительного происхождения, который зависит от кавитации и интенсивности звука. Действие ультразвука приводит к быстрой гибели грамположительных и грамотрицательных анаэробных и аэробных, патогенных и непатогенных бактерий [8].

С целью определения эффективности обработки мяса ультразвуком были проведены исследования при которых мясо свинины, говядины, баранины и конины подвергалось ультразвуковому воздействию различной продолжительности. После обработки ультразвуком проводился анализ напряжения среза, влагосвязывающей способности и микробиологических показателей мяса.

Методы исследования

Влияние ультразвуковой обработки на изменение напряжения среза различных видов мяса определяли с помощью структурометра СТ-4 (Фирма «Радиус», Россия). Пробы мяса (свинина, говядина, баранина, конина) разрезали на куски, размером 5x5 см. Далее мясо закладывали в стеклянные колбы объемом 1000 мл. Колбу заполняли водой (500 мл, температура 15-18°C) и помещали в ультразвуковую ванну. Температура в ультразвуковой ванне составляла 20±5 °С. Процесс ультразвукового воздействия осуществляли от 2 до 15 мин (2 мин, 5 мин, 10 мин, 15 мин) частотой 60 Гц. После каждого временного отрезка измеряли напряжение среза мяса на структурометре.

С целью определения влагосвязывающей способности мяса, брали 3 г образца с каждого вида мяса, помещали образец на фильтровальную бумагу и затем груз массой 1 кг устанавливали на образец, выдерживали в течение 10 минут. С помощью программы Compas-3D V-14 сканировали площадь образовавшихся пятен проб мяса на фильтровальной бумаге, и сохраняли в формате JPEG. В программе Compas-3D V-14, открывали файл, сохраненный в формате JPEG и с помощью команды «ПЛОЩАДЬ» из интерфейса. В программе вокруг спрессованного мяса очерчивали контур пятна. Вычисление размера

влажного пятна проводили по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом [9].

Массовую долю связанной влаги в образце вычисляют по формулам (1, 2):

$$x_1 = (A-8,4Б) \times 100/m_0 \quad (1)$$

$$x_2 = (A-8,4Б) \times 100/A \quad (2)$$

где: x_1 – массовая доля связанной влаги в мясе, %;

x_2 – содержание связанной влаги в общей влаге, %;

Б – площадь влажного пятна, см²;

m_0 – масса взвешенных образцов мяса, мг;

А – общая масса влаги в образцах мяса, мг.

Пробоподготовка, измельчение проб и отбор их навесок при микробиологическом анализе, проводилась согласно ГОСТ Р 51 448. Отбирали 1,0 см³ взвеси из подготовленного образца, снимали крышку пластины и в центр пластины вносили отобранный объем взвеси. Внесенная взвесь равномерно распределялась по поверхности. После чего закрывали крышку пластины и размещали в термостат, располагая ее в горизонтальном положении крышкой вниз. После чего инкубировали посеы 24-48 ч при температуре 30-35 °С. Проводили учет результатов анализа по ГОСТ 10444.15 [10].

Результаты исследований

Результаты исследования показали значительное снижение напряжения среза мяса с увеличением продолжительности ультразвуковой обработки для всех четырех видов мяса (табл. 1, рис. 1). Наиболее выраженная реакция наблюдалась у свинины: напряжение среза снизилось с 11,42 кПа до 5,74 кПа через 15 минут после обработки. Говядина показала умеренное снижение напряжения среза, его значения варьировались от 16,53 кПа до 10,20 кПа. Баранина и конина также продемонстрировали снижение напряжения сдвига: с 12,63 кПа до 7,73 кПа и с 13,17 кПа до 8,06 кПа, соответственно.

Таблица 1 – Напряжение среза разных видов мяса в зависимости от продолжительности ультразвуковой обработки, кПа

Образец	Время воздействия ультразвука, мин				
	0	2	5	10	15
Свинина	11,42	8,23	6,89	6,42	5,74
Говядина	16,53	12,04	10,84	10,73	10,20
Баранина	12,63	9,25	8,10	7,98	7,73
Конина	13,17	9,65	8,45	8,33	8,06

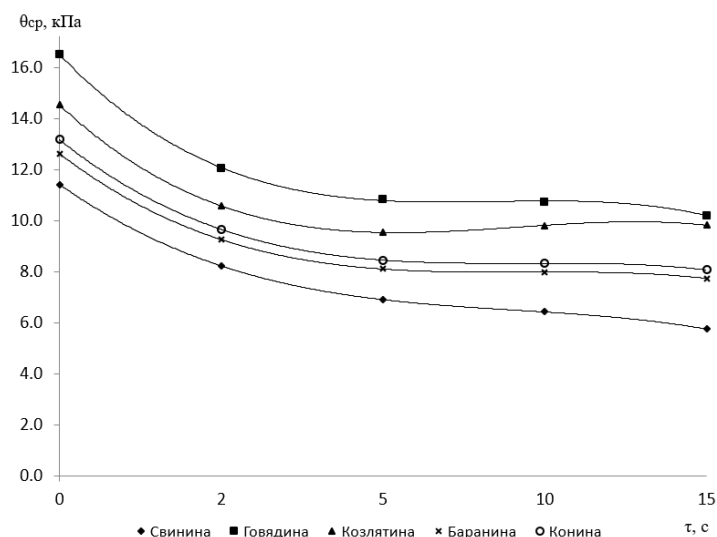


Рисунок 1 – Влияние продолжительности ультразвуковой обработки на изменение напряжения среза мяса

Ультразвуковая обработка оказала положительное влияние на влагосвязывающую способность мяса. Во всех видах мяса с увеличением времени ультразвуковой обработки наблюдалось стабильное увеличение влагосвязывающей способности (рисунок 2). Это свидетельствует о том, что ультразвуковая обработка нарушает структуру мышц и белковые сети, что позволяет лучше удерживать воду. Максимальное увеличение влагосвязывающей способности произошло при 15 минутах обработки, что свидетельствует о том, что эта продолжительность оптимальна для повышения влагосвязывающей способности всех четырех видов мяса.

Исходная влагосвязывающая способность каждого вида мяса была различной, причем самая высокая была у говядины (64,30%), а самая низкая – у свинины (51,60%). После 15-минутной обработки наибольшее увеличение влагосвязывающей способности показала говядина (75,23%), за ней следуют конина (73,19%), баранина (69,92%) и свинина (57,28%).

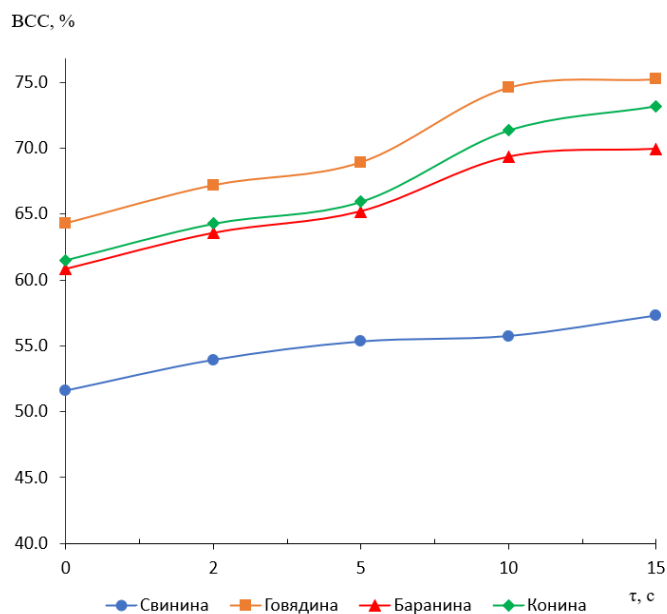


Рисунок 2 – Влияние продолжительности ультразвуковой обработки на изменение влагосвязывающей способности мяса

Результаты исследования (табл. 2) позволили получить представление об изменении микробной нагрузки при воздействии ультразвука и ее потенциальном влиянии на безопасность мяса в соответствии с нормативными требованиями. Необходимо отметить снижение количества патогенных микроорганизмов во всех видах мяса по мере увеличения продолжительности ультразвуковой обработки. Это снижение особенно заметно при большей продолжительности обработки, причем наиболее значительное уменьшение наблюдается после 10 и 15 минут ультразвукового воздействия. Эта тенденция свидетельствует о том, что ультразвуковая обработка оказывает заметное влияние на популяцию микроорганизмов, что может способствовать повышению безопасности мяса.

Таблица 2 – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в разных видах мяса в зависимости от продолжительности ультразвукового воздействия

Образец	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более					Норматив по ТР ТС 034/2013*, не более
	Продолжительность обработки, мин					
	0	2	5	10	15	
Свинина	$0,5 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
Говядина	$0,4 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
Баранина	$0,4 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
Конина	$0,3 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	$0,1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$

*Технический регламент Таможенного союза 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»

Во всех образцах мяса до и после обработки ультразвуком не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки, патогенные и условно патогенные, в том числе сальмонеллы, а также дрожжи и плесени.

Обсуждение научных результатов

Наблюдаемое снижение напряжения среза мяса после ультразвуковой обработки можно объяснить механическим разрушением мышечных волокон под действием ультразвуковых волн. Эти изменения в структуре мышц приводят к снижению устойчивости мяса к деформации, в результате чего продукт становится более нежным. Степень снижения напряжения среза у разных видов мяса различна из-за различий в структуре мышц, составе белков и содержании соединительной ткани. Свинина, имеющая более тонкие мышечные волокна и меньшее содержание соединительной ткани, более восприимчива к ультразвуковому воздействию по сравнению с говядиной, бараниной и кониной.

Ультразвуковая обработка приводит к изменению структуры мяса и распределению воды, в результате чего улучшается влагосвязывающая способность. Это может привести к уменьшению потери влаги, улучшению текстуры и увеличению срока хранения. Кроме того, ультразвуковая обработка может потенциально повысить пищевую ценность мяса за счет ускорения денатурации белка и повышения его растворимости.

Снижение количества патогенных микроорганизмов при воздействии ультразвуком может быть обусловлена рядом факторов, включая явление кавитации, т.е. образование и схлопывание пузырьков в жидкости, которые могут повреждать микроорганизмы; сдвиговые силы, которые могут разрушать клеточные стенки микроорганизмов; выделение тепла, которое может привести к гибели микроорганизмов.

Заключение

В заключение следует отметить, что результаты данных исследований свидетельствуют о том, что ультразвуковая обработка позволила улучшить показатели напряжения среза мяса. Более длительная обработка привела к повышению влагосвязывающей способности всех видов мяса. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии ультразвуковой обработки на снижение численности мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в мясе, которые могут способствовать порче мяса и сокращению срока его хранения.

Таким образом, ультразвуковая обработка имеет важное значение для мясной промышленности, поскольку она может быть использована в качестве нетермического воздействия для повышения качества, безопасности и увеличения срока хранения различных мясных продуктов.

Список литературы

1. Разинькова В.Г., Гордеева А.Б., Борисенко А.А., Борисенко А.А., Борисенко Л.А. Зарубежный опыт и перспективы использования ультразвуковой обработки в пищевой промышленности. – 2021. – С. 217.
2. Горбунова Н.А. Альтернативные технологии – ультразвук в мясной промышленности (по материалам зарубежной литературы) // Все о мясе. – 2016. – №. 2. – С. 37-41.
3. Позднякова Ю.М., Ким Г.Н., Ковалев Н.Н., Перцева А.Д. Биоконверсия мышечной ткани трепанга методом ультразвуковой обработки и ферментативного гидролиза // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 54-59.
4. Guillermic R.M. et al. Characterization of the mechanical properties of high-moisture meat analogues using low-intensity ultrasound: Linking mechanical properties to textural and nutritional quality attributes // Food Research International. – 2023. – Т. 173.– P. 113193.
5. Горбунова Н.А. Альтернативные технологии-ультразвук в мясной промышленности (по материалам зарубежной литературы) // Все о мясе. – 2016. – №. 2. – С. 37-41.
6. Потороко И.Ю., Цирульниченко Л.А. Инновационные способы улучшения потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3. – №. 3. – С. 55-62.
7. Ибрагимова И.Е., Артемов Р.В. Перспективы использования физических методов обработки сырья в технологии производства рыбных фаршей // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр пищевых систем им. ВМ Горбатова РАН. – 2016. – №. 1. – С. 134-137.

8. Corde S., Thaury C., Phuoc K. Ta, Lifschitz A., Lambert G., Lundh O., Brijesh P., Arantchuk L., Sebban S., Rouse A., Faure J., & Malka V. // Betatron emission as a diagnostic for injection and acceleration mechanisms in laser-plasma accelerators. Plasma Physics and Controlled Fusion. – 2012 – 54(12). – P. 1-8.
9. Пат. 28152РК. Способ определения водосвязывающей способности пищевых продуктов / Кабулов Б.Б., Какимов А.К., Есимбеков Ж.С., Ибрагимов Н.К.; опубл. 17.02.2014, Бюл. № 2.
10. ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа. Введ. 01.01.2013 г. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 37 с.

References

1. Razinkova V.G., Gordeeva A.B., Borisenko A.A., Borisenko A.A., Borisenko L.A. Foreign experience and prospects of using ultrasonic processing in the food industry. – 2021. – P. 217. (In Russian).
2. Gorbunova N.A. Alternative technologies – ultrasound in the meat industry (based on materials from foreign literature) // All about meat. – 2016. – No. 2. – P. 37-41. (In Russian).
3. Pozdnyakova Yu.M., Kim G.N., Kovalev N.N., Pertseva A.D. Bioconversion of trepang muscle tissue by ultrasonic treatment and enzymatic hydrolysis // Bulletin of KrasSAU. – 2015. – No.4. – P. 54-59. (In Russian).
4. Guillermic R.M. et al. Characterization of the mechanical properties of high-moisture meat analogues using low-intensity ultrasound: Linking mechanical properties to textural and nutritional quality attributes // Food Research International. – 2023. – T. 173. – p. 113193. (In English).
5. Gorbunova N.A. Alternative technologies – ultrasound in meat industry (on the materials of foreign literature) // All about meat. – 2016. – No. 2. – P. 37-41. (In Russian).
6. Potoroko I.Yu., Tsiulnichenko L.A., The innovative way to improve the consumer properties of the poultry processing Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2015. – vol. 3. – No. 3. – P. 55-62. (In Russian).
7. Ibragimova I.E., Artyomov R.V. Prospects of using physical methods of processing raw materials in the technology of production of minced fish // International scientific and practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbатов. – Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов RAS. – 2016. – No. 1. – P. 134-137. (In Russian).
8. Corde S., Thaury C., Phuoc K. Ta, Lifschitz A., Lambert G., Lundh O., Brijesh P., Arantchuk L., Sebban S., Rouse A., Faure J., & Malka V. (2012). Betatron emission as a diagnostic for injection and acceleration mechanisms in laser-plasma accelerators. Plasma Physics and Controlled Fusion. – 54(12), 1-8. (In English).
9. Пат. 28152РК. A method for determining the water-binding capacity of food products / Kabulov B.B., Akimov A.K., Isimbekov Zh.S., Ibragimov N.K.; publ. 17.02.2014, Byul. № 2. (In Russian).
10. GOST R 54354-2011. Meat and meat products. General requirements and methods of microbiological testing. Introduction. 01.01.2013 – Moscow: Standartinform, 2013. – 37 p. (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. Орынбеков¹, Ж.С. Есимбеков², Ш. Жакупбекова¹,
А.О. Майжанова², Ш.А. Амирханов[†]**

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

²«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС-нің Семей филиалы,

071410, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Байтұрсынов к-сі, 29

*e-mail: shyngys_a@inbox.ru

УЛЬТРАДЫБЫСТЫҢ АЗЫҚ-ТҮЛІК ШИКІЗАТЫ МЕН ДАЙЫН ӨНІМНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Мақалада ультрадыбыстық өңдеудің ет сапасының өзгеруіне әсері туралы зерттеу нәтижелері келтірілген.

Ультрадыбыстық өңдеуді қолдану бойынша бұрын жүргізілген зерттеулердің көпшілігінде ет пен ет өнімдерінің сапалық көрсеткіштеріне оң әсері байқалды. Ультрадыбыстық өңдеу технологиялық процестерді жеделдетуде, еттің функционалдық-технологиялық және құрылымдық-механикалық қасиеттерін жақсартуда кең таралған.

Осы зерттеулер барысында жануарлардың әртүрлі ет үлгілері әртүрлі ұзақтықтағы ультрадыбыстық әсерге ұшырады, содан кейін шошқа, сиыр, қой және жылқы еттерінің кесілудегі кернеуінің, ылғалды байланыстыру қабілетінің және микробиологиялық көрсеткіштерінің өзгеруі анықталды. Нәтижесінде ультрадыбыстық өңдеу еттің барлық түрлерінің кесу кернеуінің төмендетуге мүмкіндік берді. Еттің ылғал байланыстырғыш қабілетін арттыратын ультрадыбыстық өңдеудің оңтайлы ұзақтығы анықталды. Ультрадыбыстық өңдеу ұзақтығы ұлғайған сайын еттердегі патогенді микроағзалардың санының төмендеуі байқалды.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша ет өнеркәсібі үшін ультрадыбыстық өңдеудің маңыздылығы туралы қорытынды жасалды, өйткені бұл әдіс физикалық, биохимиялық және микробиологиялық көрсеткіштерді, сапа мен қауіпсіздікті жақсарту және әртүрлі ет өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту үшін термиялық емес әсер ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: *ультрадыбыстық өңдеу, ет, ет өнімдері, кесілудегі кернеуі, ылғал байланыстырғыш қабілеті, микробиологиялық көрсеткіштер.*

**D. Orynbekov¹, Zh. Yessimbekov², Sh. Zhakupbekova¹,
A. Maizhanova², Sh. Amirkhanov¹**

¹Shakarim University of Semey,

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

²Semey branch "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry"

071410, Republic of Kazakhstan, Semey, Baitursynov str., 29

*e-mail: shyngys_a@inbox.ru

THE EFFECT OF ULTRASOUND ON THE QUALITY INDICATORS OF FOOD RAW MATERIALS AND FINISHED PRODUCTS

The article presents the results of a study of the effect of ultrasonic treatment on changes in the quality of meat.

In most of the previous studies on the use of ultrasonic treatment, a positive effect on the quality of meat and meat products was noted. Ultrasonic processing is widespread in accelerating technological processes, improving the functional, technological and structural and mechanical properties of meat.

In the course of these studies, meat samples of various animal species were subjected to ultrasound exposure of various durations, after which changes in shear stress, moisture binding capacity and microbiological parameters of pork, beef, mutton and horse meat were determined. As a result, ultrasonic processing has reduced the stress of cutting all types of meat. The optimal duration of ultrasonic treatment has been determined, which increases the moisture binding capacity of meat. As the duration of ultrasonic treatment increased, a decrease in the number of pathogenic microorganisms in meat was observed.

Based on the results of these studies, it was concluded that ultrasonic treatment is important for the meat industry, since this method can be used as a non-thermal effect to improve physical, biochemical and microbiological characteristics that increase the quality, safety and increase the shelf life of various meat products.

Key words: *ultrasonic processing, meat, meat products, shear stress, moisture binding capacity, microbiological parameters.*

Сведения об авторах

Думан Рымгалиевич Орынбеков – кандидат технических наук, Председатель Правления – Ректор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD, научный сотрудник, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», zh.yessimbekov@rpf.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – магистр технических наук, докторант, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», siyanie_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – магистр технических наук, младший научный сотрудник, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Шыңғыс Амиржанұлы Амирханов – магистр техники и технологии, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», shyngys_a@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-1981>.

Авторлар туралы мәліметтер

Думан Рымгалиевич Орынбеков – техника ғылымдарының кандидаты, Басқарма Төрағасы – Ректор, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD, ғылыми қызметкер, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, zh.yessimbekov@rpf.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – техника ғылымдарының магистрі, докторант, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, siyanie_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – техника ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Шыңғыс Амиржанұлы Амирханов – техника және технология магистрі, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, shyngys_a@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-1981>.

Information about the authors

Duman Orynbekov – candidate of technical sciences, Chairman of the Board – Rector, NCJSC "Shakarim University of Semey", duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Zhanibek Yessimbekov – PhD, research associate, Semey branch "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", zh.yessimbekov@rpf.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Shugyla Zhakupbekova – master of technical sciences, doctoral student, NCJSC "Shakarim University of Semey", siyanie_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Aigul Maizhanova – master of technical sciences, junior research assistant, Semey branch "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Shyngys Amirkhanov – master of engineering and technology, NCJSC "Shakarim University of Semey", shyngys_a@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-1981>.

Материал поступил в редакцию 07.12.2023 г.

М.А. Абсалимова^{1*}, А.М. Таева¹, Б.А. Рскелдиев¹, О.В. Перегончая², И.А. Глотова²

¹Алматинский технологический университет,

050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

*e-mail: m.absalimova@atu.kz

СООТНОШЕНИЕ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ В РЕЦЕПТУРАХ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Аннотация: Популярными продуктами на потребительском рынке Республики Казахстан являются мясные полуфабрикаты. При этом приоритетные позиции, согласно трендам потребительского спроса, сохраняют рубленые полуфабрикаты. Эффективным подходом для замены части мясного сырья в рецептурах рубленых полуфабрикатов является разработка функциональных аналогов мясного сырья и продуктов на его основе за счет использования растительных сырьевых источников. Важной задачей является обеспечение гидратационных характеристик пищевой системы, не уступающим базовым рецептурам мясных полуфабрикатов традиционного состава. Цель работы – исследовать влияние белково-углеводной композиции (БУК) из соевой окары, нутовой муки и концентрата сывороточного белка КСБ-80 на влагоемкость и соотношение форм связи влаги в мясных рубленых полуфабрикатах с использованием актуальных для Республики Казахстан видов мясного сырья – говядины, баранины, мяса птицы. Результаты позволяют сравнить температурные интервалы ступеней теплового превращения и количества удаляемой на отдельных стадиях дегидратации воды из фазы исследованных образцов. Первая ступень, соответствующая удалению физико-механически связанной влаги, протекает в интервале температур от комнатной до 32-34°C для всех образцов. Количество такой воды в фазе проб не превышает 2%. Осмотически связанная влага, удаляемая на второй ступени, составляет основу всей воды, насыщающей пробы. Ее количество максимально в составе образцов № 2 и 3. При этом для образцов № 2 и 3 также характерен самый широкий температурный интервал второй ступени дегидратации: 94°C и 103°C соответственно. Удаление адсорбционно и химически связанной влаги на третьей ступени теплового превращения происходит при высоких температурах и может сопровождаться термолизом компонентов проб. Доля удаляемой на данной стадии процесса влаги из фазы образцов не превышает 16,3%, максимальна для БУК и минимальна для образца № 4 (13,7%). Результаты свидетельствуют о более высоком уровне гидратации образцов, приготовленных по модифицированным рецептурам с БУК, по сравнению с контрольным образцом. Это обусловлено влиянием на степень связанности молекул воды белково-углеводного комплекса, содержащего в своем составе полисахариды, а также простые сахара и дисахариды.

Ключевые слова: свободная вода, связанная вода, влагосодержание, влагоемкость, дегидратация, неизотермический термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия

Введение

Вода играет важную роль в технологии живых систем и полученных на их основе пищевых систем, в том числе в технологии формирования и сохранения потребительских свойств продовольственных товаров [1].

Популярными продуктами на потребительском рынке Республики Казахстан являются мясные полуфабрикаты. При этом приоритетные позиции, согласно трендам потребительского спроса, сохраняют рубленые полуфабрикаты [2]. Эффективным подходом для замены части мясного сырья в рецептурах рубленых полуфабрикатов является разработка функциональных аналогов мясного сырья и продуктов на его основе за счет

использования растительных сырьевых источников, как с позиций снижения антропологической нагрузки сельскохозяйственных предприятий на окружающую природную среду, так и с позиций экономической целесообразности.

Важной задачей является не только обеспечение адекватности аминокислотного состава суммарного белка продукта физиологическим потребностям организма человека, но и обеспечение гидратационных характеристик пищевой системы, не уступающим базовым рецептурам мясных полуфабрикатов традиционного состава. Поставленным задачам отвечает использование растительных и животных биополимеров в составе белково-углеводных композиций (БУК). Имеется положительный опыт использования БУК в технологии эмульсионных продуктов [3], паштетов [4], мясо-растительных рубленых полуфабрикатов для геродиетического питания [5]. В качестве альтернативного мясу растительного сырья, в том числе в составе БУК, перспективу имеет вторичный продукт технологического процесса переработки соевых бобов с получением соевого молока и его производных, а именно, соевая окара [6].

Цель работы – исследовать влияние белково-углеводной композиции из соевой окары, нутовой муки и концентрата сывороточного белка КСБ-80 на влагоемкость и соотношение форм связи влаги в мясных рубленых полуфабрикатах с использованием актуальных для Республики Казахстан видов мясного сырья – говядины, баранины, мяса птицы.

Условия и методы исследования

Для проведения исследований были приготовлены четыре образца, характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика образцов

Номер образца	Характеристика образца
Образец 1	Белково-углеводная композиция (БУК) состава: соевый фарш Окара – мука нутовая – концентрат сывороточного белка (КСБ 80) в соотношении 9:5:10 в виде гидратированной смеси
Образец 2	Базовая рецептура фарш для котлет состава, кг /100 кг: мясо котлетное говяжье – 54; мясо котлетное свиное – 10; хлеб пшеничный – 12
Образец 3	Модифицированная рецептура № 1 – фарш для котлет состава, кг / 100 кг: мясо котлетное говяжье – 41; мясо птицы – 10; БУК – 25
Образец 4	Модифицированная рецептура № 2 – фарш для котлет состава, кг/ 100 кг: мясо котлетное говяжье – 46; фарш бараний – 10; БУК – 20

Исследования проводили на приборе ТГ-ДСК модели STA 449 F3 Jupiter. Для четырех образцов проводили сравнительную оценку следующих параметров: удельной энергии испарения, окончательной температуры испарения, зависимости степени превращения вещества (α) от абсолютной температуры нагрева образцов (Т, К), численных параметров комплексных пиков на кривых дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии (ТГ).

Кинетику удаления летучих компонентов из образцов в неизотермических условиях исследовали на приборе синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter с держателем образца (ДСК/ТГ) типа S в алюминиевом тигле с проколотой крышкой (в качестве эталона использовался пустой алюминиевый тигель с проколотой крышкой). Измерения проводились в среде азота класса 5,0 (расход активного газа 50 мл/мин, расход защитного газа 20 мл/мин). Программное обеспечение: NETZSCHProteus – Термический анализ. Программа нагрева: нагрев от 25°С до 200°С со скоростью 2 град/мин.

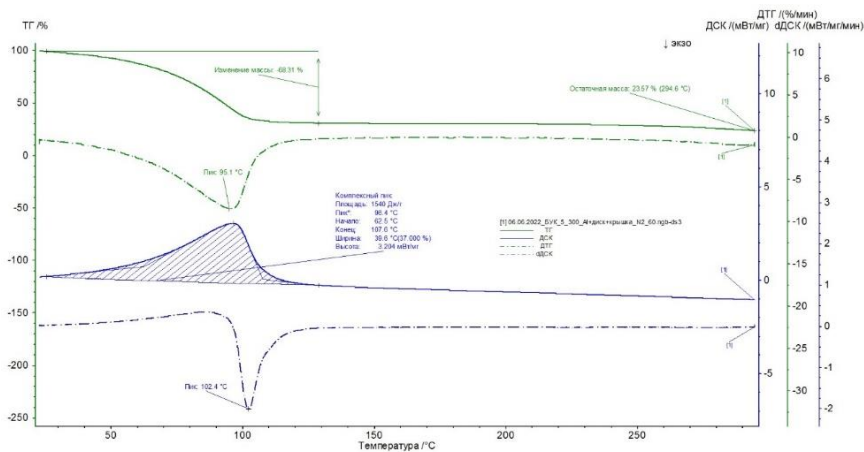
Для получения сведений о механизме дегидратации и количественном содержании в образцах свободной и связанной воды полученные данные кривых ТГ были обработаны по методикам, описанным в работах [7-9].

Результаты исследований

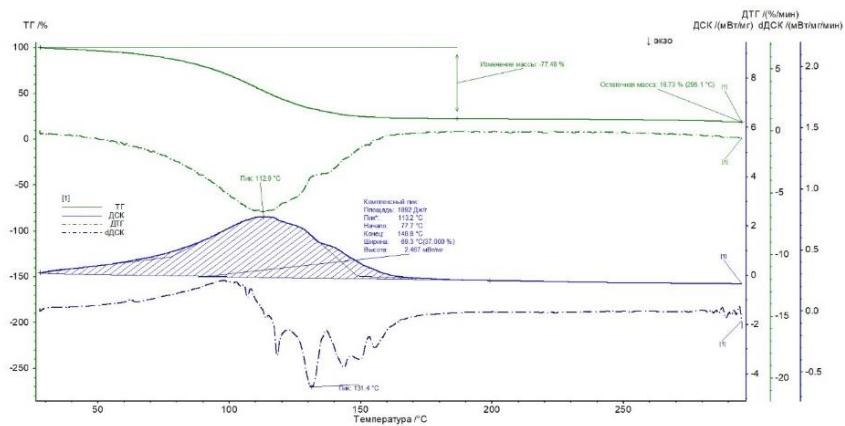
Общая влагоемкость продуктов питания является важнейшей характеристикой, влияющей на структуру, консистенцию и микробиологические показатели [10]. В зависимости от способности молекул воды к участию в химических, биохимических и микробиологических изменениях пищевых систем воду принято подразделять на свободную и связанную [11, 12].

Исследование общего влагосодержания и количественного соотношения различных форм связи воды в продуктах питания возможно путем неизотермического термического

анализа. Первичная информация, полученная на приборе STA 449 F3 Jupiter, представлена на рисунках 1 и 2.

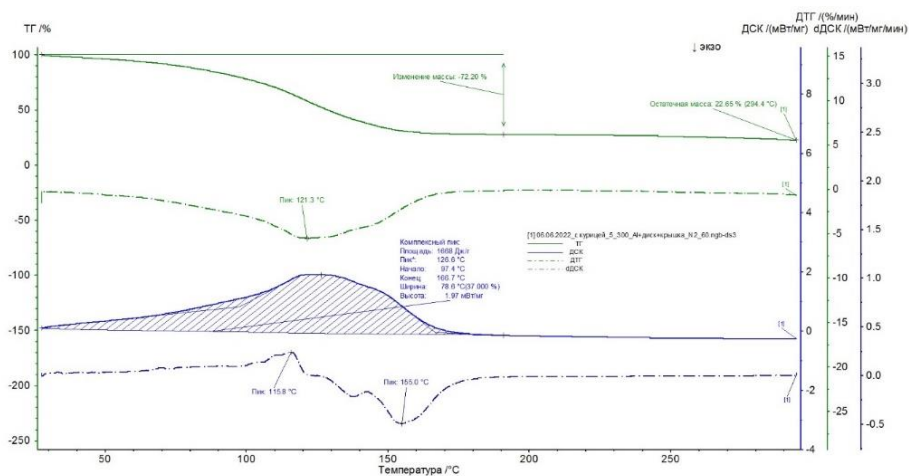


а

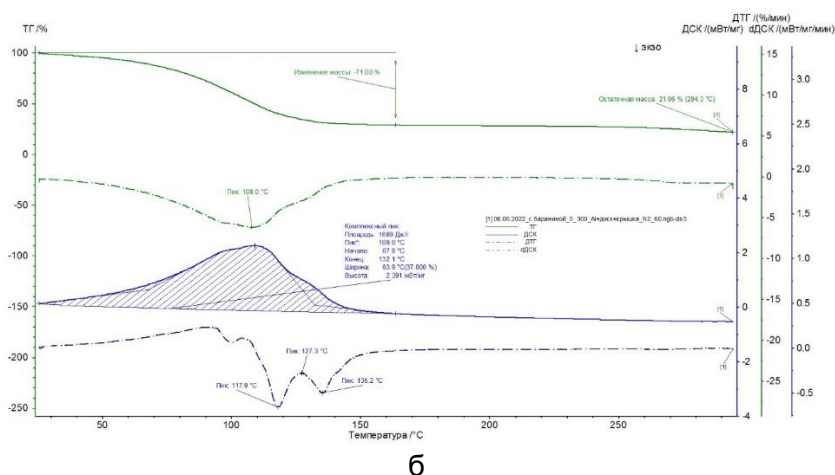


б

а – белково-углеводный концентрат (БУК), б – базовая рецептура фарша (контроль)
Рисунок 1 – Термограммы образцов



а



б

а – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, б – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК

Рисунок 2 – Термограммы образцов

На всех термограммах (рис. 1, 2) кривые ТГ образцов демонстрируют активное снижение массы в интервале от 30°C до 107-167°C, которое связано с удалением летучих компонентов. Температуры пика и окончания теплового превращения зависят от природы, состава и структурной неоднородности образцов (табл. 2). Данное изменение массы сопровождается пиком эндотермического теплового превращения на кривых ДСК для всех образцов. Нагревание до более высоких температур к существенным изменениям массы не приводит. В таблице 2 представлены параметры термограмм исследованных образцов: № 1 – белково-углеводная композиция (БУК), № 2 – базовая рецептура фарша (контроль), № 3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, № 4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

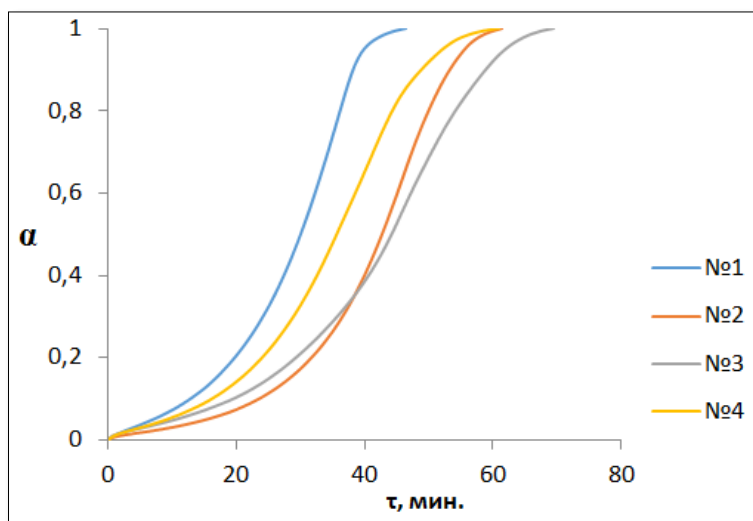
Таблица 2 – Параметры термограмм, исследованных образцов по данным рисунков 1 и 2

Параметры комплексных пиков	Образцы			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 5
Кривые ДСК				
Температурный интервал пика, °C	62,5-107,6	80,7-149,7	97,4-166,7	67,8-147,0
Температура экстремума пика, °C	96,4	120,9	126,6	109,0
Площадь, Дж/г	1540	1858	1668	1689
Кривые ТГ				
Остаток массы образца в конце теплового превращения, %	31,64	21,54	28,78	29,75
Температура окончания теплового превращения, °C	115,9	149,7	166,7	147,0
Температура экстремума теплового превращения, °C	96,4	119,9	121,3	108,0

Нагревание приводит к удалению из фазы исследованных образцов кинетически активных в данных условиях частиц. Поэтому на начальном этапе термолиза удаляется свободная вода. По мере роста температуры в процессе снижения массы образца будут участвовать всё менее и менее активные частицы. В температурном интервале 60-80°C большинство белков подвергаются денатурации без потери массы, а при температурах выше 100-120°C дегидратация может сопровождаться термическим разложением полипептидов с выделением летучих продуктов распада [7, 8].

Для выявления механизма и значений кинетических параметров процесса термолиза исследованных образцов применяли метод, основанный на зависимости степени превращения вещества (α) от времени (τ) [7-9]. Величину α рассчитывали по кривым ТГ как

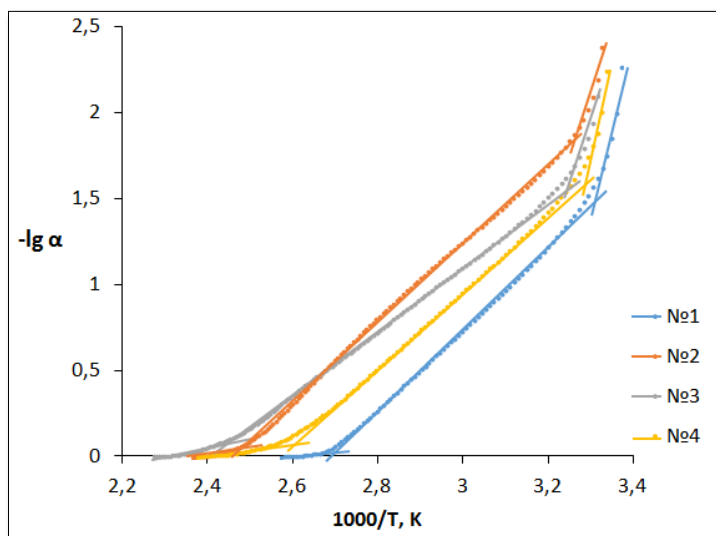
отношение количества удаленного при данной температуре летучего компонента к общей потере массы образца в конце теплового превращения.



№ 1 – БУК, № 2 – базовая рецептура фарша (контроль), №3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, №4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

Рисунок 3 – Зависимость степени превращения α от времени τ для образцов

На рисунке 3 представлена кинетическая кривая изменения степени превращения вещества (α) в процессе термолиза исследованных образцов. Зависимость имеет S-образный вид для всех образцов, что подтверждает наличие различий в скорости удаления летучих компонентов на разных этапах (степенях) процесса. Малая скорость нагрева (2 град/мин) и небольшой температурный интервал, в котором происходит дегидратация образцов, позволяют применить для описания механизма этого процесса положения изотермической кинетики. С целью выявления температурных характеристик ступеней дегидратации для образцов № 1-4 (рис. 3) были построены зависимости в координатах $\lg \alpha$ от $1/T$ (рис. 4).



№1 – БУК, №2 – базовая рецептура фарша (контроль), №3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, №4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

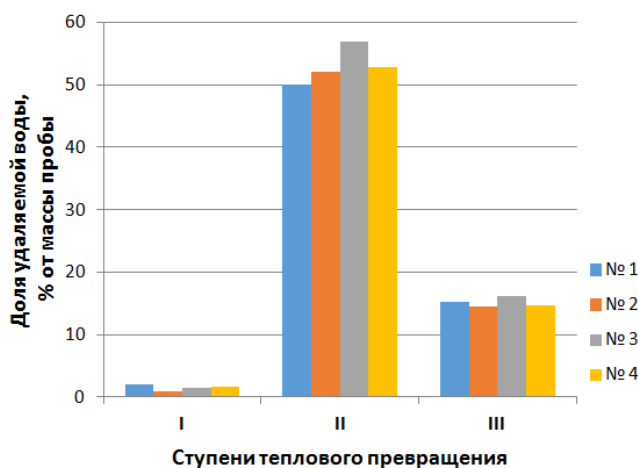
Рисунок 4 – Зависимость степени превращения α от температуры T для образцов

Данные о кинетике дегидратации образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Кинетические характеристики дегидратации образцов № 1-4

Образец	Степень дегидратации	$\Delta T, K$	$\Delta t, ^\circ C$	$\Delta \alpha$, % от массы удаленной воды	Доля удаленной воды, % от массы пробы
№ 1	I	295-304	22-31	0,0-3,00	2,04
	II	304-367	31-94	3,00-76,2	50,1
	III	367-389	94-116	76,2-100	15,3
№ 2	I	300-305	27-32	0-1,08	0,80
	II	305-399	32-126	1,08-78,4	52,1
	III	399-423	126-150	78,4-100	14,4
№ 3	I	300-307	27-34	0-2,01	1,44
	II	307-410	34-137	2,01-80,8	56,9
	III	410-440	137-167	80,8-100	16,1
№ 4	I	298-305	25-32	0-2,25	1,58
	II	305-385	32-112	2,25-77,4	52,8
	III	385-420	112-147	77,4-100	14,7

Таким образом, исследованные образцы преимущественно содержат в своем составе свободную воду, удаляемую на первой и второй ступенях дегидратации, ее доля достигает 57%. Содержание связанной воды в образцах находится на уровне 14-16%. Распределение удаленной воды по ступеням дегидратации для исследованных образцов в процессе термолиза представлено на рисунке 5.



№1 – БУК, №2 – базовая рецептура фарша (контроль), №3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, №4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

Рисунок 5 – Распределение удаленной воды по ступеням дегидратации при термолизе образцов

Обсуждение научных результатов

Площадь комплексных пиков на кривых ДСК пропорциональна значению тепловых эффектов наблюдаемых процессов. Сравнение параметров термограмм для образцов № 1-4 (рис. 1, табл. 2) показывает самое низкое значение площади комплексного пика для БУК по сравнению с другими образцами. При этом самое большое значение теплового эффекта демонстрирует контрольный образец. Образцы № 3 и № 4, представляющие собой композиты базовой рецептуры фарша с мясом птицы и баранины соответственно, а также включающие БУК, демонстрируют близкие значения площадей пиков тепловых превращений (рис. 2, табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о выравнивании и снижении комплексных тепловых эффектов удаления летучих компонентов из фазы образцов № 3 и № 4 по сравнению с контрольным образцом № 2 при добавлении в мясной фарш белково-углеводного концентрата.

Температурные зависимости степени превращения для образцов № 1-4 имеют по три линейных участка (рис. 4), каждый из которых соответствует ступени удаления летучих

компонентов из фазы образца. Имеющиеся в литературе сведения и применяемая в сушильных технологиях классификация форм связи влаги [11-13] позволяют предположить, что первая ступень дегидратации соответствует удалению физико-механически связанной влаги, заполняющей капилляры и узкие поры образца. Это молекулы, обладающие наибольшей кинетической активностью вследствие малой энергии связи с материалом. Переход ко второй ступени дегидратации для всех образцов происходит плавно ввиду наложения друг на друга процессов удаления влаги разной степени связанности (рис.4).

Второй этап дегидратации является самым продолжительным и связан с удалением осмотически связанной влаги, локализованной внутри клеток и формирующей гель. Молекулы осмотически связанной воды обладают высокой кинетической активностью и небольшой степенью связанности с материалом образца.

Дальнейшее увеличение температуры до 130-150°C и более приводит к удалению прочно связанной с гидратационными центрами адсорбционной и химически связанной влаги, а также к частичному термолизу матрицы образцов. Последнее подтверждается сложной формой пиков ДСК на термограммах в области высоких температур (рис. 1 и 2).

Результаты, представленные в таблице 3, позволяют сравнить температурные интервалы ступеней теплового превращения и количества удаляемой на отдельных стадиях дегидратации воды из фазы исследованных образцов. Первая ступень, соответствующая удалению физико-механически связанной влаги, протекает в интервале температур от комнатной до 32-34°C для всех образцов. Количество такой воды в фазе проб не превышает 2%. Осмотически связанная влага, удаляемая на второй ступени, составляет основу всей воды, насыщающей пробы. Ее количество максимально в составе образцов № 2 и 3. При этом для образцов 2 и 3 также характерен самый широкий температурный интервал второй ступени дегидратации: 94°C и 103°C соответственно. Удаление адсорбционно и химически связанной влаги на третьей ступени теплового превращения происходит при высоких температурах и может сопровождаться термолизом компонентов проб. Доля удаляемой на данной стадии процесса влаги из фазы образцов не превышает 16,3%, максимальна для БУК и минимальна для образца № 4 (13,7%).

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о более высоком уровне гидратации образцов № 3 и № 4, приготовленных по модифицированным рецептурам с БУК, по сравнению с контрольным образцом. Данный факт обусловлен влиянием на степень связанности молекул воды белково-углеводного комплекса, содержащего в своем составе полисахариды, а также простые сахара и дисахариды. Благодаря способности низкомолекулярных углеводов, формировать дополнительные водородные связи с водой и белковыми компонентами, показанное в работе [14], дисахариды БУК увеличивают гидратацию модифицированных образцов.

Помимо вещественного состава, на гидратацию и влагоудерживающую способность фаршей при термической обработке влияют их микроструктурные особенности.

Список литературы

1. Красуля О.Н., Николаева С.В., Токарев А.В., Краснов А.Е., Панин И.Г. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика. – Санкт-Петербург, Издательство: ГИОРД. – 2015. – 320 с.
2. Таипов Т.А. Опыт и экономические проблемы производства мяса и продуктов его переработки в Казахстане // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 8. – С. 105-109; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42247> (дата обращения: 07.12.2023).
3. Письменный С.А., Варивода А.А. Разработка технологии эмульсионных продуктов с белково-углеводной композицией // Ползуновский вестник. – 2022. – № 1. – С. 15-22.
4. Попова Я.А., Курчаева Е.Е., Бутко В.В. Перспективы использования белково-углеводных композиций в производстве эмульгированных мясных изделий // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2021. – № 1(16). – С. 54-59.
5. Гартованная Е.А., Иванова К.С. Биологическая безопасность фарша на основе мяса перепела, обогащенного белково-углеводной композицией и ферментом трансклутаминой // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 1(154). – С. 139-145.

6. Способ производства мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением белково-углеводной композиции. Патент №7277, Республика Казахстан, 2022/0376.2 (22) 03.05.2022 (45) 08.07.2022.
7. Шахов С.В., Саранов И.А., Садибаев А.К., Малибеков А.А., Литвинов Е.В., Груздов П.В. Исследование форм связи влаги в рапсе методом термогравиметрического анализа // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. № 1 (79). – С. 27-31.
8. Глотова И.А., Кусакина О.С., Перегончая О.В., Синяева Л.А. Дегидратация мяса виноградной улитки "Helix pomatia" при исследовании методами ИК-спектроскопии и термического анализа // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2017. – Т. 17. – № 3. С. 460-465.
9. Курчаева Е.Е., Перегончая О.В. Влияние добавок пищевых волокон на влагоемкость мясных полуфабрикатов по данным синхронного термического анализа // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2018. – № 2(11). – С. 165-170.
10. Cherednichenko, O., Val-Prylypko, L., Paska, M., & Nikolaenko, M. (2021). Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 723, Issue 3, p. 032086). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032086>
11. Вода в полимерах / Под ред. Роуланда. – М.: Мир, 1984. – 315 с.
12. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
13. Рогов И.А., Митасева Н.С., Николаев Н.С., Юзов С.Г. Активность воды в многокомпонентных пищевых системах – М.: МГУПБ, 2009. – 67 с.
14. Liu F., Teodorowicz M., van Boekel M.A.J.S., Wichers H.J., & Hettinga K.A. (2016). The decrease in the IgG-binding capacity of intensively dry heated whey proteins is associated with intense Maillard reaction, structural changes of the proteins and formation of RAGE-ligands. In Food & Function. – 2016. – Vol. 7, Issue 1. – P. 239-249. Royal Society of Chemistry (RSC). <https://doi.org/10.1039/c5fo00718f>

References

1. Krasulya O.N., Nikolaeva S.V., Tokarev A.V., Krasnov A.E., Panin I.G. Modelirovanie receptur pishchevykh produktov i tekhnologij ih proizvodstva: teoriya i praktika. – Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo: GIORД. – 2015. – 320 p. (In Russian).
2. Taipov T.A. Oпыt i ekonomicheskie problemy proizvodstva myasa i produktov ego pererabotki v Kazahstane // Fundamental'nye issledovaniya. – 2018. – № 8. – P. 105-109; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42247> (data obrashcheniya: 07.12.2023). (In Russian).
3. Pis'mennyj S.A., Varivoda A.A. Razrabotka tekhnologii emul'sionnykh produktov s belkovo-uglevodnoj kompoziciej // Polzunovskij vestnik. – 2022. – № 1. – P. 15-22. (In Russian).
4. Popova YA.A., Kurchaeva E.E., Butko V.V. Perspektivy ispol'zovaniya belkovo-uglevodnykh kompozicij v proizvodstve emul'gированных мясных изделий // Tekhnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii. – 2021. – № 1(16). – P. 54-59. (In Russian).
5. Gartovannaya E.A., Ivanova K.S. Biologicheskaya bezopasnost' farsha na osnove myasa perepela, obogashchennogo belkovo-uglevodnoj kompoziciej i fermentom transglyutaminazoj // Vestnik KrasGAU. – 2020. – № 1(154). – P. 139-145. (In Russian).
6. Sposob proizvodstva myasnyh rublenykh polufabrikatov s dobavleniem belkovo-uglevodnoj kompozicii. Patent №7277, Respublika Kazahstan, 2022/0376.2 (22) 03.05.2022 (45) 08.07.2022. (In Russian).
7. Shahov S.V., Saranov I.A., Sadibaev A.K., Malibekov A.A., Litvinov E.V., Gruzдов P.V. Issledovanie form svyazi vlagi v rapse metodom termogravimetricheskogo analiza // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij. – 2019. – Т. 81. – № 1(79). – P. 27-31. (In Russian).
8. Glotova I.A., Kusakina O.S., Peregonchaya O.V., Sinyaeva L.A. Degidratatsiya myasa vinogradnoj ulitki "Helix pomatia" pri issledovanii metodami IK-spektrskopii i termicheskogo analiza // Sorbcionnye i hromatograficheskie processy. – 2017. – Т. 17. – № 3. – P. 460-465. (In Russian).

