

ISSN 2304-5683
ISSN online 2710-0839



**ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

3, 2026

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
Научный журнал**

**THE JOURNAL
OF ALMATY TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY
Scientific journal**



ISSN 2304-5682
ISSN online 2710-0839

**АЛМАТЫ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Басылым 3 (153)



**ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 3 (153)

**THE JOURNAL
OF ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

Issue 3 (153)



АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

1996 жылдан бастап шығарылады

№3 (153) 2026

Бұл журнал ҚР Ғылым және жоғарғы білім Министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау Комитеті ұсынған техника ғылымдары бойынша ғылыми қызметтің негізгі нәтижелері жарияланатын басылымдар тізіміне енгізілді және импакт- факторы нөлден жоғары Қазақстанның дәйексөз алу бағасы бойынша (ҚазДҚ).

МЕНШІК ИЕСІ:

АҚ «Алматы технологиялық университеті»

РЕДАКТОРЛЫҚ АЛҚА:

Кулажанов Т.К. – Бас редактор, техника ғылымдарының докторы, Ұлттық Ғылым академиясының академигі, Алматы технологиялық университетінің ректоры Алматы, Қазақстан
Мардар Марина – техника ғылымдарының докторы, Одесса ұлттық тамақ технологиялары академиясының профессоры, Одесса, Украина
Корженевск, Малгожата – Вроцлав қоршаған орта және тіршілік ғылымдары университетінің философия докторы, Вроцлав, Польша
Шухратжон Назаров – тәжік технологиялық университетінің доценті, Душанбе, Тәжікстан
Хейс Стивен Джордж – Манчестер университетінің профессоры, Манчестер, Ұлыбритания
Джованна Феррари – Салерно университетінің профессоры, Италия
Алия Занниера бинти Мохсин – Малайзияның Путра университетінің PhD докторы, Серданг, Малайзия
Набиева Ирода – Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институтының профессоры, Ташкент, Өзбекстан
Калаоглу, Фатма – Стамбул техникалық университетінің профессоры, Стамбул, Түркия
Аббазов Ильхом – техника ғылымдарының кандидаты, Джизак политехникалық институтының доценті, Джизак, Өзбекстан
Акбаров Рустам – Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институтының профессоры, Ташкент, Өзбекстан
Ізтаев Әуелбек – техника ғылымдарының докторы, Ұлттық Ғылым академиясының академигі, тамақ технологиялары АТУ Ғылыми-зерттеу институтының директоры, Алматы, Қазақстан
Чоманов Уришбай – техника ғылымдарының докторы, Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының академигі, қазақ тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институтының зертхана меңгерушісі, Алматы, Қазақстан
Меньков Николай – техника ғылымдарының докторы, Пловдив тағамдық технологиялар университетінің профессоры, Пловдив, Болгария;
Инга Чипровица – техника ғылымдарының докторы, Латвия жаратылыстану ғылымдары және технологиялар университетінің профессоры, Елгава, Латвия

Тоты Онгар – PhD докторы, Дрезден технологиялық университетінің аға оқытушысы, Дрезден, Германия
Ташпулатов Салих – техника ғылымдарының докторы, профессор, Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институтының халықаралық байланыстар жөніндегі проректоры, Ташкент, Өзбекстан

РЕДАКЦИЯ ӨКІЛДЕРІ:

Жанаева Алтынай – ғылыми жұмысты ұйымдастыру бөлімінің бастығы, жауапты редактор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан
Андреева Валентина – жауапты хатшы ғылыми жұмысты ұйымдастыру бөлімінің жетекші маманы, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

Шығарылымға жауапты – Ж.М. Тусупова
Компьютерлік беттеуші – Ұ.А. Абдукарим

Алматы технологиялық университетінің Ғылыми – техникалық кеңесі шешімімен басылымға шығарылады.

Жылына 4 рет шығарылады

Журнал байланыс және ақпарат Министрлігінің ақпарат және мұрағат Комитетінде тіркелген.

Тіркелу туралы куәлік:

№13928-Ж 08.10.2013ж.

Басылымның тілдері: қазақ, орыс, ағылшын

Негізгі тақырыптық бағыты: тамақ және қайта өңдеу, жеңіл (тоқыма) өнеркәсібі бағыттары бойынша техника мен технология саласындағы өзекті мәселелерді жариялау

Жазылу индексі: 75907

Редакцияның мекен-жайы:

050012, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100
Тел.: 8(727) 2935319 (ішкі 145,208)
Факс: 8(727)2924758
E-mail: vestnik@atu.edu.kz
Сайт адресі: <http://www.vestnik-atu.kz>

Баспа мекен-жайы:

050012, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100
Тел.: 8(727)2935287, 2935289
Факс: 8(727)2935292
E-mail: rector@atu.kz
Журнал ашық түрде АТУ сайтында пайдалануға берілді
<http://www.vestnik-atu.kz>

© Алматы технологиялық университеті, 2026



**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Издается с 1996 г.

№3 (153) 2026

Журнал включен в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНВО РК для публикации основных результатов научной деятельности по техническим наукам и имеет ненулевой импакт-фактор по Казахской базе цитирования (КазБЦ).

СОБСТВЕННИК:

АО «Алматинский технологический университет»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Кулажанов Т.К. – д.т.н., академик НАН РК, ректор Алматинского технологического университета, главный редактор, Алматы, Казахстан

Марина Мардар – д.т.н., профессор Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса, Украина

Корженевская Маргарет – PhD Вроцлавского университета наук об окружающей среде и жизни, Вроцлав, Польша

Шухратджон Назаров – доцент Технологического университета Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Хейс Стивен Джордж – профессор Манчестерского университета, Манчестер, Великобритания

Джованна Феррари - профессор Университета Салерно, Салерно, Италия

Алия Заннира бинти Мохсин – PhD Университет Путра Малайзии, Серданг, Малайзия

Набиева Ирода – профессор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Узбекистан

Калаоглы Фатма – профессор Стамбульского технического университета, Стамбул, Турция

Аббазов Ильхом – PhD, доцент Джизакского политехнического института, Джизак, Узбекистан

Акбаров Рустам - профессор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Узбекистан

Изтаев Ауелбек Изтаевич – д.т.н., академик НАН РК, директор НИИ пищевых технологий АТУ, Алматы, Казахстан

Чоманов Уришбай Чоманович – д.т.н., академик НАН РК, зав. лаб. Казахского научно-исследовательского института пищевой и перерабатывающей промышленности, Алматы, Казахстан

Менков Николай Димитров – д.т.н., профессор Университета пищевых технологий –Пловдив, Болгария

Ципровича Инга – PhD, профессор Латвийского университета естественных наук и технологий, Рига, Латвия

Онгар Тоты – PhD, сениор-лектор Дрезденского технического университета, Дрезден, Германия

Ташпулатов Салих Шукурович – д.т.н., профессор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, проректор по международным связям Ташкент, Узбекистан

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РЕДАКЦИИ:

Жанаева Алтынай Бактыкерейқызы – начальник отдела организации научной работы Алматинского технологического университета, ответственный редактор, Алматы, Казахстан

Андреева Валентина Ивановна – ведущий специалист отдела организации научной работы Алматинского технологического университета, ответственный секретарь, Алматы, Казахстан

Ответственный за выпуск – Ж.М. Тусупова
Компьютерная верстка – У.А. Абдукарим

Печатается по решению Научно-технического совета Алматинского технологического университета.

Выходит 4 раза в год

Журнал зарегистрирован в Комитете информации и архивов Министерства связи и информации Республики Казахстан.

Свидетельство о регистрации:
№13928-Ж от 08.10.2013г.