9. Kurchaeva E.E., Peregonchaya O.V. Vliyanie dobavok pishchevyyh volokon na vlaguemkost' myasnyh polufabrikatov po dannym sinhronnogo termicheskogo analiza // Tekhnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii. – 2018. – № 2 (11). – P. 165-170. (In Russian).
10. Cherednichenko O., Bal-Prylypko L., Paska M., & Nikolaenko M. Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021 (Vol. 723, Issue 3, p. 032086). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032086>. (In English).
11. Voda v polimerah / Pod red. Roulenda. – M.: Mir, 1984. – 315 p. (In Russian).
12. Nechaev A.P., Traubenberg S. E., Kochetkova A.A. Pishchevaya himiya. – SPb.: GIOR, 2003. – 640 p. (In Russian).
13. Rogov I.A., Mitaseva N.S., Nikolaev N.S., YUzov S.G. Aktivnost' vody v mnogokomponentnyh pishchevyyh sistemah – M.: MGUPB. – 2009. – 67 p. (In Russian).
14. Liu F., Teodorowicz, M., van Boekel M.A.J.S., Wichers H.J., & Hettinga K.A. The decrease in the IgG-binding capacity of intensively dry heated whey proteins is associated with intense Maillard reaction, structural changes of the proteins and formation of RAGE-ligands. In Food & Function. – 2016. – Vol. 7, Issue 1. – P. 239-249. Royal Society of Chemistry (RSC). <https://doi.org/10.1039/c5fo00718f>. (In English).

М.А. Абсалимова^{1*}, А.М. Таева¹, Б.А. Рскелдиев¹, О.В. Перегончая², И.А. Глотова²

¹Алматы технологиялық университеті,

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к-сі, 100

²Император Петр I атындағы Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті,
394087, Ресей, Воронеж қаласы, Мичурин көшесі, 1

*e-mail: m.absalimova@atu.kz

АҚУЫЗ-КӨМІРСУ ҚҰРАМЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ӨЗГЕРТІЛГЕН, ТУРАЛҒАН ЕТ ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЫЛҒАЛ БАЙЛАНЫСЫНЫҢ ФОРМАЛАРЫНЫҢ АРАҚАТЫНАСЫ

Қазақстан Республикасының тұтыну нарығында ет жартылай фабрикаттары танымал өнімдер болып табылады. Бұл ретте тұтынушылық сұраныс трендтеріне сәйкес басым позицияны туралған жартылай фабрикаттар алады. Туралған жартылай фабрикаттардың рецептураларында ет шикізатының бір бөлігін ауыстырудың тиімді тәсілі өсімдік шикізатын пайдалану арқылы ет шикізаты мен оның негізіндегі өнімдердің функционалды аналогтарын жасау болып табылады. Дәстүрлі құрамдағы ет жартылай фабрикаттарының негізгі рецептураларынан кем түспейтін тамақ жүйесінің гидратациялық сипаттамаларын қамтамасыз ету маңызды міндет болып табылады. Жұмыстың мақсаты-соя оқарасынан, ноқат ұнынан және КСБ-80 сарысуы ақуызының концентратынан алынған ақуыз-көмірсу құрамының (АКК) ет шикізатының-сыыр етінің, қой етінің, құс етінің Қазақстан Республикасы үшін өзекті түрлерін пайдалана отырып, тартылған ет жартылай фабрикаттарындағы ылғал сыйымдылығына және ылғал байланысының формаларының арақатынасына әсерін зерттеу. Нәтижелер термиялық түрлендіру сатыларының температуралық интервалдарын және зерттелген үлгілер фазасынан судың дегидратациясының жекелеген сатыларында жойылатын мөлшерді салыстыруға мүмкіндік береді. Физикалық-механикалық байланысқан ылғалды кетіруге сәйкес келетін бірінші кезең барлық үлгілер үшін бөлме температурасынан 32-34°C температураға дейінгі аралықта өтеді. Сынама фазасындағы мұндай судың мөлшері 2%-дан аспайды. Екінші сатыда алынған осмотикалық байланысқан ылғал сынамаларды қанықтыратын барлық судың негізін құрайды. Оның саны № 2 және №3 үлгілердің құрамында барынша көп. Сонымен қатар, № 2 және № 3 үлгілер дегидратацияның екінші сатысының ең кең температуралық интервалымен сипатталады: сәйкесінше 94 °C және 103°C. Жылу конверсиясының үшінші сатысында адсорбциялық және химиялық байланысқан ылғалды кетіру жоғары температурада жүреді және сынама компоненттерінің термолізімен бірге жүруі мүмкін. Процестің осы кезеңінде үлгілер фазасынан алынатын ылғалдың үлесі 16,3%-дан аспайды, бұл АКК үшін өте жоғары және №4 үлгі үшін аз (13,7 %) болып табылады. Нәтижелер бақылау үлгісімен салыстырғанда

АКК-мен модификацияланған рецептуралар бойынша дайындалған үлгілерді ылғалдандырудың жоғары деңгейін көрсетеді. Бұл құрамында полисахаридтер, сондай-ақ қарапайым қанттар мен дисахаридтер бар ақуыз-көмірсулар кешенінің су молекулаларының байланыс дәрежесіне әсер етуіне байланысты.

Түйін сөздер: бос су, байланысқан су, ылғалдылық, ылғал сыйымдылығы, дегидратация, изотермиялық термиялық талдау, дифференциалды сканерлеу калориметриясы.

M.A. Absalimova^{1*}, A.M. Taeva¹, B.A. Rskeldiev¹, O.V. Peregonchaya², I.A. Glotova²

¹Almaty Technological University,
100, Tolebi str., Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan.

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,

²Michurina str., Voronezh, 394087, Russia.

*e-mail: m.absalimova@atu.kz

MOISTURE BINDING RATIO FORMS IN FORMULATIONS OF MINCED MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS MODIFIED USING PROTEIN-CARBOHYDRATE COMPOSITION

Abstract: Popular products in the consumer market of the Republic of Kazakhstan are meat semi-finished products. At the same time, according to trends in consumer demand, chopped semi-finished products retain priority positions. An effective approach to replace part of meat raw materials in the formulations of chopped semi-finished products is the development of functional analogs of meat raw materials and products on its basis using vegetable raw material sources. An important task is to ensure the hydration characteristics of the food system, are not inferior to the basic recipes of meat semi-finished products of traditional composition. The work aims to investigate the influence of protein-carbohydrate composition (PCC) from soya okara, chickpea flour, and whey protein concentrate WPC-80 on moisture capacity and the ratio of forms of moisture binding in meat minced semi-finished products with the use of actual for the Republic of Kazakhstan types of meat raw materials - beef, mutton, poultry meat. The results allow for comparing temperature intervals of stages of thermal transformation and the quantity of water removed at separate stages of dehydration from the phase of investigated samples. The first stage, corresponding to the removal of physico-mechanically bound moisture, occurs in the temperature range from room temperature to 32-34°C for all samples. The amount of such water in the sample phase does not exceed 2 %. Osmotically bound moisture removed at the second stage is the basis of all water saturating the samples. Its quantity is maximum in the composition of samples № 2 and № 3. At the same time, the widest temperature range of the second stage of dehydration also characterizes samples № 2 and 3: 94 °C and 103 °C, respectively. Removal of adsorption and chemically bound moisture at the third stage of thermal transformation occurs at high temperatures and may be accompanied by thermolysis of sample components. The share of moisture removed at this stage of the process from the phase of the sample does not exceed 16.3 %, which is maximum for PCC and minimum for sample № 4 (13.7 %). The results indicate a higher hydration level of the samples prepared according to the modified formulations with PCC, compared to the control sample. This is due to the influence of protein-carbohydrate complexes containing polysaccharides, simple sugars, and disaccharides on the degree of water molecules binding.

Key words: free water, bound water, moisture content, moisture capacity, dehydration, non-isothermal thermal analysis, differential scanning calorimetry

Сведения об авторах

Мамура Абсаттарқызы Абсалимова* – магистр техники и технологии, ассистент кафедры «Технология пищевых продуктов»; Алматинский технологический университет города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: m.absalimova@atu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2856-1013>.

Айгуль Маратовна Таева – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология пищевых продуктов», Алматинский технологический университет города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: aigul_taeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-9364>.

Бердикул Абдазимович Рскелдиев – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология пищевых продуктов», Алматинский технологический университет города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: berdan_r@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2133-0538>.

Ольга Владимировна Перегончая – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I города Воронеж, Российская Федерация; e-mail: ovp177@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-9027>.

Ирина Анатольевна Глотова – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I города Воронеж, Российская Федерация; e-mail: glotova-irina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>.

Авторлар туралы мәліметтер

Мамура Абсаттарқызы Абсалимова* – техника және технология магистрі, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының ассистенті; Алматы қаласының Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: m.absalimova@atu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2856-1013>.

Айгүль Маратқызы Таева – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының профессоры, Алматы қаласының Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: aigul_taeва@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-9364>.

Бердіқұл Әбдәзімұлы Рскелдиев – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының профессоры, Алматы қаласы Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: berdan_r@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2133-0538>.

Ольга Владимировна Перегончая – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, химия кафедрасының доценті, Воронеж қаласының император Петр I атындағы Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: ovp177@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-9027>.

Ирина Анатольевна Глотова – техника ғылымдарының докторы, «Ауыл шаруашылығы өнімдерін сақтау және қайта өңдеу технологиялары» кафедрасының профессоры, Воронеж қаласының император Петр I атындағы Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: glotova-irina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>.

Information about the authors

Mamura Absattarkyzy Absalimova* – Master of Engineering and Technology, assistant of the department «Technology of food products»; Almaty Technological University of Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: m.absalimova@atu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2856-1013>.

Aigul Maratovna Taeva – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Technology of food products», Almaty Technological University of Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: aigul_taeва@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-9364>.

Berdikul Abdazimovich Rskeldiev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Food Technology Department, Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: berdan_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2133-0538>.

Olga Vladimirovna Peregonchaya – Olga Vladimirovna Peregonchaya – PhD in Chemistry, Associate Professor, Associate Professor, Department of Chemistry, Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: ovp177@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-9027>.

Irina Anatolievna Glotova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Technologies of storage and processing of agricultural products», Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russian Federation; e-mail: glotova-irina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>.

Материал поступил в редакцию 08.12.2023 г.

МРНТИ: 65.33.03

Г.Д. Акшораева*, **М.М. Какимов**, **А.Б. Нуртаева**, **Н.Б. Утарова**, **Н.С. Машанова**
 Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина,
 010011, Республика Казахстан, город Астана, пр. Женис 62
 *e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕИНОВОГО ТЕСТА И ЕГО КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Аннотация: Поскольку в безглютеновом тесте отсутствует структурирующий глютен, его необходимо заменить гидроколлоидами или другими водосвязывающими соединениями, например, гуаровой камедью, ксантаном или гидроксипропилметилцеллюлозой. Обычно рецепт безглютенового хлеба содержит большее количество крахмала и обрабатывается с большим количеством воды по сравнению с пшеничным и ржаным тестом, что приводит к консистенции жидкого теста. Как следствие, в целом пищевая ценность этих хлебов недостаточно сбалансирована. Они богаты углеводами и не содержат пищевых волокон. Зеин является уникальным заменителем глютена в безглютеновой системе из-за его вязкоупругих свойств, аналогичных глютену. Проламин кукурузного зерна, зеин, показал некоторую перспективность в поведении как пшеничная клейковина, поскольку он может образовывать вязкоупругую белковую сеть, когда белок удерживается и смешивается при 35° С и больше, что выше его температуры стеклования (T_g). Зеин (проламин кукурузы) может проявлять вязкоупругую функциональность, аналогичную клейковине в системах водного теста, при нагревании выше температуры стеклования (T_g). Эти зеиновые теста демонстрируют волокнистую сеть, которая также демонстрирует характеристики, аналогичные характеристикам клейковинного теста. Однако такое тесто на основе зеина имеет ограниченную способность удерживать газ и значительно более растяжимо, чем тесто на основе глютена. В данной работе мы исследуем реологические свойства зеинового теста и его качественные показатели.

Ключевые слова: кукурузный глютен, проламин кукурузного зерна, зеин, экстракция, безглютеновый продукт, клейковина.

Введение

Кукуруза является культурой экономического значения с распространением по всему миру. Кукуруза, которая произрастает в Северной и Южной Америке и в настоящее время широко распространена в США, Китае, Бразилии и других странах, является важной продовольственной культурой в мире (рис.1) [1].

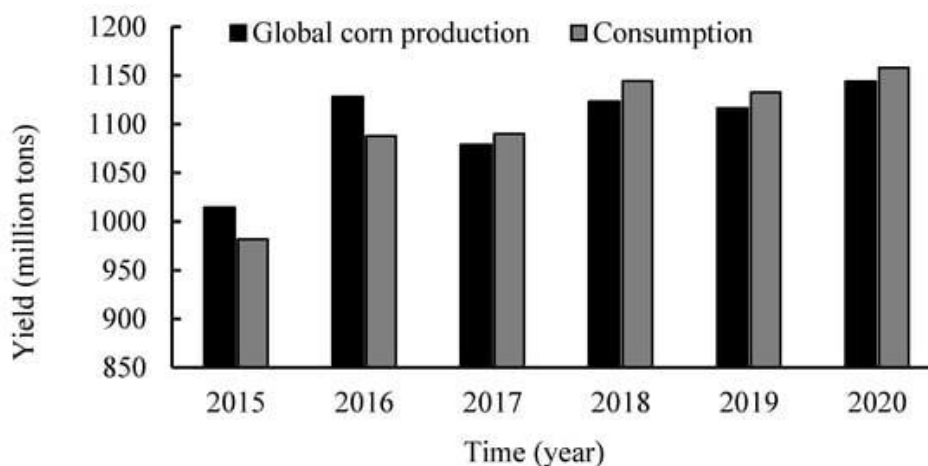


Рисунок 1 – Карта мирового производства кукурузы.

В Казахстане в 2021 под кукурузу было занято 43% всех орошаемых площадей страны, под рис 26%. Урожайность кукурузы на орошении составила 66 ц/га, что сравнимо с показателями Бразилии и Аргентины в 2021/22 маркетинговом году (рис. 2) [2]. В Казахстане побочные продукты кукурузы в основном используются в качестве корма для животных с низкой экономической ценностью, что очень расточительно. Хотя по питательным свойствам кукуруза в основном состоит из крахмала, белка и жира, которые богаты микроэлементами, такими как витамин А, витамин Е и микроэлемент селен.

Валовые сборы зерновых, тыс. тонн

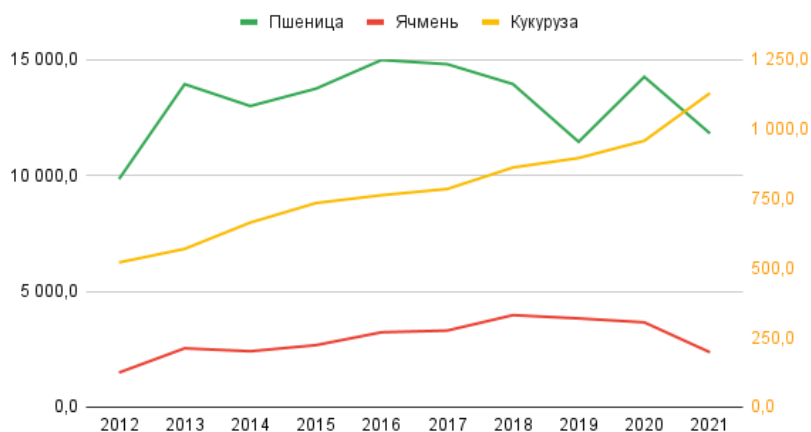


Рисунок 2 – Валовые сборы зерновых Республики Казахстан

В зависимости от степени обработки кукурузного сырья переработку кукурузы можно разделить на первичную переработку и глубокую переработку побочных продуктов. Первоначальная обработка кукурузы включала простую обработку, такую как очистка, замачивание, дробление, разделение и обезвоживание. Глубокая переработка побочных продуктов кукурузы – это процесс использования первого обработанного кукурузного продукта в качестве сырья, а затем использования внешней технологии для выполнения вторичной обработки на нем и превращения его в конечный продукт. От одного первичного продукта кукурузы до производства все большего количества производных кукурузы и ее побочных продуктов, перерабатывающие сорта кукурузы постоянно обогащаются, осуществляется диверсификация переработки побочных продуктов кукурузы, а производственная цепочка еще больше расширяется.

Согласно отчетам об исследованиях, на каждую тонну переработанного сиропа кукурузного крахмала можно произвести около 180 кг кукурузной глютенной муки (КГМ). Содержание белка в КГМ достигает около 60%, в основном состоящих из зеина, глобуллинов и глютелинов, которые являются очень высококачественными источниками растительного белка [3]. КГМ содержит высокий процент гидрофобных аминокислот, а остальная часть состава состоит в основном из воды, клетчатки и жира (табл. 1).

Клейковина состоит из глютелинов и глиадинов. Последний содержит цистеиновые остатки, которые существуют в виде внутримолекулярные дисульфидные связи, которые спрятаны внутри белка глютена и поэтому не участвуют в сульфгидрил-дисульфидных связях. Поэтому они не участвуют в реакциях сульфгидрильно-дисульфидного обмена с другими белками. В пшеничном тесте, глиадины остаются компактными и способствуют текучести теста, так как оно растяжимое и вязкое, но не очень эластичной. Это объясняет, почему глиадины придают клейковине вязкостные свойства, что было показано при изготовлении теста в процессе смешивания изолированных глиадинов и крахмала. Это было показано на примере приготовления теста путем смешивания изолированных глиадинов и крахмала. Тесто было вязким, а не вязкоупругим. С другой стороны, глютелины состоят как из высоко-, так и низкомолекулярных белков, соединенных поперечными связями молекулярных белков, соединенных поперечными связями.

Таблица 1 – Основные компоненты, технологический метод, функции и основные результаты кукурузной глютенной муки

Компонент	Технологический метод	Функция	Основные выводы
Пищевые волокна	В настоящее время экстракция пищевых волокон в основном основана на методах химической подготовки, включая мембранное разделение, ферментативный гидролиз и ферментацию	Пищевые волокна обладают сильной связывающей и обменной способностью с катионами и поглощают глюкозу	Может обмениваться ионами натрия и калия в кишечном тракте и способствовать выведению ионов Na ⁺ и K ⁺ с мочой и калом
Полисахариды	Полисахариды в кукурузной шелухе обычно экстрагируются кислотой, щелочным или органическим растворителем, экстракцией с помощью ферментов, ультразвуковой экстракцией и другими методами	Полисахариды обладают значительной функциональной активностью, такой как иммунная регуляция, антиоксидантная, противоопухолевая и снижающая артериальное давление функции	Полисахариды могут улучшать иммунитет, влияя на морфологию, фагоцитоз, секрецию цитокинов и другие аспекты макрофагов или увеличивая объем макрофагов
Белок	Методом экстракции этанола и потопления щелочной кислоты	Основным белком кукурузной шелухи является зеин. Зеин содержит гидрофобные и гидрофильные группы, которые обладали хорошей амфифильностью	Белок зеина быстро извлекается из раствора этанола, и частицы белка зеина связываются вместе, образуя волокнистую структуру, и может образовываться разлагаемая пленка зеина
Масло из кукурузной шелухи	Традиционные методы приготовления масла из кукурузной шелухи в основном включают метод прессования и метод экстракции органическим растворителем.	Масло кукурузной шелухи также богато фитостеролами, которые играют решающую роль в поддержании баланса холестерина, борьбе с окислением и омоложением в организме человека.	Они являются основными компонентами клеточных мембран и предшественниками витамина D и различных гормонов. Поскольку человеческий организм не может синтезировать стерин самостоятельно, пища является единственным источником стерина.

Эти компоненты глютеинов интенсивно полимеризуются через реакцию сульфгидрильно-дисульфидного обмена в процессе приготовления теста. В пшеничном тесте глютеины разворачиваются и растягиваются, они эластичны, но не очень растяжимы. Именно поэтому глютеины отвечают за эластичные свойства клейковины. Кроме того, водородная связь между амидными и гидроксильными группами обуславливает вязкоупругие свойства пшеничного теста. Для того чтобы улучшить качество безглютеновых хлебов (сделать их более похожими на пшеничные), для придания тесту большей эластичности в рецептуру может быть добавлен кукурузный зеин [4].

Зеин – это проламиновый белок из зерен кукурузы, который потенциально может быть использован в производстве безглютенового хлеба. При хранении зеина при температуре выше температуры стеклования ~28°C он образует вязкоупругое тесто.

Зеин является уникальным заменителем глютена в безглютеновой системе из-за его вязкоупругих свойств, аналогичных глютену. Вязкоупругость является важнейшим свойством клейковины, которое позволяет удерживать углекислый газ, образующийся во время брожения теста [5].

Зеин (проламин кукурузы) может проявлять вязкоупругую функциональность, аналогичную клейковине в системах водного теста, при нагревании выше температуры стеклования (T_g). Эти зеиновые теста демонстрируют волокнистую сеть, которая также демонстрирует характеристики, аналогичные характеристикам клейковинного теста. Однако такое тесто на основе зеина имеет ограниченную способность удерживать газ и значительно более растяжимо, чем тесто на основе глютена. Было обнаружено, что гидроколлоиды, такие как гидроксипропилметилцеллюлоза, стабилизируют структуру волокнистого зеина в тесте, что позволяет производить хлеб хорошего качества [6]. Например, вместо того, чтобы лепить безглютеновое тесто, его обычно выливают в формы для хлеба. Хлеб и булочки подового типа, как правило, не могут быть изготовлены из них. Из-за отсутствия агрегированной клейковинной сети, консистенции теста, похожей на тесто, и жесткой текстуры готовых буханок этот хлеб сравнивают с пирожными.

В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на формирование вязкоупругого теста из зеина, включая роль вторичной структуры белка, методы улучшения формирования зеинового теста, а также производство хлеба из зеинового вязкоупругого теста.

2. Материалы и методы

Чтобы углубить наше понимание реологических изменений безглютенового теста в процессе расстойки, в этой работе исследовали роль вторичной структуры белка, методы улучшения формирования зеинового теста; затем мы изучили реологические изменения безглютенового теста в макроскопическом масштабе, влияние смешивания разных ингредиентов зеинового теста.

Эта работа может способствовать пониманию реологических изменений, происходящих в процессе замешивания теста и способствовать разработке хлеба с улучшенным качеством и консистенцией.

Для начала в лабораторных условиях был извлечен зеин для исследования. Приведена технологическая схема извлечения зеина из кукурузного глютена. [7]. Кукурузный глютен был приобретен из Южного Казахстана ТОО «АзияАгроФуд», завода по производству крахмала и патоки. Глютен имеет специфический запах, консистенции порошка с крупным помолом. В нашем случае мы извлекли методом экстракции зеин в лабораторных условиях. Тем самым определили состав зеина.

По технологической схеме на этапе экстракции используется экстрагент более низкой концентрации. Концентрация этанола в диапазоне 60-90% в воде была признана эффективной, и предпочтительным является раствор экстрагента 70% этанола, 30% воды. Температура экстракции должна составлять 25-65° С. Время экстракции должно составлять 10-120 минут. На этапе фильтрации отделяются другие твердые частицы кукурузы для переработки, если это необходимо. Например, отделенные твердые частицы кукурузы с этапа фильтрации подвергаются этапу обессоливание для удаления этанола, который может быть адсорбирован в твердых частицах кукурузы. Обессоливание твердых веществ кукурузы обеспечивает необходимое сырье для производства обычного этанола. Фильтрат, содержащий масло, этанол и соэкстрагированные компоненты, такие как небольшое количество масла, которое может быть растворимым при определенных концентрациях этанола, затем обрабатывается на стадии мембранной ультрафильтрации, чтобы задержать зеин, позволяя этанолу проходить через него. Белки зеина имеют молекулярную массу около 12 000-40 000 дальтонов.

С этого момента для дальнейшего концентрирования и очистки зеина могут быть использованы альтернативные этапы. Первым альтернативным этапом является этап выпаривания и сушки. Вторым альтернативным этапом заключается в направлении потока зеина и этанола на этап осаждения, где зеин выпадает в осадок. Добавление холодной воды для снижения концентрации этанола ниже 40% приводит к выпадению зеина в осадок. Затем на этапе фильтрации получают зеин (рис. 3).

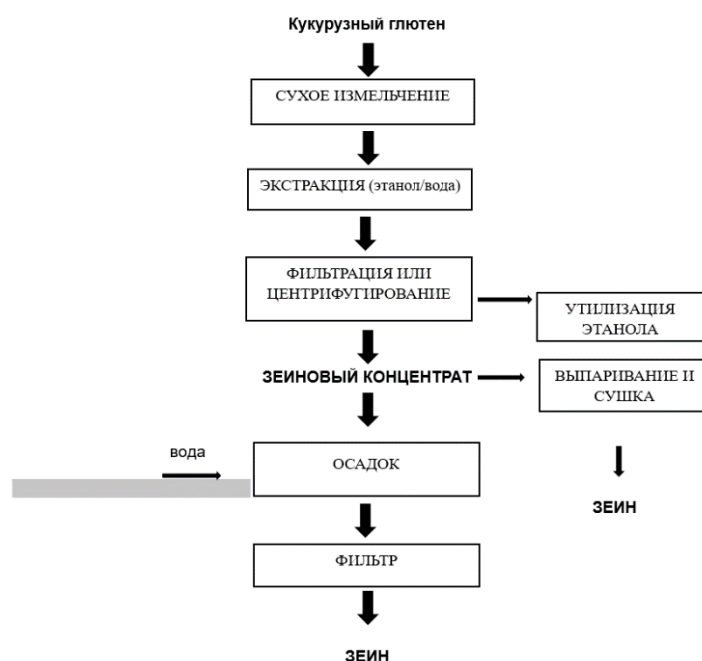


Рисунок 3 – Технологическая схема экстракции зеина

2.1 Температура

Известно, что зеин обладает способностью образовывать вязкоупругое тесто со свойствами, аналогичными свойствам пшеничной клейковины, в течение многих лет. Профессор Лоутон опубликовал подробную информацию о формировании вязкоупругого теста с использованием коммерческого изолята зеина и смеси кукурузного крахмала, подчеркнув влияние температуры смешивания, что представляет собой ключевой интерес для исследователей. Важным выводом этих ранних исследований было то, что зеин может образовывать вязкоупругое тесто при смешивании выше температуры стеклования (T_g), но не при смешивании ниже T_g . При растяжении вручную зеиновое тесто, замешанное при температуре выше T_g демонстрирует свойства, схожие с пшеничным тестом. Относительно условий формирования теста, T_g зеина, по некоторым данным, составляет $\sim 25-30^\circ\text{C}$, что выше обычной комнатной температуры [9]. Он предположил, что при смешивании коммерческих изолятов зеина при повышенной температуре, белковые волокна зеина, похожие по внешнему виду на те, которые образованные белками пшеничной клейковины, развиваются и приводят к вязкоупругому поведению зеинового теста. Впоследствии многие исследователи подтвердили образование фибрилл зеина и исследовали свойства и взаимодействие этих волокон в способности зеина формировать вязкоупругое тесто [10]. После того как при охлаждении ниже T_g происходят быстрые изменения вторичной структуры белка с потерей β -листных вторичных структур, образовавшихся во время смешивания. Тесто, замешанное при температуре выше T_g , но выдержанное при температуре замеса также отличается по растяжимости от теста, испытанного сразу после смешивания. Однако, когда тесту давали охладиться ниже T_g , волокна зеина не исчезали, но механическая обработка теста привела к тому, что видимая белковая сеть распалась на мелкие кусочки которые не восстанавливались в белковую сеть при повторном нагревании до температуры выше T_g [11]. Таким образом, тепло необходимо как для формирования зеинового вязкоупругого теста, так и для поддержания его вязкоупругих свойств [12].

2.2 Влияние смешивания

Зеин перемешивался при повышенных температурах для получения вязкоупругого теста с помощью различных приборов/методов, включая: фаринограф, штыревой миксер, ручное смешивание, миксер Kitchen Aid с чашей для смешивания с водяной рубашкой. Очевидно, что наряду с теплом для формирования белковых структур, необходимых для зеина, требуется энергия (сдвиг) белковых структур, необходимых зеину для развития вязкоупругих свойств. В недозамешанном тесте с зеином наблюдалось слабое развитие белковых волокон зеина, и полученное тесто не обладало вязкоупругими свойствами, в то время как зеин, перемешанный до точки максимального сопротивления, показал образование

волокон зеина и вязкоупругие свойства. Количество воды в зеиновом тесте также может влиять на время и энергию ингредиенты [13]. Например, профессор из Федеричи и др. (2020) обнаружили, что зеин и картофельный крахмал не могут быть эффективно перемешаны в миксографе из-за недостаточной эластичности и для создания теста из зеина необходим миксер с более эффективным перемешиванием. В некоторых случаях перемешивание зеина вручную может не обеспечить достаточного количества энергии для оптимального развития теста, что может повлиять на формирование зеиновых образований волокон. Смешивание смесей зеина и казеина вручную также считалось источником вариативности в исследованиях, посвященных вязкоупругим материалам [14]. Недостаточная энергия перемешивания может не обеспечивать достаточного сдвига для изменения вторичной структуры белка зеина или уменьшить возможности для белковых взаимодействий. Интересно, вязкоупругое тесто из зеина не всегда имеет признаки разрушения во время замеса [15]. Это может быть связано с вторичными структурами белков. Разрушение теста может быть связано с количеством зеина, присутствующего в тесте и других ингредиентов. Андерссон и др. (2011) показали, что тесто разрушается, когда при смешивании теста с зеином и крахмалом-ГПМЦ в миксографе, а Акин и др. (2020) обнаружили, что мука сорго с зеином и танином разрушается при смешивании в фаринографе. Возможно, что ингредиенты влияют на вторичную структуру белка и способствуют разрушению теста. Например, в этом случае смешивание муки сорго с зеином и танином привело к разрушению теста, поскольку танины, как известно, прочно связываются с белками и, как сообщается, влияют на свойства пшеничного теста. Дополнительные исследования взаимодействия зеина и танина могут быть полезны для манипулирования вязкоупругими свойствами зеина. Исследования изменений, происходящих во вторичной структуре зеина во время смешивания, когда не происходит расщепления теста, и когда оно происходит может дать дополнительную информацию о роли вторичных структур белка, таких как β -листы в формировании теста из коммерческого зеина. Развитие зеинового теста в процессе смешивания, вероятно, зависит от нескольких факторов, таких как затраты энергии, время замеса и состав теста. и состав замешиваемого теста. Дополнительные исследования влияния смешивания (сдвига) на образование зеиновых волокон, свойства теста и качество конечного продукта могут оказаться полезными и позволят найти новые практические решения по включению вязкоупругого зеина в хлебобулочные изделия [16]. Тип используемого смешивания, возможно, необходимо учитывать при сравнении результатов различных исследований по формированию и свойствам зеинового теста (рис. 4).

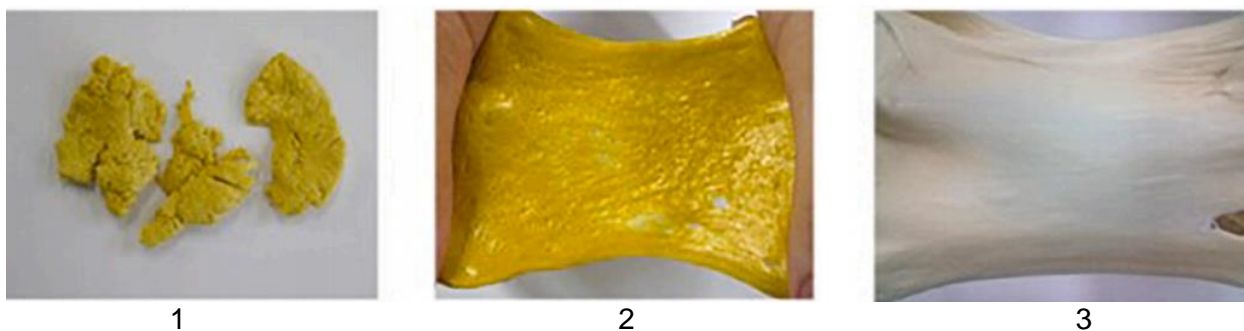


Рисунок 4 – Сравнение замеса теста с зеином ниже температуры стеклования (1) и выше температуры стеклования (2) по сравнению с пшеничным тестом (3)

2.3 Крахмал и мука

В большинстве исследований по формированию зеинового теста использовались смеси зеина и изолированного крахмала, как правило, кукурузного [17]. Однако, как отмечают [15], что тип крахмала влияет на свойства теста из пшеничной клейковины и, следовательно, может влиять на вязкоупругие свойства теста из зеина. Чтобы исследовать этот вопрос, смешивали экструдированный коммерческий зеин с кукурузным, картофельным и рисовым крахмалами (15% зеина к 85% крахмала) и исследовали формирование теста и его функциональные свойства. Было обнаружено, что тесто на основе зеина и рисового крахмала обладает большей эластичностью, чем тесто, приготовленное на основе зеина с кукурузным

или картофельным крахмалом. меньший размер гранул рисового крахмала, как полагают, сыграл свою роль в улучшении свойств теста на основе зеина и рисового крахмала, возможно, за счет того, что во время замеса теста образуется более непрерывная белковая фаза [18]. Тип крахмала также влиял на замес теста, картофельный крахмал не может быть смешан с зеином в миксографе из-за физических свойств теста. Помимо чистых крахмалов, зеин также смешивали с различными мукой для получения теста, включая рисовую муку, сорговую муку [8] и кукурузную муку [19]. Свойства этих ингредиентов в разной степени повлияли на формирование и функциональность зеинового теста. Например, варьирование содержания амилозы в смеси зеина и рисовой муки (95 % рисовая мука и 5% зеина) показало, что более высокое содержание амилозы приводит к более эластичное тесто, а более низкое содержание амилозы приводит к более высокому водопоглощению. Уменьшение количества рисовой муки, смешанной с зеином (95 % рисовой муки с 5 % зеина), также увеличило эластичные свойства теста, хотя это в большей степени зависело от водопоглощения и пастообразных свойств самой рисовой муки. Увеличение концентрации зеина с 5 до 10 % в смеси зеина с рисовой мукой увеличило водопоглощение, стабильность теста и устойчивость к растяжению [20]. Смешивание зеина с сорговой мукой приводило к существенной задержке развития теста и снижению прочности теста. Увеличение концентрации зеина с начальных уровней 20-30 % улучшило тесто из зеина с сорговой мукой за счет сокращения время замеса и увеличив прочность теста. Аналогичным эффектам, обезжиривание сорго муки перед смешиванием зеина с фаринографом оказало лишь незначительное влияние на развитие зеинового теста, что говорит о том, что липиды (или, возможно, воск) в сорговой муке могут играть очень незначительную роль в развитии зеинового теста при механическом смешивании. Смешивание зеина с другими видами муки и крахмала - это область, в которой необходимы дополнительные исследования особенно для улучшения питательных качеств хлебобулочных изделий на основе зеина, а также для определения того, как различные ингредиенты, смешанные с зеином, влияют на конечное качество конечного продукта и его восприятие потребителем.

Заключение

В то время как большинство исследований зеинового теста было сосредоточено на свойствах самого теста, ограниченное количество исследований было проведено для оценки хлебобулочных изделий, изготовленных из зеинового теста. С практической точки зрения, критическое ограничение работы, рассмотренной в разделе 2 выше, заключается в следующем как улучшение свойств зеинового теста фактически приводит к улучшению хлебобулочных изделий на основе зеина. Наиболее сложным продуктом для производства хлебобулочных изделий из непшеничных материалов, несомненно, является хлеб из-за сильной потребности в удержании газа. Как отмечают вышеуказанные ученые, газоудержание - это сложное явление, связанное с множеством различных факторов и взаимосвязей со свойствами теста, и поэтому является важной областью, в которой необходимы дополнительные исследования. Ранние исследования хлеба на основе зеина показали, что вязкоупругое тесто, приготовленное только из α -зеина, плохо удерживало газ, но другие исследователи обнаружили, что добавление ГПМЦ в тесто из α -зеина улучшает удельный объем буханки и форму получаемых хлебов. Улучшение качества зеинового хлеба, приготовленного с использованием ГПМЦ, объясняется в первую очередь поверхностной активности КМЧ и стабилизации теста. Также было обнаружено, что ГПМЦ обеспечивает более значительные улучшения в хлебе из кукурузной клейковины, чем гуаровая камедь, включая лучшие характеристики черствения [21]. Было обнаружено, что обезжиривание влияет на качество хлеба из одной партии коммерческого (α) зеина. Экстракция липидов с помощью хлороформа привела к улучшению удельного объема булочек, изготовленных из α -зеина - кукурузный крахмал - ГПМЦ вязкоэластичного теста. Как упоминалось ранее, известно, что коммерческий зеин отличается от партии к партии, и то, как это может повлиять на качество продукта и свойства теста, требующая дополнительных исследований. Кроме того, необходимо провести исследование того, как различные типы липидов могут влиять на качество выпечки, приготовленной из теста с α -зеином.

Увеличение содержания зеина с 20 до 30 % привело к примерно 12 % увеличению удельного объема буханки в коммерческих смесях муки из цельного сорго с зеином. Несмотря на небольшое увеличение, это подтверждает выводы о том, что вязкоупругий зеин сам по себе не хорошо удерживает газ. Добавление этанола увеличило удельный объем буханки

хлеба с зеином и сорго с 1,4 см³/г до 2,0 см³/г. Хотя точное влияние низких уровней этанола на зеиновое тесто неизвестно, эти результаты позволяют предположить, что изменения могут привести к улучшению удержания газа в зеиновых сетях или изменению вязкости и образованию пузырьков. Качество хлеба улучшилось относительно незначительно. Эти результаты свидетельствуют о необходимости проведения исследований, направленных не только на улучшение свойств теста, но и качества конечного продукта, а также дальнейших исследований, выявляющих взаимосвязь между свойствами теста и качеством конечного продукта.

Список литературы

1. Роуз Д.Дж., Инглет Г.Е., Лю С.Х. Использование кукурузных отрубей и кукурузного волокна в производстве пищевых компонентов. *J. Sci. Food agric.* – 2010. – 90. – С. 915-924.
2. ҚР агробизнес 2022 инфографикалық анықтамасы [Электрон.ресурс] – 2023.
3. Янь Цзяо, Хаодун Чэнь, Хэ Хань, Ин Чан. Разработка и утилизация побочных продуктов переработки кукурузы: обзор.
4. Фаркас А., Дретчану Г., Поп Т.Д., Энару Б., Сокач С., Дьяконеаса З. Побочные продукты переработки зерновых культур как богатые источники фенольных соединений и их потенциальная биологическая активность // Питательные вещества. – 2021. – 13, 3934.
5. Lawton J.W. Зеин: история обработки и использования. *Cereal Chem.* – 2002. – 79. – С. 1-18.
6. Шобер Т.Дж., Бин С.Р., Тилли М., Смит Б.М., Иоергер Б.П. Влияние различных процедур изоляции на функциональность зеина и кафирина. *J. Cereal. Sci.* – 2011. – 54. – С. 241-249.
7. Акин П.А., Бин С.Р., Смит Б.М., Тилли М. Факторы, влияющие на формирование теста и качество хлеба из смесей муки зеина и сорго. *J. Food Sci.* – 2019. – 84. – С. 3522-3534.
8. Патент на полезную модель. МЕТОД ЭКСТРАКЦИИ КУКУРУЗНОГО МАСЛА И БЕЛКА. US20020183490 Метод экстракции кукурузного масла и белка (wipo.int)
9. Кинг Б.Л., Тейлор Ж., Тейлор Ж.Р.Н., Формирование вязкоупругого теста из изолированного общего зеина (α -, β - и γ -зеина) с помощью обработки ледяной уксусной кислотой. *J. Cereal.* – 2016. – *Sci.* 71. – С. 250-257.
10. Smith B.M., Bean S.R., Selling G., Sessa J.D., Aramouni F. Влияние нековалентных взаимодействий в зеиново-крахмальном тесте и качестве хлеба. *J. Food Sci.* – 2017. – 82. С. 613-621.
11. Taylor J.R.N., Taylor J., Campanella O.H., Hamaker B.R. Функциональность белков хранения в безглютеновых зерновых и псевдозерновых культурах в тестовых системах. *J. Cereal. Sci.* – 2016. – 67. – С. 22-34.
12. Mejia C.D., Gonzalez D.C., Mauer L.J., Campanella O.H., Hamaker B.R. Увеличение и стабилизация β -листовой структуры кукурузного зеина приводит к улучшению его реологических свойств. *J. Agric. Food Chem.* – 2012. – 60. – С. 2316-2321.
13. Akin P.A., Bean S.R., Smith B.M., Tilley M. Факторы, влияющие на формирование теста и качество хлеба из смесей муки зеина и сорго. *J. Food Sci.* – 2019. – С. 84.
14. Эрикссон, Д.П., Озтюрк, О.К., Селлинг, Г., Чен, Ф., Кампанелла, О.Х., Хамакер, Б.Р. Кукурузный зеин претерпевает конформационные изменения в сторону увеличения содержания β -листа во время самосборки в все более гидрофильном растворителе. *Ж. Биол. Macromol.* – 2020. – 157. – С. 232-239.
15. Smith B.M., Ramsay S.A., Roe A., Ferrante M.J., Brooks S.W. Уменьшение визуальных различий в цельнозерновом хлебе, приготовленном из твердой красной и твердой белой пшеницы: применение для сенсорных исследований. *J. Food Sci.* – 2019. – 84. – Р. 2325-2329.
16. Federici E., Jones O.G., Selling G.W., Tagliascio M., Campanella O.H. Влияние экструзии зеина и типа крахмала на реологическое поведение безглютенового теста. *J. Cereal. Sci.* – 2020. – 91. – С. 102866.
17. Federici E., Selling G.W., Campanella O.H., Jones O.G. Термическая обработка сухого зеина для улучшения реологических свойств безглютенового теста. Пищевые гидроколлоиды. – 2021. – С. 1066629.
18. Слай А.К., Тейлор Дж. Улучшение характеристик зеинового теста с помощью разбавленных органических кислот. *J. Cereal. Sci.* – 60. – С. 157-163.

19. Khuzwayo T.A., Taylor J.R.N., Taylor J. Влияние тестовой заготовки, предварительной желатинизации муки и включения зеина на функциональность кукурузного теста для хлеба. *LWT - Food Sci. Technol. (Lebensmittel-Wissenschaft-Technol.)*. – 2020. – 121. – P. 108993.
20. Jeong S., Kim M., Yoon M.-R., Lee S. Приготовление и характеристика безглютенового листового теста и лапши с использованием зеина и рисовой муки с различным содержанием амилозы. *J. Cereal. Sci.* – 2017. – 75. – P. 138-142.
21. Озтюрк О.К., Мерт Б. Влияние микрофлюидизации на реологические и текстурные свойства безглютеновых кукурузных хлебцев. *Food Res. Int.* – 2018. – 105. – С. 782-792.

References

1. Rose D.J., Inglet G.E., Liu S.H. Use of corn bran and corn fiber in the production of food ingredients. *J. Sci. Food agric.* – 2010. – 90. – 915-924. (In Russian).
2. infographic analysis of RK agribusiness 2022. (In Russian).
3. Yan Jiao, Haodong Chen, He Han, Ying Chang. Development and utilization of corn by-products: a review. *Cereal. Sci.* – 67. – 22-34. (In Russian).
4. Farkas A.; Dretceanu G.; Pop T.D.; Enaru B.; Sokaci S.; Diaconeasa Z. Grain crop by-products as rich sources of phenolic compounds and their potential biological activity. *Nutrients.* – 2021. – 13, 3934. (In Russian).
5. Lawton J.W., Zein: a history of processing and utilization. *Cereal Chem.* – 2002. – 79, 1-18. (In Russian).
6. Schober T.J., Bean S.R., Tilley M., Smith B.M., Ioerger B.P. Effects of different isolation procedures on zein and kaffirin functionality. *J. Cereal. Sci.* – 2011. – 54. – 241-249. (In Russian).
7. Akin P.A., Bean S.R., Smith B.M., Tilley M. Factors affecting dough formation and bread quality of zein and sorghum flour blends. *J. Food Sci.* – 2019. – 84. – 3522-3534. (In Russian).
8. Utility model patent. A METHOD FOR EXTRACTING CORN OIL AND PROTEIN. US20020183490 Method for extraction of corn oil and protein (wipo.int). (In Russian).
9. King B.L., Taylor J., Taylor J.R.N. Formation of viscoelastic dough from isolated total zein (α -, β -, and γ -zein) using glacial acetic acid treatment. *J. Cereal. Sci.* – 2016. – 71. – 250-257. (In Russian).
10. Smith B.M., Bean S.R., Selling G., Sessa J.D., Aramouni F. Influence of non-covalent interactions in zein-starch dough and bread quality. *J. Food Sci.* – 2017. – 82. – 613-621. (In Russian).
11. Taylor J.R.N., Taylor J., Campanella O.H., Hamaker B.R. Functionality of storage proteins in gluten-free cereals and pseudograins in test systems. *J. Cereal. Sci.* – 2016. – 67. – 22-34. (In Russian).
12. Mejia C.D., Gonzalez D.C., Mauer L.J., Campanella O.H., Hamaker B.R. Increasing and stabilizing the β -sheet structure of maize zein leads to improved rheological properties. *J. Agric. Food Chem.* – 2012. – 60. – 2316-2321. (In Russian).
13. Akin P.A., Bean S.R., Smith B.M., Tilley M. Factors affecting dough formation and bread quality of zein and sorghum flour blends. *J. Food Sci.* – 2019. – 84. (In Russian).
14. Erickson D.P., Ozturk O.K., Selling G., Chen F., Campanella O.H., Hamaker B.R. Maize zein undergoes conformational changes toward increasing β -sheet content during self-assembly in an increasingly hydrophilic solvent. *J. Biol. Macromol.* – 2020. – 157. – 232-239. (In Russian).
15. Smith B.M., Ramsay S.A., Roe A., Ferrante M.J., Brooks S.W. Reducing visual differences in whole-grain bread made from hard red and hard white wheat: application to sensory research. *J. Food Sci.* – 2019. – 84. – 2325-2329. (In Russian).
16. Federici E., Jones O.G., Selling G.W., Tagliasco M., Campanella O.H. Effect of zein extrusion and starch type on the rheological behavior of gluten-free dough. *J. Cereal. Sci.* – 2020. – 91. – 102866. (In Russian).
17. Federici E., Selling G.W., Campanella O.H., Jones O.G. Thermal treatment of dry zein to improve the rheological properties of gluten-free dough. *Food Hydrocolloids.* – 2021. – 1066629. (In Russian).
18. Sly A.K., Taylor J. Improvement of zein dough characteristics using dilute organic acids. *J. Cereal. Sci.* – 60. – 157-163. (In Russian).
19. Khuzwayo T.A., Taylor J.R.N., Taylor J. Effect of dough preparation, flour pregelatinization and zein inclusion on the functionality of corn bread dough. *LWT – Food Sci. Technol. (Lebensmittel-Wissenschaft -Technol.)*. – 2020. – 121. – 108993. (In Russian).

20. Jeong S., Kim M., Yoon M.-R., Lee S. Preparation and characterization of gluten-free sheet dough and noodles using zein and rice flours with different amylose contents. J. Cereal. Sci. –2017. – 75. – 138-142. (In Russian).
21. Ozturk O.K., Mert B. Effect of microfluidization on rheological and textural properties of gluten-free cornbread. Food Res. Int. – 2018. – 105. – 782-792. (In Russian).

Г.Д. Акшораева*, М.М. Какимов, А.Б. Нуртаева, Б. Утарова, Н.С. Машанова
С. Сейфуллин атындағы Қазақ ғылыми-зерттеу агротехникалық университеті, Астана,
010011, Қазақстан Республикасы, Жеңіс даңғылы, 62.
*e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru

ЗЕИН ҚАМЫРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЖӘНЕ ОНЫҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Глютенсіз қамырда құрылымдық глютен болмағандықтан, оны гидроколлоидтармен немесе гуар сағызы, ксантан немесе гидроксипропилметилцеллюлоза сияқты суды байланыстыратын басқа қосылыстармен алмастыру керек. Әдетте, глютенсіз нан рецептерінде крахмал көп болады және бидай мен қара бидай қамырымен салыстырғанда көп сумен өңделеді, нәтижесінде қамыр сұйық консистенцияға ие болады. Нәтижесінде бұл нанның жалпы тағамдық құндылығы жеткілікті түрде төндестірілмеген. Олар көмірсуларға бай және диеталық талшықсыз. Зеин глютенге ұқсас тұтқыр серпімді қасиеттеріне байланысты глютенсіз жүйеде бірегей глютен алмастырғыш болып табылады. Жүгері дәндерінің проламині, зеин, бидай глютені сияқты әрекет етудің кейбір перспективаларын көрсетті, өйткені ол ақуыз 35°C немесе одан жоғары температурада қартайған және араласқан кезде тұтқыр серпімді ақуыз торын құра алады, бұл шыныдан (TG) жоғары. Зеин (жүгері проламині) шыны (TG) температурасынан жоғары қызған кезде су негізіндегі сынақ жүйелеріндегі глютенге ұқсас тұтқыр серпімді қасиеттерді көрсете алады. Бұл Зеин негізіндегі қамырдың талшықты торы бар, ол сонымен қатар глютен негізіндегі қамырға ұқсас сипаттамаларға ие. Дегенмен, мұндай Зеин негізіндегі қамырдың газ ұстау қабілеті шектеулі және глютен негізіндегі қамырға қарағанда айтарлықтай ұзағырақ. Бұл мақалада біз зеинге негізделген тесттің реологиялық қасиеттерін және оның сапа параметрлерін қарастырамыз.

Түйін сөздер: жүгері глютені, жүгері дәнінің проламині, зеин, экстракция, глютенсіз өнім, глютен.

G.D. Akshorayeva*, M.M. Kakimov, A.B. Nurtayeva, N.B. Utarova, N.S. Mashanova
Kazakh Research Agrotechnical University named after S. Seifullin,
010011, Astana, Republic of Kazakhstan, 62 Zhenis Ave
*e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru

INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ZEIN DOUGH AND ITS QUALITATIVE INDICATORS

Since gluten-free dough lacks structuring gluten, it should be replaced by hydrocolloids or other water-binding compounds, such as guar gum, xanthan or hydroxypropylmethylcellulose. Typically, gluten-free bread recipes contain higher amounts of starch and are processed with more water compared to wheat and rye doughs, resulting in a liquid dough consistency. As a consequence, the overall nutritional value of these breads is not well balanced. They are rich in carbohydrates and lack dietary fiber. Zein is a unique substitute for gluten in a gluten-free system because of its viscoelastic properties similar to gluten. Corn grain prolamin, zein, has shown some promise in behaving like wheat gluten because it can form a viscoelastic protein network when the protein is held and mixed at 35°C or more, which is above its glass transition temperature (Tg). Zein (corn prolamine) can exhibit viscoelastic functionality similar to gluten in aqueous dough systems when heated above its glass transition temperature (Tg). These zein-based doughs exhibit a fibrous network that also exhibits characteristics similar to those of gluten-based doughs. However, such zein-based doughs have limited gas-holding capacity and are significantly more stretchable than

gluten-based doughs. In this paper, we investigate the rheological properties of zein-based dough and its quality parameters.

Key words: corn gluten, corn grain prolamine, zein, extraction, gluten-free product, gluten.

Сведения об авторах

Гаухар Дюсенгалиевна Акшораева – докторант кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, город Астана, Республика Казахстан; e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-7059>.

Мухтарбек Муканович Какимов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, город Астана, Республика Казахстан; e-mail: muhtarbek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Айнур Болатбековна Нуртаева – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, город Астана, Республика Казахстан; e-mail: ainur_78.05@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3111-5316>.

Назира Бакытжановна Утарова – докторант кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, город Астана, Республика Казахстан; e-mail: nazkon88@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3728-0280>.

Нурбиби Советовна Машанова – доктор технических наук, старший преподаватель кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, город Астана, Республика Казахстан; e-mail: mashanovan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Авторлар туралы мәліметтер

Гаухар Дюсенгалиевна Акшораева – «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының докторанты; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті зерттеу, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-7059>.

Мухтарбек Муканович Какимов – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының доценті; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті зерттеу, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: muhtarbek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Айнур Болатбековна Нуртаева – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының аға оқытушысы; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті зерттеу, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: ainur_78.05@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3111-5316>.

Назира Бакытжановна Утарова – «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының докторанты; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті зерттеу, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: nazkon88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3728-0280>.

Нурбиби Советовна Машанова – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының аға оқытушысы; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті зерттеу, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: mashanovan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Information about the authors

Gaukhar Dyusengaliyeva Akshorayeva – doctoral student of the Department "Technology of Food and Processing industries"; Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-7059>.

Mukhtarbek Mukanovich Kakimov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Food and Processing Industries; Kazakh

Agrotechnical Research University named after S.Seifullina, Astana city, Republic of Kazakhstan; e-mail: muhtarbek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Ainur Bolatbekovna Nurtayeva – Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Technology of Food and Processing Industries"; Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin, Astana city, Republic of Kazakhstan; e-mail: ainur_78.05@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3111-5316>.

Nazira Bakytzhanovna Utarova – doctoral student of the department "Technology of food and processing industries"; Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: nazkon88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3728-0280>.

Nurbibr Sovetovna Mashanova – Doctor of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Technology of Food and Processing Industries"; Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin, Astana city, Republic of Kazakhstan; e-mail: mashanovan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Материал поступил в редакцию 11.12.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-17

ISTIR: 68.35.71

B.A. Murzabaev¹, G.O. Kantureyeva^{*1}, Raisov B.O.²

¹NJSC "M. Auezov", South Kazakhstan Research University
160012, Republic of Kazakhstan, Shymkent, Tauke Khan Ave., 5

²NJSC "Kazakh National Agrarian Research University"
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai Ave., 8

*e-mail: kantureeva.g@mail.ru

JUSTIFICATION OF PROGRESSIVE TECHNOLOGY FOR DRYING VEGETABLES AND CORN

Abstract: *Today, from the industrial applications point of view, getting dry food products by infrared radiation is considered the most relevant and perspective. Such properties of any object as absorption and emission of radiation in the infrared spectrum give possibility to dry them at moderate temperatures and rapidly. This technology makes it possible to gain dry items with high shelf-life due to their resistance to microorganisms. Infrared drying of products reduces drying time several times. As a result, the quality of ready items is very high and in addition ecologically pure. Also the form of cutting of raw materials before drying has some influence on time of process. The objects of study were samples of vegetables and corn planted in the experimental plot Kainar Bulak (Shymkent). During the drying process, vegetables as carrot and beet which were broken in the form of shavings reached required moisture 12.30% and 11.50% accordingly in two and half hours. Samples in the form of cubes were dried to these numbers only in three hours. Additionally, performed experiments indicate that there is no need for preliminary heat treatment (blanching) of samples. Reducing the time and temperature of heat treatment for corn also gave positive results. Thus, drying chopped vegetables and corn for further use in the food industry using infrared radiation is promising and cost-effective.*

Key words: *drying; vegetables; corn; cutting; form; preliminary; treatment; infrared.*

Introduction

Current requirements for optimal drying parameters for fruit and vegetable preservation should be cost effective, decrease process time and without any destruction of the product [1]. Drying of food products may be performed by ordinary sun or wind ways and advanced drying techniques with infrared spectrum, vacuum, microwave and freeze. Various advanced drying methods are considered optimal to get high-value products in short duration and with prolonged storage time [2].

The quality of dried products depends to a large extent on the preliminary preparation of the raw material for drying. In this aspect brief heat treatment to inactivate enzymes, eliminate

appearance of foreign flavours and reduce possible initial contamination improve the quality of the ready products [3-5].

Progressive drying by infrared radiation according to the authors of [6] is considered the most relevant and promising because it has a stronger effect on food products, both due to greater penetration depth and a more effective effect on the molecular structure of products and as a result infrared radiation removes free water contained in the product. Furthermore, this method excludes the preliminary heat treatment (blanching) of samples before drying and allows almost completely preserving vitamins, biologically active substances, natural color, taste and aroma of dried products [7].

Beetroot, carrots and corn were planted on the experimental field by students of the Agroindustry Faculty of M.Auezov SKRU. The named vegetables are widely used to produce dried vegetable products, and corn is used in industry to produce a wide range of snacks as flour, cereals, and flakes.

The yield of the dried product depends, first of all, on such an indicator as the dry matter content substances in the original product. Carrot varieties with dry matter content of at least 13%, of which sugars make up 4-6% and beet varieties intended for drying contain dry matter of at least 14%, of which sugars must make up at least 8% [8]. So, the qualitative characteristics of carrots and beets fully comply with the requirements for varieties of vegetables intended for drying.

The moisture content of corn grain during harvesting is about 40%, so it can be preserved mainly only by drying. Seed grain drying is characterized by a long process and high specific energy costs. At the same time, drying objects, like most food plant raw materials, are thermolabile or require the use of a drying agent of low thermodynamic potential [9,10].

The purpose of the research is to determine the optimal range of safe and permissible heating temperatures of infrared drying and optimal preliminary preparation way of vegetables and corn grains.

Objects and methods of research

In order to provide the work vegetables and corn planted in the experimental plot Kainar Bulak (Shymkent) were used. Land area: 2.8 hectares. The works on cultivation of vegetables and corn were carried out from April to September.

An experimental study of the process of infrared drying of vegetables and corn was carried out on an infrared drying installation ShS-80 of the Scientific Research Laboratory "Problems of Agro-Industrial Complex and Energy Information Resources" of M. Auezov SKRU. The work used generally accepted organoleptic, physicochemical methods for studying the properties of raw materials and dried vegetable products.

Results and discussion

The process of getting dried products from vegetables and corn includes three main stages: pre-processing, drying and post-drying. Usually the pre-treatment step is used to increase the rate of dewatering at performing the process and obtain items of high quality [11]. To speed up the process of drying vegetables, it is necessary to break down the fiber that retains moisture, for which we also provide preliminary processing of raw materials. It was necessary to define sufficient shape of subjected to heating raw materials and necessity of preliminary treatment (blanching) in this study.

At the first stage, samples were dried to determine the optimal range of safe and permissible heating temperatures for vegetables and corn grains in convective and infrared drying modes. The results of the comparative analysis showed that, in terms of organoleptic characteristics, drying vegetables at a temperature of 40-50°C was the most acceptable. Reducing the time and temperature of heat treatment for corn also gave positive results. At high temperatures, the number of cracked grains with lower strength increased. In addition, ingrains dried at high temperatures, the outer tissues become denser faster than the inner tissues. So, the movement of moisture from the internal parts became difficult, which leads to destructive changes in the corn grain (Figure 1). But we must take into account the fact that the moisture content of corn grains at a heating temperature of 40-50°C must be performed in two stages: from 40 to 26% and from 26 to 14%.

Next, the effect of slicing on changes in the moisture content of the samples was investigated. The final result of the obtained values was taken arithmetic mean of three parallel moisture values obtained under repeatability conditions. Figures 2 and 3 show a characteristic pattern of changes in the mass fraction of moisture in dewatered vegetables (carrot and beet) of various shapes. During the drying process, vegetables as carrot and beet which were broken in the form of shavings reached required moisture 12.30% and 11.50% accordingly in two and half hours. Samples in the form of

cubes were dried to these numbers only in three hours. Indeed, the larger the dried pieces of material, the slower the moisture are removed at the stage of decreasing drying speed.

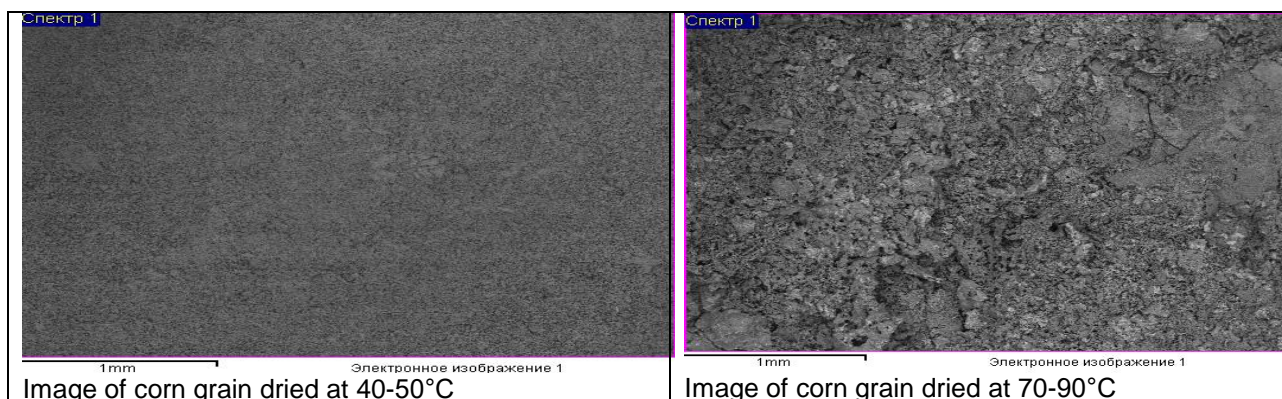


Figure 1 – Image of corn grain dried at various temperatures

Additionally, performed experiments indicate that there is no need for preliminary heat treatment (blanching) of samples.

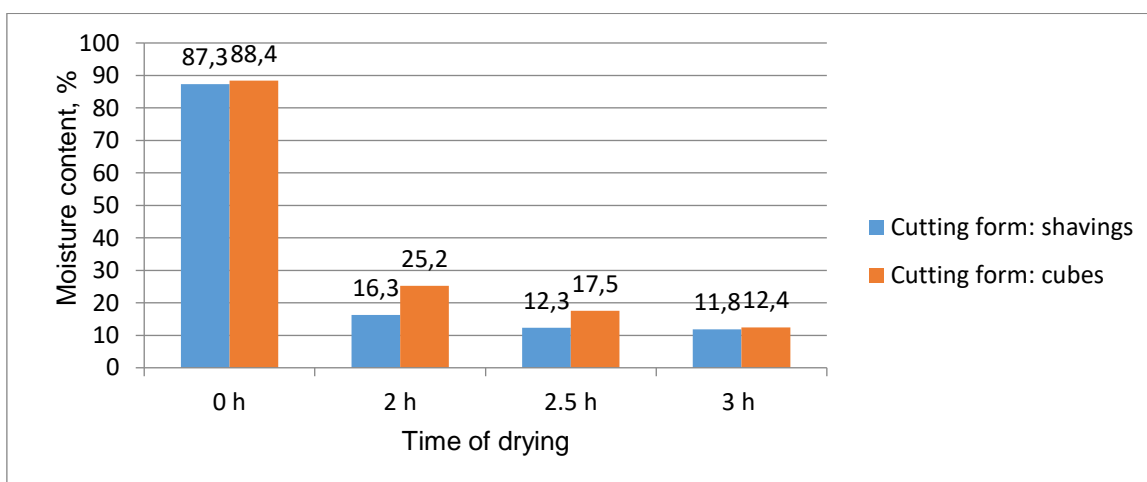


Figure 2 – Influence of the carrot drying time on moisture content

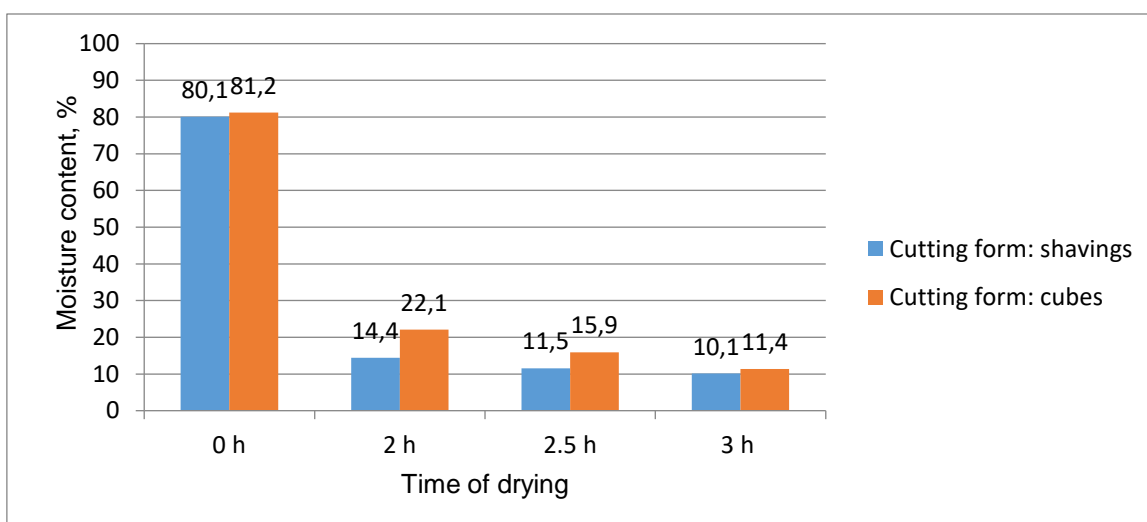


Figure 3 – Influence of the beet drying time on moisture content

The follow stage was definition of sensory characteristics of samples to define the most perspective shape of cutting vegetables. According to the results of sensory analysis of dried

vegetables, shown in the table 1, the advantages of shavings as a cutting form over cubes are insignificant, but they exist. The product cut into shavings has a more attractive, bright, uniform color.

Table 1 – Sensory analysis of dried vegetables

Parameters	Shavings form	Cubes form
Appearance	The particles of dried carrot and beet are whole without breaks, dry, some fragile, porous at the fracture	The particles of dried carrot and beet are whole without breaks, dry, hard, slightly compacted particles
Color of carrot	Orange-red, uniform, bright saturated	Red, heterogeneous, saturated, with minor orange shades
Color of beet	Dark burgundy, uniform, bright, rich	Dark burgundy, heterogeneous, rich, with minor lighter shades

As a result, the comparison of the form of cutting vegetables for drying between shavings and cubes, then in all quality indicators, shavings are certainly preferable.

Next, experimental studies were realized to determine the effectiveness of the ShS-80 infrared drying unit for vegetables – carrots and beets, as well as corn grains in comparison with convective drying. The standard moisture content of corn grains after drying does not exceed 13-14%. The results of the research work on two types of drying various samples are shown in Figure 4.

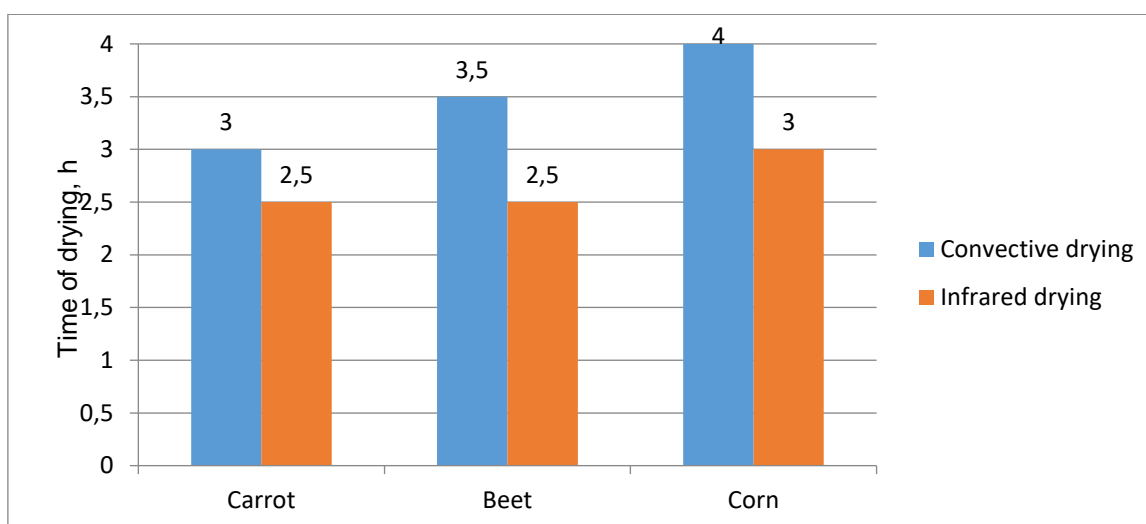


Figure 4 – The results of the research work on two types of drying various samples

The results of the research work on two types of drying various samples by convective and infrared drying show the advantages of last one. Because of moisture removal at low temperatures (40-50°C) and in short duration dried samples preserve natural color, taste, flavour of initial raw material and texture. A number of studies on infrared drying of fruits and vegetables confirm our findings [12].

Conclusion

Therefore, dehydrating chopped vegetables and corn for further use in the food industry using infrared radiation is promising and cost-effective. The next stage of the work will be to perform a full analysis of the biologically active substances (vitamins, antioxidants and others) content in the dried products.

References

1. Sagar V.R., Suresh Kumar P. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *J Food Sci Technol.* – 2010, 47:15-26. 10.1007/s13197-010-0010-8.
2. Rashid M.T., Liu K., Jatoi M.A., Safdar B., Lv D., Li Q. Energy efficient drying technologies for sweet potatoes: Operating and drying mechanism, quality-related attributes. *Front Nutr.* – 2022, Oct 20;9:1040314. doi: 10.3389/fnut.2022.1040314. PMID: 36337660; PMCID: PMC9631448.

3. Sultanova Sh. A., Safarov J.E. Experimental study of the drying process of medicinal plants. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. – 2020. – Volume 24. – Issue 8. – P.1962-1968. DOI: 10.37200/IJPR/V24I8/PR280216.
4. Calín-Sánchez Á., Lipan L., Cano-Lamadrid M., Kharaghani A., Masztalerz K., Carbonell-Barrachina Á.A., Figiel A.. Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. *Foods*. – 2020. – Sep 9;9(9):1261. doi: 10.3390/foods9091261. PMID: 32916839; PMCID: PMC7554907.
5. Ignaczak A., Salamon A., Kowalska J., Marzec A., Kowalska H.. Influence of Pre-Treatment and Drying Methods on the Quality of Dried Carrot Properties as Snacks. *Molecules*. – 2023 Sep 2;28(17):6407. doi: 10.3390/molecules28176407. PMID: 37687236; PMCID: PMC10490186.
6. Zhuraev Kh.F., Artikov A.A., Dodaev K.O., Khikmatov D.N., Safarov O.F., Mekhmonov I.I., Choriev A.Zh. Intensifikatsiya protsessa teplomassoobmena pri kompleksnoy pererabotki sel'khozproduktov. [Intensification of the heat and mass transfer process during complex processing of agricultural products]. // *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*. – No. 11. Moscow. – 2003. – 47 p.
7. Abbaspour-Gilandeh Y., Kaveh M., Fatemi H., Khalife E., Witrowa-Rajchert D., Nowacka M. Effect of Pretreatments on Convective and Infrared Drying Kinetics, Energy Consumption and Quality of Terebinth. *Applied Sciences*. – 2021. – 11(16):7672. doi.org/10.3390/app11167672.
8. Karimova D.Z., Akramov U.I. Vybór sortov ovoshchnykh kul'tur dlya sushki [Selection of vegetable varieties for drying] "CHRONOS" Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – № 3(36). – 2021. – P.18-20.
9. Kalashnikov G.V., Aliyaskarova L.M. Obosnovaniye resursosberegayushchey tekhnologii sushki semennoy kukuruz [Justification of resource-saving technology for drying seed corn]. <https://vniiz.org/science/publication/article-383/conf90-article-31>.
10. Kenenbaev S., Yesenbaeva G., Kaldykozov N. Zelenaya tekhnologiya vozdeyvaniya kukuruzy i ikh vliyaniya na urozhaynost' i kachestvo produktsii. Green technology for cultivating corn and its impact on productivity and product quality. *Izdenister Natigeler*. – 2023. – 3(99) – 209-219. <https://doi.org/10.37884/3-2023/23>
11. Alarcón-Flores M.I., Romero-González R., Martínez Vidal J.L., Egea González F.J. Garrido Frenich, A. Monitoring of phytochemicals in fresh and fresh-cut vegetables: A comparison. *Food Chem*. – 2014. – 142:392-9.
12. Riadh M., Ahmad S., Marhaban M., Soh A. Infrared heating in food drying: an overview, *Drying technology*, Vol. 33, 2015. – P. 322-335.
13. Aivars Aboltins, Janis Palabinskis, Kaspars Vartukapteinis. Studies of berry drying process in infrared film dryer. *Engineering for rural development*. Jelgava, – 24.-26.05.2017. DOI: 10.22616/ERDev2017.16.N341
14. Selvi KÇ, Kabutey A, Gürdil GAK, Herak D, Kurhan Ş, Klouček P. The Effect of Infrared Drying on Color, Projected Area, Drying Time, and Total Phenolic Content of Rose (Rose electron) Petals. *Plants (Basel)*. – 2020 Feb 12;9(2):236. doi: 10.3390/plants9020236. PMID: 32059407; PMCID: PMC7076444.

Б.А. Мурзабаев¹, Г.О. Кантуреева^{1*}, Раисов Б.О.²

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті
160012, Қазақстан Республикасы, Шымкент, Тәуке хан даңғылы, 5

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

*e-mail: kantureeva.g@mail.ru

КӨКӨНІСТЕР МЕН ЖҮГЕРІ ДӘНІН КЕПТІРУ ПРОГРЕССИВТІ ТЕХНОЛОГИЯСЫН НЕГІЗДЕУ

Қазіргі уақытта өнеркәсіптік қолдануда инфрақызыл сәулеленуді пайдаланып тамақ өнімдерін кептіруге арналған кептіру жабдықтары ең өзекті және перспективалы болып табылады. Бұл кез келген объектінің инфрақызыл спектрдегі сәулеленуді жұту және шығарумен байланысты қасиеттеріне байланысты. Материалдар мен заттардың мұндай қасиеттері төмен температурада және қысқа мерзімде кептіруге (инфрақызыл) мүмкіндік береді. Бұл технология сақтау жағдайлары үшін маңызды емес және микрофлораның

дамуына төзімді өнімді алуға мүмкіндік береді. Өнімдерді инфрақызыл кептіру кептіру уақытын бірнеше есе қысқартады. Нәтижесінде энергия ресурстарына және кептіру қондырғыларына қызмет көрсетуге жұмсалатын қаражатты айтарлықтай үнемдей отырып, жоғары сапалы дайын өнім аламыз. Сондай-ақ кесу түріне қарай шикізатты алдын ала өңдеудің артықшылықтары анықталды. Зерттеу объектілері Қайнар бұлақ (Шымкент) тәжірибелік учаскесінде өгілген көкөністер мен жүгері үлгілері болды. Кептіру процесінде жоңқаларға кесілген тамыр көкөністер ылғалдың стандартталған массалық үлесіне 2,5 сағатта жеткізілді (сәбіз үшін 12,30%, қызылша үшін 11,50%), текше түріндегі үлгілер қажетті ылғалдылыққа дейін кептіруден кейін ғана кептірілді. 3 сағат. Сонымен қатар, жүргізілген тәжірибелер үлгілерді алдын ала термиялық өңдеу (бланширлеу) қажет еместігін көрсетеді. Жүгеріні термиялық өңдеу уақыты мен температурасын қысқарту да оң нәтиже берді. Осылайша, туралған көкөністер мен жүгеріні тамақ өнеркәсібінде одан әрі пайдалану үшін инфрақызыл сәулеленуді пайдалана отырып кептіру перспективалы және экономикалық тиімді болып табылады.

Түйін сөздер: кептіру, көкөністер, жүгері, кесу, пішін, алдын ала өңдеу, инфрақызыл.

Б.А. Мурзабаев¹, Г.О. Кантуреева^{1*}, Б.О. Раисов²

¹Южно-Казахстанский исследовательский университет им.М. Ауэзова
Республика Казахстан г. Шымкент, пр. Тауке-хана, 5

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет
Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8

*e-mail: kantureeva.g@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ОВОЩЕЙ И КУКУРУЗЫ

На сегодня с точки зрения промышленного применения получение сухих пищевых продуктов с помощью инфракрасного излучения считается наиболее актуальным и перспективным. Такие свойства любых предметов, как поглощение и излучение излучения в инфракрасном спектре, дают возможность сушить их при умеренных температурах и в короткие сроки. Данная технология позволяет получать сухие изделия с высокими сроками хранения за счет их устойчивости к микроорганизмам. Инфракрасная сушка продуктов сокращает время сушки в несколько раз. В результате качество готовой продукции очень высокое, а также экологически чистое. Также некоторое влияние на время процесса оказывает форма нарезки сырья перед сушкой. Объектами исследования были образцы овощей и кукурузы, посаженные на опытном участке Кайнар Булак (Шымкент). В процессе сушки овощи моркови и свеклы, измельченные в виде стружки, достигли необходимой влажности 12,30% и 11,50% соответственно в двух экземплярах. и полчаса. Образцы в виде кубиков высыхали до этих цифр всего за три часа. Кроме того, проведенные эксперименты свидетельствуют об отсутствии необходимости предварительной термообработки (бланширования) образцов. Сокращение времени и температуры термообработки кукурузы также дало положительные результаты. Таким образом, сушка измельченных овощей и кукурузы для дальнейшего использования в пищевой промышленности с использованием инфракрасного излучения является перспективной и экономически эффективной..

Ключевые слова: сушка, овощи, кукуруза, нарезка, форма, предварительная, обработка, инфракрасное излучение.

Information about the authors

Bolat Asankhanovich Murzabaev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the laboratory «Problems of Agriculture and ER», NPJSC «M. Auezov South Kazakhstan Research University» Republic of Kazakhstan, e-mail: bolat101955@mail.ru

Bolat Omargazievich Raisov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of «Soil Science, Agrochemistry and Ecology», NPJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, e-mail: 2009 bolat@mail.ru.

Gulzhan Orynbasarovna Kantureyeva – Master of EP «Biotechnology», Researcher of the Research laboratory «Problems of Agroindustrial complex and ER», NPJSC «M. Auezov South Kazakhstan Research University» Republic of Kazakhstan, e-mail: kantureeva.g@mail.ru.

Авторлар туралы ақпарат

Болат Асанханұлы Мырзабаев – ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, доцент, «АӨК және ЭР мәселелері» зертханасының меңгерушісі, «М. Әуезов ат. Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, e-mail: bolat101955@mail.ru.

Болат Омарғазыұлы Раисов – ауыл шаруашылық ғылымдарының докторы, «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық университеті" Қазақстан Республикасы, e-mail: 2009 bolat@mail.ru.

Гүлжан Орынбасарқызы Кантүреева – «Биотехнология» ОБ магистрі, «АӨК және ЭР мәселелері» ғылыми қызметкері, «М. Әуезов Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, e-mail: kantureeva.g@mail.ru.

Сведения об авторах

Болат Асанханович Мурзабаев – кандидат с.-х. наук, доцент, заведующий лабораторией «Проблемы АПК и ЭР», НАО «Южно-Казахстанский исследовательский университет им.М.Ауэзова» Республика Казахстан, e-mail: bolat101955@mail.ru

Болат Омаргазиевич Раисов – доктор с.-х. наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, e-mail: 2009 bolat@mail.ru

Гүлжан Орынбасаровна Кантүреева* – мнс НИЛ «Проблемы АПК и ЭР», НАО «Южно-Казахстанский университет исследовательский им.М.Ауэзова» Республика Казахстан, e-mail: kantureeva.g@mail.ru

Material received on 12.12.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-18

МРНТИ: 65.63.33; 68.03.07

К.Ж. Тлеуова^{1*}, А.У. Шингисов¹, С.С. Ветохин², А.К. Тулекбаева¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
160012, Республика Казахстан, город Шымкент, проспект Тауке хана, 5

²Белорусский государственный технологический университет,
220006, Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова, 13а

*e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ КОМБИНИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕЗО-ТЕРМОФИЛЬНОЙ ЗАКВАСКИ И РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА

Аннотация: Молочная отрасль, как одна из основных составляющих отраслей пищевой промышленности Республики Казахстан должна не только обеспечивать население традиционными видами молока и продуктов его переработки, но и участвовать в формировании концепции здорового питания путем производства молочных продуктов с новыми пищевыми и биологическими свойствами, ориентированных на оздоровление населения всех возрастных категорий. Одними из таких направлений являются обогащение состава таких продуктов биологически активными веществами из растительного сырья местного произрастания.

Проведенные нами предыдущие исследования показали, что комбинирование исходного молочного сырья, представленного коровьим и кобыльим молоком в соотношении 85% и 15% соответственно, улучшает физико-химический, минеральный и аминокислотный состав кисломолочного продукта, полученного из этого сырья за счет присутствия в нем кобыльего молока.

Использование экстракта растительного сырья для обогащения кисломолочного продукта, следующий этап наших исследований по получению молочных продуктов функционального действия. В статье, приведены результаты проведенных

экспериментов по выбору параметров заквашивания исходного комбинированного молочного сырья закваской, содержащей мезо-термофильные культуры совместно с растительным экстрактом с исследованием минерального, химического, микробиологического и аминокислотного состава полученного кисломолочного продукта. Выбран растительный экстракт, полученный из 6 видов лекарственных растений, состоящий из 10 частей боярышника, по 4 частей шалфея, душицы, чаберца, базилика и 2 частей гвоздики. Установлено оптимальное количество растительного экстракта для обогащения кисломолочного продукта – не более 3% от общего объема исходного молочного сырья, которое позволяет соответствовать количеству молочных микроорганизмов – не менее 1×10^6 КОЕ/см³, нормируемому значению, заложенному в ТР ТС 033/2013, а также не ухудшать органолептические показатели конечного кисломолочного продукта.

Содержание аминокислот в кисломолочном продукте за счет обогащения растительным экстрактом, например, аргинин повышается в 2,5 раза, лизин в 2 раза, тирозина на 15%, фенилаланин на 25%, гистидин на 33%, лейцина изолейцина по сравнению с исходным молочным сырьем на 37%.

Ключевые слова: комбинированное молочное сырье, растительный экстракт, закваска, минеральный, химический, микробиологический, аминокислотный состав, кисломолочный продукт, параметры заквашивания, влияние, исследования, молочные продукты функционального назначения.

Сокращения и обозначения

ТРТС – Технический регламент Таможенного Союза, КОЕ – колониеобразующих вещества.

Введение

Современные подходы по улучшению структуры и качества продуктов питания, направлены в первую очередь на создание таких пищевых продуктов, которые имеют функциональную направленность и способность повышать иммунитет организма к воздействиям неблагоприятных факторов окружающей среды, поддерживающих и корректирующих здоровье. Молочные продукты относятся к продуктам ежедневного употребления практически всех возрастных категорий населения страны и представлены широким ассортиментом данного вида пищевого продукта. Наиболее полезными, считаются кисломолочные виды, в силу своей усвояемости, чем само молоко, и отсутствием рисков для людей, имеющих склонность к непереносимости такого компонента как лактоза. Многочисленные исследования доказали, что одна из обязательных составляющих правильного здорового рациона – это употребление кисломолочных продуктов [1, 2, 3].

В кисломолочных продуктах присутствует молочная кислота, которая активно, участвуя в метаболических процессах организма, нормализует моторную функцию кишечника, препятствует развитию гнилостной микрофлоры, способствует увеличению числа полезных бактерий, которые защищают стенки кишечника от различных инфекций, в том числе оказывающих сопротивление возбудителям более серьезных заболеваний, как например, палочка Коха, вызывающая туберкулез и т.д. В ферментированной продукции, к которой отнесены кисломолочные продукты, незаменимых аминокислот в десятки раз больше, чем в исходном свежем молоке [3].

Несмотря на то, что кисломолочные продукты в своей основе относятся к продуктам здорового питания, исследования по созданию новых молочных продуктов, обладающих функциональной направленностью в профилактике ряда заболеваний и способных повышать иммунитет человека остается актуальной задачей для ученых и исследователей в области разработки новых молочных продуктов функционального назначения [4, 5].

В рамках, проводимых нами исследований по совершенствованию биотехнологических аспектов производства комбинированного кисломолочного продукта, обогащенным экстрактом растительного сырья, были проведены исследования по выбору оптимального соотношения комбинирования молочного сырья, предназначенного для получения кисломолочного продукта, которые позволили нам получить образцы молочного сырья, состав которого представлен коровьим и кобыльим молоком, предназначенного для

получения кисломолочного продукта. Наиболее, оптимальное соотношение комбинирования двух видов молока составило 15% кобыльего и 85% коровьего молока [6, 7, 8].

Для заквашивания исходного молочного сырья применяются различные культуры, содержащие как термофильные, так и мезофильные бактерии. Наиболее эффективными считаются закваски, содержащие такие бактерии в комплексе [9, 10, 11]. В последние годы, наиболее часто применяют закваски производителя Chr.Hansen, Дания серии XPL, так как они дают очень плотную структуру и мягкий сливочный вкус, получаемого кисломолочного продукта, а также достаточно низкий весовой расход на большой объем исходного сырья, что отражается на себестоимости готовой продукции [12].

В качестве растительного экстракта, предназначенного для обогащения кисломолочного продукта биологически активными веществами, нами предложено использовать растительный экстракт, полученный из шести видов растений, в состав которого входят 10 частей боярышника, по 4 части шалфея, душицы, чаберца, базилика и 2 части гвоздики, полученного экстракцией методов низкочастотной вакуум ультразвуковой технологией, в рамках, ранее проведенной научно-исследовательской работы, результаты которой, показали, что применение комбинированного растительного экстракта повышает содержание макро и микроэлементов в продукте, в который добавляется растительный экстракт до 84,31% [13, 14, 15].

Также, необходимо было исследовать влияние, применяемого растительного экстракта на сам процесс заквашивания исходного молочного сырья заквасочной культурой – определить ее процентное содержание, которое не будет влиять на параметры заквашивания с изучением органолептических и физико-химического состава конечного продукта для выявления отклонений по микробиологическим показателям, которые нормируются техническими регламентами о безопасности молока и молочных продуктов [16, 17].

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследований выбраны:

Для изучения микробиологических показателей

– комбинированное молочное сырье, состав которого, содержит 15% кобыльего и 85% коровьего молока

Для изучения минерального состава

– комбинированное молочное сырье, состав которого, содержит 10% кобыльего и 90% коровьего молока

– комбинированное молочное сырье, состав которого, содержит 15% кобыльего и 85% коровьего молока

– комбинированное молочное сырье, состав которого, содержит 20% кобыльего и 80% коровьего молока

Для заквашивания:

– заквасочная культура XPL-35, в состав которой входят *Lactococcus lactis subsp, Cremoris, Lactococcus lactis subsp, Lactis, Leuconostoc mesenteroides ssp, Cremoris Lactococcus lactis subsp, Diacetylactis, Streptococcus thermophilus*

Для обогащения биологически активными веществами:

– комбинированный растительный экстракт, состоящий из шести растений в пропорции 10:4:4:4:4:2 физико-химический состав которого, включает: сухих веществ в % -11,7, pH -5,51, плотность, кг/м³ -973, вязкость, мПа/с -9,503, активность воды a_w , дол. ед. – 0,96, энергия связи влаги, Е. кДж/кг -5,52.

Применяемое оборудование и материалы:

Пробирки химические по ГОСТ 19808-86, объемом 50 мл

Чашки Петри по ГОСТ 25336-82, диаметр 150 мм

Термостат лабораторный суховоздушный для микробиологии марки ТС 135S

Условия экспериментов:

Объем образцов исходного молочного сырья 20 мл. Количество образцов – 5 на каждую серию опытов по совместному заквашиванию заквасочной культуры и растительного экстракта

Количество заквасочной культуры, рассчитываем, исходя из установленной дозировки для XPL-35 на исследуемый объем исходного молочного сырья. Для повышения скорости брожения заквасочную культуру растворили в физ.растворе – 9,9 мл физраствора и 0,1 мг

закваски, которое дает соотношение 1:100. В каждую пробирку вливали по 0,1 мл, полученного раствора заквасочной культуры.

Образец №4 (K+), контрольный образец комбинированного молока, в который не добавлен растительный экстракт. Образец №5 (K) представляет собой коровье молоко без добавления кобыльего для сравнительного анализа по содержанию КОЕ (колониобразующих веществ) в получаемом кисломолочном продукте. Каждую пробирку с образцами ставили на лабораторный Вортекс для полного смешивания продуктов в течении 60 сек. Далее все образцы отправляли в термостат на 10 часов при температуре нагрева 35-40°C для получения кисломолочного продукта. В таблице 1, приведены условия экспериментов.

Таблица 1 – Условия экспериментов

	Кол-во исходного молочного сырья (15%), мл	Кол-во раствора заквасочной культуры, мл	Время смешивания, сек	Время нагрева, час	Кол-во растительного экстракта, мл/%
Образец 1	20	0,1	10	10	0,005/0,1
Образец 2	20	0,1	10	10	0,5/1
Образец 3	20	0,1	10	10	0,15/3
Образец 4 (K+)	20	0,1	10	10	-
Образец 5 (K)	20 (без кобыльего молока)	0,1	10	10	-

Полученный кисломолочный продукт совместным сквашиванием закваски и растительного экстракта необходимо проверить на такой показатель как количество КОЕ (колониобразующие единицы), содержание которого, нормируется ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочных продуктов» не менее 1×10^6 КОЕ/см³ [17] и проводится по ГОСТ 33951[18].

Образцы кисломолочного продукта предварительно встряхивали для разбивания сгустков и комков. Затем разводим по схеме 50:50:250. В качестве контрольного взят образец кисломолочного продукта № 5 (K), полученного только из коровьего молока в котором, содержание КОЕ не искажается микроорганизмами из растительного экстракта. В пробирку вливаем 5 мл физраствора и 50 мкл образца № 5(K), который дает соотношение 1:100. Перемешиваем на Вортексе в течении 5-8 сек., затем из этой пробирки проводится отбор 50 мкл полученного раствора и переносится в следующую вторую пробирку, которая также перемешивается на Вортексе и, из которой отбирается 250 мкл, которая переносится в третью пробирку, перемешивается и так, мы дважды получаем 100 кратное разведение, а на третьем 10 кратное разведение, чтобы получить наименьшее количество колоний. Получив необходимое искомое разведение, раствор высеваем на чашку Петри, нанося на поверхность 100мкл., распределяя его по всей ее поверхности стерильным шпателем. По такой же методике проведен высев образцов № 1, № 2, № 3 и № 4, но разведение проводится по схеме 50:250:50, и высев каждого образца проводится в двух чашках Петри для получения минимального и максимального количества колоний с целью изучения влияния растительного экстракта на микрофлору кисломолочного продукта.

Всего получено 9 чашек Петри:

- 1 чашка Петри с высеvom образца № 5(K)
- 2 чашки Петри образца № 1 с высеvom а) $0,1 \cdot 10^{-5}$ и б) $0,1\% \cdot 10^{-3}$
- 2 чашки Петри образца № 2 с высеvom а) $1\% \cdot 10^{-5}$ б) $1\% \cdot 10^{-3}$
- 2 чашки Петри образца № 3 с высеvom а) $3\% \cdot 10^{-5}$ б) $3\% \cdot 10^{-3}$
- 2 чашки Петри образца № 4 с высеvom а) $K+ \cdot 10^{-5}$ б) $K+ \cdot 10^{-3}$

Готовые чашки Петри закрываем крышкой, переворачиваем и отправляем в термостат для инкубирования посевов при температуре (37 ± 1) °C в течении 72 часов.

На рисунке 1, представлены ход экспериментов и подготовленные 9 чашек Петри с образцами высеvom.



Рисунок 1 – Подготовка образцов кисломолочного продукта для определения кисломолочных бактерий

Через 72 часа, образцы были извлечены из термостата, выращенные колонии микрофлоры были изучены путем нанесения маркеров на каждую колонию с определением количества микроорганизмов каждого вида по формуле:

$$N = \frac{C \cdot d}{n} \quad (1)$$

где, N – количество микроорганизмов каждого вида в пробе, КОЕ/г;

C – количество колоний, подсчитанных на чашках;

d – объём посева.

N – степень разведения

Также образцы кисломолочного продукта, обогащенного растительным экстрактом, были проанализированы на минеральный и аминокислотный состав.

Минеральный состав, проанализирован в аттестованной испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «ИРЛИП» ЮКУ им. М. Ауэзова, на основании заявки №978, от 16.09.2022 года. Количество каждого образца 100 мл. Образцы сжигали в муфельной печи с получением золы, в которой, состав определяли рентгеноспектральным методом на растровом электронном микроскопе. Аминокислотный состав исследован в научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов Алматинского технологического университета, Протокол испытаний № 9575 от «19» сентября 2022 г., приведен на рисунке 2.



АО «Алматинский технологический университет»
 Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
 продовольственных продуктов
 050061, г.Алматы, пр-т Райымбека 348/5, тел. 8(727)2774743,
 e-mail: food_safety@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 9575 от «19» сентября 2022 г.

Наименование продукции: Кисломолочный продукт 15% обогащенный растительным экстрактом

Регистрационный номер: 9575

Дата поступления образца: 07.09.2022 г.

Основание для испытаний (акт отбора и пр.):

Заявитель: **Тлеуова К.Ж.**

Изготовитель (страна, фирма, предприятие):

Вид испытаний: **Контрольный**

Дата изготовления:

Срок годности:

Дата начала и окончания испытаний: 17.09.2022 г. – 19.09.2022 г.

Обозначение НД на продукцию:

Условия проведения испытания: температура – 22°C, влажность – 62%.

Наименование показателя, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Аминокислотный состав, %		Приложение №1	М-04-38-2009
-аргинин		0,934±0,373	
-лизин		0,442±0,150	
-тирозин		0,187±0,056	
-фенилаланин		0,423±0,127	
-гистидин		0,187±0,093	
-лейцин+изолейцин		0,462±0,120	
-метионин		0,128±0,043	
-валин		0,324±0,130	
-пролин		0,373±0,097	
-треонин		0,305±0,122	
-серин		0,427±0,123	
-аланин		0,364±0,095	
-глицин		0,305±0,104	
Жирнокислотный состав, %		Приложение №2	ГОСТ 30418-96

Директор НИИ ПБ

Исполнители:

Набиева Ж.С.

Самадун А.И.

Толууханова Н.С.

Приложение №1 к протоколу № 9399 от «07» июня 2022 г.

Дата: 08.06.2022 12:40:18
 Оператор: polzovatel
 Файл ЭФГ: C:\Lumex\Elforun\mdf\AK_AK №1_2206081240.mdf
 Файл метода: C:\Lumex\Elforun\Программы\AK_cx1. 30.10.2015
 Температура анализа: 30,0 °C
 Длина волны: 254
 Проба: АК №1
 Этап 1. Время 959 сек, Напр. 25 кВ, Давл. 0 мбар, Длина волны 254 нм.
 Метод расчета: Абсолютная градуировка.

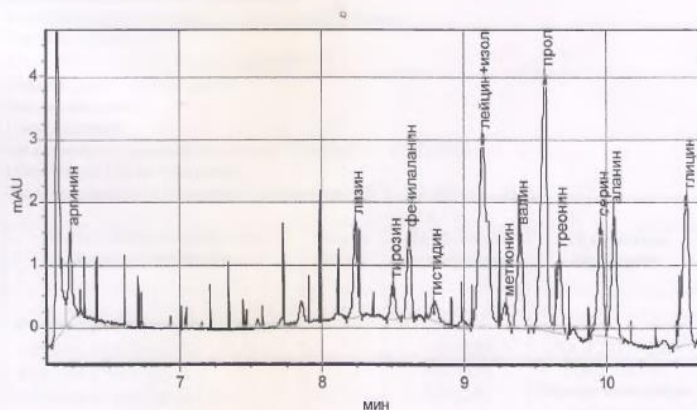


Рисунок 2 – Результаты исследований аминокислотного состава кисломолочного продукта, обогащенного растительным экстрактом

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные результаты позволяют определить оптимальное количество растительного экстракта используемого для обогащения биологически активными веществами кисломолочного продукта в процессе совместного заквашивания исходного молочного сырья с заквасочной культурой XPL-35 для нормирования микробиологического показателя КОЕ/см³ в готовом продукте, не превышающего содержания, установленного нормативным документом.