Языки публикации: казахский, русский, английский

Основная тематическая направленность:
освещение актуальных проблем в области техники и технологии по направлениям пищевой и перерабатывающей, легкой (текстильной) промышленности

Подписной индекс: 75907

Адрес редакции:

050012, г.Алматы, ул.Толе би, 100
Тел.: 8(727) 2935319 (вн.145,208)
Факс: 8(727)2924758
E-mail: vestnik@atu.edu.kz
Адрес сайта: <http://www.vestnik-atu.kz>

Адрес издателя:

050012, г.Алматы, ул.Толе би, 100
Тел.: 8(727)2935287, 2935289
Факс: 8(727)2935292
E-mail: rector@atu.kz

Журнал представлен в открытом доступе на сайте:
<http://www.vestnik-atu.kz>

© Алматинский технологический университет, 2026



THE JOURNAL OF ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Published since 1996

№3 (153) 2026

The Journal is included in the List of publications recommended by the Committee for Control of Education and Science, Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan for publication of the main results of scientific activities in the Technical Sciences and has a non-zero impact factor according to the Kazakhstan base of citation.

THE OWNER:

«Almaty Technological University» JSC

EDITORIAL BOARD:

Kulazhanov T. – Editor-in-Chief, Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences, Rector of Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

Mardar Maryna – Doctor of Technical Sciences, Professor of Odesa National Academy of Food Technologies, Odesa, Ukraine

Korzeniowska, Malgorzata – Ph.D. of Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Wroclaw, Poland

Shuhratjon Nazarov – Associate Professor of the Technological University of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

Hayes, Steven George – Professor of the University of Manchester, Manchester, United Kingdom

Giovanna Ferrari - Professor at the University of Salerno, Italy

Aliah Zannierah binti Mohsin – PhD of Putra University of Malaysia, Serdang, Malaysia

Nabieva, Iroda – Professor of Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

Kalaoglu, Fatma – Professor of Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

Abbazov Ilkhom – Ph.D., Associate Professor of the Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Akbarov Rustam - Professor of Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

Iztayev Auelbek – Doctor of Technical Science, Academician of the National Academy of Sciences, Director of the Research Institute of Food Technologies ATU, Almaty, Kazakhstan

Chomanov Urishbay – Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Head of the Laboratory of the Kazakh Scientific Research Institute of Food and Processing Industry, Almaty, Kazakhstan

Menkov Nikolay D. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the University of Food Technologies Plovdiv, Bulgaria

Inga Ciprovica – Dr. Sc. Ing, Professor of Latvia University of Life Sciences and Technologies, Riga, Latvia

Toty Ongar – PhD, senior lecturer of Dresden University of Technology, Dresden, Germany

Tashpulatov Salikh – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for International Relations of Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan;

REPRESENTATIVES OF THE EDITORIAL:

Zhanayeva Altyнай – Executive Editor, Head of the Department of Scientific work organization, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan;

Andreyeva Valentina Executive Secretary, leading specialist of the Department of Scientific work organization, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

Responsible for issue – Zh.M. Tusupova

Computer Imposition – U.A. Abdukarim

Printed according to the Resolution of the Scientific and Technical Council of Almaty Technological University

Publication frequency: 4 issues per year

The Journal's ID is registered by the Information and Archives Committee of the Ministry of Communication and Information of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate:

№13928-Ж from October 08, 2013

Publication languages: Kazakh, Russian, English

The Scope of the Journal: coverage of topical problems of engineering and technology in the areas of food and processing, light (textile) industries

Subscription index: 75907

Editorial address:

050012, Almaty city, 100, Tole bi str.

Tel.: 8(727) 2935319 (ext. 145,208)

Fax: 8(727)2924758

E-mail: vestnik@atu.kz

Web-site: <http://www.vestnik-atu.kz>

Address of the Publisher:

050012, Almaty city, 100, Tole bi str.