Результаты влияния содержания растительного экстракта на КОЕ в исследуемых образцах кисломолочного продукта, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты влияния содержания растительного экстракта на КОЕ/см³ в образцах кисломолочного продукта

№ п/п	Высев в чашке Петри		Кол-во колоний, С		Формула расчета $N = \frac{C \cdot d}{n}$		Количество микроорганизмов каждого вида в пробе N, КОЕ/см ³		Среднее значение N, КОЕ/см ³
	а)	б)							
Образец № 1	а) 0,1%*10 ⁻⁵	б) 0,1%*10 ⁻³	62	1476	$N = \frac{62 \cdot 0,1}{10^{-5}}$	$N = \frac{1476 \cdot 0,1}{10^{-3}}$	6,2*10 ⁷	1,5*10 ⁷	3*10 ⁷
Образец № 2	а) 1%*10 ⁻⁵	б) 1%*10 ⁻³	31	1428	$N = \frac{31 \cdot 0,1}{10^{-5}}$	$N = \frac{1428 \cdot 0,1}{10^{-3}}$	3,1*10 ⁷	1,5*10 ⁷	2*10 ⁷
Образец № 3	а) 3%*10 ⁻⁵	б) 3%*10 ⁻³	56	1752	$N = \frac{56 \cdot 0,1}{10^{-5}}$	$N = \frac{1752 \cdot 0,1}{10^{-3}}$	5,6*10 ⁷	1,7*10 ⁷	3*10 ⁷
Образец № 4	а) K+*10 ⁻⁵	б) K+10 ⁻³	39	1844	$N = \frac{39 \cdot 0,1}{10^{-5}}$	$N = \frac{1844 \cdot 0,1}{10^{-3}}$	3,9*10 ⁷	1,8*10 ⁷	2*10 ⁷
Образец № 5	K*10 ⁻⁵		37		$N = \frac{37 \cdot 0,1}{10^{-5}}$				3,7*10 ⁷

Как видно, из таблицы 2, количество растительного экстракта, которое добавляют для обогащения не должно превышать 3%, только в этом случае количество молочных микроорганизмов будет соответствовать нормируемому значению, заложенному в ТР ТС 033/2013 – не менее 1x10⁶ КОЕ/см³, а также органолептическим показателям конечного кисломолочного продукта.

При обогащении кисломолочного продукта растительным экстрактом улучшается содержание, как аминокислотного, так и минерального состава [19, 20, 21].

В таблице 3, приведены результаты анализов аминокислотного состава, % исходного комбинированного молочного сырья, кисломолочный продукт без добавления растительного экстракта и с добавлением растительного экстракта в процессе его сквашивания, которые более наглядно в виде столбчатых диаграмм, приведены на рисунке 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ массовой доли аминокислот в %

Наименование компонента (аминокислоты)	Комбинированное молоко (15%)	Кисломолочный продукт	Кисломолочный продукт, обогащенный растительным экстрактом
аргинин	0,392	0,379	0,934
лизин	0,255	0,207	0,442
тирозин	0,131	0,149	0,187
фенилаланин	0,255	0,322	0,423
гистидин	0,145	0,126	0,187
лейцин изолейцин	0,294	0,540	0,462
метионин	0,067	0,138	0,128
валин	0,411	0,322	0,324
пролин	0,431	0,897	0,373
треонил	0,235	0,230	0,305
серин	0,235	0,310	0,427
серин	0,274	0,253	0,364
глицин	0,274	0,310	0,305

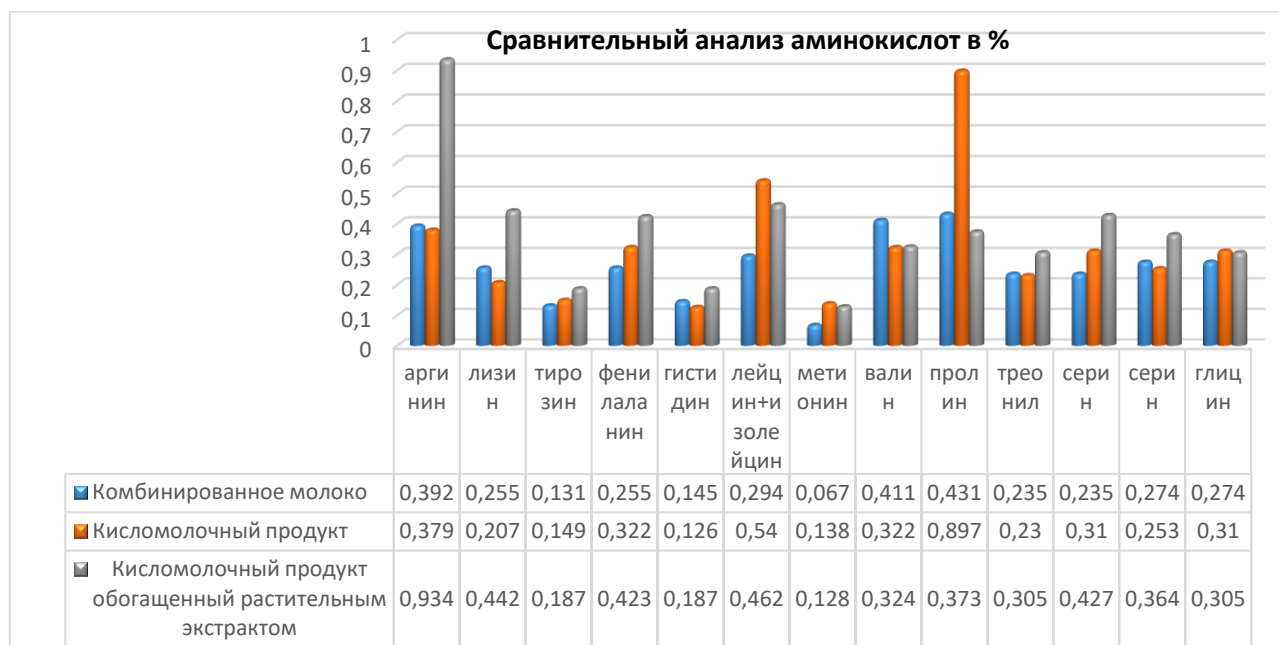


Рисунок 3 – Сравнительный анализ массовой доли аминокислот в %

Как видно из сравнительного анализа содержание аминокислот в кисломолочном продукте при добавлении растительного экстракта повышается, например аргинин в 2,5 раза, лизин в 2 раза, тирозин на 15%, фенилаланин на 25%, гистидин на 33%, лейцин изолейцин по сравнению с исходным молочным сырьем на 37% и т.д. Т.е. мы наблюдаем улучшение аминокислотного состава практически по всем аминокислотам [22, 23, 24, 25].

На основании, полученных результатов по минеральному составу в кисломолочном продукте без растительного экстракта и с ним, полученных их молочного сырья в соотношении 10%, 15%, 20% по кобыльему молоку к коровьему, нами построены сравнительные графики, приведенные в таблице 4 и 5 и на рисунке 4.

Таблица 4 – Минеральный состав кисломолочном продукте без растительного экстракта

Кисломолочный продукт	Ca, мг %	Mg, мг %	P, мг %	K, мг %	Na, мг %	S, мг %	O, мг %
Образец №1, 10%	14,4	1,21	13,67	16,34	8,31	0,84	34,59
Образец №1, 15%	14,15	1,38	12,36	15,41	7,34	0,61	38,51
Образец №1, 20%	14,66	1,25	13,33	16,19	8,43	0,88	34,85

Таблица 5 – Минеральный состав кисломолочном продукте кисломолочном продукте с растительным экстрактом

Кисломолочный продукт, обогащенный растительным экстрактом	Ca, мг %	Mg, мг %	P, мг %	K, мг %	Na, мг %	S, мг %	O, мг %
Образец №1, 10%	7,50	0,32	4,65	0,53	27,48	0,84	13,87
Образец №1, 15%	13,01	1,17	13,28	15,57	9,46	0,64	37,51
Образец №1, 20%	12,03	1,09	17,00	15,52	8,94	0,27	39,71

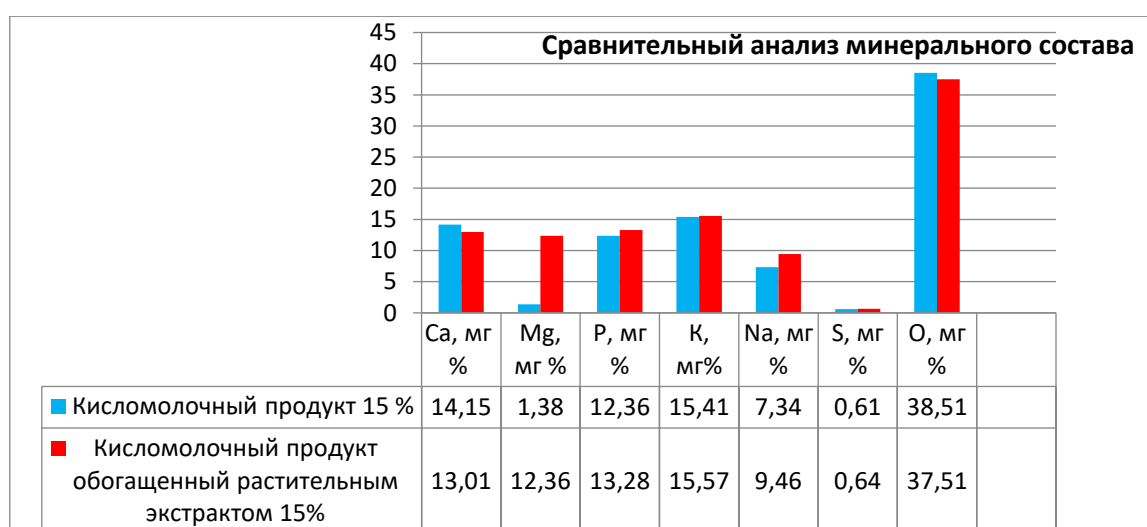


Рисунок 4 – Сравнительный анализ минерального состава кисломолочном продукте без растительного экстракта и с растительным экстрактом

Заключение

Проведенные исследования показали, что применение растительных экстрактов, обладающих биологически активными свойствами при заквашивании исходного молочного сырья, который в свою очередь был получен комбинированием двух видов молочного сырья – коровьего и кобыльего молока, позволяющего улучшить физико-химические показатели исходного сырья, повышает содержание ряда аминокислот в конечном продукте, а значит и полезные функциональные свойства. Установлено оптимальное количество растительного экстракта для обогащения кисломолочного продукта – не более 3% от общего объема исходного молочного сырья, которое позволяет соответствовать количеству молочных микроорганизмов нормируемому значению, заложенному в ТР ТС 033/2013 – не менее 1×10^6 КОЕ/см³, а также не ухудшать органолептические показатели конечного кисломолочного продукта.

Литература

1. Соколова О.Я. Технология молочных продуктов лечебно-профилактического питания: учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ. – 2009. – 130 с.
2. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: учебник. – 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство. – 2007. – 455 с.
3. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов: Учебник. 5-е изд., испр. и доп. Изд-во ГИОРД. – 2021. – 336.

4. Шамбулова Г.Д., Орымбетова Г.Э., Жаксылыкова Г.Н., Шамбулов Е.Д. Кисломолочные продукты с функциональными ингредиентами. – Алматы: Вестник Алматинского технологического университета. – 2018. – № 2. – С. 77-83.
5. Бояринаева И.В. Разработка технологии нового пробиотического кисломолочного продукта // «Перспективы науки». – 2013. – № 9. – С.26-29.
6. Шингисов А.У., Нурсейтова З.Т. Түйе сүтінің және шұбаттың минералды құрамын зерттеу// Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. – 2013. – № 2. – Б. 54-57.
7. Якунин А.В., Синявский Ю.А., Ибраимов Ы.С. Оценка пищевой ценности кобыльего молока и кисломолочных продуктов на его основе и возможности их использования в детском питании//Вопросы современной педиатрии. – 2017. – № 16(3). – С. 235-240.
8. Тлеуова К.Ж., Шингисов А.У., Ветохин С.С., Тулекбаева А.К., Отуншиева А.Е. Выбор оптимального соотношения комбинирования молочного сырья, предназначенного для получения кисломолочного продукта // Доклады Национальной Академии наук Республики Казахстан. Алматы. – 2022. – № 2. – С. 75-87.
9. Кудрявцева Т.А. Совершенствование технологии бактериальных заквасок и ферментных препаратов: методические указания. – СПб.: СПбГУНИПТ. – 2008. – 41 с.
10. Туякова А.К., Нагызбекқызы Э., Абитаева Г.К., Даулбай С.С., Ахметова Г.Н., Ануарбекова С.С., Алмагамбетов К.Х. Изучение пробиотических свойств новых штаммов лактобактерий // Биотехнология. Теория и практика. – 2013. – № 4. – С.55-58.
11. Квасников Е.И., Нестеренко О.А. Молочнокислые бактерии и их использование. – М.: Наука. – 1975. – С. 290-359.
12. Заквасочные культуры CHR.HANSEN, Дания. Режим доступа: <https://cheasy.ru/82-zakvasochnye-kultury-chrhansen-daniya>.
13. Шингисов А.У., Кобжасарова З.И. Исследование экстрактов плодов боярышника и листьев шалфея, культивируемых на юге Казахстана // Научно-теоретический журнал Успехи современного естествознания – г. Москва. – 2014. – № 11 (часть3). – С. 78-82.
14. Шингисов А.У., Уразбаева К.А., Кобжасарова З.И., Мусаева С.А, Тасполтаева А.Р. Исследование состава экстрактов листьев базилика и бутона гвоздики, произрастающих в Южно-Казахстанской области // Научно-теоретический журнал «Успехи современного естествознания». – г. Москва. – 2014. – № 9. – С. 73-78.
15. Шингисов А.У., Майлыбаева Э.У., Нурсейтова З.Т. Исследование минерального состава и термодинамических характеристик плодов шиповника «rosaceaejuss», культивируемой в южных регионах Казахстана // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 215-219.
16. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 14 июля 2021 года), утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880. Приложение 1. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf> (дата обращения: 27.09.2022).
17. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. №67. [Электронный ресурс] — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293778/4293778171.pdf> (дата обращения: 29.09.2022).
18. ГОСТ 33951-2016. Межгосударственный стандарт. Молоко и молочная продукция Методы определения молочнокислых микроорганизмов. Москва. Изд-во: Стандартинформ, 2016. – 13с.
19. Lv J.P., Wang L.M. Bioactive components in kefir and koumiss // Bioactive components in milk and dairy products / Y.W. Park editor. Wiley-Blackwell. – 2009. – P. 251-262. <https://doi.org/10.1002/9780813821504.ch10>.
20. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species / K. Potocnik [et al.] // Mljekarstvo. – 2011. – Vol. 61. – № 2. – P. 107-113.
21. Thoroughbred mare's milk exhibits a unique and diverse free oligosaccharide profile / S. Karav [et al.] // FEBS Open Bio. – 2018. – Vol. 8. – № 8. – P. 1219-1229.
22. Hill D.R., Newburg D.S. Clinical applications of bioactive milk components // Nutrition Reviews. – 2015. – Vol. 73. – № 7. – P. 463-476.

23. Dietetic effects of oral intervention with mare's milk on the Severity Scoring of Atopic Dermatitis, on faecal microbiota and on immunological parameters in patients with atopic dermatitis / C. Foekel [et al.] // International Journal of Food Sciences and Nutrition. – 2009. – Vol. 60. – № 7. – P. 41-52.
24. Production technology, nutritional, and microbiological investigation of traditionally fermented mare milk (Chigee) from Xilin Gol in China / L. Guo [et al.] // Food Science and Nutrition. – 2019. – Vol. 8. – № 1. – P. 257-264.
25. Comparison of the efficacy of alpha-lactalbumin from equine, bovine, and human milk in the growth of intestinal IEC-6 cells / Xijier [et al.] // Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. – 2012. – Vol. 76. – № 4. – P. 843-846.

References

1. Sokolova O.YA. Tekhnologiya molochnyh produktov lechebno-profilakticheskogo pitaniya: uchebnoe posobie. – Orenburg: GOU OGU. – 2009. – 130 s. (In Russian).
2. Poznyakovskij V.M. Gigienicheskie osnovy pitaniya, kachestvo i bezopasnost' pishchevyh produktov: uchebnik. – 5-e izd., ispr. i dop. – Novosibirsk : Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo. – 2007. – 455 s. (In Russian).
3. Gorbatova K.K. Biohimiya moloka i molochnyh produktov: Uchebnik. 5-e izd., ispr. i dop. Izd-vo GIORД. – 2021. – 336 s. (In Russian).
4. Shambulova G.D., Orymbetova G.E., ZHaksylykova G.N., SHambulov E.D. Kislomolochnye produkty s funkcional'nymi ingredientami. Almaty: Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2018. – № 2. – S.77-83. (In Russian).
5. Boyarineva I.V. Razrabotka tekhnologii novogo probioticheskogo kislomolochnogo produkta // «Perspektivy nauki». – 2013. – № 9. – S. 26-29. (In Russian).
6. Shingisov A.U., Nurseitova Z.T. Tyje sytiniń zhәne shұbattyń mineraldy qұramyn zertteu// Almaty tekhnologiyalyq universitetiniń habarshysy. – 2013. – № 2. – S. 54-57. (In Russian).
7. Yakunin A.V., Sinyavskij YU.A., Ibraimov Y.S. Ocenka pishchevoj cennosti kobylyego moloka i kislomolochnyh produktov na ego osnove i vozmozhnosti ih ispol'zovaniya v detskom pitanii // Voprosy sovremennoj pediatrii. – 2017. – № 16(3). – S. 235-240. (In Russian).
8. Tleuova K.ZH., SHingisov A.U., Vetohin S.S., Tulekbaeva A.K., Otunshieva A.E. Vybor optimal'nogo sootnosheniya kombinirovaniya molochnogo syr'ya, prednaznachennogo dlya polucheniya kislomolochnogo produkta // Doklady Nacional'noj Akademii nauk Respubliki Kazahstan. – Almaty. – 2022. – № 2. – S. 75-87. (In Russian).
9. Kudryavceva T.A. Sovershenstvovanie tekhnologii bakterial'nyh zakvasok i fermentnyh preparatov: metodicheskie ukazaniya. – SPb.: SPbGUNiPT. – 2008. – 41 s. (In Russian).
10. Tuyakova A.K., Nagyzbekkyzy E., Abitaeva G.K., Daulbaj S.S., Ahmetova G.N., Anuarbekova S.S., Almagambetov K.H. Izuchenie probioticheskikh svojstv novyh shtammov laktobakterij // Biotekhnologiya. Teoriya i praktika. – 2013. – № 4. – S. 55-58. (In Russian).
11. Kvasnikov E.I., Nesterenko O.A. Molochnokislye bakterii i ih ispol'zovanie. – M.: Nauka. – 1975. – S. 290-359. (In Russian).
12. Zakvasochnye kul'tury CHR.HANSEN, Daniya. Rezhim dostupa: <https://cheasy.ru/82-zakvasochnye-kul'tury-chrhansen-daniya>. (In Russian).
13. Shingisov A.U., Kobzhasarova Z.I. Issledovanie ekstraktov plodov boyaryshnika i list'ev shalfeya, kul'tiviruemyh na yuge Kazahstana // Nauchno-teoreticheskij zhurnal Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya – Moskva. – 2014. – № 11 (chast'3). – S. 78-82. (In Russian).
14. Shingisov A.U., Urazbaeva K.A., Kobzhasarova Z.I., Musaeva S.A, Taspoltaeva A.R. Issledovanie sostava ekstraktov list'ev bazalika i butona gvozdiki, proizrastayushchih v YUzhno-Kazahstanskoj oblasti// Nauchno-teoreticheskij zhurnal Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya – Moskva. – 2014. – № 9. – S. 73-78. (In Russian).
15. Shingisov A.U., Majlybaeva E.U., Nurseitova Z.T. Issledovanie mineral'nogo sostava i temodinamicheskikh harakteristik plodov shipovnika «rosaceaejuss», kul'tiviruemoj v yuzhnyh regionah Kazahstana // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2015. – № 12. – S. 215-219. (In Russian).
16. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishchevoj produkcii (s izmeneniyami na 14 iyulya 2021 goda), utverzhden Resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 goda № 880. [Electronic resource]. Available

- at: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf> (Accessed: 27.09.2022). (In Russian).
17. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo Soyuzа TR TS 033/2013 «O bezopasnoti moloka i molochnoj produkcii», prinyat Resheniem Soveta Evrazijskoj ekonomicheskoy komissii ot 9 oktyabryа 2013 g. №67. [Electronic resource]. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293778/4293778171.pdf> (Accessed: 29.09.2022). (In Russian).
18. GOST 33951-2016. Mezghosudarstvennyj standart. Moloko i molochnaya produkciyayu Metody opredeleniya molochnokislyh mikroorganizmov. – Moskva. Izd-vo: Standartinform. – 2016. – 13 s. (In Russian).
20. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species / K. Potocnik [et al.] // Mljekarstvo. – 2011. – Vol. 61. – № 2. – P. 107-113. (In English).
21. Thoroughbred mare's milk exhibits a unique and diverse free oligosaccharide profile / S. Karav [et al.] // FEBS Open Bio. – 2018. – Vol. 8. – № 8. – P. 1219-1229. (In English).
22. Hill D.R., Newburg D.S. Clinical applications of bioactive milk components // Nutrition Reviews. – 2015. – Vol. 73. – № 7. – P. 463-476. (In English).
23. Dietetic effects of oral intervention with mare's milk on the Severity Scoring of Atopic Dermatitis, on faecal microbiota and on immunological parameters in patients with atopic dermatitis / C. Foekel [et al.] // International Journal of Food Sciences and Nutrition. – 2009. – Vol. 60. – № 7. – P. 41-52. (In English).
24. Production technology, nutritional, and microbiological investigation of traditionally fermented mare milk (Chigee) from Xilin Gol in China / L. Guo [et al.] // Food Science and Nutrition. – 2019. – Vol. 8. – № 1. – P. 257-264. (In English).
25. Comparison of the efficacy of alpha-lactalbumin from equine, bovine, and human milk in the growth of intestinal IEC-6 cells / Xijier [et al.] // Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. – 2012. – Vol. 76. – № 4. – P. 843-846. (In English).

К.Ж. Тлеуова^{1*}, А.У. Шингисов¹, С.С. Ветохин², А.К. Тулекбаева¹

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті
160012, Қазақстан Республикасы, Шымкент қаласы, Тәуке хан даңғылы, 5

²Белорус мемлекеттік технологиялық университеті,
220006, Беларусь, Минск қ., Свердлов к-сі, 13а

*e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

МЕЗО-ТЕРМОФИЛЬДІ АШЫТҚЫНЫ ЖӘНЕ ӨСІМДІК СЫҒЫНДЫСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, БІРІКТІРІЛГЕН СҮТ ШИКІЗАТЫНАН АЛЫНҒАН АШЫТЫЛҒАН СҮТ ӨНІМІНІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Сүт саласы Қазақстан Республикасының тамақ өнеркәсібінің негізгі құрамдас салаларының бірі ретінде халықты дәстүрлі сүт түрлерімен және оны қайта өңдеу өнімдерімен қамтамасыз етіп қана қоймай, барлық жастағы санаттағы халықты сауықтыруға бағдарланған жаңа тағамдық және биологиялық қасиеттері бар сүт өнімдерін өндіру арқылы салауатты тамақтану тұжырымдамасын қалыптастыруға қатысуға тиіс. Осындай бағыттардың бірі-мұндай өнімдердің құрамын жергілікті өсімдік шикізатынан биологиялық белсенді заттармен байыту.

Біздің алдыңғы жүргізген зерттеулеріміз сиыр мен бие сүтімен ұсынылған бастапқы сүт шикізатын сәйкесінше 85%-дан 15%-ға дейін біріктіру бие сүтінің болуы арқылы осы шикізаттан алынған ашытылған сүт өнімінің физика-химиялық, минералды және аминқышқылдық құрамын жақсартатынын көрсетті.

Ашытылған сүт өнімін байыту үшін өсімдік шикізатының сығындысын пайдалану, функционалды мақсаттағы сүт өнімдерін алу бойынша зерттеулеріміздің келесі кезеңі. Мақалада алынған ашытылған сүт өнімінің минералды, химиялық, микробиологиялық және аминқышқылдарының құрамын зерттей отырып, өсімдік сығындысымен бірге мезо-термофильді дақылдары бар бастапқы біріктірілген сүт шикізатын ашыту параметрлерін таңдау бойынша жүргізілген эксперименттердің нәтижелері келтірілген.

Дәрілік өсімдіктердің 6 түрінен алынған өсімдік сығындысы таңдалды, ол долананың 20 бөлігінен, шалфейдің 5 бөлігінен, ореганодан, тимьяннан, насыбайгүлден және қалампырдың 2,5 бөлігінен тұрады. Ашытылған сүт өнімін байыту үшін өсімдік сығындысының оңтайлы мөлшері, бастапқы сүт шикізатының жалпы көлемінің 3%-дан аспайтыны анықталды, бұл сүт микроорганизмдерінің санына сәйкес келуге мүмкіндік береді, КО 033/2013 ТР-ға енгізілген нормаланған мәнге кемінде 1×10^6 КОЕ/см³, сондай-ақ соңғы ашытылған сүт өнімінің органолептикалық көрсеткіштерін нашарлатпайды.

Ашытылған сүт өніміндегі аминқышқылдарының құрамы өсімдік сығындысымен байыту есебінен, мысалы, аргинин 2,5 есе, лизин 2 есе, тирозин 15%, фенилаланин 25%, гистидин 33%, лейцин изолейцин бастапқы сүт шикізатымен салыстырғанда 37%-ға артады.

Түйін сөздер: біріктірілген сүт шикізаты, өсімдік сығындысы, ашытқы, минералды, химиялық, микробиологиялық, аминқышқылдарының құрамы, ашытылған сүт өнімі, ашыту параметрлері, әсері, зерттеулері, функционалдық мақсаттағы сүт өнімдері.

K.Zh. Tleuova^{1*}, A.U. Shingisov¹, S.S. Vetokhin², A. K.Tulekbaeva¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University,
160012, Republic of Kazakhstan, Shymkent city, Tauke Khan Avenue, 5

²Belarusian State Technological University,
220006, Belarus, Minsk, 13a Sverdlova str.,

*e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

STUDIES OF THE COMPOSITION OF FERMENTED MILK PRODUCT OBTAINED FROM COMBINED DAIRY RAW MATERIALS USING MESO-THERMOPHILIC STARTER CULTURE AND PLANT EXTRACT

The dairy industry, as one of the main components of the food industry of the Republic of Kazakhstan, should not only provide the population with traditional types of milk and its processed products, but also participate in the formation of the concept of healthy nutrition by producing dairy products with new nutritional and biological properties aimed at improving the health of the population of all age categories. One of such directions is the enrichment of the composition of such products with biologically active substances from plant raw materials of local growth.

Our previous studies have shown that the combination of raw milk raw materials, represented by cow's and mare's milk in a ratio of 85% and 15%, respectively, improves the physico-chemical, mineral and amino acid composition of the fermented milk product obtained from this raw material due to the presence of mare's milk in it.

The use of an extract of vegetable raw materials for the enrichment of a fermented milk product is the next stage of our research on the production of functional dairy products. The article presents the results of experiments conducted to select the parameters of fermentation of the initial combined dairy raw materials with a starter culture containing meso-thermophilic cultures together with a plant extract with a study of the mineral, chemical, microbiological and amino acid composition of the resulting fermented milk product.

A plant extract obtained from 6 types of medicinal plants was selected, consisting of 20 parts of hawthorn, 5 parts of sage, oregano, thyme, basil and 2.5 parts of cloves. The optimal amount of plant extract for enriching the fermented milk product has been established – no more than 3% of the total volume of the initial milk raw materials, which allows to correspond to the number of dairy microorganisms – at least 1×10^6 CFU/ cm³, the normalized value laid down in TR CU 033/2013, and also not to worsen the organoleptic parameters of the final fermented milk product.

The content of amino acids in the fermented milk product due to enrichment with plant extract, for example, arginine increases by 2.5 times, lysine by 2 times, tyrosine by 15%, phenylalanine by 25%, histidine by 33%, leucine isoleucine compared to the original dairy raw materials by 37%.

Key words: combined dairy raw materials, vegetable extract, starter culture, mineral, chemical, microbiological, amino acid composition, fermented milk product, fermentation parameters, influence, research, functional dairy products.

Сведения об авторах

Каламкас Жумабековна Тлеуова – докторант кафедры «Биотехнология»; Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Казахстан, Шымкент, Республика Казахстан, kalamkas-tleuova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2864-2668>.

Азрет Утебаевич Шингисов – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Академии естественных наук Российской Федерации, заведующий кафедры «Технология и безопасность продовольственных продуктов»; «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова», Казахстан, Шымкент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0726-8232>.

Айжамал Конысбаевна Тулекбаева – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Стандартизация и сертификация» Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, национальный эксперт. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8009-9239>.

Сергей Сергеевич Ветохин – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Физико-химических методов сертификации продукции». Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, Минск. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8613-731X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Қаламқас Жұмабекқызы Тлеуова – биотехнология кафедрасының докторанты, Оңтүстік Қазақстан университеті. М.Әуезов, Қазақстан, Шымкент, Қазақстан Республикасы. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2864-2668>

Әзірет Өтебайұлы Шингисов – техника ғылымдарының докторы, профессор, Ресей Федерациясы Жаратылыстану ғылымдары академиясының корреспондент-мүшесі, Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі кафедрасының меңгерушісі, Оңтүстік Қазақстан университеті. М.Әуезов», Қазақстан, Шымкент. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0726-8232>.

Айжамал Қонысбайқызы Тулекбаева – техника ғылымдарының кандидаты, «Стандарттау және сертифициаттау» кафедрасының меңгерушісі. М.Әуезова, ұлттық сарапшы. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8009-9239>.

Сергей Сергеевич Ветохин – физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, «Өнімді сертифициаттаудың физика-химиялық әдістері» кафедрасының меңгерушісі. Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Беларусь, Минск. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8613-731X>.

Information about authors

Kalamkas Zhumabekovna Tleuova – doctoral student of the Department of Biotechnology; South Kazakhstan University named after. M. Aueзов, Kazakhstan, Shymkent, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2864-2668>.

Azret Utebaevich Shingisov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Academy of Natural Sciences of the Russian Federation, Head of the Department of Technology and Safety of Food Products; South Kazakhstan University named after. M. Aueзов", Kazakhstan, Shymkent. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0726-8232>.

Aizhamal Konysbaevna Tulekbaeva – candidate of technical sciences, head of the department of "Standardization and Certification" of SKSU named after. M. Aueзовa, national expert. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8009-9239>.

Sergey Sergeevich Vetokhin – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, head of the department of "Physical and chemical methods of product certification." Belarusian State Technological University, Belarus, Minsk. <https://orcid.org/0000-0002-8613-731X>
Ветохин Сергей Сергеевич, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, «Өнімді сертифициаттаудың физика-химиялық әдістері» кафедрасының меңгерушісі. Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Беларусь, Минск. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8613-731X>.

Материал поступил в редакцию 15.12.2023 г.

Ш.Т. Кырыкбаева¹, Ж.Калибеккызы¹, З.В. Капшакбаева², Ш.К. Жакупбекова¹,
Б.К. Оспанова³

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

²Торайгыров Университет,
140010, Республика Казахстан, г.Павлодар, ул. Ломова 64

³Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
010011, г. Астана, пр. Победы, 62

⁴Alikhan Bokeikhan University,
071411, Республика Казахстан, г.Семей, ул. Мәңгілік Ел 11

*e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХМЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ

Аннотация. В статье представлены результаты использования растительного экстракта из хмеля в производстве сыра с целью обогащения антиоксидантными свойствами. Основным материалом исследования служил хмель, произрастающий в Абайской области. Ранее было показано, что содержание белка в хмеле обыкновенном было в 1,7 раза меньше (19 %), чем в пекарских дрожжах (33%), тогда как содержание дубильных веществ в хмеле обыкновенном было достаточно высоким (3,8 %). Как известно, дубильным веществам присущи противоязвенные, капилляро-укрепляющие и болеутоляющие свойства, что повышает интерес исследователей к использованию хмеля обыкновенного в качестве функциональными свойствами.

В статье приведены результаты исследований физико-химических и органолептических показателей мягкого рассольного сыра. Одним из важных показателей при определении качества сырья и при его выборе как сырья для дальнейшей переработки, является его физико-химические свойства и органолептические показатели. В лабораторных условиях были получены результаты исследования по определению физико-химических показателей, органолептических показателей качества мягкого рассольного сыра.

Проведены исследования параметров безопасности хмеля с целью производства сыра гарантированного качества, а также исследован физико-химический состав молока-сырья. Определен этап внесения растительного экстракта – в процессе формирования сырной массы. Также проведены исследования содержания витамина С в различных образцах сыра, с различным содержанием хмельного экстракта. Изучено влияние внесения хмельного экстракта на органолептические свойства продукта. Отметим, что применение растений, обладающих антиоксидантными свойствами, существенным образом способно снизить скорость процессов окислительной порчи молочных продуктов. Полученные результаты исследования позволяют рассмотреть возможность применения внесения хмелевого экстракта при производстве сыра и расширить ассортимент сыров.

Ключевые слова: сыр, хмель, безопасность, антиоксидантные свойства, витамин С.

Введение

Одной из конкретных задач нашего государства является обеспечение населения продуктами питания, которые оказывают активное и положительное влияние на здоровье человека.

Молочные продукты по праву занимают лидирующие позиции в списке потребления населением РК, однако ассортимент молочных продуктов на рынке Казахстана недостаточно насыщен отечественными производителями, что, безусловно, не гарантирует пищевую

безопасность страны. Это также было отмечено заместителем директора Молочного Союза Республики Казахстан Сауле Жанкиной [1].

По последним данным Молочного союза Казахстана, среднедушевое годовое потребление молочных продуктов в Казахстане составляет около 90 кг. Согласно рекомендациям Министерства здравоохранения РК, данный уровень потребления молочных продуктов следует увеличить до уровня 200 кг в год. К слову, данный показатель в Европе составляет 300 кг молочной продукции в год на человека [1].

Среди широкого разнообразия молочных продуктов сыры по праву занимают лидирующие места, поскольку сыр признан высокопитательным, биологически полноценным продуктом.

Помимо расширения ассортимента, на сегодняшний день уделяется внимание повышению пищевой ценности при разработке рецептуры сыров.

Сыр – это белковый продукт, характеризующийся высокой биологической ценностью. Интерес к потреблению данного продукта, как к продукту здорового питания ежегодно растет. Производство сыра по основной технологии позволяет создавать сорта, отличающиеся большим разнообразием органолептических и потребительских свойств [5]. Для полноценного удовлетворения растущих требований потребителей целесообразно использовать растительные компоненты, которые в свою очередь не только расширят ассортимент сыров, но и улучшат органолептические и качественные показатели сыров [2, 3].

В последнее время в технологии пищевых продуктов для продления сроков их хранения и повышения биологической ценности используются антиоксиданты. Известно, что природные антиоксиданты способны снижать скорость окислительных реакций, тем самым увеличивая срок хранения продукта. Одним из природных источников биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, является хмель. Хмель является богатейшим источником биологически активных веществ и является ценным рецептурным компонентом. Однако, до настоящего времени, технология хмелевых продуктов не разработана [4].

Имеются данные о способности хмеля связывать свободные радикалы, препятствующие ускоренному окислению липидов, что наделяет его антиоксидантными свойствами [21]. Поэтому данные исследования являются актуальными и перспективными. Имеются сведения о антимикробных и противовирусных свойствах хмеля [21].

Настоящее исследование направлено на исследование потенциальной возможности применения хмеля в молочной промышленности, а именно в сыроделии. Имеется ряд научных работ зарубежных ученых, направленный на изучение химического состава и антиоксидантной активности хмеля [5,20].

Известно, что одной из главных проблем сыроделия является окисление липидов [22]. Данный процесс может повлиять на процесс производства сыра и его хранения. Причиной этого является накопление продуктов окисления пероксидов, что существенно влияет на срок хранения и годности продукта, что в последствии может придать продуктам прогорклый вкус [5].

Однако при добавлении тех или иных растительных компонентов следует учитывать уровень безопасности растительных компонентов, а именно их аккумулялирование тяжелых металлов [6].

С целью расширения ассортиментов сыров, а также улучшения качества производимых сыров [20], на кафедре «Технология пищевых производств и биотехнологии» НАО «Университет им. Шакарима города Семей», ведутся работы по созданию натурального сыра с хмельным экстрактом.

Материалы и методы исследований

Исследования качества молочного сырья, а также готового продукта, были реализованы посредством применения стандартных методов исследования:

- методы отбора проб и подготовка их к анализу ГОСТ 13928 [7];
- определение кислотности титриметрическими методами ГОСТ 3624-92 [8];
- определение жира ГОСТ 5867-90 [9];
- определение влаги и сухого вещества ГОСТ 3626-73 [10,18];
- определение плотности молока СТ РК 1483-2005 [11];

- микробиологический анализ продукции проводили методами, указанными в ГОСТ 32901-2014 [12,18];
- определение активной кислотности ГОСТ 32892-2014 [13, 17];
- определение витамина С ГОСТ Р EN 14130-2010 [14];
- органолептическая оценка готовых продуктов исследовалась методом [18], разработанным на основании ГОСТ-32260-2013 [15].

В качестве объектов исследований были представлены экстракты хмеля, а также образцы мягкого рассольного сыра с различным содержанием хмельного экстракта. Для получения хмельного экстракта, хмель был собран на побережье реки Иртыш в период с августа по сентябрь 2022 года. Хмель высушивали, измельчали на дробилке и оставляли в шейкере на 8 часов с добавлением дистиллированной воды. Далее фильтровали и вносили в сырную массу.

Было проведено измерение физико-химических параметров молока, были приготовлены пробы на исследование антиоксидантной активности сыров с хмельным экстрактом.

Результаты и их обсуждения

При разработке технологии сыра с хмельным экстрактом в качестве прототипа была применена технология производства брынзы (ГОСТ или СТ). В качестве коагулянта выступал сычужный фермент СГ-50 ООО «Арбина» Ивановский завод по производству молокосвертывающих препаратов 150000 ед. активности.

На первом этапе исследования подготавливались образцы хмельного экстракта, а также изучен химический состав в аспекте пищевой ценности и безопасности.

На втором этапе исследования для получения сыра использовали сырое коровье молоко и определяли его физико-химические свойства. Исследование химического состава молока проводили на кафедре «Технология пищевых производств и биотехнологии» НАО «Университет им. Шакарима города Семей» в соответствии с нормативными документами с использованием общепринятых методов исследований [23]. Результаты исследования отражены в таблице 1.

Таблица 1 – содержание физико-химические показатели коровьего молока

№	Физико-химические показатели	Значение
1	Белок, %	3,28±0,05
2	Молочный жир, %	3,85±0,1
3	Массовая доля сухих веществ, %	12,13±0,08
4	СОМО, %	8,52±0,04
5	Лактоза, %	4,07±0,07
6	Плотность, кг/м ³	1027,8±0,6
7	Титруемая кислотность, °Т	18±0,5
8	Активная кислотность, рН	6,0
9	Точка замерзания, минус °С	0,530±0,01
10	Соматические клетки, тыс/см ³	268±73,4

На третьем этапе обрабатывался технологический процесс производства сыра.

В ходе проведения научно-исследовательской работы была рассмотрена возможность использования растительного компонента в сухом и жидком виде. В качестве растительного компонента был использован хмель [5]. Известно, что внесение дополнительных растительных компонентов к молочным продуктам обогащает продукт важными нутрицевтиками [24]. Исследование химического и аминокислотного состава хмеля подтвердило его биологическую ценность. Экспериментальные исследования проводились в испытательной лаборатории ТОО «Нутритест» г. Алматы.

Опытную выработку рассольного сыра проводили в Отделе СибНИИС ФГБНУ ФАНЦА, г. Барнаул. Технологический процесс производства рассольного сыра состоял из пастеризации молока, внесения в пастеризованное молоко при температуре 30-34°С бактериальной закваски *Lactobacillus Thermophilus* Барнаульской биофабрики «ЕКОКОМ», хмельного экстракта в количестве 1%, 2%, 3%, 4% и 5% и сычужного фермента СГ-50 в количестве 27-30 мл на 100 л молока. Следующий этап – формирование сгустка в течение 40-

45 мин, далее разрезка сгустка и вымешивание сырного зерна при температуре 38-40°C в течение 10-15 мин. По окончании процесса вымешивания, из сырного зерна формируется пласт, нарезается на блоки. Заключительным этапом является прессование и упаковка сыра в полимерную емкость с рассолом.

Готовые образцы исследовали на содержание витамина С и на микробиологическую чистоту. Согласно проведенным исследованиям, все образцы соответствовали нормам микробиологической безопасности, предъявляемые к молочным продуктам [25].

Образец 1 соответствует сыру с добавлением 1% хмельного экстракта, образец 2-2%, образец 3-3%, образец 4-4% и образец 5-5%. Испытания были проведены при температуре 19-22 °С и влажности 70-74 %. Окончательные результаты исследования представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Содержание витамина С в мягком рассольном сыре, г/мг

Наименование показателей, единицы измерений	Допустимые нормы по НД	Фактически получено
Образец 1		
Витамины в 100 г:		
Витамин С, мг	-	0,048±0,005
Образец 2		
Витамины в 100 г:		
Витамин С, мг	-	0,083±0,008
Образец 3		
Витамины в 100 г:		
Витамин С, мг	-	0,479±0,048
Образец 4		
Витамины в 100 г:		
Витамин С, мг	-	0,493±0,049
Образец 5		
Витамины в 100 г:		
Витамин С, мг	-	0,618±0,062

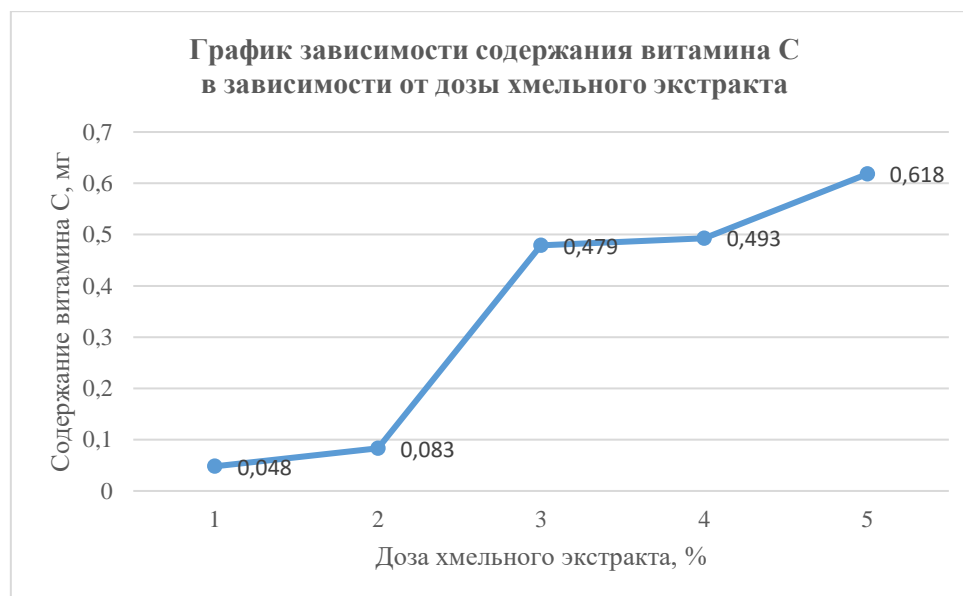


Рисунок 1 – Зависимость содержания витамина С в сыре от дозы внесения хмельного экстракта

Согласно представленным данным, становится очевидно, что с увеличением внесения хмельного экстракта в сыре увеличивается и содержание витамина С в готовом продукте.

После выработки рассольного сыра была проведена дегустационная оценка готового продукта по 50-балльной шкале, согласно ГОСТ 33630-2015. Данные дегустационной оценки приведены в таблице 3. В качестве контроля оценивался сыр без добавления хмельного экстракта.

Таблица 3 – Органолептическая оценка мягкого рассольного сыра

Код пробы, наименование продукта	Органолептическая оценка рассольного сыра (характеристика, балл)						
	Вкус и запах (максимальный балл 20)	Консистенция (максимальный балл 10)	Цвет продукта (максимальный балл 5)	Рисунок (максимальный балл 5)	Внешний вид (максимальный балл 5)	Упаковка и маркировка (максимальный балл 5)	Общий балл 50
Контроль	Чистый, к/молочный слабосоленный (19,0)	Однородная, слегка нежная (9,5)	Белый равномерный (5,0)	Отсутствует (5,0)	Поверхность ровная (5,0)	Упакован в полимерную емкость с рассолом (5,0)	48,5
Образец №1	Выраженный сырный, со слабым вкусом наполнителя (19,8)	Однородная, слегка нежная (8,9)	Белый равномерный (5,0)	Отсутствует (5,0)	Поверхность ровная (5,0)	Упакован в полимерную емкость с рассолом (5,0)	48,7
Образец №2	Выраженный сырный, с ощутимым вкусом наполнителя (19,8)	Хорошая, слегка несвязанная (8,9)	Белый равномерный (5,0)	Отсутствует (5,0)	Поверхность ровная (5,0)	Упакован в полимерную емкость с рассолом (5,0)	48,7
Образец №3	Сырный с ощутимым вкусом наполнителя (19,6)	Хорошая, слегка несвязанная (8,5)	Белый равномерный (5,0)	Отсутствует (5,0)	Поверхность ровная (5,0)	Упакован в полимерную емкость с рассолом (5,0)	48,1
Образец №4	Сырный, с выраженным вкусом наполнителя (19,3)	Хорошая, слегка несвязанная (8,5)	Белый равномерный (5,0)	Отсутствует (5,0)	Поверхность ровная (5,0)	Упакован в полимерную емкость с рассолом (5,0)	47,8
Образец №5	Сырный, с выраженным вкусом наполнителя (19,1)	Хорошая, слегка несвязанная (8,5)	Белый равномерный (5,0)	Отсутствует (5,0)	Поверхность ровная (5,0)	Упакован в полимерную емкость с рассолом (5,0)	47,6

Органолептическая оценка образцов рассольных сыров показала, что образец сыра с добавлением хмельного экстракта в количестве 1-2% имел более высокую дегустационную оценку с гармоничным запахом и вкусом. Таким образом, было определено, что внесение 1-2% хмельного экстракта позволяет достичь наилучшие органолептические показатели.

Заключение

В ходе работы были подготовлены образцы хмельного экстракта, изучен химический состав в аспекте пищевой ценности и безопасности, исследованы физико-химические свойства коровьего молока, проведена экспериментальная выработка рассольного мягкого сыра с добавлением хмельного экстракта в отделе СибНИИС ФГБНУ ФАНЦА (г. Барнаул), а также проведена дегустационная оценка готового продукта с результатом 50 баллов.

Следует отметить, что внесение хмельного экстракта, помимо высокой биологической ценности, придает сыру желаемые органолептические свойства, также увеличивает содержание витамина С в готовом продукте. Производство данного вида мягкого рассольного сыра позволит расширить ассортимент сыров с оригинальными вкусовыми и потребительскими свойствами.

Список литературы

1. Молочный союз Казахстана, 2022 г. <https://kapital.kz/business/110619/v-molochnom-soyuze-rasskazali-o-problemakh-rynka.html>
2. Майоров А.А., Мусина О.Н., Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия в преддверии 60-летия /Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока /ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологии. – Барнаул: Новый формат, 2018. – С. 6-14.
3. Fabiola dos Santos Gouvea, Amauri Rosenthal, Elisa Helena da Rocha Ferreira // «Plant extract and essential oils added as antimicrobials to cheeses: a review». – 2017. – V. 47, – No. 8.
4. Богданова Н.С. Исследование и разработка технологии плавленого сырного продукта со злаковым компонентом. – 2016. – 172 с. Дис. канд.техн.наук: 05.18.04 / Н.С. Богданова. – Кемерово. – 2016. – 172 с.

5. Сучкова Е.П., Руба Хуссайне. Исследование процесса получения экстрактов из растительного сырья и их использование в производстве сыров // Новые технологии. – 2021. – Т. 17. – № 4. – С. 72-83. <https://oi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-72-83>.
6. Samah M. El-Sayed, Ahmed M. Youssef «Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products». – 18 June 2019. Journal home page: www.heliyon.com.
7. Отбор проб и подготовка их к анализу (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
8. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
9. ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – М.: Стандартиформ, 2009.
10. ГОСТ 3626-73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества (с Изменениями N 1, 2, 3). – М.: Стандартиформ, 2009.
11. СТ РК 1483-2005 Молоко коровье. Методы испытаний по определению показателей состава и плотности молока. – Астана, 2005.
12. ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа (с Поправками). – М.: Стандартиформ, 2015.
13. ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой). – М.: Стандартиформ, 2015.
14. ГОСТ Р EN 14130-2010 Определение витамина С с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. – М.: Стандартиформ, 2012.
15. ГОСТ-32260-2013 Сыры полутвердые технические условия. – М.: Стандартиформ, 2014.
16. Кырыкбаева Ш.Т., Калибеккызы Ж., Жакупбекова Ш.К., Бейсембаева А.Х., Силыбаева Б.М. Эффективность использования хмеля обыкновенного в производстве кисломолочных продуктах // Вестник Алматинского технологического университета. – 2022. – №4. – С. 153-157. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-153-157>.
17. Мельденберг Д.Н. Разработка методологии комплексной оценки белкового состава молочного сырья и молочной продукции: Дис. ... канд.техн.наук: 05.18.04 / Д. Н. Мельденберг. – Москва, 2020. – 141 с.
18. Щетина Е.М. Разработка технологии мягкого сыра на основе козьего молока для функционального питания. Дис. ... канд.техн.наук: 05.18.04 / Е.М. Щетина. – Барнаул, 2016. – 158 с.
19. Дерканосова А.А., Ориничева А.А., Муравьев А.С. Химический состав и антиоксидантная активность хмелепродуктов // Вестник МАХ. – № 4. – 2016. – С.19-22.
20. Материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием) «От Биопродуктов к Биоэкономике». – г. Барнаул, Алтайский край, Россия, 23-24 сентября 2021 года.
21. Yamaguchi N., Satoh-Yamaguchi K., Ono M. In vitro evaluation of antibacterial, anticollagenase, and antioxidant activities of hop components (*Humulus lupulus*) addressing *acne vulgaris* – *Phytomedicine*. – 2009, Apr., 16(4). – P. 369-376.
22. Химический состав пищевых продуктов. Справочник. Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – М., Агропромиздат, 1987. – 360 с.
23. Крусь Г.М., Чекулаев Л.В. Технология молочных продуктов издание, перераб. и допол. – М.: Агропромиздательство, 2007. – 312 с.
24. Wang X., Yang L., Yang X., Tian Y. In vitro and in vivo antioxidant and antimutagenic activities of polyphenols extracted from hops (*Humulus lupulus* L.) – *J. Sci. Food Agric.* 2014. – Jun., 94(8). – P.1693-1700. doi: 10.1002/jsfa.6534.
25. ГОСТ Р 51446-99. Микробиология. Продукты пищевые. Общие правила микробиологических исследований. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартиформ. – 2005. – 27 с.

References

1. Dairy Union of Kazakhstan, 2022 <https://kapital.kz/business/110619/v-molochnom-soyuzerasskazali-o-problemakh-rynka.html>. (In Russian).
2. Mayorov A.A., Musina O.N. Sibirskii nauchno-issledovatel'skii institut syrodeliya v preddverii 60-letiya /Aktual'nye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka / FGBNU Federal'nyj Altajskij nauchnyj centr agrobiotekhnologii. ["Siberian Research Institute of Cheese Making on the

- eve of the 60th anniversary / Actual problems of milk processing technology and technology / Federal State Budgetary Institution of Altai scientific center of agrobiotechnology"] – Barnaul: New Format. – 2018. – P. 6-14. (In Russian).
3. Fabiola dos Santos Gouvea, Amauri Rosenthal, Elisa Helena da Rocha Ferreira // «Plant extract and essential oils added as antimicrobials to cheeses: a review». – 2017. – V. 47. – No. 8. (In English).
 4. Bogdanova N.S., "Research and development of technology of processed cheese product with cereal component" [Research and development of technology of processed cheese product with cereal component] Dissertation Candidate of Technical Sciences: 05.18.04 / Bogdanova Natalia Sergeevna; [Place of protection: "Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University)"], 2016. – 172 p. (In Russian).
 5. Suchkova E.P., Ruba Hussain. «Issledovanie processa polucheniya ekstraktov iz rastitel'nogo syr'ya i ih ispol'zovanie v proizvodstve syrov» //Novye tekhnologii. ["Investigation of the process of obtaining extracts from vegetable raw materials and their use in the production of cheeses //New technologies], T. 17. – № 4. – 2021. – S. 72-83. <https://oi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-72-83>. (In Russian).
 6. Samah M. El-Sayed, Ahmed M. Youssef., «Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products». 18 June 2019. Journalhomepage: www.heliyon.com. (In English).
 7. Otbor prob i podgotovka ih k analizu (s Izmeneniyami N 1) ["Sampling and their preparation for analysis (with Change N 1)"] – M.: IPK Izdatel'stvo standartov. – 2004. (In Russian).
 8. GOST 3624-92. Moloko i molochnye produkty. Titrimetricheskie metody opredeleniya kislotnosti ["Milk and dairy products. Titrimetric methods for determining acidity"] – M.: Izdatel'stvo standartov, 2004. (In Russian).
 9. GOST 5867-90 Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya zhira ["Milk and dairy products. Methods for determining fat"] – M.: Standartinform. – 2009. (In Russian).
 10. GOST 3626-73 Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya vlagi i suhogo veshchestva (s Izmeneniyami N 1, 2, 3) ["Milk and dairy products. Methods for determining moisture and dry matter (with Changes N 1, 2, 3)"] – M.: Standartinform. – 2009. (In Russian).
 11. ST RK 1483-2005 Moloko korov'e. Metody ispytaniy po opredeleniyu pokazatelej sostava i plotnosti moloka ["Cow's milk. Test methods for determining the composition and density of milk"] – Astana. – 2005. (In Russian).
 12. GOST 32901-2014 Moloko i molochnaya produkcija. Metody mikrobiologicheskogo analiza (s Popravkami) ["Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis (with Correction)"] – M.: Standartinform. – 2015. (In Russian).
 13. GOST 32892-2014 Moloko i molochnaya produkcija. Metod izmereniya aktivnoj kislotnosti (s Popravkoj) ["Milk and dairy products. Method of measuring active acidity (with Correction)"]. - M.: Standartinform. – 2015. (In Russian).
 14. GOST R EN 14130-2010 Opredelenie vitamina C s pomoshch'yu vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii ["Determination of vitamin C using high-performance liquid chromatography"]. – M.: Standartinform. – 2012. (In Russian).
 15. GOST-32260-2013 Syry polutverdye tekhnicheskie usloviya ["Semi-hard cheeses technical specifications"]. – Moscow: Standartinform. – 2014. (In Russian).
 16. Kyrykbaeva Sh.T., Kalibekkyzy Zh., Zhakupbekova Sh.K., Beisembayeva A.Kh., Silybaeva B.M. Effektivnost' ispol'zovaniya hmelya obyknovennogo v proizvodstve kislomolochnyh produktah». Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta ["The effectiveness of the use of ordinary hops in the production of fermented milk products". Bulletin of the Almaty Technological University]. 2022;(4). – pp.153-157. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-153-157>. (In Russian).
 17. Meldenberg D.N. Razrabotka metodologii kompleksnoj ocenki belkovogo sostava molochnogo syr'ya i molochnoj produkcii: Dis. ...kand.tekhn.nauk: 05.18.04 ["Development of a methodology for the comprehensive assessment of the protein composition of dairy raw materials and dairy products"] / D. N. Mel'denberg. – Moskva, 2020. – 141 s. (In Russian).
 18. Shchetenina E.M., Razrabotka tekhnologii myagkogo syra na osnove koz'ego moloka dlya funktsional'nogo pitaniya. Dis. ... kand.tekhn.nauk: 05.18.04 / E. M. SHCHetinina. ["Development of soft cheese technology based on goat's milk for functional nutrition. Dissertations for the Candidate of Technical sciences "] – Barnaul, 2016. – 158 s. (In Russian).

19. Derkanosova A.A., Orinicheva A.A., Muravyev A.S. «Himicheskij sostav i antioksidantnaya aktivnost' hmeleproduktov» / Vestnik MAH № 4 [“Chemical composition and antioxidant activity of hop products. Voronezh State University of Engineering Technologies”]. – 2016. – S. 19-22. (In Russian).
20. Materialy IV Mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem) «Ot Bioproductov k Bioekonomike» [“Materials of the IV Interregional Scientific and Practical Conference (with international participation) "From Bioproducts to Bioeconomics""] g. Barnaul, Altajskij kraj, Rossiya. 23-24 sentyabrya 2021 god. (In Russian).
21. Yamaguchi N., Satoh-Yamaguchi K., Ono M. In vitro evaluation of antibacterial, anticollagenase, and antioxidant activities of hop components (*Humulus lupulus*) addressing acne vulgaris – Phytomedicine. – 2009, Apr., 16(4). – s.369-376. (In Russian).
22. Himicheskij sostav pishchevyh produktov. Spravochnik. Pod red. I.M. Skurikhina i M.N. Volgareva. [“Chemical composition of food products. Guide. Edited by I.M. Skurikhin and M.N. Volgarev”] M., M., Agropromizdat. – 1987. – 360 s. (In Russian).
23. Krus G.M., Chekulaev L.V. Tekhnologiya molochnyh produktov izdanie, pererab. i dopol. [“Technology of dairy products edition, reprint. and additional”] - M.: Agropromizdatelstvo. – 2007. – 312 s. (In Russian).
24. Wang X., Yang L., Yang X., Tian Y. In vitro and in vivo antioxidant and antimutagenic activities of polyphenols extracted from hops (*Humulus lupulus* L.) J. Sci. Food Agric. 2014. – Jun., 94(8). – pp.1693-1700. doi: 10.1002/jsfa.6534. (In English).
25. GOST R 51446-99. Mikrobiologiya. Produkty pishcheve. Obshchie pravila mikrobiologicheskikh issledovanij. – Vved. 2017-01-01. [“Microbiology. Food products. General rules of microbiological research”] – Introduction. 2017-01-01.– Moskva: Standartinform, 2005. – 27 s. (In Russian).

**Ш.Т. Қырықбаева¹, Ж.Калибекқызы¹, З.В. Капшакбаева²,
Ш.К. Жакупбекова¹, Б.К.Оспанова³**

¹Шәкәрім атындағы университеті,
071411, Қазақстан, Семей қ., Глинка к., 20а

²Торайғыров Университеті,
140010, Қазақстан, Павлодар қ., Ломова к. 64

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Қазақстан, Астана қ., Победа даңғылы, 62

*e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru

ІРІМШІК ӨНДІРІСІНДЕ ҚҰЛМАҚ СЫҒЫНДЫСЫН ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада антиоксиданттық қасиеттермен байыту мақсатында ірімшік өндірісінде құлмақтан алынған өсімдік сығындысын қолдану нәтижелері келтірілген. Зерттеудің негізгі материалы Абай облысында өсетін құлмақ өсімдігі болып табылады. Бұрынғы зерттеулерге сүйенсек кәдімгі құлмақтағы ақуыз мөлшері наубайшы ашытқысына (33%) қарағанда 1,7 есе (19%) аз екендігі көрсетілген, ал кәдімгі құлмақтағы таниндердің мөлшері өте жоғары (3,8 %).

Өзіміз білетіндей, дубильдік заттар жараға қарсы, капиллярларды күшейтетін және анальгетикалық қасиеттерге ие, бұл зерттеушілердің функционалды қасиеттері ретінде қарапайым құлмақты қолдануға қызығушылығын арттырады.

Мақалада жұмсақ тұзды ірімшіктің физика-химиялық және органолептикалық 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, жұмсақ тұзды ірімшік сапасының органолептикалық көрсеткіштерін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері алынды.

Сапалы ірімшік өндіру мақсатында құлмақ өсімдігінің қауіпсіздік көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізілді, сондай-ақ сүт-шикізаттың физика-химиялық құрамы зерттелді. Ірімшік жасау барысында өсімдік сығындысын енгізу кезеңі анықталды. Сондай-ақ,

өсімдіктекті ірімшіктің әртүрлі үлгілеріндегі С дәруменінің мөлшеріне зерттеулер жүргізілді. Құлмақ сығындысын қолдануда өнімнің органолептикалық қасиеттеріне әсері зерттелді. Антиоксиданттық қасиеттері бар өсімдіктерді қолдану сүт өнімдерінің тотығу процестерінің төмендетілетінін айқындайды. Зерттеу нәтижелері бойынша ірімшік өндірісінде құлмақ сығындысын қолдануды және ірімшіктердің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ірімшік, құлмақ, қауіпсіздік, антиоксиданттық қасиеттер, С дәрумені.

**S.T. Kyrykbaeva[†], Z. Kalibekkyzy¹, Z.V. Kapshakbayeva², S.K. Zhakupbekova¹,
B.K. Ospanova³**

¹University named after Shakarim of Semey city,
Kazakhstan, 071411 Semey, Glinka str. 20a

²Toraighyrov University,

Kazakhstan, Pavlodar, Lomov str.64

³S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana Zhenis avenue, 62

*e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF HOP EXTRACT USAGE IN THE CHEESE PRODUCTION

The article presents the results of the use of plant extract from hops in the production of cheese in order to enrich it with antioxidant properties. The main material of the study was hops growing in the Abad region. It was previously shown that the protein content in ordinary hops was 1.7 times less (19%) than in baker's yeast (33%), while the tannin content in ordinary hops was quite high (3.8%). As is known, tannins have anti-ulcer, capillary-strengthening and analgesic properties, which increases the interest of researchers in using ordinary hops as functional properties.

The article presents the results of studies of physico-chemical and organoleptic parameters of soft brine cheese. One of the important indicators in determining the quality of raw materials and in choosing them as raw materials for further processing is its physico-chemical properties and organoleptic characteristics. Under laboratory conditions, the results of a study were obtained to determine the physico-chemical parameters, organoleptic quality indicators of soft brine cheese.

The safety parameters of hops have been studied in order to produce cheese of guaranteed quality, as well as the physico-chemical composition of raw milk. The stage of application of plant extract is determined - in the process of forming the cheese mass. Studies have also been conducted on the content of vitamin C in various cheese samples with different content of hop extract. The effect of the introduction of hop extract on the organoleptic properties of the product has been studied. It should be noted that the use of plants with antioxidant properties can significantly reduce the rate of oxidative spoilage of dairy products. The obtained results of the study allow us to consider.

Key words: cheese, hops, safety, antioxidant properties, vitamin C.

Сведения об авторах

***Шынар Турарбековна Кырыкбаева** – НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Жанар Калибеккызы – НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Зарина Владимировна Капшакбаева – НАО «Торайгыров Университет», Казахстан, z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Балжан Канаткельдыевна Оспанова – Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Казахстан, e-mail: ospanova93-93@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-2413>.

Авторлар туралы мәліметтер

***Шынар Тұрарбекқызы Қырықбаева** – «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Жанар Қалибекқызы – «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Зарина Владимировна Қапшақбаева – «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан, z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Шұғыла Қадырқызы Жақыпбекова – «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Балжан Қанаткелдіқызы Оспанова – С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан, e-mail: ospanova93-93@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-2413>.

Information about the authors

***Shynar Kyrykbayeva** – Non-profit joint-stock company "University named after Shakarim of Semey city", Kazakhstan; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Zhanar Kalibekkyzy – Non-profit joint-stock company "University named after Shakarim of Semey city", Kazakhstan; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

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 – Non-profit joint-stock company "University named after Shakarim of Semey city", Kazakhstan; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Balzhan Ospanova – Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Казахстан, e-mail: ospanova93-93@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-2413>.

Материал поступил в редакцию 19.12.2023 г.

М.В. Ермоленко*, Ж.Қ. Саналбай, Т.Н. Умыржан
Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ МЯСА ПТИЦЫ

Аннотация: В настоящее время все больше внимания уделяют качеству продуктов питания и особенно продуктам, которые реализуются в охлажденном состоянии. Это связано с тем что данные продукты имеют ограниченный срок хранения и в большей степени должны сохранять все качественные характеристики. При этом процессы холодильной обработки несут основную нагрузку в плане потребления энергии, а следовательно напрямую влияют на стоимость и качество продукта. В связи с этим обоснованные режимы холодильной обработки являются неотъемлемой составляющей производства. В данной работе представлено исследование различных способов охлаждения мяса курицы, с моделированием различных параметров процесса отвода теплоты в холодильной камере. Исследования проводились на действующей экспериментальной установке при различной температуре и скорости движения воздуха, при этом осуществлялось как простое воздушное охлаждение, так и воздушно-капельное. В ходе проведенного исследования были установлены продолжительность и зависимости температуры охлаждаемого образца и усушки продукта от режима холодильной обработки. В результате математической обработки для наиболее оптимального режима были получены аналитические зависимости величины усушки исследуемого образца.

В результате проведенных исследований был рекомендован наиболее целесообразный режим холодильной обработки мяса курицы, позволяющий сократить потери массы продукты в процессе охлаждения.

Ключевые слова: охлаждение, температура, скорость движения воздуха, усушка, мясо курицы, воздушно-капельное охлаждение, способ охлаждения, режим холодильной обработки.

Введение

В последние годы все больше внимания уделяется сохранению качества продуктов питания, как на стадии производства, так и на стадии их транспортировки до начала потребления. Все это возможно только с широким применением искусственного холода и совершенствованием режимом и способов охлаждения.

В настоящее время процессы охлаждения пищевых продуктов характеризуются большим разнообразием применяемых режимных параметров и методов, требующих значительных энергозатрат [1].

Охлаждение продуктов животного происхождения происходит путем понижения их температуры посредством теплообмена с охлаждающей средой, но без образования льда. Современные направления холодильной обработки в основном нацелены на достижении температуры продукта, неблагоприятной для развития патогенной микрофлоры и обеспечивающей сохранность и уменьшение усушки. Одним из таких способов может служить гидро-аэрозольное охлаждение как для продуктов растительного происхождения, так и для животного [2, 3, 4, 5]. При этом рабочие температуры и скорости охлаждения применяемых

методов охлаждения должны быть соответствующими для обеспечения безопасности пищевых продуктов [6, 7].

Поэтому исследование различных способов охлаждения, применительно к различным видам продуктов питания, и определение основных характеристик холодильных процессов с целью сохранения их качества является актуальной задачей.

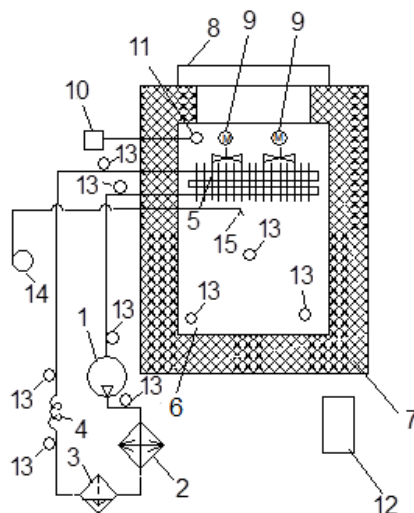
Целью проведенного исследования было установление основных показателей различных способов охлаждения для исследуемых продуктов питания.

Объектом исследования являлась грудная часть мяса курицы, выращенной на территории Семейского региона.

Методы исследования

Исследования режимов холодильной обработки продуктов проводились на экспериментальной холодильной установке, в соответствии с рисунком 1.

Образцы брались массой $(0,2 \div 0,3)$ кг и толщиной 40 мм, помещались в камеру воздушного охлаждения, где обдувались холодным воздухом с температурами 0 °С, минус 2 °С, минус 4 °С и скоростями движения воздуха 0,15 м/с, 2 м/с и 4 м/с. Влажность воздуха в камере составляла $(90 \div 95)$ %. Процесс охлаждения образцов проводился до температуры в толще 4°С. После эксперимента с воздушным охлаждением проводился опыт по воздушно-капельному охлаждению с аналогичными параметрами охлаждающего воздуха. Расход воды при этом способе охлаждения для орошения исследуемых образцов составил $3,6 \times 10^{-3}$ м³/с. Результаты экспериментов были обработаны на ПЭВМ с помощью программы Excel.



- 1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – фильтр-осушитель; 4 – дроссельное устройство; 5 – испаритель;
 6 – холодильная камера; 7 – изоляция; 8 – крышка; 9 – вентиляторы; 10 – прибор управления;
 11 – датчики; 12 – измерительный прибор; 13 – датчики температуры; 14 – насос, 15 – форсунка

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Величина усушки зависит от очень многих факторов, но решающее влияние на нее оказывают температура и влажность воздуха, продолжительность холодильной обработки и метод охлаждения.

Определение предельно допустимой величины естественной убыли мяса при предварительном охлаждении определяется по формуле [8]:

$$E_0 = \frac{M_0 \times H_E}{100} 100\% , \quad (1)$$

где M_0 – масса продукта, поступившего на охлаждение, г;

H_E – норма естественной убыли.

Нормы естественной убыли мяса птицы в полупотрошеном и потрошеном видах при охлаждении до температуры $(0 \div 4)$ °С ниже нуля в камерах с принудительной циркуляцией воздуха составляет 0,4 %, а в камерах с естественной циркуляцией – 0,5 %.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований были получены термограммы процессов охлаждения исследуемых образцов в зависимости от скорости движения воздуха и температуры охлаждения (рис. 2, 3, 4).

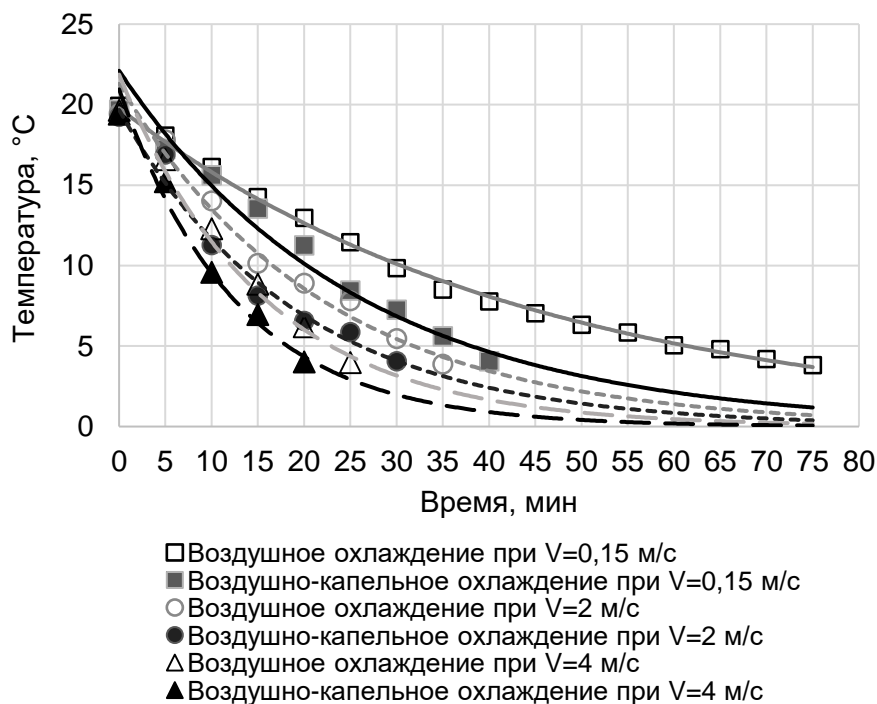


Рисунок 2 – Термограмма охлаждения образцов при температуре в камере 0 °С.

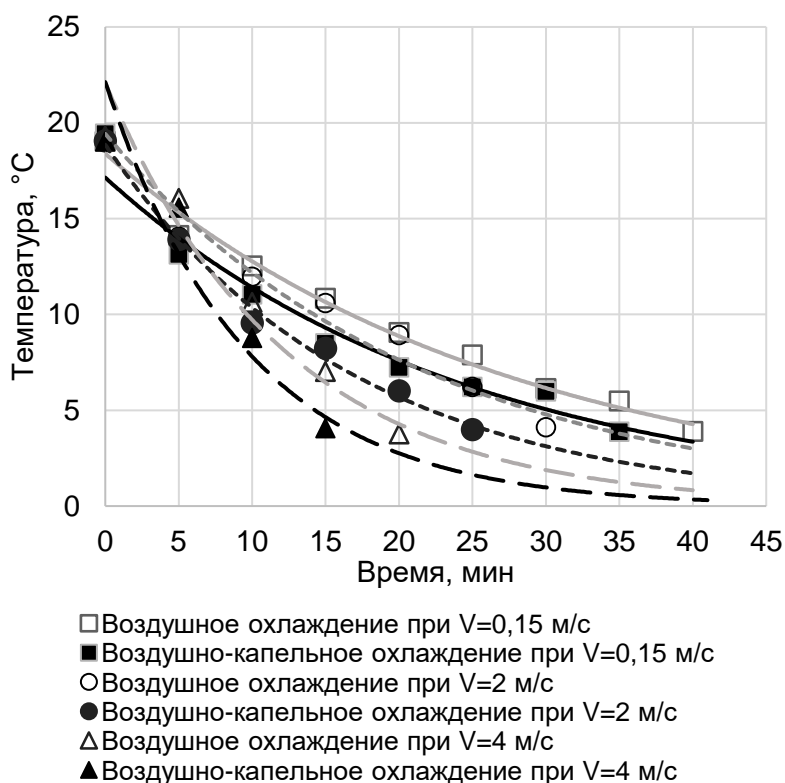


Рисунок 3 – Термограмма охлаждения образцов при температуре в камере минус 2 °С.

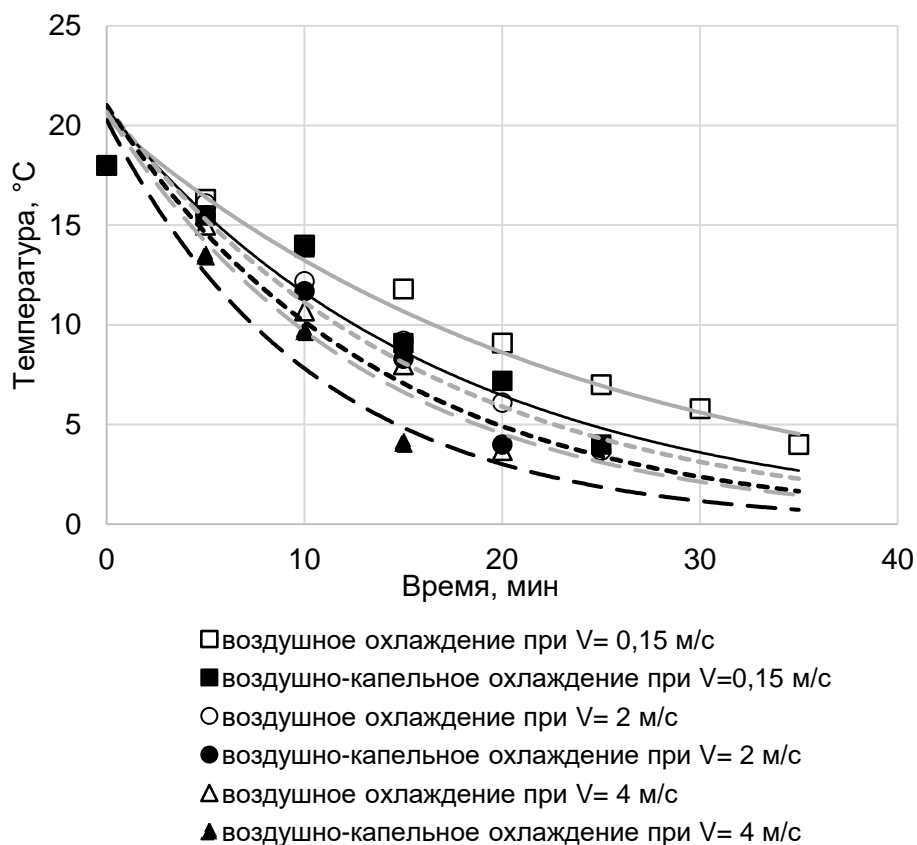


Рисунок 4 – Термограмма охлаждения образцов при температуре в камере минус 4 °С

На рисунках 5 и 6 представлены результаты изменения величины нормы усушки в зависимости от режимов и способов холодильной обработки.

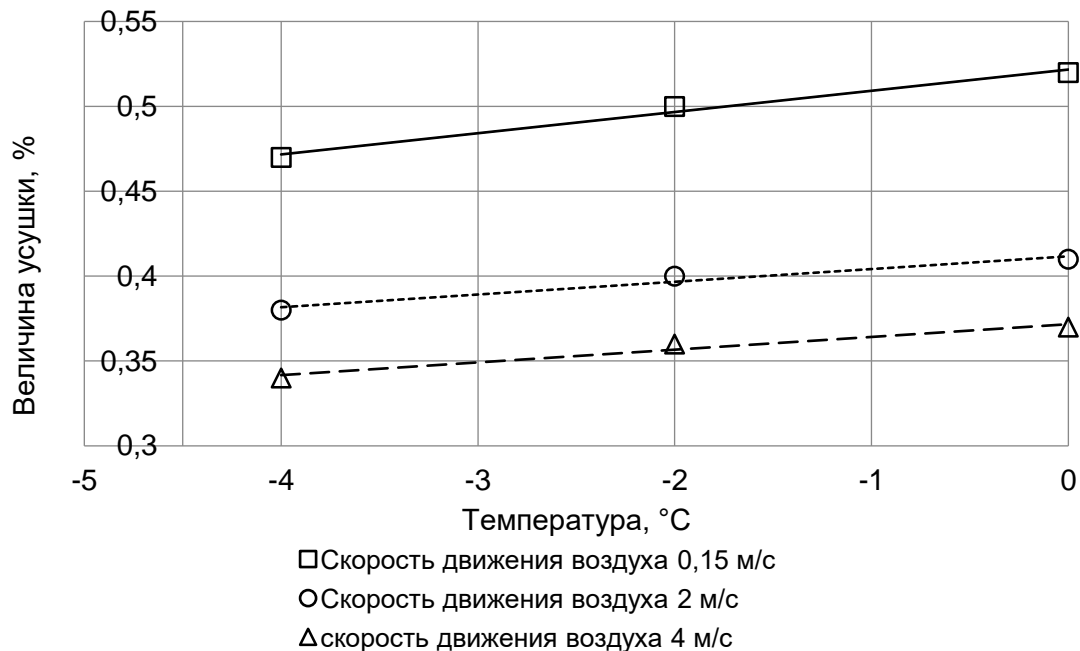


Рисунок 5 – Усушка мяса птицы при воздушном охлаждении

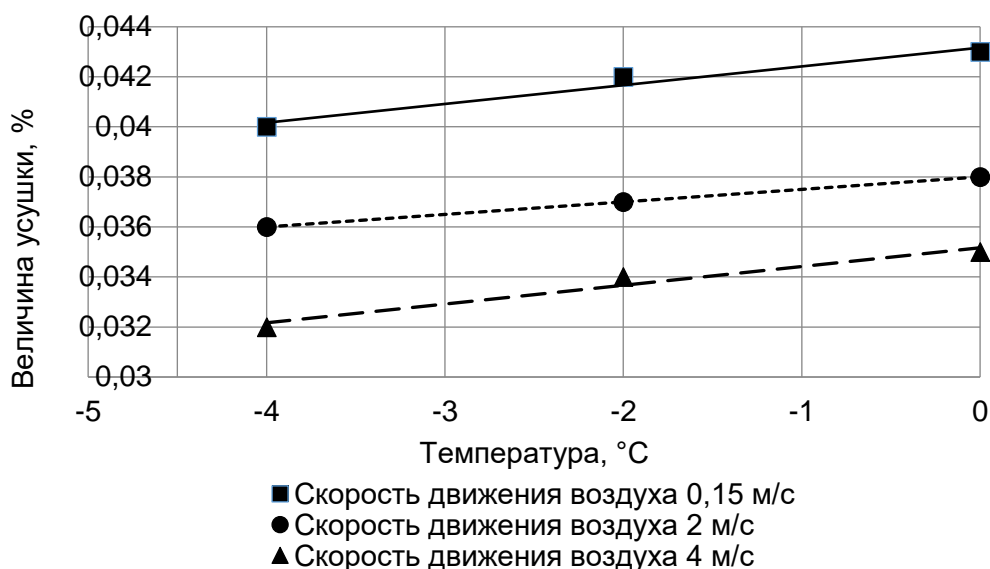


Рисунок 6 – Усушка мяса птицы при воздушно-капельном охлаждении

Обсуждение научных результатов

Анализ полученных данных (рис. 2, 3, 4) показал, что для уменьшения времени охлаждения образцов необходимо понизить температуру воздуха в камере либо увеличить скорость его движения. На представленных графиках видно, что при одинаковых температурах и скоростях движения охлаждающего воздуха, понижение температуры в толще мышцы происходит быстрее при воздушно-капельном способе охлаждения, чем при воздушном охлаждении. Это объясняется тем, что при воздушно-капельном охлаждении дополнительно присутствует орошение продукта водой и добавляется скрытый отвод теплоты за счет испарения воды. Наименьшая продолжительность процесса составляет 15 минут при скорости движения воздуха 4 м/с, температуре минус 4°С и воздушно-капельном способе охлаждения. При этом для данного режима охлаждения на поверхности исследуемых образцов не наблюдалось появление ледяной корочки. Хотя согласно рекомендациям [9] температура в камере при гидро-аэрозольном охлаждении должна быть порядка минус 1 минус 2°С.

Анализ полученных данных представленных на рисунках 5 и 6 показал, что при аналогичных параметрах холодильной обработки, метод воздушного охлаждения значительно уступает по величине усушки воздушно-капельному охлаждению. Так как данный способ охлаждения характеризуется не только высокой скоростью охлаждающего воздуха, но и распылением влаги на поверхность образца, что в итоге практически исключает усушку, в отличие от воздушного охлаждения. Исходя из вышесказанного, применение воздушно-капельного способа предварительного охлаждения мяса птицы при температуре минус 4°С и скорости движения воздуха 4 м/с является более предпочтительным и допустимым.

В результате математической обработки были получены уравнения зависимости величины усушки от способов холодильной обработки при температуре минус 4°С и скорости движения воздуха 4 м/с:

воздушное охлаждение

$$G = 0,0075 \cdot t + 0,4117, \quad (2)$$

воздушно-капельное охлаждение

$$G = 0,8 \cdot 10^{-3} t + 0,0352, \quad (3)$$

где t – температура воздуха в камере, °С.

Заключение

Установлены зависимости температуры образцов и величины усушки от способа и режимов охлаждения. Полученные зависимости показывают, что для интенсификации процесса предварительного охлаждения мяса птицы рекомендуется применение воздушно-капельного способа охлаждения со скоростью движения воздуха 4м/с и температурой минус

4°C. Эти результаты могут служить для расчетов режимов холодильной обработки пищевых продуктов.

Список литературы

1. Киреев В.В. Применение естественного холода для охлаждения пищевых продуктов // Вестник МАХ. – № 3. – 2003. – С. 34-37.
2. Охлаждение продуктов животного происхождения // URL:<https://www.xiron.ru/content/view/30160/28/>.
3. Куцакова В.Е., Фролов С.В., Трубников А.Н., Хохлов Е.В. Охлаждение колбасных изделий гидроаэрозольным способом // Вестник МАХ. – № 2. – 2004. – С. 36-38.
4. Akekseeva Y.A., Komlatsky V.I., Khoroshailo T.A. and Vulykh N.V. Modern methods for cooling raw meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 677, IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies 18-20 November 2020. – Krasnoyarsk, Russian Federation. – P. 1-5.
5. Alvarez G., Flick D. Analysis of heterogeneous cooling of agricultural products inside bins Part I: aerodynamic study // Journal of Food Engineering. – Volume 39. – Issue 3. – February 1999. – P. 227-237.
6. Ranil Coorey, Denise Sze Hu Ng, Vijith S. Jayamanne, Elna M. Buys, Steve Munyard, Carl J. Mousley, Patrick M. K. Njage, Gary A. Dykes. The Impact of Cooling Rate on the Safety of Food Products as Affected by Food Containers // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – Volume 17. – Issue 4. – July 2018. – P. 827-840.
7. Минаева Т.В., Минаева Л.В., Кравцова Е.В. Исследование особенностей методов охлаждения пищевых продуктов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), Технические науки. – № 4(25). – 2016. – С. 82-83.
8. Царегородцева Е.В. Технология хранения, переработки и стандартизация мяса и мясопродуктов: учебное пособие для вузов / Е.В. Царегородцева. – Москва: Издательство Юрайт. – 2023. – 290 с.
9. Маковеев И.И. Совершенствование технологии переработки птицы и внедрение ее на предприятиях отрасли // Птица и птице продукты. – № 5. – 2014. – С. 25-27.

References

1. Kireev V.V. Primenenie estestvennogo holoda dlya ohlazhdeniya pishevyh produktov // Vestnik MAH. – № 3. – 2003. – s. 34-37. (In Russian).
2. Ohlazhdenie produktov zhyvotnogo proishozhdeniya. // URL: <https://www.xiron.ru/content/view/30160/28/>. (In Russian).
3. Kucakova V.E., Frolov S.V., Trubnikov A.N., Hohlov E.V. Ohlazhdenie kolbasnyh izdeliy gidroaerozolnym sposobom // Vestnik MAH. – № 2. – 2004. – S. 36-38.
4. Akekseeva Y.A., Komlatsky V.I., Khoroshailo T.A. and Vulykh N.V. Modern methods for cooling raw meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 677, IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies 18-20 November 2020, Krasnoyarsk, Russian Federation. – P. 1-5. (In English).
5. Alvarez G., Flick D. Analysis of heterogeneous cooling of agricultural products inside bins Part I: aerodynamic study // Journal of Food Engineering. Volume 39, Issue 3. – February 1999. – P. 227-237. (In English).
6. Ranil Coorey, Denise Sze Hu Ng, Vijith S. Jayamanne, Elna M. Buys, Steve Munyard, Carl J. Mousley, Patrick M. K. Njage, Gary A. Dykes. The Impact of Cooling Rate on the Safety of Food Products as Affected by Food Containers // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – Volume 17. – Issue 4. – July 2018. – P. 827-840. (In English).
7. Minaeva T.V., Minaeva L.V., Kravcova Ye.V. Issledovanie osobennostey metodov ohlazhdeniya pishevyh produktov // Eurasian Union of Scientists (EUU), Technical Sciences. – № 4(25), 2016. – S. 82-83. (In Russian).
8. Caregorodceva Ye.V. Tehnologiya hraneniya, pererabotki i standartizatsiya myasa i myasaproduktov: uchebnoe posobie dlya vuzov / Ye.V. Caregorodceva. – Moskva: Izdatelstvo Yurayt. – 2023. – 290 s. (In Russian).
9. Makoveev I.I. Sovershenstvovanie tehnologii pererabotki pticy i vnedrenie eyo na predpriyatiyah otrasli // Ptica i ptice produkty. – № 5. – 2014. – S. 25-27. (In Russian).

М.В. Ермоленко*, Ж.Қ. Саналбай, Т.Н. Умыржан
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

ТОҢАЗЫТҚЫШ ӨҢДЕУ РЕЖИМДЕРІНІҢ ТАУЫҚ ЕТІН САЛҚЫНДАТУ ПРОЦЕСІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қазіргі уақытта азық-түлік сапасына, әсіресе салқындатылған күйде сатылатын өнімдерге көбірек көңіл бөлінуде. Себебі бұл өнімдердің сақтау мерзімі шектеулі және барлық сапалық сипаттамаларды сақтауы керек. Бұл жағдайда тоңазытқыш өңдеу процестері энергияны тұтыну тұрғысынан негізгі жүктемені көтереді, сондықтан өнімнің құны мен сапасына тікелей әсер етеді. Осыған байланысты тоңазытқыш өңдеудің негізделген режимдері өндірістің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл жұмыста тауық етін салқындатудың әртүрлі тәсілдерін зерттеу, тоңазытқышта жылуды кетіру процесінің әртүрлі параметрлерін модельдеу ұсынылған. Зерттеулер әртүрлі температурада және ауа қозғалысының жылдамдығында жұмыс істейтін эксперименттік қондырғыда жүргізілді, қарапайым ауаны салқындату да, ауа тамшылары да жүзеге асырылды. Зерттеу барысында салқындатылған үлгінің температурасының ұзақтығы мен тәуелділігі және өнімнің кептірілуі тоңазытқыш өңдеу режиміне байланысты анықталды. Математикалық өңдеу нәтижесінде ең оңтайлы режим үшін зерттелетін үлгінің кептіру шамасына аналитикалық тәуелділіктер алынды.

Зерттеулер нәтижесінде тауық етін тоңазытқышта өңдеудің ең қолайлы режимі ұсынылды, бұл салқындату процесінде өнімдердің массасын жоғалтуды азайтуға мүмкіндік береді.

***Түйін сөздер:** салқындату, температура, ауа жылдамдығы, кептіру, тауық еті, тамшылатып салқындату, салқындату әдісі, салқындату режимі.*

M. Yermolenko*, Zh. Sanalbay, T. Umyrzhan
Semey University named after Shakarim,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street
*e-mail: tehfiz@mail.ru

STUDY OF THE EFFECT OF REFRIGERATION TREATMENT MODES ON THE DURATION OF THE POULTRY MEAT COOLING PROCESS

Currently, more and more attention is paid to the quality of food products and especially products that are sold in a chilled state. This is due to the fact that these products have a limited shelf life and to a greater extent must retain all quality characteristics. At the same time, refrigeration processes bear the main burden in terms of energy consumption, and therefore directly affect the cost and quality of the product. In this regard, reasonable refrigeration regimes are an integral part of production. This paper presents a study of various ways of cooling chicken meat, with the simulation of various parameters of the process of heat removal in the refrigerator. The studies were carried out on an operating experimental facility at various temperatures and air speeds, both simple air cooling and air-drop cooling were carried out. In the course of the study, the duration and dependences of the temperature of the cooled sample and the drying of the product on the mode of refrigeration were established. As a result of mathematical processing for the most optimal mode, analytical dependences of the shrinkage value of the test sample were obtained.

As a result of the research, the most appropriate mode of refrigeration treatment of chicken meat was recommended, which allows to reduce the weight loss of products during the cooling process.

***Key words:** cooling, temperature, air velocity, shrinkage, chicken meat, air-drop cooling, cooling method, refrigeration processing mode.*

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>.

Жанар Қайратқызы Саналбай – магистрант специальности «Техническая физика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: kairatovnazhanar@mail.ru.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

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>.

Жанар Қайратқызы Саналбай – "Техникалық физика" мамандығының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: kairatovnazhanar@mail.ru.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

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>.

Zhanar Sanalbay – undergraduate specialty "Technical physics"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kairatovnazhanar@mail.ru.

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.

Материал поступил в редакцию 02.05.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-21

FTAXP: 29.19.21

И.В. Хромушин¹, Т.И. Аксенова¹, Т. Тусеев², К.К. Мунасбаева¹, Ә. Болатбекұлы^{2*}

¹Ядролық физика институты,

050032, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Ибрагимов көшесі, 1

²Әль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,

050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әль-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com

КЕРАМИКАЛЫҚ БАРИЙ ЦЕРАТЫНДА РАДИАЦИЯЛЫҚ ДЕФЕКТТЕРДІҢ ПАЙДА БОЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа: Рентгенді фазалық талдау, растрлік электронды және атомдық күш микроскопиясы, термодесорбциялық спектроскопия әдістерімен допандалған неодимге қосылған барий цератының құрылымы мен қасиеттеріне электрондардың, инертті газ иондарымен (Ne, Ar, Kr) сәулеленуінің және оттегінің әсерін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Төмен энергиялы инертті газ иондарымен сәулеленуі дене бетіндегі блистерлеу процестерін, яғни металл үлгілерінің (құбырлардың) бетінде металлдың ішкі көлемдерінің қабаттасуы нәтижесінде пайда болған көпіршіктер түріндегі ісінулер тудыратыны көрсетілген, ал жоғары энергиялы инертті газ иондары сәулеленген бетте сферолиттердің өсуінің әртүрлі кезеңдеріне ұқсайтын құрылымдардың пайда болуына

ықпал етеді. Жоғары энергиялы оттегі иондарымен сәулелену жағдайында мұндай құрылымдар байқалмайды. Цераттардың электрондармен сәулеленуі оның бетінде наноөлшемді ине тәрізді құрылымдардың пайда болуына алып келетіні байқалады. Инертті газдардың төмен энергиялы иондарының сәулеленуі неодимнің көп бөлігін төрт валентті күйге ауыстыруға әкелді, бұл сәулеленбеген цератпен салыстырғанда оттегінің бөлінуінің жоғарылауымен және судың азаюымен, сондай-ақ газдар санының ион түрінен тәуелсіздігімен бірге жүретіні көрсетілген. Сәулеленген барий цератынан су мен оттегі молекулаларының термиялық десорбциясы туралы мәліметтер негізінде сәулелену допандалған неодимнің 4+ дейін тотығуына ықпал етеді деген қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: Протонды өткізгіштік, иондаушы сәулелер, барий цераты, допандау, иондық модификациялау.

Кіріспе

Экологиялық проблемаларға байланысты сутекті баламалы отын ретінде пайдаланудың, сондай-ақ отын элементтерінде қолданылатын протон өткізгіштердің құрылымына иондаушы сәулелердің әсерін зерттеу арқылы сутек энергетикасын дамыту жүйелерін құрудың өзектілігі заманауи және өзекті болып табылады. Мұндай баламалы әрі зиянсыз энергияны тұтыну, табиғатқа экологиялық жүктемені азайту мақсатында классикалық және жаңартылатын электр энергиясын пайдалану тиімділігін арттыру үшін қажет.

Зерттеу нысаны ретінде отын элементтерінде қолданылатын протон өткізгіш - керамикалық барий цераты зерттелді. Соңғы жұмыстарда [1-4] қатты оксидті электролиттердің өткізгіштік қасиеттерін радиациялық модификациялау арқылы жақсартуға болатыны атап өтілген. Перовскит құрылымы ABO_3 иондары мен электрондары бар протон өткізгіштің сәулеленуі материалда қосымша оттегі ұяшықтарының пайда болуын, сондай-ақ заряд тасымалдаушылардың концентрациясы мен қозғалғыштығының жоғарылауын ынталандыруы мүмкін, бұл оксидтің протон өткізгіштік қасиеттерінің жақсаруына әкелуі керек. Алайда, қазіргі уақытта перовскит материалдарының радиациялық модификациясы туралы ақпарат шектеулі болып отыр. Бұл жұмыс сәулеленудің әртүрлі түрлерінің допандалған барий цератының құрылымы мен қасиеттеріне әсерін зерттеуге бағытталған.

Сутегі энергиясына көшу сутегінің кең ауқымды өндірісін, тасымалдауды, сақтауды және оны отын элементтерін пайдаланып энергия өндіру үшін пайдалануды қамтиды. Сутегі металлургия, органикалық синтез, химия және тамақ өнеркәсібі, көлік және т.б. сияқты көптеген салаларда қолданылады. Оның негізгі міндеті – отын элементтерін шығару және сутекті электр энергиясын өндіру үшін пайдалану. Отын элементтерінің кемшіліктері отынға арналған протон өткізгіштердің төмен өткізгіштігі, құнының жоғары болуы, химиялық және термиялық тұрақсыздығы. Сондықтан жоғары термиялық және химиялық тұрақтылығы бар, салыстырмалы түрде арзан керамикалық протон өткізгіштерді зерттеу маңызды, өзекті бағыт болып табылады.

Зерттеу шарттары мен әдістері

$BaCe_{1-x}Nd_xO_{3-x/2}$, ($x=0.1$) допандалған неодим қосылған керамикалық барий цератының үлгілері $10 \times 5 \times 1$ мм пластиналар түрінде 7 сағат ішінде $650^\circ C$ температурада ауада алдын ала күйдіріледі. Ауыр иондармен сәулелендіру ҚР Ядролық физика институтының (Астана қаласы) ДЦ-60 үдеткішінде жүргізілді. Сәулелену параметрлері төмендегі кестеде көрсетілген. Иондық жүгірістер мен жұмыс концентрациясы SRIM-2013 бағдарламасының көмегімен есептелген [5].

1 кесте – Ион энергиясы, жүгірістер және ұяшықтар концентрациясы

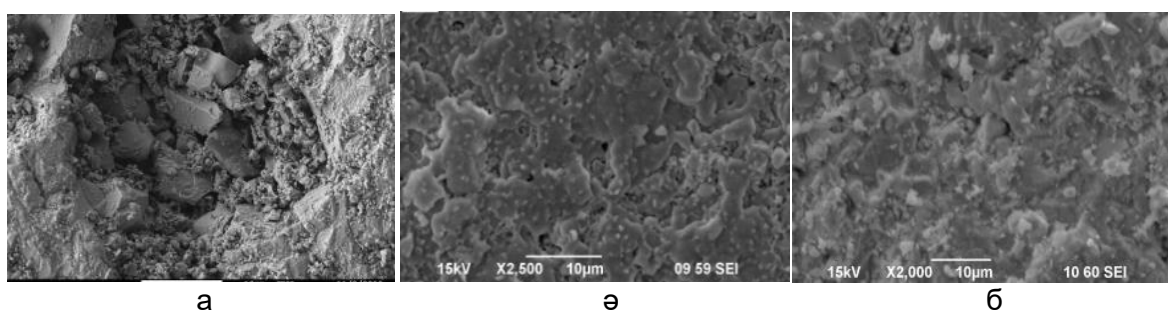
Жоғарғы энергия				Төменгі энергия			
Ион типі	Энергия [МэВ]	Жүгірісі [мкм]	Ұяшықтар/ ион	Ион типі	Энергия [кэВ]	Жүгірісі [мкм]	Ұяшықтар/ ион
O	28	13.0	1740	O	40	0.080	243
Ne	35	12.7	2700	Ne	40	0.065	320
Ar	70	13.2	8100	Ar	100	0.080	800
Kr	147	15.3	31000	Kr	260	0.108	2500

Электронды сәулелендіру ядролық физика институтының (Алматы қаласы) ЭЛВ-4 электронды үдеткішінде жүргізілді. Электрондардың энергиясы 1,3 МэВ болды, бұл материалдың жүгіріс ұзындығы үлгінің қалыңдығынан (1 мм) асады.

Ауыр иондар мен электрондардың барий цератына әсерін зерттеу рентгендік фазалық талдау әдістерін, элементтік талдауы бар растрлік электронды микроскопияны, атомдық-күштік микроскопияны (АСМ), термодесорбциялық (ТД) спектроскопияны қолдану арқылы жүзеге асырылды.

Зерттеу нәтижелері мен нәтижелерді талқылау

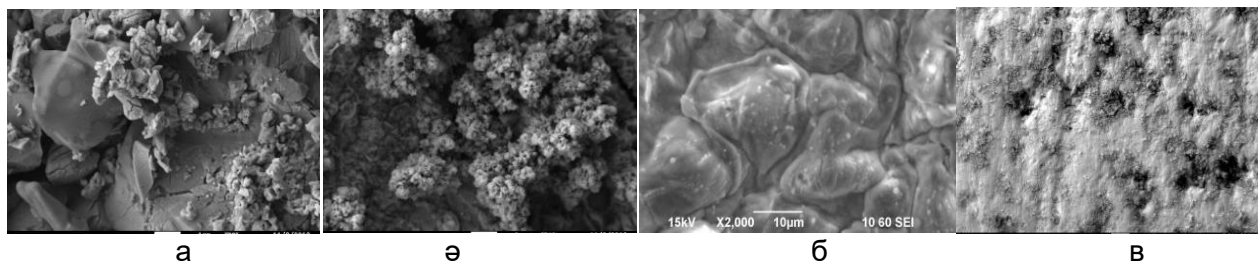
Қосымша барий цератының құрылымы мен қасиеттерінің өзгеруі иондардың түрі мен энергиясына байланысты екендігі тәжірибеде анықталды. Рентгендік фазалық талдау сәулеленбеген барий цератының құрылымы $Pbpm$ орторомбиялық симметриясы бар перовскит $BaCeO_3$ құрылымына сәйкес келетінін көрсетті. 1-суретте неодиммен допандалған сәулеленбеген барий цератының дифрактограммасы ұсынылған ($x=0.1$). Бұл перовскит құрылымы төмен энергиялы иондармен (O, Ne, Ar, Kr) және электрондармен сәулеленуден кейін сақталатыны анықталды. Барий цераты жоғары энергиялы иондармен сәулеленген жағдайда цераттың аморфизациясы және қоспалардың пайда болуы анықталды (1, б-суреті). Кристалдық тордың нашарлауы керамиканың сәулеленбеген жағында да байқалды, бұл жоғары энергиялы иондармен сәулеленген оксидтер торындағы өзгерістер осы материалдағы иондардың жүгірісінен бірнеше есе көп қашықтыққа дейін болатындығын көрсетеді.



1 сурет – Төмен энергиялы Ne (а), Ar (ә) және Kr (б) иондарымен 10^{16} см^{-2} дозасына дейін сәулеленген барий цератының бетінің электронды-микроскопиялық суреттері

1 суретте неон (1, а-сурет) аргон (1, ә-сурет) және криптон (1, б-сурет) иондарымен сәулеленген барий цератының бетінің электронды-микроскопиялық суреттері бірдей үлкейту кезінде түсірілген. Суреттен көрініп тұрғандай, неон мен аргон иондарымен сәулеленген цераттың бетінде көпіршіктердің пайда болуы байқалады. Ал барий цераты төмен энергиялы криптон иондарымен сәулеленген жағдайда көпіршіктердің пайда болуы байқалмады.

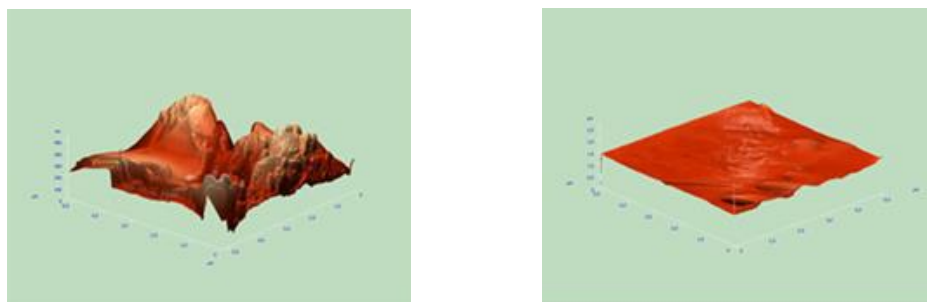
Барий цератын жоғары энергиялы инертті газ иондарымен сәулелендіру кезінде оның бетіндегі қатты фазалы құрылымдық айналуларға байланысты өзгерістер анықталды (2-сурет) және Ne, Ar, Kr қатарында цераттың беті сферолиттердің өсу кезеңдеріне ұқсас болды – туындауы (а), өсуі (түрлі-түсті қырыққабат түрі) (ә), сферолит қыртысының түзілуі (б). Сонымен қатар, бұл материалдың жоғары энергиялы оттегі иондарымен сәулеленуі беттің ұқсас өзгерістерін тудырмады (2, в-сурет).



2 сурет – Жоғары энергиялы Ne (а), Ar (ә) және Kr (б) иондарымен 10^{16} см^{-2} дозасына дейін сәулеленген барий цератының бетінің электронды-микроскопиялық суреттері

Сканерлеуші атомдық-күштік микроскопия (АКМ) әдісімен алынған деректер растрлік электронды микроскопияның нәтижелерімен байланысты, сондай-ақ жоғары энергиялы инертті газ иондарымен сәулеленген кезде цераттардың бетіндегі қатты фазалы құрылымдық өзгерістерді көрсетеді. 3-суретте жоғары энергиялы криптон иондарымен сәулеленгеннен кейін

барий цератының бетінің АКМ суретін ұсынады. Сәулеленбеген цераттың «дөңес» бетімен салыстырғанда, сәулеленуден кейін беттің рельефі «тегіс» болып көрінетіні байқалады.

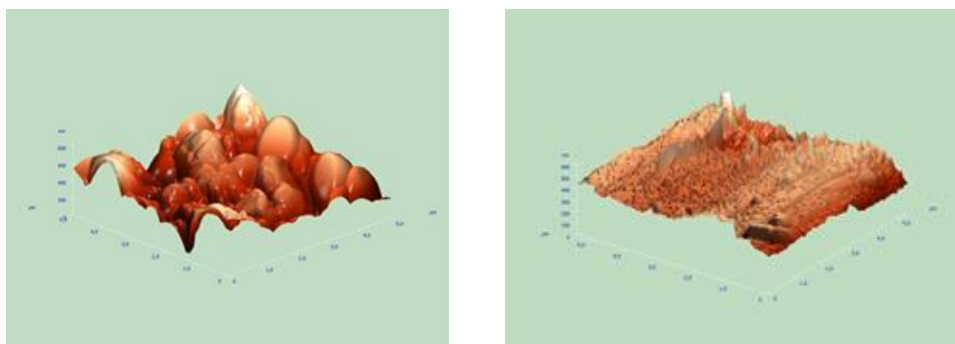


3 сурет – АКМ сәулеленбеген барий цератының суреттері (сол жақта) және Кг иондарымен сәулеленгеннен кейін (оң жақта), ($E = 147$ МэВ; $D = 10^{16}$ ион / $см^2$)

Берілген энергияға қарамастан оттегі иондары барий цератының беткі құрылымы мен жағдайында өзгерістер тудырмады, бұл цераттың инертті газдар мен оттегі иондарымен сәулеленуі жағдайында дефектердің пайда болу ерекшеліктерін көрсетеді. Инертті газдар мен оттегінің жоғары энергиялы иондарымен сәулелену кезінде цераттардың беткі құрылымының қалыптасуындағы анықталған айырмашылық олардың ерігіштігінің айырмашылығына байланысты болуы мүмкін. Бірінші жағдайда, бұл материалды «инертті газ – ұяшықтар» кешендерін қалыптастыру үшін инертті газ иондарымен тұрақтандыру арқылы тор дефектерімен қанықтыру орын алады деп болжанады. Бұл кешендер материалдардағы инертті газдардың төмен ерігіштігіне байланысты жоғары тұрақтылыққа ие болады. Бұған $1000^{\circ}C$ -қа дейін термодесорбция тәжірибелерінде үлгілерден инертті газдардың бөлінбеуі дәлел бола алады.

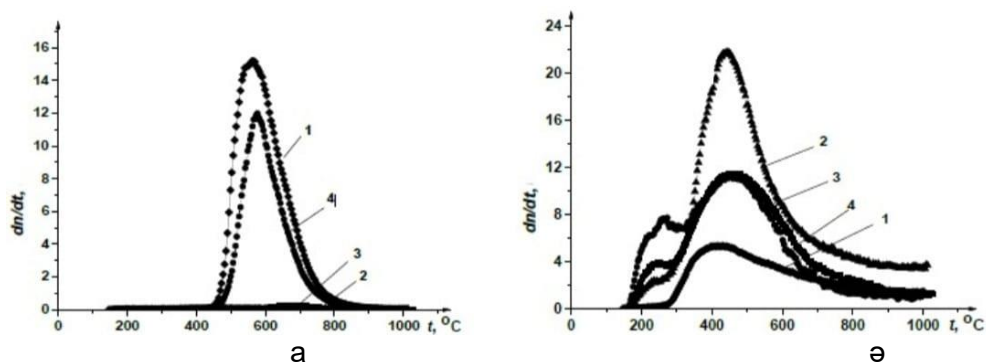
Жоғары температурада жоғары энергиялы оттегі иондарымен цераттық сәулеленуі жағдайында дефекттердің тепе-теңдік концентрациясы айтарлықтай төмен болуы керек. Шынымен де, цераттағы оттегінің ерігіштігі едәуір жоғары, ал жоғары температурада сәулелену кезінде оттегі материалды оның бетіне диффузиясы және кейіннен десорбциясы нәтижесінде қалдыруы мүмкін. Бұл жағдайда дефектті құрылымның тұрақтануы болмайды және сәулелену кезінде пайда болған дефекттердің басым бөлігі сәулелену кезінде күйдіріледі.

Бұрын айтылғандай электрондық сәулелену цераттың перовскит құрылымында өзгерістер тудырмайды, бірақ беткі рельефтің тегістелуіне алып келеді. Электронды сәулеленуден кейін барий цератының беткі қабатының өзгеруінің ерекшелігі - онда ұсақ пирамидалық (ине тәрізді) құрылымның пайда болуы (4-сурет) болып табылады. Жеке «пирамидалардың» биіктігі 50 нм-ден аспайды, сәулелену дозасының жоғарылауымен «пирамидалардың» әсері айқын көрінеді. Жаңадан пайда болған құрылымдардың мөлшері мен кезектесуі электронды сәулелену церат бетінің нано-құрылымына ықпал етеді деген болжам береді.



4 сурет – Электронмен сәулеленбеген (сол жақта) және сәулеленген (оң жақта) барий цератының АКМ суреттері

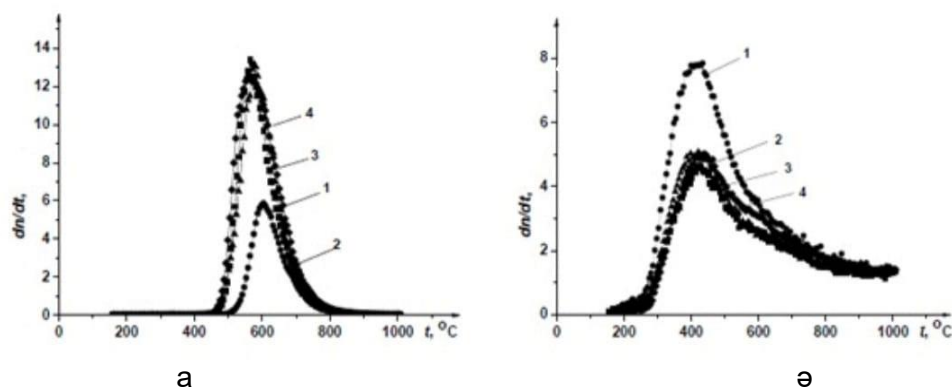
Қосымша барий цератынан алынған газдардың термодесорбция процестерін зерттеу бұл процестердің иондардың түрі мен энергиясына тәуелділігін көрсетеді. Неонның жоғары энергиялы иондарымен сәулелену кезінде зерттелетін материалдардан оттегінің шығуы байқалмағаны көрсетілген (5, а-сурет).



5 сурет – Оттегінің (а) және судың (ä) сәулеленбеген (1) және жоғары энергиялы Ne (2), Ar(3) және Kr(4) иондарымен (10^{16}см^{-2} дозасына дейін) сәулеленген барийден шығу спектрлері

Алайда, иондардың энергиясы мен массасының өсуімен десорбцияланған оттегінің көбеюі байқалады, барлық жағдайда сәулеленген материалдардан шыққан оттегінің мөлшері бастапқы оттегіге қарағанда аз болады. Сонымен қатар, су молекулаларының шығару спектрлерінде оттегімен салыстырғанда қарама-қарсы үлгі байқалады, яғни иондардың энергиясы мен массасының өсуімен десорбцияланған судың мөлшері азайды, бірақ барлық жағдайларда сәулеленбеген цератқа қарағанда көп болады (5,ä-сурет). Сонымен қатар, судың шығу спектрлерінде физикалық сорбцияланған судың шығуына байланысты төмен температуралы бұрылыстың пайда болуы байқалды.

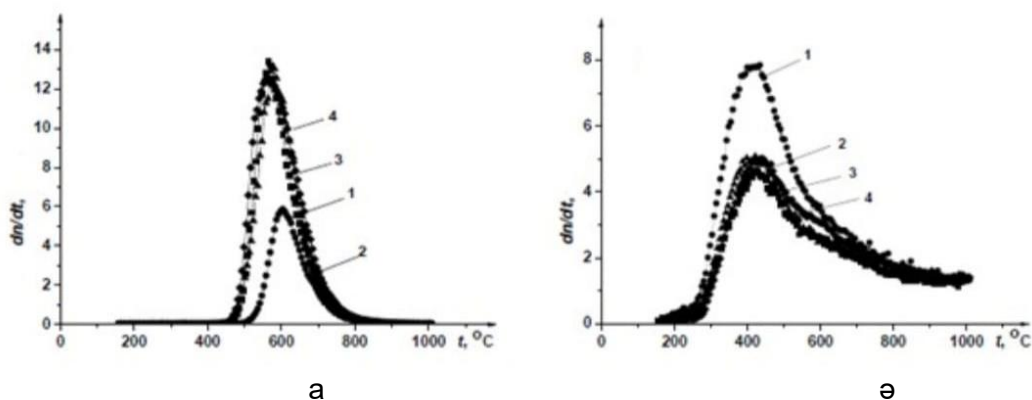
Барий цератын төмен энергиялы инертті газ иондарымен сәулелендіру кезінде жоғары энергиялы иондардан айырмашылығы, десорбцияланған оттегі мөлшерінің айтарлықтай өсуі және бір мезгілде десорбцияланған су мөлшерінің төмендеуі анықталды (6 сурет) және бұл әсер ионның массасы мен энергиясына тәуелді болмады.



6 сурет – Төмен энергиялы иондармен сәулеленген барийден оттегі (а) мен судың (ä) шығу спектрлері: 1 – сәулеленбеген үлгі; 2-Ne иондарымен сәулеленгеннен кейін; 3-Ar; 4-Kr ($D = 10^{16}\text{см}^{-2}$).

Осындай жағдайды келесідей түсіндіруге болады. [6,7] еңбектерінде әр түрлі допанттармен допандалған барий цераттарындағы оттегі нестехиометриясын зерттеу кезінде неодиммен допандалған барий цератында оттегі индексінің мәні $\delta=3-x/2$ күтілетін мәннен жоғары екендігі көрсетілген. Алынған тәжірибелік нәтижелерді талдау және оларды әдебиеттік деректермен салыстыру авторларға церат торындағы неодим $3+4+$ аралас валенттілікке ие деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл неодиммен және басқа допанттармен, мысалы, $3+$ валенттілігі бар Sm, Gd-мен бірдей дәрежеде, бірінші жағдайда үш валентті катионмен допандалуының төменгі дәрежесін көрсетеді. [8] Жұмыстың мәліметтері бойынша температураның жоғарылауымен цератта неодимнің қалпына келуі орын алады. Бұл неодим қосылған барий цератынан оттегі молекулаларының шығуына және термодесорбция спектрлеріндегі басқа допанттармен салыстырғанда су молекулаларының шығуының

төмендеуіне байланысты. Дәл осындай көрініс барийдің қосымша цератынан су мен оттегінің термодесорбция спектрлерінде байқалады (7 сурет).



7 сурет – Судың (а) және молекулалық оттегінің (ә) барий цератынан шығу спектрлері:
1-допантсыз; 2 – Nd; 3 – Sm; 4 – Gd; ($x=0.1$)

Суреттен оттегінің шығуы тек неодим қосылған цераттан байқалатынын, неодим қосылған цераттан алынған десорбцияланған судың мөлшері бірдей допандау дәрежесінде Sm және Gd қосылған цераттардан аз екенін көруге болады. Бұл неодимнің цераттағы аралас валенттілігі, оның температураның жоғарылауымен қалпына келуі туралы [9,10] жұмыстың қорытындыларын растайды.

Неодиммен допандалған жоғары энергиялы және төмен энергиялы иондармен сәулеленген инертті газдардың термодесорбция спектрлерінің жоғарыда аталған және байқалған әрекетін ескере отырып, сәулелену кезінде неодимнің валенттік күйінің өзгеруімен түсіндіруге болады. [11]

Қорытынды

Осылайша, жоғарыда қарастырылған жағдайларда инертті газдардың төмен энергиялы иондарының сәулеленуі неодимнің едәуір үлесінің төрт валентті күйге өтуіне алып келеді, бұл сәулеленбеген цератпен салыстырғанда оттегінің шығуының жоғарылауымен және судың шығуының төмендеуімен, сондай-ақ ион түрінен шыққан газдар санының тәуелсіздігімен бірге қатар жүреді.

Инертті газдардың жоғары энергиялы иондарының сәулеленуі, керісінше, материалдағы үш валентті неодим үлесінің артуына әкеледі. Бұл біз күткендей, сәулеленбеген материалдармен салыстырғанда оттегінің азаюына және сәулеленген материалдардан судың көбірек шығуына алып келеді. Айта кету керек, жоғары энергиялы неон иондарымен сәулеленуден кейін іс жүзінде барлық неодим үш валентті күйде болады, бұл цераттан оттегінің шығуының болмауынан және термодесорбция спектрлерінде судың максималды шығуынан байқалады.

Иондық энергиялардың оттегі мен судың термодесорбция процестеріне әсер етуінің белгіленген заңдылықтары инертті газдардың төмен энергиялы және жоғары энергиялы иондарымен сәулелену кезінде неодиммен допандалған барий цератында деффекттің пайда болу ерекшеліктеріне байланысты болады. Оттегі иондары мен электрондардың сәулеленуі допандалған неодимге қосылған барий цератынан оттегі мен су молекулаларының десорбция процестеріне айтарлықтай әсер етпейді.

Әдебиеттер тізімі

1. Ким Дж.-Х., Цучия Б., Нагата С., Шикама Т. // Қатты дене иондары – 2018. – Т.№ 179. – Б. 1182-1186.
2. Ким Дж.-Х., Чой Х., Шикама Т. // Қолданбалы жер үсті ғылымы – 2011. – Т.№ 257. – Б. 8876-8882.
3. Хромущин И.В., Аксенова Т.И., Тусеев Т., Мунасбаева К.К., Ермолаев Ю.В., Ермолаев В.Н., Сейітов А.С. // Озық материалдарды зерттеу – 2013. – Т.№ 781-784. – Б. 357-361.
4. Цучия Б., Мороно А., Ходжсон Э.Р., Нагата С., Шикама Т. // Қатты дене иондары –2018. – Т.№ 179. – Б. 909-912.
5. Циглер Дж.Ф. Бөлшектердің материалмен өзара әсерлері [Электрондық. ресурс]. – URL: <http://www.srim.org/SRIM/SRIMLEGL.htm> (қарау күні 04.2023)

6. Шимояма Дж., Кишио К., Фуэки К., Мидзусаки Дж. // Жапониядағы қатты дене иондары бойынша 13-ші симпозиум. – Сендай. 2012. – Б.93.
7. Оиши М., Ясиро К., Мидзусаки Дж., Китамура Н., Амедзава К., Кавада Т., Учимото Ю. // Қатты дене иондары. – 2017. – Т.№ 179. – Б. 529-535.
8. Аксенова Т.И., Хромушин И.В., Жотабаев Ж.Р., Букенов К.Д., Бердаулетов А.К., Медведева З.В. Барий және стронций цераттарының термиялық десорбциясын зерттеу // Қатты дене ионикасы. – 2013. – Т. № 162-163. – Б. 31-36 .
9. Тарасова Н.А., Филинкова Я.В., Анимитца И.Е. // Электрохимия. – 2013. – Т.№ 49. – Б. 11.
10. Анимитца И.Е. Күрделі оксидтердегі протон тасымалы. – Екатеринбург: Орал университетінің баспасы, 2014. – Б. 216.
11. Крейер К.Д. Технологиялық қолдану үшін протонды өткізгіш материалдарды әзірлеу туралы. // Қатты күйдегі ионика. – 1997. – Т. №97. – Б. 1-15.

References

1. Kim J.-H., Tsuchiya B., Nagata S., Shikama T. // Solid State Ionics. – 2018. – V.№ 179 – P. 1182-1186. (In English).
2. Kim J.-H., Choi H., Shikama T. // Applied Surface Science – 2011. – V.№ 257. – P. 8876-8882. (In English).
3. Khromushin I.V., Aksenova T.I., Tuseev T., Munasbaeva K.K., Yermolaev Yu.V., Ermolaev V.N., Seitov A.S. // Advance Materials Research – 2013. – V.№ 781-784. – P. 357-361. (In Russian).
4. Tsuchiya B., Morono A., Hodgson E.R., Nagata S., Shikama T. // Solid State Ionics – 2018. – V.№ 179. – P. 909-912. (In English).
5. Ziegler J.F. Particle interactions with matter [Electronic resource].URL: <http://www.srim.org/SRIM/SRIMLEGL.htm> (review date 04.2023). (In English).
6. Shimoyama J., Kishio K., Fueki K., Mizusaki J. // The 13th Symposium on Solid State Ionics in Japan. Sendai. 2012. – P. 93. (In English).
7. Oishi M., Yashiro K., Mizusaki J., Kitamura N., Amezawa K., Kawada T., Uchimoto Y. // Solid State Ionics. – 2017. – V.№ 179. – P. 529-535. (In English).
8. Aksenova T.I., Khromushin I.V., Zhotabaev Zh.R., Bufenov K.D., Berdauletov A.K., Medvedeva Z.V. Thermodesorption study of barium and strontium cerates // Solid State Ionics – 2013. – V. № 162-163. – P. 31-36. (In Russian).
9. Tarasova N.A., Filinkova Ya.V., Animitsa I.E. // Electrochemistry. – 2013. – V. №49. – P.11.
10. Animitsa I.E. Proton transport in complex oxides. – Yekaterinburg: Ural University Press, 2014. – P.216. (In Russian).
11. Kreuer K.D. On the Development of Proton Conducting Materials for Technological Applications. // Solid State Ionics. – 1997. – V. №97. – P.1-15. (In English).

И.В. Хромушин¹, Т.И. Аксенова¹, Т. Тусеев², К.К. Мунасбаева¹, А. Болатбекулы^{2*}

¹Институт ядерной физики,

050032, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ибрагимова, 1

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

*e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНАМИ И ИОНАМИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ЦЕРАТОВ БАРИЯ

Представлены результаты исследований влияния облучения электронами, ионами инертных газов (Ne, Ar, Kr) и кислорода на структуру и свойства допированного неодимом церата бария методами рентгенофазового анализа, растровой электронной и атомно-силовой микроскопии, термодесорбционной спектроскопии. Показано, что облучение низкоэнергетическими ионами инертных газов стимулирует процессы блистеринга на поверхности, тогда как высокоэнергетические ионы инертных газов способствуют формированию на облученной поверхности структур, напоминающих разные стадии роста сферолитов. Подобных структур в случае облучения высокоэнергетическими ионами кислорода не наблюдалось. Замечено, что облучение цератов электронами приводит к

формированию на его поверхности нано-размерных игольчатых структур. Излучение низкоэнергетических ионов инертных газов привело к переводу большей части неодима в четырехвалентное состояние, как было показано, сопровождается увеличением выделения кислорода и уменьшением воды по сравнению с необлученным цератом, а также независимостью количества газов от типа ионов. На основе данных по термодесорбции молекул воды и кислорода из облученного церата бария сделано предположение о том, что облучение способствует окислению неодима до 4+.

Ключевые слова: Протонная проводимость, ионизирующее излучение, Церат бария, допирование, ионное модифицирование

I.V. Khromushin¹, T.I. Aksenova¹, T. Tuseev², K.K. Munasbayeva¹, A. Bolatbekuly^{2*}

¹Institute of Nuclear Physics,
050032, Republic of Kazakhstan, Almaty, 1 Ibragimova Street

²Al-Farabi Kazakh National University,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Ave.

*e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com

PATICULARITIES OF RADIATION DEFECT FORMATION IN CERAMIC BARIUM CERATE

The results of the investigations are presented on the effect of irradiation with electrons, ions of inert gases (Ne, Ar, Kr) and oxygen on the structure and properties of Nd-doped barium cerate by the methods of X-ray diffraction analysis, scanning electron and atomic force microscopy, thermal desorption spectroscopy. It is shown that the low-energy irradiation with Ne and Ar ions stimulates the blistering processes on the surface, whereas the high energy ion irradiation by Ne, Ar, Kr ions the cerate surface undergoes the following stages of the spherulite growth - nucleation, growth (view of cauliflower), formation of spherulitic crust, correspondingly. The similar structures were not observed in the case of irradiation with high-energy oxygen ions. It is noticed that the irradiation of cerates with electrons leads to the formation of nano-sized acicular structures on the surface. The radiation of low-energy ions of inert gases led to the conversion of most of the neodymium into a tetravalent state, as has been shown, accompanied by an increase in oxygen release and a decrease in water compared to non-irradiated cerate, as well as the independence of the amount of gases from the type of ions. Based on the data on thermal desorption of water and oxygen molecules from the irradiated barium cerate it was assumed that the irradiation stimulates the oxidation to Nd⁴⁺.

Key words: Proton conductivity, ionizing rays, barium cerate, doping, Ion modification.

Авторлар туралы мәліметтер

Игорь Хромушин – ф-м.ғ.к., радиациялық диффузия зертханасының меңгерушісі, Ядролық физика институты, Қазақстан Республикасы; e-mail: khrom@inp.kz.

Татьяна Аксенова – ф-м.ғ.к., радиациялық диффузия зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Ядролық физика институты, Қазақстан Республикасы; e-mail: aksenova@inp.kz
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8519-1851>.

Тұрғара Түсеев – ф-м.ғ.д., жылу физикасы және техникалық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: turgaratus@mail.ru.

Қарлығаш Мұнасбаева – ф-м.ғ.к., ғылыми-техникалық бағдарламалар мен жобалар бөлімінің меңгерушісі; Ядролық физика институты, Қазақстан Республикасы. e-mail: munasbaeva@inp.kz.

***Әлихан Болатбекұлы** – магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com.

Информация об авторах

Игорь Хромушин – к.ф-м.н., заведующий лабораторией радиационной диффузии; Институт ядерной физики, Республика Казахстан; e-mail: khrom@inp.kz.

Татьяна Аксенова – к.ф-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории радиационной диффузии, Институт ядерной физики, Республика Казахстан; e-mail: aksenova@inp.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8519-1851>.

Тургара Тусеев – д. ф-м. н., доцент кафедры теплофизики и технической физики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: turgaratus@mail.ru.

Карлыгаш Мунасбаева – к.ф-м.н., руководитель управления научно-технических программ и проектов; Институт ядерной физики, Республика Казахстан; e-mail: munasbaeva@inp.kz.

***Алихан Болатбекулы** – магистрант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com.

Information about the authors

Igor Khromushin – PhD., The Head of the Laboratory of Radiation diffusion; Institute of Nuclear Physics, Republic of Kazakhstan; e-mail: khrom@inp.kz.

Tatyana Aksenova – Ph.D., Leading Researcher in the Laboratory of Radiation diffusion, Institute of Nuclear Physics, Republic of Kazakhstan; e-mail: aksenova@inp.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8519-1851>.

Turgara Tuseev – PhD, associate professor of the Department of Thermophysics and Technical Physics, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: turgaratus@mail.ru.

Karlygash Munasbayeva – PhD, Head of the Department of Scientific and Technical programs and projects; Institute of Nuclear Physics, Republic of Kazakhstan; e-mail: munasbaeva@inp.kz.

***Alikhan Bolatbekuly** – Master's student, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com.

Материал 27.11.2023 ж. баспаға түсті.

**Р.А. Аубакирова¹, Ж.Б. Мукажанова^{1*}, К.К. Кабдулкаримова², И.В. Афанасенкова¹,
Ш.К. Санъязова¹**

¹Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова,
070004, Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Казахстан, 55

²Евразийский национальный университет им. Л. Гумилева,
10000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатбаева, 2

^{1*}e-mail: mukazhanovazhb@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ СУРЬМЫ

Аннотация: Сурьма находит широкое применение в современной науке и технике. В настоящее время важнейшим потребителем высокочистой сурьмы является полупроводниковая промышленность.

В статье представлены результаты анализа металлургических образцов на содержание сурьмы, относящейся к группе вредных примесей. Эти примеси затрудняют металлургический передел руд и их концентратов, а также ухудшают качество получаемого продукта. Присутствие даже незначительного количества сурьмы в катодной меди медного производства приводит к снижению тепло- и электропроводности, ухудшению пластичности продукции.

Контроль содержания сурьмы в металлургических образцах на всех стадиях технологического производства затруднен вследствие сложности матричного и примесного состава анализируемых образцов, низкого содержания сурьмы. Основные трудности возникают на стадии пробоподготовки металлургических образцов, основной целью которой является количественное переведение сурьмы из твердой фазы в раствор. Традиционно разложение металлургических образцов осуществляют путем кислотного растворения пробы, щелочного сплавления или спекания. Наименее трудозатратным способом является кислотное растворение. Однако данный способ имеет ряд существенных недостатков: неполнота вскрытия, потери сурьмы вследствие гидролиза ее солей, мешающее влияние сопутствующих элементов, также переходящих в раствор при кислотном растворении пробы.

Наиболее достоверные результаты при фотометрическом определении содержания сурьмы позволяет получить способ спекания навески, сопровождающийся отделением мешающих элементов путем их осаждения в виде карбонатов и переведением сурьмы в форму, не подвергающуюся гидролизу (антимонаты $Me_xSb_yO_z$). Однако в литературе не описаны конкретные условия процесса спекания сурьмасодержащих металлургических образцов.

В работе предложен метод разложения металлургических образцов, заключающийся в спекании исследуемых образцов с $Na_2CO_3 + ZnO$. Установлен фазовый состав представленных образцов. Построена градуировочная характеристика фотометрического определения содержания сурьмы в диапазоне концентраций от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ мг/мл при длине волны 425 нм.

Ключевые слова: анализ, вредные примеси, металлургические образцы, разложение проб, спекание навески, метод внешнего стандарта, градуировочная характеристика, обработка результатов.

Введение

Сурьма является одним из наиболее доступных металлов вследствие наличия ее в рудах и минералах, при переработке которых сурьму выделяют в виде побочного продукта [1]. В месторождениях Казахстана сурьма является попутным элементом при переработке редкометальных полиметаллических, золоторудных колчеданных, медных руд. Ее получают при плавке медных, молибденовых, медно-полиметаллических и т.п. [2].

Сурьма относится к группе вредных примесей, затрудняющих металлургический передел руд и их концентратов, а также ухудшающих качество получаемого продукта. Присутствие даже незначительного количества сурьмы в катодной меди медного производства приводит к снижению тепло- и электропроводности, ухудшению пластичности продукции [3]. В силу этих причин контроль за содержанием сурьмы на всех стадиях металлургического производства является весьма актуальной задачей, затрудненной вследствие сложности матричного и примесного состава анализируемых образцов, низкого содержания сурьмы. Основные трудности возникают на стадии пробоподготовки металлургических образцов, основной целью которой является количественное переведение сурьмы из твердой фазы в раствор. Традиционно разложение металлургических образцов осуществляют путем кислотного растворения пробы, щелочного сплавления или спекания [3]. Наименее трудозатратным способом является кислотное растворение [4]. Однако данный способ имеет ряд существенных недостатков: неполнота вскрытия, потери сурьмы вследствие гидролиза ее солей, мешающее влияние сопутствующих элементов, также переходящих в раствор при кислотном растворении пробы. Наиболее достоверные результаты при фотометрическом определении содержания сурьмы позволяет получить способ спекания навески, сопровождающийся отделением мешающих элементов путем их осаждения в виде карбонатов и переводением сурьмы в форму, не подвергающуюся гидролизу (антимонаты MexSbyOz) [5]. Однако в литературе не описаны конкретные условия процесса спекания сурьмасодержащих металлургических образцов полиметаллических руд Алтая, Центрального Казахстана и т.д.

Методы и материалы

В работе были исследованы три сурьмасодержащих металлургических образца [6.7.8], наименования которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень исследуемых образцов

Шифр образца	Наименование образца	Содержание сурьмы, %
О-1	Медный концентрат № 2080	0,177
О-2	Металлургический шлак свинцово-цинкового производства	0,168
О-3	Пыль медного производства	0,247

Пробы образцов предварительно измельчали, высушивали при температуре 105 °С до постоянной массы в сушильном шкафу. Фазовый состав исследуемых образцов устанавливали на рентгеновском дифрактометре X'PertPRO с использованием монохроматизированного медного излучения с шагом сканирования 0,02°. Угол измерения составлял 5-70°, напряжение рентгеновской трубки 45 кВ, сила тока, 45 мА, время измерения на одной точке 0,5 с. Рентгенофазовый анализ выполнен с помощью программы ИПС РФА и кристаллографической базы данных PDF2 ICDD, включающей 16 тысяч рентгенофазовых эталонов минералов, по методу кластерной фазовой идентификации, позволяющему определять малые концентрации фаз с высокой степенью надежности. Оптимизацию коэффициентов масштабирования и числа фаз осуществляли по интенсивностям дифракционных линий фаз и балансу между расчетным (по дифрактограммам).

Разложение исследуемых образцов осуществляли способом спекания. В качестве реагента применяли смесь $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{ZnO}$. Для оптимизации условий разложения варьировали массу навески, температуру спекания, продолжительность спекания, долю реагента в смеси.

Спекание осуществляли в фарфоровых тиглях. Навеску исследуемого образца помещали в фарфоровый тигель и смешивали с плавнем (1 часть $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 4$ части ZnO), помещали в фарфоровый тигель, сверху присыпали тонким слоем смеси и помещали тигель в холодную муфельную печь. Муфель нагревали, постепенно повышая температуру.

Выдерживали тигель при заданной температуре в течение заданного времени. По истечении указанного времени тигель охлаждали при комнатной температуре, остывший спек выщелачивали горячей водой, переносили в термостойкую коническую колбу, отфильтровывали через фильтр «синяя лента». Фильтрат подкисляли серной кислотой (1:1), прибавляли еще 10-15 мл концентрированной серной кислоты, 1-2 мл концентрированной азотной кислоты и выпаривали до появления паров серной кислоты. Содержимое конической колбы охлаждали, растворяли в 80 мл воды, выпавшую в осадок серу (при ее наличии) отфильтровывали, промывали на фильтре 2-3 раза небольшим количеством разбавленной серной кислоты (1:4). Фильтрат количественно переносили в мерную колбу вместимостью 250 мл, доводили раствор до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивали. Отбирали из этого раствора аликвоту объемом 20 мл, переносили в мерную колбу на 50,0 см³ доводили раствор до метки дистиллированной водой. Далее определяли сурьму фотометрическим методом [5].

Рентгеновские спектры исследуемых образцов представлены на рисунках 1, 2.

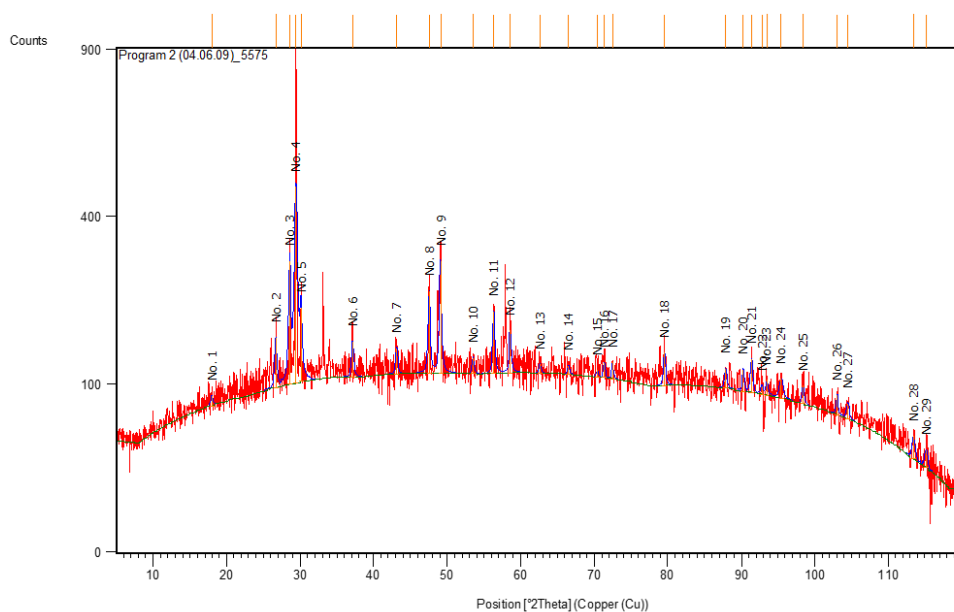


Рисунок 1 – Дифрактограмма образца медного концентрата

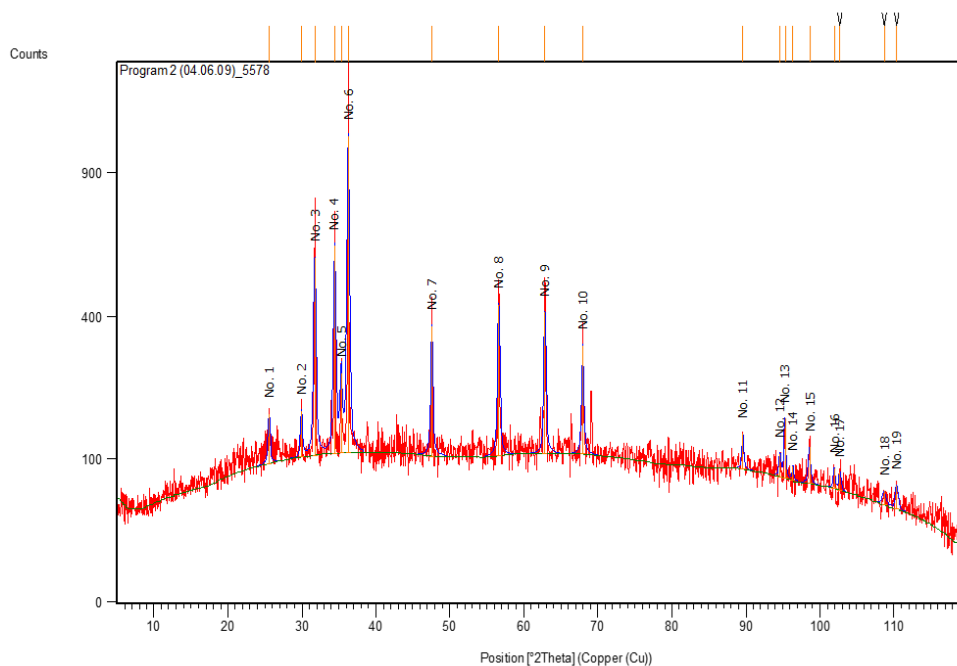


Рисунок 2 – Дифрактограмма образца пыли медного производства

Результаты, полученные после расшифровки представленных дифрактограмм, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты фазового анализа исследуемых образцов, %

O-1		O-2	
Химическая формула	Содержание, %	Химическая формула	Содержание, %
CaFeSi ₂ O ₆	38	ZnO	60
SiO ₂	36	ZnFe ₂ O ₄	10
CuFeS ₂	12	Fe ₃ S ₄	12
FeS ₂	11	CaFe(Si ₂ O ₆)	14
ZnS	3	ZnS	3

Результаты и обсуждение

Результаты фазового анализа, представленные на рисунках 1, 2 и в таблице 2, позволили установить, что, главной сульфидной фазой медного концентрата является CaFeSi₂O₆, четко выделившаяся из остальных фаз по своим характерным дифракционным отражениям. Вторая по количеству фаза SiO₂, затем следует CuFeS₂, FeS₂ и ZnS. Остальные минералы не выявлены на дифрактограмме из-за их малого содержания в образце. При анализе пыли установлено максимальное содержание оксида цинка.

Для определения содержания сурьмы применяли метод внешнего стандарта. Для этого готовили градуировочные растворы с использованием стандартного раствора сурьмы (СО-14, КЗ.03.01.00066-2007) с концентрацией аналита 1 мг/мл. Растворы меньших концентраций получали разбавлением аликвотных частей стандартного раствора. Для исследований применяли только свежеприготовленные растворы.

Метод фотометрического определения содержания сурьмы основан на измерении оптической плотности окрашенного в желтый цвет раствора комплексного соединения, образованного ионами трехвалентной сурьмы с иодидом калия. Определению сурьмы мешают ионы висмута.

Исходные данные, необходимые для построения градуировочной характеристики в диапазоне концентраций анализа от 0,001 мг/см³ до 0,01 мг/см³, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные для построения градуировочной зависимости спектрофотометрического определения сурьмы

C _{Sb} , мг/см ³	0,001	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010
A	0,0224	0,0724	0,1231	0,2536	0,3139	0,3865

Измерение интенсивности аналитического сигнала (оптическая плотность) проводили 3 раза для каждого градуировочного раствора. На основании полученных данных построили график зависимости оптической плотности от содержания сурьмы в градуировочном растворе (мг/см³). Градуировочный график представлен на рисунке 3.

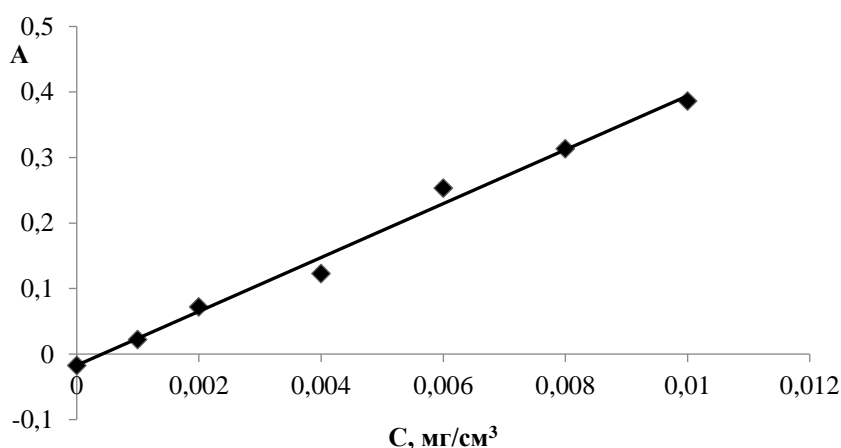


Рисунок 3 – Зависимость оптической плотности от содержания сурьмы

Для оценивания линейности градуировочной характеристики применяли корреляционный и регрессионный анализы [9]. Статистическая обработка градуировочной характеристики была также проведена в соответствии с требованиями, изложенными в РМГ 54-2002 [10] методом наименьших квадратов. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты статистической обработки графика зависимости оптической плотности от содержания сурьмы с помощью корреляционного анализа

a	Sa	b	Sb	r	Vy	F(V1,V2)
1	2	3	4	5	6	7
-0,0167	0,2189	41,1340	36,1049	0,9944	2,3258	3,26

Примечания:
 $y = a + bx$
a и b – коэффициенты в уравнении
Sa и Sb – стандартные отклонения коэффициентов a и b;
r – коэффициент корреляции;
Vy – отношение средних квадратов отклонений;
F – квантиль распределения

Значение коэффициента корреляции, рассчитанного для представленной на рисунке 3 градуировочной характеристики, близко к единице, что свидетельствует о жесткой корреляции между значениями концентраций аналита (мг/см^3) и интенсивностью аналитического сигнала (рис. 4).

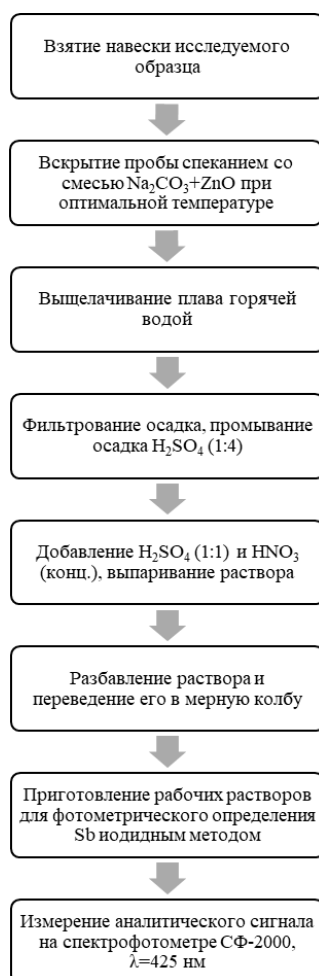


Рисунок 4 – Основные этапы методики спектрофотометрического определения массовых концентраций сурьмы в металлургических образцах

Рассчитанное значение отношения средних квадратов отклонений Vy сравнивали с табличным значением квантиля F-распределения со степенями свободы $V1=N-2$ и $V2=N$ (J-

1). Поскольку $Vy < F(V1, V2)$, то с доверительной вероятностью $P=0,95$ можно сделать вывод, что градуировочная характеристика в диапазоне концентраций $0,001-0,010$ мг/см³ подчиняется линейной модели.

Заключение

Отработана методика фотометрического определения содержания сурьмы в растворах, полученных после разложения образцов медного концентрата, шлака свинцово-цинкового производства и пыли медного производства смесью $Na_2CO_3 + ZnO$; построена градуировочная характеристика фотометрического определения содержания сурьмы в диапазоне концентраций от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ мг/мл при длине волны 425 нм. В соответствии с требованиями, изложенными в РМГ 54-2002, а также с использованием корреляционного и регрессионного анализов проведена статистическая обработка установленной градуировочной характеристики и доказана ее линейность; коэффициент корреляции составил 0,9944, коэффициенты a и b равны соответственно: $-0,0167$ и $41,1340$.

Список литературы

1. Немодрук А.А. Аналитическая химия сурьмы. – М.: Наука, 1978. – 222 с.
2. <https://nedra.kz/article/poleznye-iskopaemye-kazahstana-i-ih-mestorozhdeniya>
3. Каунова А.А. Определение легколетучих элементов методом ЭТААС по технике дозирования суспензий образцов на никелевом модификаторе: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. хим. наук / А.А. Каунова. – Краснодар. – 2006.
4. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, А.П. Савостин. – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2003. – 243 с.
5. ГОСТ 14047.9-78. Концентраты свинцовые. Фотометрический метод определения сурьмы. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 4 с.
6. Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. – М.: Metallurgia, 1985. – 440 с.
7. Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1981. – 368 с.
8. Асанов Д.А. Модернизация систем улавливания и переработки пылей цветной металлургии: диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD). – Усть-Каменогорск, 2015. – 130 с.
9. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. – М.: Химия, 2001. – 263 с.
10. РМГ 54-2002. Характеристики градуировочных средств измерений состава и свойств веществ и материалов. – Уральск. – 2004 г.

References

1. Nemodruk A.A. Analiticheskaya khimiya sur'my. – M.: Nauka, 1978. – 222 s. (In Russian).
2. <https://nedra.kz/article/poleznye-iskopaemye-kazahstana-i-ih-mestorozhdeniya>. (In Russian).
3. Kaunova A.A. Opredeleniye legkoletuchikh elementov metodom ETAAS po tekhnike dozirovaniya suspenziy obraztsov na nikel'evom modifikatore: avtoref. dis.na soiskaniye uchenoy stepeni kand. khim. Nauk. – Krasnodar, 2006. (In Russian).
4. Karpov YU.A., Savostin A.P. Metody probootbora i probopodgotovki / YU.A. Karpov, A.P. Savostin. – M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2003. – 243 s. (In Russian).
5. GOST 14047.9-78. Kontsentraty svintsovyye. Fotometricheskiy metod opredeleniya sur'my. – M.: Izd-vo standartov, 1978. – 4 s. (In Russian).
6. Utkin N.I. Kompleksnaya pererabotka mednogo i nikel'evogo syr'ya. – M.: Metallurgiya, 1985. – 440 s. (In Russian).
7. Torocheshnikov N.S. Tekhnika zashchity okruzhayushchey sredy. – M.: Khimiya, 1981. – 368 s. (In Russian).
8. Asanov D.A. Modernizatsiya sistem ulavlivaniya i pererabotki pyley tsvetnoy metallurgii: dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora filosofii (PhD). – Ust'-Kamenogorsk, 2015. – 130 s. (In Russian).
9. Dvorkin V.I. Metrologiya i obespecheniye kachestva kolichestvennogo khimicheskogo analiza. – M.: Khimiya, 2001. – 263 s. (In Russian).
10. RMG 54-2002. Kharakteristiki graduirovocnykh sredstv izmereniy sostava i svoystv veshchestv i materialov. – Ural'sk, 2004 g. (In Russian).

**Р.А. Аубакирова¹, Ж.Б. Мукажанова^{1*}, К.К. Кабдулкаримова², И.В. Афанасенкова¹,
Ш.К. Саньязова¹**

¹С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті,
070004, Қазақстан Республикасы, Өскемен қ., Қазақстан к-сі, 55 үй

²Л.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,
10000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Сатбаева к-сі, 2 - үй

*e-mail: mukazhanovazhb@mail.ru

МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӨНДІРІС ӨНІМДЕРІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ СУРЬМАНЫ ТАЛДАУ

Сурьма заманауи ғылым мен техникада кеңінен қолданылады. Қазіргі таңда жоғары таза сурьманың маңызды тұтынушысы жартылай өткізгіш өнеркәсібі болып табылады.

Ғылыми мақалада металлургиялық үлгілердің құрамындағы зиянды қоспалар тобына жататын сурьманы анализдеу нәтижелері келтірілген. Бұл қоспалар кендер мен олардың концентраттарын металлургиялық қайта өңдеуді қиындатады, сонымен қатар алынған өнімнің сапасын нашарлатады. Мыс өндірісінің катодты мысында сурьманың шамалы мөлшерінің болуы жылу мен электр өткізгіштігінің төмендеуіне, өнімнің икемділігінің нашарлауына әкеледі.

Технологиялық өндірістің барлық кезеңдерінде металлургиялық үлгілердегі сурьма құрамын бақылау талданатын үлгілердің матрицалық және қоспалық құрамының күрделілігіне, сурьма құрамының төмен болуына байланысты қиын. Негізгі қиындықтар металлургиялық үлгілерден сынама дайындау кезеңінде туындайды, оның негізгі мақсаты сурьманы қатты фазадан ерітіндіге айналдыру болып табылады. Дәстүр бойынша металлургиялық үлгілердің ыдырауы сынаманы қышқылмен еріту, сілтілі балқыту немесе агломерация арқылы жүзеге асырылады. Ең оңай әдіс - қышқылды еріту. Алайда, бұл әдістің бірқатар маңызды кемшіліктері бар: тұздарының гидролизіне байланысты сурьманың жоғалуы, ілеспе элементтердің кедергі келтіретін әсері, сонымен қатар сынама қышқылмен еріген кезде ерітіндіге айналады.

Сурьманы фотометриялық анықтаудағы ең сенімді нәтижелерді кедергі жасайтын элементтерді карбонаттар түрінде тұндыру және сурьманы гидролизге ұшырамайтын түрге (MехSbyOz антимоноаттары) айландыру арқылы жүретін агломерациялау әдісімен алынады. Алайда, әдебиеттерде құрамында сурьма бар металлургиялық үлгілерді агломерациялау процесінің нақты шарттары сипатталмаған.

Жұмыста металлургиялық үлгілерді ыдырату әдісі ұсынылған, ол зерттелетін үлгілерді Na₂CO₃ + ZnO-мен агломерациялаудан тұрады. Ұсынылған үлгілердің фазалық құрамы анықталды. Толқын ұзындығы 425 нм болатын 1•10⁻³-тен 1•10⁻² мг/мл-ге дейінгі концентрация диапазонында сурьма құрамын фотометриялық анықтаудың градуирлеу сызығы салынды.

Түйін сөздер: талдау, зиянды қоспалар, металлургиялық үлгілер, үлгінің ыдырауы, өлшенді агломерациясы, сыртқы стандарттау әдісі, градуирлеу сипаттамасы, нәтижелерді өңдеу.

**R.A. Aubakirova¹, J.B. Mukazhanova^{1*}, K.K. Kabdulkarimova², I.V. Afanasenkova¹,
S.K. Sanyazova¹**

¹S. Amanzholov East Kazakhstan University,
070004, Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan str., 55

²Gumilev Eurasian National University,
10000, Republic of Kazakhstan, Astana, Satbayeva str., 2

*e-mail: mukazhanovazhb@mail.ru

ANALYSIS OF METALLURGICAL PRODUCTS FOR ANTIMONY CONTENT

Antimony is widely used in modern science and technology. Currently, the most important consumer of high-purity antimony is the semiconductor industry.

The article presents the results of the analysis of metallurgical samples for the content of antimony, which belongs to the group of harmful impurities.

Traditionally, the decomposition of metallurgical samples is carried out by acid dissolution of the sample, alkali fusion or sintering. The least labor-intensive method is acid dissolution. However, this method has a number of significant disadvantages: incomplete opening, loss of antimony due to the hydrolysis of its salts, and the interfering influence of accompanying elements that also pass into solution during acidic dissolution of the sample. The most reliable results in the photometric determination of antimony content can be obtained by sintering a sample, accompanied by the separation of interfering elements by their precipitation in the form of carbonates and the transfer of antimony into a form that is not subject to hydrolysis (MexSbyOz antimonates). However, the specific conditions for the sintering process of antimony-containing metallurgical samples are not described in the literature.

The work proposes a method for the decomposition of metallurgical samples, which consists of sintering the samples under study with Na₂CO₃ + ZnO. The phase composition of the presented samples has been established. A calibration characteristic for the photometric determination of antimony content in the concentration range from 1•10⁻³ to 1•10⁻² mg/ml at a wavelength of 425 nm was constructed.

Key words: analysis, harmful impurities, metallurgical samples, sample decomposition, sample sintering, external standard method, calibration characteristic, results processing.

Сведения об авторах

Роза Аблакимовна Аубакирова – кандидат химических наук, профессор кафедры «Химия», Восточно-Казахстанский университета имени С. Аманжолова города Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, e-mail: roza.aubakirova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9403-1104>.

Жазира Бигалиевна Мукажанова – доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры «Химия», Восточно-Казахстанский университета им. С. Аманжолова города Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, e-mail: mukazhanovazhb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>.

Кульбану Кабдулкаримовна Кабдулкаримова – кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия», ЕНУ им. Л.Гумилева города Астана, Республика Казахстан, e-mail: qk2107@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0475-9906>.

Ирина Владимировна Афанасенкова – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор кафедры «Химия», Восточно-Казахстанский университета им. С. Аманжолова города Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, e-mail: ivekz08@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5369-825X>.

Шынар Кадылбековна Саньязова – магистр педагогических наук, лектор кафедры «Химия», Восточно-Казахстанский университета им. С. Аманжолова города Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, e-mail: shynarsanyazova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0741-9268>.

Авторлар туралы ақпарат

Роза Аблакимовна Аубакирова – химия ғылымдарының кандидаты, "Химия" кафедрасының профессоры, Өскемен қаласы С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, e-mail: roza.aubakirova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9403>.

Жазира Бигалиқызы Мұқажанова – философия докторы (PhD), "Химия" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Шығыс Қазақстан университеті. С. Аманжолова Өскемен қаласы, Қазақстан Республикасы, e-mail: mukazhanovazhb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>.

Күлбану Кабдулкаримовна Кабдулкаримова – химия ғылымдарының кандидаты, "Химия" кафедрасының доценті, ЕҰУ. Л. Гумилева Астана қаласы, Қазақстан Республикасы, e-mail: qk2107@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0475-9906>.

Ирина Владимировна Афанасенкова – педагогика ғылымдарының кандидаты, "Химия" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Шығыс Қазақстан университеті. С. Аманжолова Өскемен қаласы, Қазақстан Республикасы, e-mail: ivekz08@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5369-825X>.

Шынар Қадылбекқызы Саньязова – педагогика ғылымдарының магистрі, "Химия" кафедрасының лекторы, Шығыс Қазақстан университеті. С. Аманжолова Өскемен қаласы, Қазақстан Республикасы, e-mail: shynarsanyazova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0741-9268>.

Information about the scientists of the research

Rosa Aubakirova – Candidate of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemistry, S. Amanzholov East Kazakhstan University of Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: roza.aubakirova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9403->

Zhazira Mukazhanova – Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor of the Department of Chemistry, S. Amanzholov East Kazakhstan University of Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: mukazhanovazhb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>

Kulbanu Kabdulkarimova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, L. Gumilyov ENU, Astana, Republic of Kazakhstan, e-mail: qk2107@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0475-9906>.

Irina Afanasenkova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, S. Amanzholov East Kazakhstan University of Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: ivekz08@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5369-825X>

Shynar Sanyazova – Master of Pedagogical Sciences, lecturer of the Department of Chemistry, S. Amanzholov East Kazakhstan University of Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: shynarsanyazova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0741-9268>

Материал поступил в редакцию 16.04.2022 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-23

FTAXA: 31.15.37; 31.23.27

М.Д. Султан^{1*}, Ж.Б. Оспанова¹, К.Б. Мусабеков¹, Т.Е. Кенжебаев², П. Тахистов³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғ., 71

²ЖШС «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты»

050035, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Жандосов көш., 51

³Нью-Джерси Мемлекеттік Университеті – Ратгерс Университеті

08901 NJ, Америка Құрама Штаттары, Нью-Брансуик қ., Дадлей, 65

*e-mail: bolatovameruert@gmail.com

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН АЛЫНҒАН КЕРАТИННІҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚОЛДАНЫЛУЫ

Аңдатпа: Зерттеу соңғы он жылдықтағы ғалымдардың зерттеулері арасында мал шаруашылығы қалдықтарынан алынған кератині бар шикізаттың қасиеттеріне заманауи шолу жасауға және кератинді әртүрлі салаларда қолданудың маңызды рөлін көрсетуге бағытталған. Бұл шолуда кератиннің құрамы мен түрлері, қолдану аясы, кератиннің функциялары, мал шаруашылығы мен балық шаруашылығында таралуы қарастырылады. Айта кету керек, кератин биомедицинада, тіндік инженерияда, биопластикада, тоқыма бұйымдары, биокөпозиттер және құрылыс материалдары өндірістерінде кеңінен қолданылады. Бұл мақалада кератиннің физикалық және химиялық қасиеттері мен артықшылықтары, соның ішінде, биологиялық ыдырауы, механикалық қабілеттері, температура режиміне төзімділігі және жылу өткізгіштігі көрсетілген. Кератин гидролизатын әртүрлі әдістерді қолдана отырып, жүн, шаш, құстардың қауырсындары сияқты әртүрлі шикізаттардан синтездеуге болады. Кератин гидролизатын синтездейтін маңызды әдістің бірі – экстракция әдісі болып табылады. Экстракция әдісі бірнеше түрге бөлінеді: тотығу және тотықсыздану, сондай-ақ бу жарылысымен экстракция әдісі кең қолданысқа ие. Ғалымдар арасында мал шаруашылығы қалдықтарынан алынған кератинді медициналық мақсатта зерттеу қызығушылығы артқан, соның

нәтижесінде дәрі-дәрмек жабындары мен талшықтар арасында алғашқы инновациялық жаңалықтар пайда болды. Жануарлардың қалдықтарынан алынған кератин биологиялық және биоматериалдық қолдану үшін перспективалы белсенді биомолекула болып табылады. Кератиннің табиғатына байланысты беретін ерекше қасиеттері синтетикалық материалдарды биологиялық ыдырайтын биоматериалдармен алмастыру мүмкіндігін береді, бұл агроөнеркәсіптік кешендердің жалпы экономикасының тұйық циклін жақсарта алады.

Түйін сөздер: кератин, жүн, биополимер, гидролиз, ақуыз, α -кератин, β -кератин.

Кіріспе

Адамзаттың экономикалық дамуы, бүкіл әлем бойынша халықтың жаһандық тығыздығы және урбанизация мал шаруашылығының, жүнді, теріні өңдеудің және онымен байланысты өңдеу салаларының, сондай-ақ ауыл шаруашылығымен тікелей байланысты кейбір қызметтердің ұлғаюына әкелді. Жыл сайын жаһандық жүн өндірісі кератин шикізатының қалдықтарын жоюға әкеледі, осылайша кератинделген қалдықтардың жиналуын арттырады [1]. Мал қалдықтарының жиналуын болдырмау айналмалы биоэкономикаға ықпал ететін қалдықтарды басқару жолдарын жандандыру идеясын тудырады.

Соңғы жылдары Қазақстанда 30 мың тоннаға жуық жүн өндіріледі, тек Қазақстанның Ұлттық Кәсіпкерлер палатасының деректері бойынша 2022 жылы республикада жыл сайын 450 тонна мақта, 25-37 тонна жүн және 7,5 млн тері өндіріледі, олар кератиндердің орасан зор ресурстары болып саналады. Бірақ барлық дайын өнімнің 95%-ы импортталады, өйткені шикізат іс жүзінде өңделмейді. 2021 жылы 36 тонна жүн жиналып, оның 15 мың тоннасы жойылды [2]. Жүннің шамамен 43% өңделмейді және жоғалады [2], сондай-ақ өртеу арқылы жойылады, нәтижесінде кератин ресурстары жоғалып қана қоймайды, сонымен қатар денсаулыққа қауіпті ауруларды тудырады және қоршаған ортаның елеулі экологиялық проблемаларына әкеледі. Осылайша, жануарлардан алынатын кератинді шикізаттың рөлін, қасиеттерін және қолданылуын зерттеу ресурстарды үнемдеуде және қоршаған ортаның ластануын азайтуда өзектілігін анықтайды. Құрамында кератин бар шикізат қалдықтарын молекулярлық деңгейге кәдеге жаратудың ауысуы өміршең және үнемді нұсқа болуы мүмкін, осылайша өңделген биополимерлер мал шаруашылығынан тыс қолданылады. Бұл кератинделген қалдықтардың құндылығын арттырады, қалдықтардың құнын арттырады және айналмалы биоэкономика бағытында қалдықтарды тұрақты басқаруды қамтамасыз етеді.

Мал шаруашылығынан кератині бар шикізаттың негізгі көзі – қой, ешкі жүні және құстардың қауырсындарынан алынған кератиндер болып табылады. 2017 жылдан 2020 жылға дейінгі кезеңде Қазақстан Республикасының барлық өңірлерінде малдың жалпы саны көрсетілген (

Кесте 1 – Ұлттық экономика министрлігінің статистикасына сәйкес ҚР барлық өңірлеріндегі мал мен құстардың саны

Жыл	Қой мен ешкі, мың бас	Құстар, млн. бас
2017	17 947,1	37,8
2018	18 329,0	39,9
2019	18 699,1	44,3
2020	19 155,7	45,0

сәйкес, мал өсімі әрбір келесі жылға орта есеппен 2,3% құрайды.

Кератин – биополимер, сонымен қатар әр түрлі өмірлік салалардағы өнімдерді жасау үшін ақуыз мен биоматериалдың көзі. Косметика және фармацевтикадағы кератиннің құжатталған маңыздылығынан басқа, кератин шикізаты тыңайтқыш, биоотын, биоактивті пептидтер өндірісінде, медицинада, тіндік инженерияда, сондай-ақ мал азығын өндіруде қолданылады (

Кератиннің табиғатта таралуы. Авторлар [3] кератиннің көп мөлшері жоғары материал түзетін қасиеттерге ие екенін, оларды әдетте құс шаруашылығында тасталатын тауық қауырсындарынан алуға болатынын атап өтті. Мал қалдықтарын қайта өңдеу материалдың жоғары қасиеттері бар негізгі ақуыз болып табылатын кератинді алуға мүмкіндік береді. Жүннің құрамына кіретін кератин ақуызы азот көзі және микробтар үшін рН реттегіші ретінде қызмет етеді. Кератин бар шикізаттың құрамы мен қасиеттерін зерттеу қалдықтарды қайта өңдеуге және агроөнеркәсіптік кешендердің айналмалы циклінің жалпы экономикасын жақсартуға мүмкіндік береді.

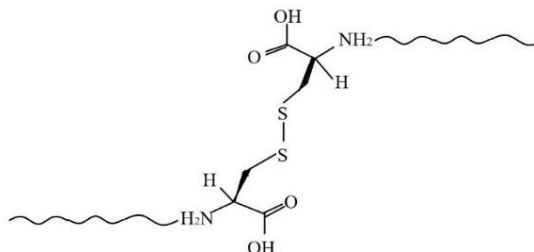
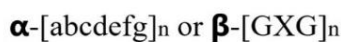
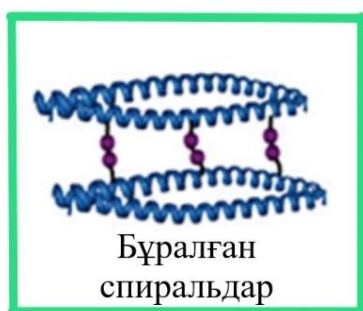


Сурет 1 – Мал шаруашылығы қалдықтарынан кератин шикізатын пайдалана отырып технологиялық процестерді қолдану схемасы

Жүннің шамамен 90-95% кератиннен тұрады. Авторлар [4] кератиннің күрделі аминқышқылдық құрамы бар екенін, яғни аргинин, серин, пролин, глицин, лейцин, валин, треонин, глутамат, аспарат бар деп хабарлайды. Кератин құрамындағы мөлшері ең жоғары – цистин аминқышқылы, ол 5% құрайды. Кератин құрамында мөлшері ең төмен аминқышқылдар – гистидин, лизин, метионин болып табылады.

Жүнді рентгендік зерттеу нәтижесінде кератиннің екі негізгі түрі анықталды (**Ошибка! Неверная ссылка закладки.** – α және β -кератиндер. α -кератиндер бейтарап α -спиральдардың I-типті және II-типті ақуыз қышқыл тізбектерінен тұрады, олар тізбекаралық байланыстар арқылы ұзартылған спиральды жіптерді құрайды және олардың арасында бұралған пішінге ие.

КЕРАТИНДЕР



Сурет 2 – Табиғи ақуыз – кератин

Мақалада α -кератиндер сүтқоректілерде, жануарлардың жүнінде, тұяқтарында және мүйіздерінде жиі кездесетіні көрсетілген [5]. β -кератиндер α -спиральдардың реттелген құрылымдарынан, сондай-ақ полипептидті зигзаг тізбектері бар реттелмеген β -парақтардан тұрады, осылайша β -кератиндерді α -кератиндерге қарағанда берік деп атауға болады. Тауық қауырсындарындағы қабыршақтардың арасында орналасқан эпидермисте кездесетін α -

кератин эпителий жасушаларының механикалық беріктігіне, олардың жабысқақтығына және созылу кезінде пішінінің өзгеруіне жауап береді. Керісінше, бауырымен жорғалаушылар қабыршықтарындағы β -кератин шектеулі созылмалы болып табылады, сонымен бірге айтарлықтай микробиологиялық төзімділік пен гидрофобтылықты көрсетеді және табиғатта қорғаныс қызметін атқарады.

Кератиннің қасиеттері. Авторлар [6] жануарлардың жанама өнімдерінен алынған коллагенді, эластинді және кератинді бөлісу және қолдану мүмкіндіктерін атап өтті, олардың арасындағы ұқсастықтар мен айырмашылықтарды атап көрсетті. Бұл талшықты ақуыздар α -спираль түрінде жалпы супрамолекулалық құрылымға ие, бұл механикалық қасиеттер мен функционалдылыққа тән негізгі факторы болып табылады. Бұл ақуыздар өте перспективалық биоактивті пептидтерді шығара алады [7]. Кератин, коллаген және эластиннің α -спиральдары көбік, эмульсия және биоматериалдар сияқты коллоидтық жүйелерді құруға мүмкіндік береді. Осылайша, авторлар [6] мал шаруашылығы мен балық шаруашылығы қалдықтарынан алынған сүтқоректілердің кератині мен коллагені дәрі-дәрмек жеткізуші реагент ретінде және гемостатикалық және жараларды емдейтін биоматериал ретінде көбірек назар аударатынын атап көрсетеді. Бұл ақуыздар өте перспективалық биоактивті пептидтерді шығара алады.

Авторлар [8] кератиннің физикалық және химиялық қасиеттеріне сүйене отырып, дәлірек айтсақ, күкірт құрамы бойынша кератин жұмсақ және қатты болып бөлінетінін атап кетті. Жұмсақ кератин құрамында күкірттің мөлшері төмен (<3 масса.%), терінің мүйізді қабатында жиі кездеседі, ал қатты кератиннің құрамында күкірт мөлшері жоғары ($>3\%$ масса.%). Ішкі және молекулааралық дисульфидті, гидрофобты байланыстар, сонымен қатар сутегі және иондық байланыстардың болуы кератинге жоғары созылу қасиеттерін, қаттылықты, ерімеушілікті, ферментативті лизиске төзімділікті және жоғары тұрақтылықты береді.

Мақалада кератиннің қасиеттері мен табиғаты сипатталған. Оның коллагеннен айырмашылығы – кератин денатурациясының жоғары температурасына (балқу температурасы $> 215^{\circ}\text{C}$) байланысты термиялық өңдеуге төзімді, суға төзімді және аз сынғыш екені байқалды. Кератин қосымша химиялық, физикалық немесе ферментативті кросс-байланыстырғыштарсыз күрделі иерархиялық құрылымдарға өздігінен жиналу қабілетіне ие [9].

Авторлар [10] кератиннің механикалық қасиеттері ылғалдану дәрежесімен тікелей байланысты екенін атап көрсетті, өйткені су мен ылғалдылық беріктікті, қаттылықты және тығыздықты төмендетеді. Бұл кератин құрамындағы α -спиральға байланысты, ол созылған кезде қатты деформацияланады. Осылайша, механикалық созылу кезінде кератин молекулалары деформацияланады, өйткені гидрленген кератиндерде икемділік артады. Авторлар [10] сол кезде әртүрлі салыстырмалы ылғалдылыққа негізделген созылу кезінде кератині бар шикізаттың деформация қисықтарын зерттеп, сипаттады. Кератиннің жылу өткізгіштігі есептелген, ол $0,19 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1} \text{ К}^{-1}$. Дегенмен, кератин жүнге, шашқа, қауырсынға және т.б. үшін жылу оқшаулағыш тосқауыл ретінде қызмет етеді. Шаш, жүн сияқты кератинделген жүйелер тірі организмдер үшін ең құнды жылу оқшаулағыштары болып табылады, өйткені олардың табиғаты күрделі құрылымдарға ие.

Авторлар [11] кератин молекулалары өте алуан түрлі екенін атап өтті. Сүтқоректілерде кератин эпителий ұлпаларында таралады. Бүгінгі күні адамда 28 I-типті кератин гені және 26 II-типті гені табылды. Тіндердің түріне байланысты кератиндердің ерекше экспрессия үлгілері бар, мысалы цитокератин 4 және 13 өңештің шырышты қабатында орналасады, ал цитокератин 8 және 18 кәдімгі эпителийде локализацияланады, цитокератин 1 және 10 терінің базальды қабатында синтезделеді, цитокератин 3 және 12 қабықтың эпителийінде болады. Адамдардың ағзасында кератин экспрессия заңдылықтары негізінен реттеледі. Балықтар мен сүтқоректілердің кератин ақуыздары адаммен салыстырғанда кейбір айырмашылықтарға ие. Балықтың кератин ақуыздары эпителий ұлпаларында таралады, сонымен қатар шеміршек жасушаларында және қаңқа бұлшықеттерінде синтезделеді. Бұл кератиннің балықтардағы тіндерге таралуы өте күрделі екенін дәлелдейді. Жоғарыда аталған тіндерден басқа, таңқаларлық зат – кератиндер балықтардағы тері шырышында болады. Авторлар [11] балық кератиндері жоғарыда аталған тері шырышындағы кейбір микроорганизмдерге қарсы қорғаныс агенттері ретінде әрекет етеді деген гипотезаны ұсынды. Гипотеза *Takifugu rubripes* фугу балығына тексерілді. Ашытқысы ретінде *Saccharomyces cerevisiae* микроорганизмдер пайдаланылды. Нәтижесінде тері шырышындағы кератиндер ашытқыны ұстап, ерімейтін түйіршіктер түзе алатындығы анықталды.

Авторлар [11] мал қалдықтарынан алынған кератиннен фотополимерленген гидрогельдердің артықшылықтарын атап өтті. Фотополимерленген кератин гидрогелдері және PGLa гидрогельдері антибиотиктерге төзімділікті жою және инфекциялық жараларды емдеуді жақсарту үшін қолданылады. Фотополимерленген K31-PGLa гидрогельдері дәріге төзімді

бактериалардан жұқтырылған жараларды емдейтін және жақсы биоүйлесімділік қасиеттерін көрсететін қолайлы ем ретінде әзірленді.

Мақалада [12] кератиннің кең таралған функцияларының бірі оның механикалық беріктігі болып табылады, ол сырттан қатты соққыларға төтеп бере алады. Кератиннің бұл функциясын ірі қара малдың кератинделген жүйелерінен көруге болады. Ірі қара малдың мысалында жылқылардың тұяқ қабырғасы кератиноциттер деп аталатын өлі жасушалардан тұрады. Кератиноциттер қалпына келуге бейім, бірақ көптеген соққылардан аман қалуы мүмкін. Осылайша бұл функция жоғары беріктігі бар кератин негізіндегі биоматериалдарды жасауға мүмкіндік береді.

Авторлар [13] адам ағзасындағы кератиннің қызметі оны тіндік инженерия мен регенеративті медицинада зерттеуге және қолдануға мүмкіндік беретінін атап өтті. Жануарлардан алынатын кератин медицинада маңызды рөл атқарады және оның жараларды таңу үшін қолданылуы зерттелді. Ол жасушаларды бекіту қабілетіне ие лейцин-аспартат-валин (LDV), глутамат-аспартат-серин (EDS), аргинин-глицин-аспартат (RGD) байланыстары арқылы бірегей жасушалық байланыс қасиеттерін көрсетеді. Кератин негізіндегі пленкалар мен гидрогельдер табиғи және синтетикалық полимерлермен біріктірілген жараларды емдейтін қасиеттерге ие [14].

Кератинді қайта өңдеу. Мақалада [15] кератинді өңдеуге ерекше назар аударылды. Олар ICSE – лездік катапульттің бумен жарылу процесін жануарлардың жүні, құстардың қауырсындары сияқты кератині бар шикізатты өңдеудің бастапқы кезеңі екенін және алдынала өңдеуде тиімді екенін атап өтті, бұл ірі деградациясыз ең тұрақты мал қалдықтарын жоюға көмектеседі.

Мақалада [16] қазіргі заманда қолданылатын Бу Жарылысы (SE – Steam Explosion) құрылғыларын және олардың мал қалдықтарын, соның ішінде жануарлардың жүні, қауырсындары, тұяқтары мен сүйектерінің кератинделген қалдықтарын қайта өңдеуде қолданылуын жүйелі түрде қарастырылған. Бу Жарылысы (SE – Steam Explosion) технологиясы жоғары өңдеу дәрежесіне қол жеткізу және жануарлардан алынатын жанама өнімдерді биоқауіпсіз жоюды қамтамасыз ету үшін мал қалдықтарын сұйылтудың "жасыл" стратегиясы ретінде пайдаланылуы мүмкін деп анықталды. Әдетте, Бу Жарылысы технологиясы материалдар үшін жоғары қысымды бу мен температураны (110-260°C, 0,04–5 МПа) қамтамасыз ете алады. Атап айтқанда, материалдарды Бу Жарылысы құрылғысына жүктегеннен кейін, материалдар лезде жарылыс пайда болғанға дейін сынақ кезеңінде (уақытқа төтеп беру) жоғары температураға (қысымға байланысты ұстау) ұшырайды. Температура мен күту уақыты осы процестің екі негізгі параметрі болғанымен, жетілдірілген Бу Жарылысы құрылғыларының дамуымен жарылыс қуатының тығыздығы деп аталатын жаңа параметр ұсынылды және анықталды.

Авторлар да [10] кератинді қайта өңдеуді де зерттеді. Кератинді әртүрлі әдістерді қолдана отырып, жүн, шаш, құстардың қауырсындары сияқты әртүрлі шикізаттардан синтездеуге болады. Экстракция әдісі бірнеше түрге бөлінеді: тотығу және тотықсыздану, сондай-ақ бу жарылысымен жоғарыда көрсетілген экстракция. Алынған кератин оны зерттеуге және медициналық зерттеулерге көптеген ғалымдардың қызығушылықтарын арттырды, соның нәтижесінде, косметика, дәрі-дәрмек жабыны және талшықтар үшін алғашқы инновациялық жаңалықтар алынды.

Тауық қауырсынына ультрадыбыспен өңдеудің әдісін авторлар [17] зерттеді. Ультрадыбыстың қауырсын кератинінің термиялық тұрақтылығына әсері TGA әдісімен талданды. Өңдеу уақыты шикі тауық қауырсынымен салыстырғанда ультрадыбыстық қуатқа емес, кератиннің салмағын жоғалтуға айқын әсер ететінін көрсетті. Ультрадыбыстың ұзақ әсер етуі кератин талшықтарының ыдырауына және дисульфидті байланыстардың азаюына ықпал етуі мүмкін, бұл салыстырмалы түрде нашар термиялық тұрақтылыққа әкеледі. Ультрадыбыстық қуаттың өзгеруімен әртүрлі үлгілер арасында айтарлықтай айырмашылықтар анықталған жоқ, тек 600 Вт жағдайында кератин салмағын айтарлықтай жоғалтты, бұл жоғары желімдеу ылғалдылығының нәтижесі болуы мүмкін [17].

Кератинді алу. Авторлар [18] иондық сұйықтықты [PSmim]HSO₄ (гидросульфат 1-пропилсульфо-3-метилимидозолий) пайдаланып, адам шашы мен құс қауырсындарынан микротолқынды сәулелену арқылы кератин гидролизін жүргізді.

Гидролиздің оңтайлы шарттары [PSmim]HSO₄ концентрациясы – 2 моль/л, микротолқынды сәулелену уақыты 3 сағ, жүннің қатты және сұйық фазаларының иондық сұйықтыққа қатынасы 1:10, микротолқынды қуаты 300 Вт, нәтижесінде жүннің соңғы гидролизі 98% - дан асты. Иондық сұйықтықтың ісіну әсері [PSmim]HSO₄ және зерттеуге байланысты басқа кинетикалық процестер зерттелді. Дәстүрлі күшті қышқылдан алынған гидролизаттарды иондық сұйықтықты қолдану арқылы алынған гидролизат өнімімен салыстыру жүргізілді. Осылайша гидролиздің жоғары дәрежесіне қол жеткізуге болады. Сондай-ақ, әдіс экологиялық таза, экономикалық тұрғыдан арзан және тиімді.

Кератиннен ақуыз алу. Мақалада [19] ақуыздар жоғары қысымды микротолқынды технологиямен және тағамдық қышқылдармен қой жүнінен алу арқылы кератиннен алынғаны атап өтілген. Нәтижесінде қойдың жүнінен алынған кератин құрамындағы ақуыздың (86%), аминқышқылды цистеиннің (8,8г/100г) және элементар селеннің (0,29 мкг/г) мөлшерлік пайызы мен салмағы туралы мәліметтер алынды. Зерттеу көрсеткендей қой жүнінен алынған кератинді тамақ өнеркәсібінде майсыз және көмірсусыз диеталық ақуыз ретінде қолдануға болады [20].

Кератинді қолдану. Жүннен алынған кератин қалдықтары көп қабырғалы көміртекті нанотүтікшелермен, наноглиндермен және целлюлоза нанофибрлерімен нығайтылған жоғары функционалды композициялық тоқыма талшықтары сияқты экологиялық таза кератин негізіндегі материалдарды өндіруге жарамды болуы мүмкін [7]. Мұндай материалдарды қолданудың әлеуетті бағыттары жараларды емдеуге арналған биоматериалдар саласында [15], құрылыс және тіндік инженерияда [9], биопластика, иістерді сіңіретін тоқыма бұйымдары, сүзуге арналған тоқыма бұйымдары [19], дауылға төзімді шатыр сияқты құрылыс материалдарын салуға және өндіруге арналған биокомпозиттер, арамшөптермен күресуге арналған агротекстильдер және т.б. қарастырылған.

Сульфат гентамицинді антибиотиктер мен тігілетін альгинатты диальдегидтен жасалған поливинил спирті кешені бар кератин жақтауы тіндік инженерия саласында жараларды емдеу және дәрі-дәрмектерді жеткізу құралы ретінде қолдануды тапты, сонымен қатар перспективалы нәтижелер көрсетті [19]. Адамның шашындағы кератин, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) және клиндамициннен алынған бактерияға қарсы жара таңғышы бактериялардың өсуін тежеуге әсер етуі мүмкін екенін көрсетті [23]. Жүн кератинінің полимерлеу және өзін-өзі құрастыру қабілеті бар. Бұл қабілеттер өз кезегінде кератинді тіндердің регенерациясында кеңінен қолдануға мүмкіндік береді, одан пленкалар, губкалар және гидрогельдер түрінде әртүрлі формалар жасайды [8]. Кератин материалының биологиялық ыдырауы биологиялық компоненттермен өзара әрекеттесудегі маңызды параметр болып табылады, өйткені бұл оның ыдырау қабілетін анықтайды. Кератин материалының *in vivo* және сәйкесінше *in vitro* штаммдар өсінділерінің ыдырау қабілеті оны тіндік инженерияда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Мұндай материал ретінде кератин пленкаларын қолдану маңызды [21]. Трипсинмен емдеу кезінде кератин пленкасының баяу деградациясы анықталды. Кератиннің деградациясының төмен жылдамдығына байланысты кератин пленкалары тіндер мен мүшелерді қалпына келтіру үшін тіндік инженерияда өте қолайлы деген болжам бар. Сондай-ақ, кератинде дисульфидті байланыстардың жоғары болуына байланысты оның төмен концентрацияда гидролизге бейім екендігі анықталды [22]. Тіндік инженериядағы кератин биоматериалын зерттеу кезінде кератиннің механикалық қабілеттері анықталды. Кератиннің әртүрлі биоматериалдары қысу, қаттылық, серпімділік және созылу беріктігі сияқты бірнеше механикалық қасиеттерді көрсетті [24]. Кеуекті кератин пленкасы өзінің созылу беріктігін, созылуын және Юнг серпімділік модулін көрсетті. Кератин пленкасы бірнеше рет қысу кезінде жақсы тұрақтылықты және бейтарап рН жағдайында суда қайтымды ісінуді көрсетті. Кератин гидрогелі оның механикалық беріктігі коллагеннен жеті есе көп екенін көрсетті [8].

Кератинді биополимерлерден жасалған пленкалар қазіргі таңда бүкіл әлемде назар аударды. Тағамдардың сапасын сақтау үшін, сақтау мерзімін ұзарту үшін экологиялық қолайлы биоматериал ретінде кератинді пленкалар алынды [24]. Авторлар [25] ет, жемістер мен көкөністер, сондай-ақ сүт өнімдері сияқты тағамдарды орау кезінде мал шаруашылығынан алынатын жанама өнімдерге негізделген пленкалардың сипаттамалары мен қолданылуы талқыланды. Олардың зерттеуі бойынша, биополимерлерден алынған кератинді пленкалар қоршаған ортада тез ыдырайтын, экологиялық таза болып табылады.

Қорытынды

Ғалымдардың соңғы он жылдағы жұмыстары талданғанын білу өте маңызды. Табиғатта шығу тегінен алынған кератинді зерттеудің белсенді тенденциясы айқын байқалады. Жануарлардан алынатын қалдық және жанама өнімдерден алынған кератиндер биологиялық қосымшалар мен биоматериалдарға арналған өте белсенді биомолекулалардың перспективалы тобы болып табылады. Кератиннің табиғатына байланысты ерекше қасиеттері синтетикалық материалдарды адам үшін қауіпсіз және биологиялық ыдырайтын материалдарға ауыстыру мүмкіндігін береді. Сонымен қатар екіншілік шикізатты, яғни мал шаруашылығы қалдықтарын қайта өңдеу жанама өнімнің құндылығын арттырады.

Агроөнеркәсіптік кешендердің тұйық циклінің жалпы экономикасын жақсартатын, биологиялық ыдырайтын қасиетімен ерекшеленетін кератин синтетикалық материалдардың орнына адамзат үшін үйлесімді биоматериалдар алуға мүмкіндігін береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Goud V. Keratin Based Bio-composites-A Review. – Asian Text. J. – Vol. 20. – P. 77. – Jun. 2011.
2. Nachionalnaya palata predprinimatelei Respubliki Kazakhstan "Atameken" (2022). Kazakhstanskaya sherst uhodit za bescenok. URL: <https://atameken.kz/ru/news/47701-kazahstanskaya-sherst-uhodit-za-bescenok>.
3. Ahmad A., Othman I., Tardy B.L., Hasan S.W., Banat F. Enhanced lactic acid production with indigenous microbiota from date pulp waste and keratin protein hydrolysate from chicken feather waste / *Bioresour. Technol. Rep.* – Vol. 18. – P. 101089. – Jun. 2022, doi: 10.1016/j.biteb.2022.101089.
4. Hu X., Cebe P., Weiss A.S., Omenetto F., Kaplan D. L. Protein-based compositematerials. – *Mater. Today.* – Vol. 15, iss. 5. – P. 208-215. – May 2012, doi: 10.1016/S1369-7021(12)70091-3.
5. Qiu J., Wilkens C., Barrett K., Meyer A.S. Microbial enzymes catalyzing keratin degradation: Classification, structure, function // *Biotechnol. Adv.* – Vol. 44. – P. 107607. – Nov. 2020, doi: 10.1016/j.biotechadv.2020.107607.
6. Ferraro V., Anton M., Santé-Lhoutellier V. The “sisters” α -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: Functionality, bioactivity and trends of application // *Trends Food Sci. Technol.* – Vol. 51. – P. 65-75. – May 2016, doi: 10.1016/j.tifs.2016.03.006.
7. Esparza Y., Bandara N., Ullah A., Wu J. Hydrogels from feather keratin show higher viscoelastic properties and cell proliferation than those from hair and wool keratins // *Mater. Sci. Eng. – C*, Vol. 90. – P. 446-453. – Sep. – 2018, doi: 10.1016/j.msec.2018.04.067.
8. Ranjit E., Hamlet S., George R., Sharma A., Love R. M. Biofunctional approaches of wool-based keratin for tissue engineering // *J. Sci. Adv. Mater. Devices.* – Vol. 7, iss. 1. – P. 100398. – Mar. 2022, doi: 10.1016/j.jsamd.2021.10.001.
9. Lazarus B.S., Chadha C., Velasco-Hogan A., Barbosa J.D.V., Jasiuk I., Meyers M.A. Engineering with keratin: A functional material and a source of bioinspiration // *iScience.* – Vol. 24, iss. 8, – P. 102798. – Aug. 2021, doi: 10.1016/j.isci.2021.102798.
10. Shibuya K., Tsutsui S., Nakamura O. Fugu, Takifugu rubripes, mucus keratins act as defense molecules against fungi // *Mol. Immunol.* – Vol. 116, – P. 1-10. – Dec. 2019. doi: 10.1016/j.molimm.2019.09.012.
11. Sun C. et al. Photopolymerized keratin-PGLa hydrogels for antibiotic resistance reversal and enhancement of infectious wound healing // *Mater. Today Bio.* – Vol. 23. – P. 100807. – Dec. 2023, doi: 10.1016/j.mtbio.2023.100807.
12. W. Huang et al. A natural energy absorbent polymer composite: The equine hoof wall» // *Acta Biomater.* – Vol. 90. – P. 267-277. – May 2019, doi: 10.1016/j.actbio.2019.04.003.
13. Sarma A. Biological importance and pharmaceutical significance of keratin: A review // *Int. J. Biol. Macromol.* – Vol. 219. – P. 395-413. – Oct. 2022, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.08.002.
14. Ye W., Qin M., Qiu R., Li J. Keratin-based wound dressings: From waste to wealth // *Int. J. Biol. Macromol.* – Vol. 211. – P. 183-197. – Jun. 2022, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.04.216.
15. Qin X. et al. A sustainable and efficient recycling strategy of feather waste into keratin peptides with antimicrobial activity» // *Waste Manag.* – Vol. 144. – P. 421-430. – May 2022, doi: 10.1016/j.wasman.2022.04.017.

16. Shen Q., Ma Y., Qin X., Guo Y., Zhang C. Steam explosion as a green method to treat animal waste: A mini-review // Process Saf. Environ. Prot. – Vol. 181. – P. 43-52. – Jan. 2024, doi: 10.1016/j.psep.2023.11.012.
17. Qin X. et al. Effect of ultrasound on keratin valorization from chicken feather waste: Process optimization and keratin characterization // Ultrason. Sonochem. – Vol. 93. – P. 106297. – Feb. 2023, doi: 10.1016/j.ultsonch.2023.106297.
18. Li X., Guo Z., Li J., Yang M., Yao S. Swelling and microwave-assisted hydrolysis of animal keratin in ionic liquids // J. Mol. Liq. – Vol. 341. – P. 117306. – Nov. 2021, doi: 10.1016/j.molliq.2021.117306.
19. Dias G.J., Haththotuwa T.N., Rowlands D.S., Gram M., Bekhit A.E.-D.A. Wool keratin – A novel dietary protein source: Nutritional value and toxicological assessment // Food Chem. – Vol. 383. – P. 132436. – Jun. 2022, doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132436.
20. Zhou J., Li D., Zhang X., Liu C., Chen Y. Valorization of protein-rich waste and its application // Sci. Total Environ. – Vol. 901. – P. 166141, Nov. – 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166141.
21. Pakdel M., Moosavi-Nejad Z., Kermanshahi R.K., Hosano H. Self-assembled uniform keratin nanoparticles as building blocks for nanofibrils and nanolayers derived from industrial feather waste // J. Clean. Prod. – Vol. 335. – P. 130331. – Feb. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130331.
22. Mohamed J.M. et al. Human Hair Keratin Composite Scaffold: Characterisation and Biocompatibility Study on NIH 3T3 Fibroblast Cells // Pharmaceuticals. – Vol. 14. – iss. 8. – 2021, doi: 10.3390/ph14080781.
23. Sadeghi S., Nourmohammadi J., Ghaee A., Soleimani N. Carboxymethyl cellulose-human hair keratin hydrogel with controlled clindamycin release as antibacterial wound dressing // Int. J. Biol. Macromol. – Vol. 147. – P. 1239-1247. – Mar. 2020, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.09.251.
24. Fadeyibi A. Chapter 11 – Production of smart packaging from sustainable materials // Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science, Inamuddin, T. Altalhi, J. Neves Cruz, edit., Elsevier. – 2023. – P. 185-196. doi: 10.1016/B978-0-323-95644-4.00006-1.
25. Thakur R. et al. Characteristics and application of animal byproduct-based films and coatings in the packaging of food products // Trends Food Sci. Technol. – Vol. 140. – P. 104143. – Oct. 2023, doi: 10.1016/j.tifs.2023.104143.

М.Д. Султан^{1*}, Ж.Б. Оспанова¹, К.Б. Мусабеков¹, Т.Е. Кенжебаев², П. Тахистов³

¹Казахский Национальный университет им. аль-Фараби

050040, Республика Казахстан, г. Алматы, просп. Аль-Фараби, 71

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства
и кормопроизводства»

050035, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова 51

³Государственный Университет Нью-Джерси – Ратгерский университет
08901 NJ, Соединенные Штаты Америки, Нью-Брансуик, 65 ул. Дадлей

*e-mail: bolatovameruert@gmail.com

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАТИНА ИЗ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА (обзорная статья)

Аннотация. В статье предоставлен обзор литературы свойств кератиносодержащего сырья из отходов животноводства среди исследований ученых за последние десятилетия и показана важная роль кератина и белков для различных областей применения. В данном обзоре рассматриваются состав и типы кератина, сферы применения, функции кератина, распространения в животноводстве и рыбководстве. Важно отметить что кератин широко применяется в биомедицине, тканевой инженерии, биопластике, для производства текстиля, биоконпозитов, в строительстве и производстве строительных материалов. В данной статье описываются физические и химические свойства и раскрываются преимущества кератина, такие как биоразлагаемость, механические способности, устойчивость температурным режимам и теплопроводность. Кератиновый гидролизат можно синтезировать из разного сырья, таких как шерсть, волосы, перо птиц, используя различные методы: методом экстракции окислительной и восстановительной, а так же

экстракции паровым взрывом. Экстрагированный кератин произвел повышенный интерес для его изучения и исследования в медицинских целях, а точнее первые инновационные открытия получены в области косметики, покрытии для лекарств и волокон. Кератин, извлеченный из отходов животного происхождения, представляют собой многообещающую активную биомолекулу для биологических и биоматериальных применений. Исключительные свойства, которыми обладает кератин передают в силу своей природы, открывают возможность замены синтетических материалов на биоматериалы более совместимые для человека и биоразлагаемыми, что может улучшить общую экономику замкнутого цикла агропромышленных комплексов.

Ключевые слова: кератин, шерсть, биополимер, гидролиз, белок, α -кератин, β -кератин.

M.D. Sultan^{1*}, Zh.B. Ospanova¹, K.B. Musabekov¹, T.E. Kenzhebaev², P. Takhistov³

¹Al-Farabi Kazakh National University

050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

²LLP «Kazakh research institute of livestock and fodder production»

050035, Republic of Kazakhstan, Almaty, 51 Zhandosov street

³Rutgers, The State University of New Jersey

08901 NJ, United States of America, New Brunswick, 65 Dudley Road

*e-mail: bolatovameruert@gmail.com

PROPERTIES AND APPLICATIONS OF KERATIN FROM THE WASTE OF ANIMAL-FARMING (review article)

The study aims to provide a modern overview of the properties of keratin-containing raw materials from animal waste among the research scientists over the past decades and to show the important role of keratin in science. This review examines the composition and types of keratin, the scope of application, the functions of keratin, distribution in animal husbandry and fish farming, as well as in mammals. It is important to note that keratin is widely used in biomedicine, tissue engineering, bioplastics, textiles, biocomposites in construction and building materials. This article reveals the physical and chemical properties and advantages of keratin, such as biodegradability, mechanical abilities, resistance to temperature conditions and thermal conductivity. Keratin can be synthesized from different raw materials, such as wool, hair, bird feathers, using different methods. The extraction method can be of several types: oxidative and reducing, as well as extraction by steam explosion. Extracted keratin has generated increased interest for its study and research for medical purposes, or rather the first innovative discoveries were made among cosmetics, coatings for medicines and fibers. Keratin extracted from animal waste represents a promising active biomolecule for biological and biomaterial applications. The exceptional properties that keratin transmits by virtue of its nature open up the possibility of replacing synthetic materials with biomaterials more compatible with humans and biodegradable, which can improve the overall economy of the closed cycle of agro-industrial complexes.

Key words: keratin, wool, biopolymer, hydrolysis, protein, α -keratin, β -keratin.

Авторлар туралы мәліметтер

Меруерт Дәуренқызы Султан* – Аналитикалық, коллоидтық химия және сирек элементтер технологиясы кафедрасының докторанты; Алматы қаласының әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: bolatovameruert@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-3042>.

Жанар Бесембаевна Оспанова – Аналитикалық, коллоидтық химия және сирек элементтер технологиясы кафедрасы меңгерушісінің ғылыми-инновациялық жұмыс және халықаралық байланыстар жөніндегі орынбасары, доцент; Алматы қаласының әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: zhanospan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3920-8100>.

Куанышбек Битуович Мусабеков – Аналитикалық, коллоидтық химия және сирек элементтер технологиясы кафедрасының профессоры; Алматы қаласының әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан; e-mail: Musabekov40@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1114-1901>.

Темірхан Ердешулы Кенжебаев – Жіңішке жүнді қой шаруашылығы өнімдерін өндіру секторының аға ғылыми қызметкері; ЖШС "Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндіру ғылыми-зерттеу институты", Қазақстан Республикасы; e-mail: kterdesh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6634-4189>.

Павел Тахистов – Тамақтану Ғылымдары факультетінің Тамақ Инженериясы кафедрасының доценті, PhD; Нью-Джерси қаласының Ратгерс Мемлекеттік Университеті, АҚШ; e-mail: ptakhist@sebs.rutgers.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8797-709X>.

Сведения об авторах

Меруерт Дәуренқызы Султан* – докторант кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов; Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: bolatovameruert@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-3042>.

Жанар Бесембаевна Оспанова – заместитель заведующей кафедры по научно-инновационной работе и межд.связям, доцент кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов; Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: zhanospan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3920-8100>.

Куанышбек Битуович Мусабеков – профессор кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов; Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: Musabekov40@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1114-1901>.

Темірхан Ердешулы Кенжебаев – старший научный сотрудник сектора производства продуктов тонкорунного овцеводства; ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Республика Казахстан, e-mail: kterdesh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6634-4189>.

Павел Тахистов – доцент кафедры пищевой инженерии факультета пищевых наук, PhD, Ратгерский государственный университет Нью-Джерси, США; e-mail: ptakhist@sebs.rutgers.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8797-709X>.

Information about the authors

Meruyert Sultan* – PhD student of the Department of Analytical, Colloid Chemistry and Technology of Rare Elements; Al-Farabi Kazakh National University of Almaty, Kazakhstan, e-mail: bolatovameruert@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-3042>.

Zhanar Ospanova – Deputy Head of the Department for Scientific and Innovative Work and International relations.connections, Associate Professor of Department of Analytical, Colloid Chemistry and Technology of Rare Elements; Al-Farabi Kazakh National University of Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhanospan@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3920-8100>.

Kuanyshbek Musabekov – Professor of the Department of Analytical, Colloid Chemistry and Technology of Rare Elements; Al-Farabi Kazakh National University of Almaty, Kazakhstan, e-mail: Musabekov40@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1114-1901>.

Temirkhan Kenzhebaev – Senior Researcher in the sector of production of fine-wool sheep products; Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production LLP of Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: kterdesh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6634-4189>.

Paul Takhistov – Associate Professor of Food Engineering at the Department of Food Science, PhD, Rutgers the State University of New Jersey, USA; e-mail: ptakhist@sebs.rutgers.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8797-709X>.

Материал 13.12.2023 ж. баспаға түсті.

А.К. Баешова¹, Ұ.Ә. Ораз^{1*}, А. Баешов²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,

050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71

²Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты,

050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Қонаев к., 132

*e-mail: alhanovna.u@gmail.com

КҮКІРТҚЫШҚЫЛДЫ ОРТАДА Fe(II) – Fe(III) «RED-OX» ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ХИМИЯЛЫҚ ТОК КӨЗІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Энергия сақтау технологияларының арасында ағынды аккумуляторлар ерекше көңіл бөлуге лайық болып табылады. Олардың жұмыс принциптері ауыспалы валентті иондарды қолдануға негізделген. Қышқыл ерітінділерде Fe(II)/Fe(III) «red – ox» жүйесін қолдану арқылы химиялық ток көзін жасау және түзілген электр қозғаушы күш (ЭҚК) пен қысқа тұйықталған токтың (ҚТТ) мәнін иондардың концентрациясына байланысты анықтау. Эксперименттер графит электродтарының арасында түзілген ЭҚК және ҚТТ мәндерін өлшеу әдісімен жүргізілді. Қондырғы электродтық кеңістіктері бөлінген электролизерден, амперметр, вольтметр және графит электродтарынан құралған. Электролит ретінде қышқылданған темір (II) және темір (III) сульфаттары қолданылған. Электродтық кеңістіктері анионитті мембранамен бөлінген электролизерде кеңістіктің бірін темір (II) сульфаты, ал екіншісін – темір (III) сульфаты ерітіндісімен толтырған кезде, графит электродтарының арасында ЭҚК пайда болады. Графит электродтарын сыммен жалғағанда, бірінші электродтық кеңістікте темір (II) тотығады, ал екінші кеңістікте темір (III) тотықсызданады. Химиялық ток көзі құрылады. Темір (II) концентрациясын 1-40 г/л аралығында өзгерткенде, темір (III) концентрациясы 20 г/л болғанда потенциал теріс мәндер жаққа ығысады. Темір (III) концентрациясы 1 г/л болғанда потенциал 509 мВ құраса, 40 г/л-де – 475 мВ. Темір (II) тұрақты болған кезде Fe(III) қосу – потенциал мәнін оңға жылжытуға әкеледі. Осылардың нәтижесінде ЭҚК және ҚТТ мәндерінің артуы байқалады.

Түйін сөздер: темір (II) – темір (III) иондары, электр қозғаушы күш, қысқа тұйықталған ток, электролит, графит, электрод.

Кіріспе

Қазба көмірсутек отындарының жетіспеушілігі мен қоршаған ортаның ластануының күшеюіне байланысты жел мен күн энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздеріне кең назар аударылуда [1]. Қазіргі уақытта әлемдік қажеттіліктерге байланысты, әсіресе дамыған және дамушы елдерде электр энергиясын өндірудің қазба отындары сияқты дәстүрлі көздерін жаңа баламалы көздерге ауыстыру қажеттіліктері туындауда. Осыған орай әртүрлі энергетикалық технологияларды жасап шығару, дамыту қажет [2]. Осы мақсатта бірқатар аккумуляторлар жасау, оларды құрастырғанда басқа жаңа элементтерді немесе қосылыстарды пайдалану – жинақталған химиялық энергияны жоғары тиімділікпен және қоршаған ортаға зиянды газдарды шығармастан, электр энергиясына айналдыруға қол жеткізуге мүмкіндік беретіні анық [3]. Энергияны тиімді сақтау – қайта қалпына келетін энергия көздеріне көшудің кілті болып табылады [4]. Алайда, жаңартылатын ток көздерінің тұрақсыздығы мен күрделілігіне байланысты электр жүйесінде энергияны біркелкі және қауіпсіз түрде өткізу әртүрлі қиындықтар тудырады [5]. Сол себептен, бұл мәселені шешу үшін энергияны сақтаудың арзан, қарапайым, жаңа технологияларын жасау қажет. Әртүрлі энергия жинақтаушы технологиялардың арасында ағынды аккумуляторлардың жұмыс істеу принциптері кеңінен зерттелуде. Өйткені, ағынды ток көздерінің ерекшеліктері – электр сыйымдылығымен қатар оның электр қуаттылығының қауіпсіздік деңгейінің жоғары болуы. Сонымен қатар, аккумуляторлардың ток өткізгіштігіне қойылатын негізгі талаптарының бірі – электрохимиялық тұрақтылық. Аккумуляторды зарядтау және разрядтау кезінде, ток

қабылдағыштар тотығу-тотықсыздану ортасына электрохимиялық төзімді болуы керек [6]. Көптеген зерттеушілер ағынды батареялар үшін жаңа тотығу-тотықсыздану жүйесі мен органикалық және бейорганикалық жүйелерді зерттеуді қолға алған [7]. Бірқатар ғылыми еңбектерде – хинон [8], виологен [9] және феназин туындылары сияқты органикалық қосылыстар тотығу-тотықсыздану жүйесінде өткізу жылдамдығы жоғары электролит ретінде қолданылған. Құрамында хинон бар сулы электролиттерге негізделген ағынды тотығу-тотықсыздану батареялары, жүйелі түрде қайта өңделетін энергия сақтау көзіне айналған [10]. Дегенмен, су-органикалық ағынды батареялар кейбір күрделі мәселелерге тап болуда. Мысалы, олардың негізгілері – органикалық қосылыстардың тұрақтылығының төмен болуы. Ал, керісінше, бейорганикалық ағынды батареялар өзінің жоғары тұрақтылығы мен иондарының жоғары ерігіштігіне байланысты көзге түсуде. Көптеген бейорганикалық ағынды аккумуляторлардың арасында темір-хром, мырыш-темір, темір-марганец аккумуляторлары белгілі [11]. Тағы бір мақаланың [12] авторлары ағынды аккумуляторда қолданылатын электродтардың түріне, табиғатына назар аударған. Мәселен, олардың зерттеулері бойынша электродтарға қойылатын негізгі талаптар мыналар: электрохимиялық белсенділігі, электр өткізгіштігі, қолжетімділігі, қолданылатын заттардың коррозиялық тұрақтылығы. Графит электродтарының осы талаптарға сай келетіні көрсетілген.

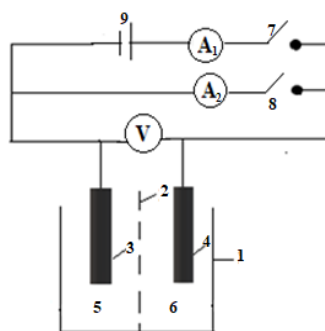
Ағынды аккумуляторларға арналған ғылыми мақалаларда әртүрлі «red – ox» жүйелер қолданылған, олардың өзіндік ерекшеліктері және артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Біздің жұмысымыздың мақсаты: күкіртқышқылды ерітінділерде тотығу-тотықсыздану Fe(II) – Fe(III) «red – ox» жүйесін қолдану арқылы химиялық ток көзін жасау және осы кезде электр қозғаушы күш пен қысқа тұйықталған токтың түзілу заңдылықтарын анықтау.

Зерттеу әдістері

Зерттеулерді жүргізу үшін арнайы қондырғы жиналды, оның принципиалды схемасы 1 суретте көрсетілген. Қондырғы электролиттік кеңістіктері анионитті мембранамен (МА) бөлінген электролизерден, мультиметр (UT171A), графит электродынан (99,9 %) құралады. Электролит ретінде темір (II) және темір (III) сульфаттарының ерітінділері пайдаланылды.

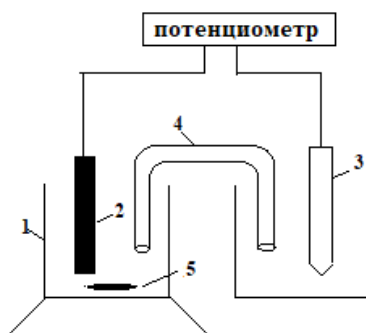
Көрсетілген қондырғыда (1-сурет) электр қозғаушы күшпен (ЭҚК) қысқа тұйықталған токтың (ҚТТ) мәндерін өлшеу былай іске асырылады: 7 және 8 кілтті ажырату арқылы екі электрод арасында орналастырылған вольтметрмен (V) ЭҚК өлшеуге болады. Ал 7-кілтті ажыратып, 8-кілтті қосқанда, екі электрод аралығындағы ҚТТ өлшенеді. 8 – кілтті ажыратып, 7-кілтті қосқанда, ток көзін (9) қолданып, электродтық кеңістіктердің екеуінде орналастырылған графит электродтары арқылы электролизердегі темір иондарын тотықтыруға немесе тотықсыздандыруға болады.



1 – электролизер, 2 – анионитті мембрана, 3,4 – графит электродтары, 5 – темір (II) сульфатының ерітіндісі, 6 – темір (III) сульфатының ерітіндісі, 7, 8 – тізбекті қосатын немесе ажырататын кілттер, 9 – ток көзі

Сурет 1 – Темір (II) – темір (III) гальваникалық элементте электр қозғаушы күш және қысқа тұйықталған ток мөлшерін өлшеуге арналған қондырғының принципиалды схемасы

Әр электродтық кеңістіктегі үш және екі валентті темір иондарының концентрацияларының ара – қатынасының графит электродында орнығатын тотығу – тотықсыздану потенциалға әсерін зерттелді. Бұл зерттеулер 2-суретте көрсетілген қондырғыда іске асырылды.



1 – құрамында Fe(II) – Fe(III) иондары бар ерітінді құйылған стакан; 2 – графит электроды; 3 – хлор-күмісті салыстырмалы электрод; 4 – көпіршік; 5 – магнитті араластырғыш

Сурет 2 – Fe(II) – Fe(III) иондары бар ерітіндіде графит электродында орныққан «red-ox» потенциалды өлшеуге арналған қондырғының принципіалды схемасы

Зерттеу нәтижелері

Әдебиеттен қайтымды реакция үшін тотығу-тотықсыздану электродтарының потенциалдары ($E_{ox/red}$) Нернст теңдеуімен анықталатыны белгілі:

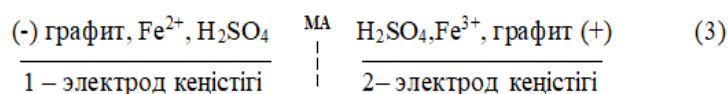
$$E_{ox/red} = E^0_{ox/red} + (RT/nF)\ln(a_{ox}/a_{red}) \quad (1)$$

мұнда: $E^0_{ox/red}$ – иондардың стандартты тотығу-тотықсыздану потенциалдары; a_{ox}/a_{red} – тотыққан және тотықсызданған иондардың ерітіндідегі активтілігі; Мысалы, $Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$ «red-ox» жүйесінің потенциалы 2-теңдеумен анықталады.

$$E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + (RT/nF)\ln\frac{a_{Fe^{3+}}}{a_{Fe^{2+}}} \quad (2)$$

Қалыптасқан белгілі бір жағдайда индикаторлы графит электродында $Fe^{3+} - Fe^{2+}$ жүйесінде Нернст теңдеуіне сәйкес белгілі бір потенциал орнығады. Стандартты жағдайда оның мәні + 0.77 В тең.

Электролизердің графит электродтары орналасқан екі кеңістігін анионитті мембранамен бөлген кезде бір кеңістігі екі валентті темір иондары, ал екінші кеңістігі үш валентті темір иондары бар ерітінділермен толтырғанда, графит электродтарының арасында электр қозғаушы күш (ЭҚК) пайда болады. Стандартты жағдайда, теориялық тұрғыда бұл ЭҚК мәні + 0.77 В-қа тең. Бұл кезде 3-схемада көрсетілген гальваникалық тізбек түзіледі:



Бірінші және екінші электрод кеңістіктеріндегі графит электродтарын бір-бірімен мыс сымы арқылы жалғастырғанда, бірінші электрод кеңістігінде темір (II) иондарының тотығу реакциясы жүреді (4-реакция).



ал, екінші электрод кеңістігінде үш валентті темір иондарының тотықсыздану реакциясы орын алады (5 реакция).



Демек, электролизердің бір кеңістігінде тотығу, ал екінші кеңістігінде тотықсыздану реакциялары орын алады. Бірінші кеңістіктегі графит электродында 4-реакция нәтижесінде бөлінген электрон екінші кеңістіктегі графит электродына мыс сымы (5) арқылы жетіп, тотықсыздану реакциясы іске асады. Нәтижесінде концентрациялық поляризация негізінде

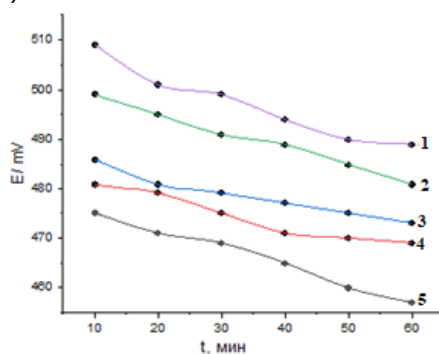
химиялық ток көзі түзіледі. Демек, гальваникалық жұпта (3) екі және үш валентті темір иондарының концентрацияларының мәніне байланысты химиялық ток көзі белгілі мөлшерде электр қозғаушы күшке ие болады. Бұл кезде сульфат иондары анионитті мембрана (МА) арқылы бір электрод кеңістігінен екіншісіне өтіп отырады.

Сонымен, Fe(II) – Fe(III) жүйеде түзілген гальваникалық элемент химиялық ток көзі қызметін атқара алады.

Ғылыми нәтижелерді талқылау

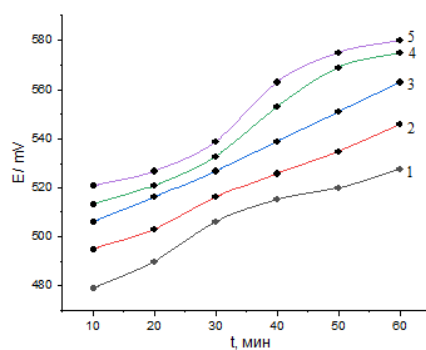
Графит электродындағы «red-ox» потенциалға құрамында 20 г/л үш валентті темір иондары бар ерітіндіге екі валентті темір иондарының концентрациясының әсері зерттелді. Зерттеу нәтижелері Нернст теңдеуіне сәйкес ерітінділердегі екі валентті темір иондарының концентрациясы өскен сайын, графит электродының потенциалының мәні теріс жаққа қарай ығысатынын көрсетеді (3 сурет). Мысалы, темір (II) иондарының концентрациясы 1 г/л болғанда, электрод потенциалының мәні 509 мВ болады, ал 40 г/л болғанда 475 мВ-қа тең.

Құрамында 20 г/л екі валентті темір иондары бар ерітіндіге үш валентті темір иондарын қосқанда, Нернст теңдеуіне сәйкес графит электродының «red-ox» потенциалының мәні оң жаққа қарай ығысады (4 сурет).



Fe(III) = 20 г/л, t = 25 °C

Сурет 3 – Темір (II) иондарының концентрациясының графит электродының потенциалына әсері: Fe (II), г/л: 1 – 1; 2 – 5; 3 – 10; 4 – 20; 5 – 40



Fe(II) = 20 г/л, t = 25 °C

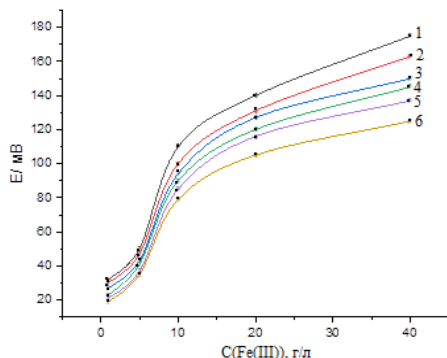
Сурет 4 – Темір (III) иондары концентрациясының графит электродының потенциалына әсері, Fe (III), г/л: 1 – 1; 2 – 5; 3 – 10; 4 – 20; 5 – 40

Электролизердің екі кеңістігі де темір (II) және темір (III) иондарының сульфатты ерітіндісі бар электролиттермен толтырылды. Екі электрод кеңістігіндегі графит электродтарының арасында орныққан ЭҚК мен ҚТТ мәндерін өлшеу әрбір 10 минут сайын 1-суретте келтірілген қондырғыда іске асырылды.

Электролизердің бір кеңістігіне темір (II) немесе темір (III) иондарының концентрациясын 20 г/л тұрақты етіп, екінші кеңістігіндегі темір иондарының концентрациялары өзгертіліп отырып, олардың Fe(II) – Fe(III) гальваникалық элементінде түзілген ЭҚК және ҚТТ мәндеріне әсері зерттелді.

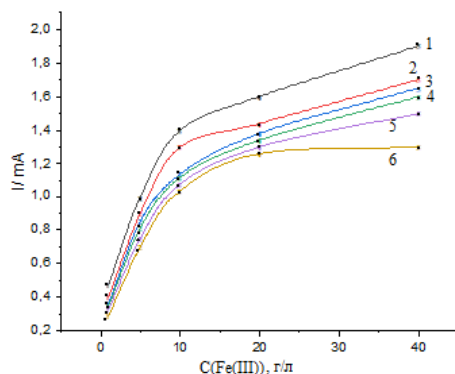
Алынған зерттеу нәтижелері өлшенген ЭҚК және ҚТТ мәндері электролизердің екінші электрод кеңістігіндегі иондардың концентрацияларына байланысты өзгертінін көрсетті. Бір электрод кеңістігінде темірдің екі валентті иондарының концентрациясы тұрақты болып (20 г/л), ал екінші электрод кеңістігіндегі темір (III) иондарының концентрациясы артқан сайын,

электр қозғаушы күштің арта түсетіндігі, ал уақыт өткен сайын төмендейтінін көрсетті. 5- және 6-суретке назар аударсақ, үш валентті темір иондарының концентрациясы артқан сайын гальваникалық элементте ЭҚК және ҚТТ мәндері өседі. Fe(III) иондарының концентрациясы 10 г/л болғанда 10 минутта ЭҚК мәні 172 mV болса, 60 минуттан кейін 128 mV, ҚТТ мәні, сәйкесінше, 1.85 mA және 1.3 mA мәнге ие болады.



Fe(II) = 20 г/л, H₂SO₄ – 1,0 г/л, t = 25 °C

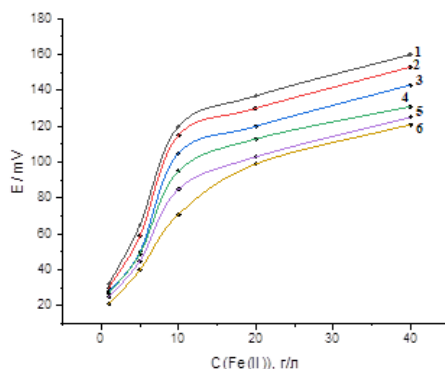
Сурет 5 – Fe(II) – Fe(III) гальваникалық жүйесіндегі электр қозғаушы күштің уақыт бойынша өзгеруі және оның мәніне Fe(III) иондарының концентрациясының әсері t, мин 1 – 10; 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50; 6 – 60



Fe(II) = 20 г/л, H₂SO₄ – 1,0 г/л, t = 25 °C

Сурет 6 – Fe(II) – Fe(III) гальваникалық жүйесіндегі қысқа тұйықталған токтың уақыт бойынша өзгеруі және оның мәніне Fe(III) иондарының концентрациясының әсері t, мин: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50; 6 – 60

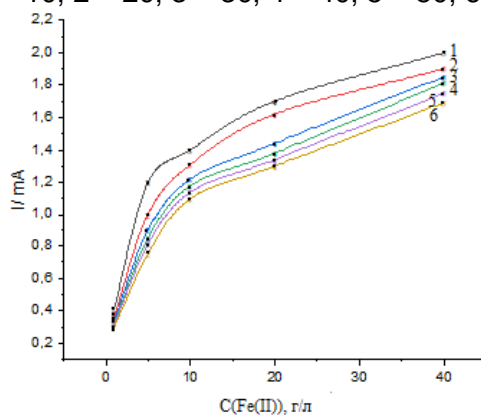
Бұл зерттеулерімізде Fe(II) – Fe(III) гальваникалық элементтің бір кеңістігінде үш валентті темір иондарының концентрациясын тұрақты етіп (20 г/л), екінші кеңістігіндегі екі валентті иондардың концентрациясын өзгертіп, оның гальваникалық элементте қалыптастырылатын ЭҚК және ҚТТ мәндеріне әсері зерттелді (7, 8 сурет).



Fe(III) = 20 г/л, H₂SO₄ – 1,0 г/л, t = 25 °C

Сурет 7 – Fe(II) – Fe(III) гальваникалық жүйесіндегі электр қозғаушы күштің уақыт бойынша өзгеруі және оның мәніне Fe(II) иондарының концентрациясының әсері t, мин:

1 – 10; 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50; 6 – 60



$Fe(III) = 20$ г/л, $H_2SO_4 = 1,0$ г/л, $t = 25$ °C

Сурет 8 – Fe(II) – Fe(III) гальваникалық жүйесіндегі қысқа тұйықталған токтың уақыт бойынша өзгеруі және оның мәніне Fe(II) иондарының концентрациясының әсері t , мин: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50; 6 – 60

Электрод кеңістігінде екі валентті темір иондарының концентрациясының өсуі Нернст теңдеуі бойынша “red-ox” потенциалдың мәнін теріс жаққа қарай ығыстырады. Нәтижесінде Fe (II) – Fe (III) гальваникалық жұбының ЭҚК және ҚТТ мәндері өзгеріске ұшырайды, демек өседі.

Осы зерттелген «red-ox» жүйені ағынды ток көздерінде қолдануға болады, себебі қазіргі күні олар үшін әртүрлі тиімді жүйелер іздестірілуде. Табиғаты бірдей иондардың қолданылуы электролиттердің бір-бірімен кездейсоқ араласып кетуі, сол себептен химиялық ток көзінің жұмыс істеуіне көп нұқсан келтірілуі сияқты қауіпті проблемаларды түгел жояды. Зерттелген «red-ox» жүйеде аккумулятор өз қабілетін жоғалтпайды. Сол себепті, Fe(II) – Fe(III) «red-ox» жұбын қолданған ағынды гальваникалық элементті ток алу үшін немесе ток жинақтағыш аккумулятор ретінде қолданудың болашағы зор.

Қорытынды

Қорыта айтқанда, алғаш рет темір (II) – темір (III) «red-ox» жүйесін және графит электродтарын қолдану арқылы, электрод кеңістіктері анионитті мембранамен бөлінген электролизерді пайдаланып, химиялық ток көзін жасауға болатындағы айқын көрсетілді. Электролизердің әрбір кеңістіктеріндегі әртүрлі валентті темір иондарының концентрацияларының өзгеруінің ЭҚК және ҚТТ мәндеріне әсері зерттелді. Оптималды жағдайда, Fe (II) – Fe (III) «red-ox» жүйесі бар бір гальваникалық жұбының 160 мВ-тен аса электр қозғаушы күшке ие болатындығы анықталды. Бұл нәтижелерді күн және жел электростанцияларымен алынған токтарды өте көп мөлшерде жинақтауға қабілетті, сыйымдылығы өте жоғары ағынды ток көздерін (аккумулятор) жасауға қолдануға ұсынуға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Абрамова Д.А., Дубцов Н.Д., Петрова С.Е. Автономные источники энергии // Химические источники тока. Лучшая исследовательская статья 2023 / Сборник статей, 2023, 7. <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2023/01/K-448.pdf#page=7>.
2. Ang T.Z. et al. A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions // Energy Strategy Reviews. – 2022. – Т. 43. – С. 100939. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X2200133X>.
3. Mossali E. et al. Lithium-ion batteries towards circular economy: A literature review of opportunities and issues of recycling treatments // Journal of environmental management. – 2020. – Т. 264. – С. 110500. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720304345>.
4. Armand M. et al. Lithium-ion batteries – Current state of the art and anticipated developments // Journal of Power Sources. – 2020. – Т. 479. – С. 228708. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775320310120>.
5. Нижниковский Е. Перспективы использования химических источников тока для электропитания автономной радиоэлектронной аппаратуры // Современная электроника. – 2010. – № 2. – С. 12. <https://www.soel.ru/upload/clouds/1/iblock/522/52251ebb9d235ea922132b35e71d7de8/20100201.2.pdf>

6. Zhu P. et al. A review of current collectors for lithium-ion batteries // *Journal of Power Sources*. – 2021. – Т. 485. – С. 229321. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775320316098>.
7. Годяева М.В., Воронков Д.Е., Казаринов И.А. Проточные редокс-батареи на основе органических веществ для накопления электрической энергии. – 2020. https://scholar.google.com/scholar?start=20&q=%D1%85%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BD+&hl=ru&as_sdt=0,5&as_ylo=2019.
8. Петров М.М. и др. Проточные редокс-батареи: место в современной структуре электроэнергетики и сравнительные характеристики основных типов // *Успехи химии*. – 2021. – Т. 90. – № 6. – С. 677-702. <https://www.uspkhim.ru/RCR4987pdf>.
9. Годяева М.В. и др. Проточные батареи на основе органических редокс-систем для крупномасштабного хранения электрической энергии // *Электрохимическая энергетика*. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 59-85. <https://cyberleninka.ru/article/n/protochnye-batarei-na-osnove-organicheskikh-redoks-sistem-dlya-krupnomasshtabnogo-hraneniya-elektricheskoy-energii>.
10. Goulet M.A. et al. Extending the lifetime of organic flow batteries via redox state management // *Journal of the American Chemical Society*. – 2019. – Т. 141, №. 20. – С. 8014-8019. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.8b13295>.
11. Кравченко Е.В. Обзор современных технологий накопления энергии // *Компетентность*. – 2023. – № 1. – С. 33-38. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-tehnologiy-nakopleniya-energii>.
12. Фиалков А.С. Углерод в химических источниках тока // *Электрохимия*. – 2000. – Т. 36, № 4. – С. 389-413. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44689612>.

References

1. Abramova D.A., Dubcov N.D., Petrova S.E. Avtonomnye istochniki jenergii // *Himicheskie istochniki toka. Luchshaja issledovatel'skaja stat'ja 2023 / Sbornik statej, 2023, 7*. <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2023/01/K-448.pdf#page=7>.
2. Ang T.Z. et al. A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions // *Energy Strategy Reviews*. – 2022. – Т. 43. – С. 100939. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X2200133X>.
3. Mossali E. et al. Lithium-ion batteries towards circular economy: A literature review of opportunities and issues of recycling treatments // *Journal of environmental management*. – 2020. – Т. 264. – С. 110500. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720304345>.
4. Armand M. et al. Lithium-ion batteries – Current state of the art and anticipated developments // *Journal of Power Sources*. – 2020. – Т. 479. – С. 228708. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775320310120>.
5. Nizhnikovskij E. Perspektivy ispol'zovanija himicheskikh istochnikov toka dlja jelektropitanija avtonomnoj radiojelektronnoj apparatury // *Sovremennaja jelektronika*. – 2010. – № 2. – С. 12. <https://www.soel.ru/upload/clouds/1/iblock/522/52251ebb9d235ea922132b35e71d7de8/201002012.pdf>.
6. Zhu P. et al. A review of current collectors for lithium-ion batteries // *Journal of Power Sources*. – 2021. – Т. 485. – С. 229321. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775320316098>.
7. Godjaeva M.V., Voronkov D.E., Kazarinov I.A. Protochnye redoks-batarei na osnove organicheskikh veshhestv dlja nakoplenija jelektricheskoy jenergii. – 2020. https://scholar.google.com/scholar?start=20&q=%D1%85%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BD+&hl=ru&as_sdt=0,5&as_ylo=2019.
8. Petrov M.M. i dr. Protochnye redoks-batarei: mesto v sovremennoj strukture jelektrojenergetiki i sravnitel'nye harakteristiki osnovnyh tipov // *Uspehi himii*. – 2021. – Т. 90, № 6. – С. 677-702. <https://www.uspkhim.ru/RCR4987pdf>.
9. Godjaeva M.V. i dr. Protochnye batarei na osnove organicheskikh redoks-sistem dlja krupnomasshtabnogo hraneniya jelektricheskoy jenergii // *Jelektrohimicheskaja jenergetika*. – 2021. – Т. 21, № 2, – С. 59-85. <https://cyberleninka.ru/article/n/protochnye-batarei-na-osnove-organicheskikh-redoks-sistem-dlya-krupnomasshtabnogo-hraneniya-elektricheskoy-energii>

10. Goulet M.A. et al. Extending the lifetime of organic flow batteries via redox state management // Journal of the American Chemical Society. – 2019. – Т. 141, №. 20. – С. 8014-8019. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.8b13295>
11. Kravchenko E.V. Obzor sovremennyh tehnologij nakopleniya jenergii. Kompetentnost', 2023, № 1, 33-38. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-tehnologiy-nakopleniya-energii>
12. Fialkov A.S. Uglерod v himicheskikh istochnikah toka. Jelektrohimiya. – 2000. – Т. 36, № 4. – 389-413. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44689612>

А.К. Баешова¹, У.А. Ораз^{1*}, А. Баешов²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

²АО «Институт топлива, катализа и электрохимии имени Д.В. Сокольского»,
050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Кунаева, 132

*e-mail: alhanovna.u@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА В «RED-OX» СИСТЕМЕ Fe(II) – Fe(III) В СЕРНОКИСЛОЙ СРЕДЕ

Среди технологии, предназначенных для сохранения энергии, особого внимания заслуживают проточные аккумуляторы. Принцип действия их основан на применении систем из переменновалентных ионов. Целью работы является создание химического источника тока на основе применения «red – ox» системы Fe(II)/Fe(III) и определение закономерностей формирования величин электродвижущей силы (ЭДС) и тока короткого замыкания (ТКЗ) в кислых растворах в зависимости от концентрации ионов. Эксперименты проводятся методом измерения ЭДС, формирующейся между графитовыми электродами и ТКЗ. Собрана специальная установка, состоящая из электролизера с разделенными электродными пространствами, амперметра, вольтметра и графитовых электродов. Электролитом служили подкисленные растворы сульфатов железа (II) и железа (III). В электролизере, электродные пространства которого разделены анионитовой мембраной, при заполнении одного пространства сульфатом железа (II), а другого – сульфатом железа (III) между графитовыми электродами возникает ЭДС. При создании контакта между графитовыми электродами в первом электродном пространстве протекает окисление железа (II), а во втором – восстановление железа (III). Формируется химический источник тока. При концентрации железа (III), равной 20 г/л, изменение концентрации железа (II) в пределах 1-40 г/л способствует смещению потенциала графитового электрода в область отрицательных значений. При концентрации Fe(III), равной 1 г/л, значение потенциала составляет 509 мВ, а при 40 г/л – 475 мВ. Установлено, что в результате указанных изменений наблюдается возрастание ЭДС и ТКЗ.

Ключевые слова: ионы железа (II) – железа (III), электродвижущая сила, ток короткого замыкания, электролит, графит, электрод.

A. Bayeshova¹, U. Oraz^{1*}, A. Bayeshov²

¹Al-Farabi Kazakh National University,
050040 Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue
²«D.V.Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry» JSC,
050000 Republic of Kazakhstan, Almaty, 132 Konaev st.

*e-mail: alhanovna.u@gmail.com

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF FORMATION OF A CHEMICAL CURRENT SOURCE IN THE «RED-OX» Fe(II) – Fe(III) SYSTEM IN A SULFURIC ACID ENVIRONMENT

Among the technologies designed to save energy, flow-through batteries deserve special attention. Their principle of operation is based on the use of systems of variably valent ions. The aim of the work is to create a chemical current source based on the use of the "red – ox" Fe(II)/Fe(III) system and to determine the patterns of formation of electromotive force (EMF) and short-circuit current (SCC) in acidic solutions depending on the concentration of ions. The experiments are carried out by measuring

the EMF formed between graphite electrodes and SCC. A special installation has been assembled, consisting of an electrolyzer with separated electrode spaces, an ammeter, a voltmeter and graphite electrodes. Acidified solutions of iron (II) and iron (III) sulfates served as the electrolyte. In an electrolyzer, the electrode spaces of which are separated by an anionite membrane, when one space is filled with iron (II) sulfate and the other with iron (III) sulfate, an EMF occurs between graphite electrodes. When making contact between graphite electrodes, iron (II) oxidation occurs in the first electrode space, and iron (III) reduction occurs in the second. A chemical current source is being formed. At a concentration of iron (III) equal to 20 g/l, a change in the concentration of iron (II) in the range of 1-40 g / l contributes to a shift in the potential of the graphite electrode to negative values. At a concentration of Fe(III) equal to 1 g/l, the potential value is 509 mV, and at 40 g / l – 475 mV. At a constant concentration of iron (II), the addition of Fe(III) leads to a shift in the EMF value to the right. It was found that as a result of these changes, an increase in EMF and SCC is observed.

Key words: iron (II) – iron (III) ions, electromotive force, short-circuit current, electrolyte, graphite, electrode.

Авторлар туралы мәліметтер

Ажар Коспановна Баешова – техника ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: azhar_b@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9076-8130>.

Ұлжан Әлханқызы Ораз* – докторант, e-mail: alhanovna.u@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0801-5261>.

Абдуали Баешов – химия ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасының ҰҒА академигі, e-mail: bayeshov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0745-039X>.

Сведение об авторах

Ажар Коспановна Баешова – доктор технических наук, профессор, e-mail: azhar_b@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9076-8130>.

Улжан Альхановна Ораз* – докторант, e-mail: alhanovna.u@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0801-5261>.

Абдуали Баешов – доктор химических наук, профессор, академик НАН Республики Казахстан, e-mail: bayeshov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0745-039X>.

Information about the authors

Azhar Bayeshova – Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: azhar_b@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9076-8130>.

Ulzhan Oraz* – Master, PhD-student, e-mail: alhanovna.u@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0801-5261>.

Abduali Bayeshov – Doctor of Chemical Science, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic Kazakhstan, e-mail: bayeshov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0745-039X>.

Материал 07.12.2023 ж. баспаға түсті.

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
- Жылу энергетикасы
- Техникалық физика
- 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

Мерзімді басылымнан алынған мақала:

1. Аксартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Леукомизинді сандық анықтау әдісі // ҚазҰУ Хабаршысы. Сер. хим. – 2003. – Т. № 8. – Б.40-41.

Кітап:

2. Курмуков А.А. Леуомизиннің ангиопротекторлық және гиполлипидемиялық белсенділігі. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 б.

Конференция материалдарынан (семинар, симпозиум), еңбектер жинағынан жариялау:

3. Абимильдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Қант өндірісі инфрақұрылымының жұмыс істеуі және дамуы // Қазақстанның аграрлық секторындағы Инновация: Матер. Халықарал. конф. / ҚазҰУ. Өл-Фараби атындағы қазуу. – Алматы, 2010. – Б.10-13.

Электрондық қор:

4. Соколовский Д.В. Өзін-өзі реттейтін камера жетектерінің механизмдерін синтездеу теориясы [Электрондық. ресурс]. – 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

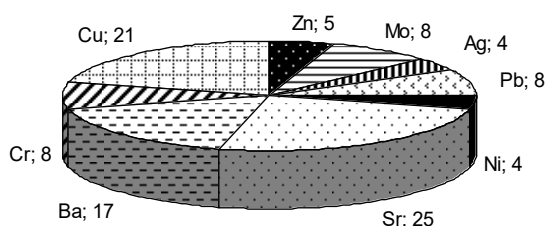
АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ БИОГЕОХИМИЯЛЫҚ МИГРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖИНАҚТАЛУЫ

Аннотация: 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 гиполлипидемиялық белсенділігі. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 б.
2. Хрусталева М.А. Табиғи және антропогендік ландшафт компоненттеріндегі ауыр металдардың биогеохимиялық көші-қоны және жинақталуы // 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. Leuomizinnin angioprotektorlik zhane gipolipidemiaalik belsendiligi. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 b.
2. Hrustaleva M.A. Tabigi zhane antropogendik landshaft komponentterindegi air metaldardin biogeochemicalik koshi-koni zhane zhinaktalui // 3-shi Halikaralik gilimi konferencianin enbekter zhinagi. – Semey k.: SMU baspasi Shakarim, 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. 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:.....

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
- Теплоэнергетика
- Техническая физика
- 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

Статья из периодического издания:

1. Аксартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестник КазНУ. Сер. хим. – 2003. – Т.1. № 8. – С. 40-41.

Книга:

2. Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.

Публикация из материалов конференции (семинара, симпозиума), сборников трудов:

3. Абимильдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф. / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2010. – С. 10-13.

Электронный ресурс:

4. Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 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. 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,.....

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.

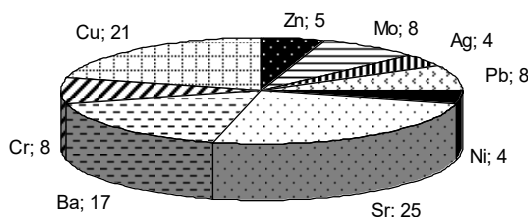


Рисунок 1 – Распределение содержания тяжелых металлов во льду водохранилищ Москворецкой системы

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. – Алматы: Бастау, 2007. – 148 с.
2. Хрусталева М.А. Биогеохимическая миграция и аккумуляция тяжелых металлов в компонентах природных и антропогенных ландшафтов // 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. Angioprotekturnaya i gipolipidemicheskaya aktivnost' leuomizina. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Hrustaleva M.A. Biogeoхимическая migraciya i akkumulyaciya tyazhelyh metallov v komponentah prirodnyh i antropogennyh landshaftov // Sbornik trudov 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. – g. Semey: 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. 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:.....

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>.

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
- Thermal power engineering
- Technical Physics
- 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

Article from the periodical:

1. Aksartov R.M., Aizikov M.I., Rasulova S.A. Method for the quantitative determination of leucomizin // Bulletin of KazNU. Ser. chem. – 2003. – V.1. No. 8. – 40-41 p.

Book:

2. Kurmukov A.A. Angioprotective and hypolipidemic activity of leucomizin. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 p.

Publication from the materials of the conference (seminar, symposium), collections of works:

3. Abimuldina S.T., Sydykova G.E., Orazbaeva L.A. Functioning and development of the infrastructure of sugar production // Innovation in the agrarian sector of Kazakhstan: Mater. International conf. / KazNU named after al-Farabi. – Almaty, 2010. – 10-13 p.

Electronic resource:

4. Sokolovsky D.V. Theory of synthesis of self-aligning cam mechanisms of drives [Electron. resource]. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (date of access: 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

ISTIR: 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.

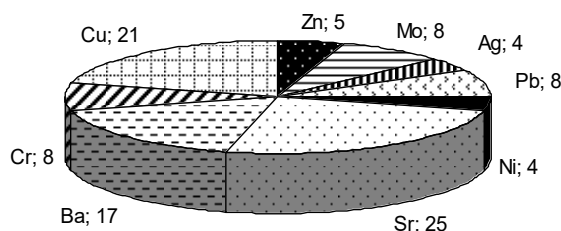


Figure 1 – Distribution of heavy metals in the ice of reservoirs of the Moskvoretskaya system

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. – Almaty: Bastau, 2007. – 148 s.
2. Hrustaleva M.A. Biogeoхимическая миграция i аккумуляция tyzhelyh metallov v komponentah prirodnyh i antropogennyh landshaftov // Sbornik nauchnyh trudov 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. – 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

А.К. Шайханова, И.В. Поз, Э.А. Кусембаева, А.О. Тлеубаева УДАЛЕННАЯ ДИАГНОСТИКА – ПОЛЬЗА ДЛЯ УЗКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВРАЧЕЙ.....	5
Ж.Б. Ибраимов, А.Ж. Амиров ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ГИС В НАСТОЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ, РАЗРАБОТАННЫЕ НА БАЗЕ ФРЕЙМБОРКА «QT».....	14
D.S. Mukashev, G.A. Abitova INFORMATION TECHNOLOGY FOR WEATHER FORECAST BASED ON MODERN PLATFORM SOLUTIONS.....	18
M.M. Abalkanov, G.A. Abitova THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN BUSINESS INTELLIGENCE	25
Ж.М. Алимжанова, А.К. Байузакова АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МӘСЕЛЕСІ.....	31
A.T. Manap, G.A. Abitova DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR SECURE FILE STORAGE BASED ON HYBRID CRYPTOGRAPHY METHODS.....	39
A.K. Shaikhanova, D.S. Kadyrov A DEEP DIVE INTO COBALT STRIKE TOOL.....	46

ИНЖЕНЕРИЯДАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ СТАТИСТИКАЛЫҚ ӨДІСТЕР, ТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРИИ, ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ

Б.Ж. Имамова, А.К. Мурзалимова АБАЙ ОБЛЫСЫН СЕЛ ТАСҚЫНЫ ҚАУПІНЕН ҚОРҒАУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....	53
---	----

ТАМАҚ ИНЖЕНЕРИЯСЫ ЖӘНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ

ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Ш.К. Жакупбекова, Ж.Қалибекқызы, А.О. Майжанова, Ш.Т.Кырыкбаева, З.В. Капшакбаева ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ МЕН АБАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ӨНДІРЕЛТІН «ҚҰРТ» ҰЛТТЫҚ ӨНІМІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	59
--	----

Ш.Ы. Кененбай, Я.М. Узаков, Қ.С. Хамза, А.А. Күлімбетова ТҮЙЕ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҚАЙТА ҚҰРЫЛЫМДАЛҒАН ШҰЖЫҚ ӨНІМІ.....	66
Э.А. Габрильянц, Р.С. Алибеков ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫРА ИЗ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА.....	74
М.К. Алимарданова, В.М. Бакиева, Inga Ciprovica ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ КОНТОМЕНАНТОВ	81
Р.А. Абилдаева, Д.Е. Кудасова, А.Т. Ермекбаева ASTINOMYCES GRISEUS МУТАНТТЫ ШТАММ КӨМЕГІМЕН АЗЫҚТЫҚ АНТИБИОТИК «КОРМОГРИЗИН» АЛУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	92
Д.Р. Орынбеков, Ж.С. Есимбеков, Ш. Жакупбекова, А.О. Майжанова, Ш.А. Амирханов ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	101
М.А. Абсалимова, А.М. Таева, Б.А. Рскелдиев, О.В. Перегончая, И.А. Глотова СООТНОШЕНИЕ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ В РЕЦЕПТУРАХ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИИ.....	109
Г.Д. Акшораева, М.М. Какимов, А.Б. Нуртаева, Н.Б. Утарова, Н.С.Машанова ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕИНОВОГО ТЕСТА И ЕГО КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	120
В.А. Murzabaev, G.O. Kantureyeva, B.O. Raisov JUSTIFICATION OF PROGRESSIVE TECHNOLOGY FOR DRYING VEGETABLES AND CORN.....	131
К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ КОМБИНИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕЗО-ТЕРМОФИЛЬНОЙ ЗАКВАСКИ И РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА.....	137
Ш.Т. Кырыкбаева, Ж.Калибеккызы, З.В. Капшакбаева, Ш.К. Жакупбекова, Б.К. Оспанова ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХМЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ.....	150

ТЕХНИКАЛЫҚ ФИЗИКА ЖӘНЕ ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКАСЫ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

М.В. Ермоленко, Ж.Қ. Саналбай, Т.Н. Умыржан ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ МЯСА ПТИЦЫ.....	160
И.В. Хромушин, Т.И. Аксенова, Т. Тусеев, К.К. Мунасбаева, Ә. Болатбекұлы КЕРАМИКАЛЫҚ БАРИЙ ЦЕРАТЫНДА РАДИАЦИЯЛЫҚ ДЕФЕКТТЕРДІҢ ПАЙДА БОЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	167

ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Р.А. Аубакирова, Ж.Б. Мукажанова, К.К. Кабдулкаримова, И.В. Афанасенкова, Ш.К. Санъязова АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ СУРЬМЫ.....	176
М.Д. Султан, Ж.Б. Оспанова, К.Б. Мусабеков, Т.Е. Кенжебаев, П. Тахистов МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН АЛЫНҒАН КЕРАТИННИҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	184
А.К. Баешова, Ұ.Ә. Ораз, А. Баешов КҮКІРТҚЫШҚЫЛДЫ ОРТАДА Fe(II) – Fe(III) «RED-OX» ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ХИМИЯЛЫҚ ТОК КӨЗІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫН ЗЕРТТЕУ.....	194
АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕ.....	203
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ.....	208
RULES FOR AUTHORS.....	213

Басуға жіберілген күні 28.12.2023 ж. Пішімі 60x84 1/8
Шартты баспа табағы 13,3
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