Tel.: 8(727)2935287, 2935289

Fax: 8(727)2935292

E-mail: rector@atu.edu.kz

The Journal is available on-line:

<http://www.vestnik-atu.kz>

© Almaty Technological University, 2026

КОРМОВОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОНЦЕНТРАТ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Ж.С. АЛИМКУЛОВ , А.А. АМАНТАЕВА , К.Т. ШАУЛИЕВА* , К.Н. ФАЗЫЛОВА 

(ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан, 050060, г.Алматы, пр. Е.Серкебаева 62)
Электронная почта автора-корреспондента: gayhap1979@mail.ru*

В условиях современного развития агропромышленного комплекса одной из приоритетных и многоаспектных задач выступает обеспечение населения достаточным объемом продукции животноводства, соответствующей высоким требованиям качества и безопасности. Важнейшим условием увеличения объемов производства и повышения качества продукции является рациональное обеспечение сельскохозяйственных животных полнорационными кормами, оптимизированными по энергетической и протеиновой питательности, макро- и микроэлементному составу, а также биологически активным веществам, в строгом соответствии с физиологическими потребностями организма и прогнозируемым уровнем продуктивности. Широкое применение кровяной муки, костной муки, кукурузной муки, кукурузного глютенa, фосфатного концентрата в составе кормового концентрата для дойных коров является актуальным. В связи с этим в настоящей работе разработан и научно обоснован рецептурный состав кормового обогатительного концентрата для дойных коров, обеспечивающий соответствие требованиям по уровню питательности, биологической полноценности и эффективности использования в условиях интенсивного молочного производства. В рамках исследования был сформирован расчетный рецепт кормового обогатительного концентрата, на основе которого изготовлены опытно-промышленные партии. Проведена комплексная оценка их химического состава, энергетической и питательной ценности, а также определены показатели пробиотической активности. Результаты экспериментальных исследований показали, что замещение пшеничных отрубей компонентами животного и растительного происхождения, в частности кровяной мукой (3%), костной мукой (2%) и кукурузным глютенom (5%), способствует существенному увеличению содержания переваримого протеина на 65–75%. Наряду с этим отмечено улучшение ряда других качественных характеристик кормового обогатительного концентрата, что свидетельствует о высокой эффективности предложенной рецептуры. В работе раскрыто и научно обосновано положительное влияние кормового обогатительного концентрата на продуктивные и биологические показатели сельскохозяйственных животных. Установлено, что включение кормового обогатительного концентрата в рацион дойных коров способствует повышению уровня молочной продуктивности, улучшению качественных характеристик молока, включая жирность и белковый состав. Одновременно выявлено, что использование данного концентрата оказывает стимулирующее воздействие на рост и развитие животного, что выражается в увеличении среднесуточных удоев молока. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности применения кормового обогатительного концентрата как функционального кормового компонента, направленного на интенсификацию процессов производства молока и повышение продуктивности животных в целом.

Ключевые слова: кормовой обогатительный концентрат (КОК), рецепт, корова, молоко, кровяная мука, костная мука.

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ МАЛДАРЫНА АРНАЛҒАН ЖЕМ БАЙЫТУ КОНЦЕНТРАТЫ

Ж.С. АЛИМКУЛОВ, А.А. АМАНТАЕВА, К.Т. ШАУЛИЕВА*, К.Н. ФАЗЫЛОВА

(«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми- зерттеу институты» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, 050060, қ. Алматы, Е. Серкебаев көш. 62)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: gayhap1979@mail.ru*

Агроөнеркәсіптік кешеннің қазіргі заманғы дамуы жағдайында көп аспектілі міндеттердің бірі халықты сапалы мен қауіпсіздіктің жоғары талаптарына сәйкес келетін мал шаруашылығы өнімдерінің жеткілікті көлемімен қамтамасыз ету болып табылады. Өндіріс көлемін ұлғайтудың және өнім сапасын арттырудың маңызды шарты ауыл шаруашылығы жануарларын энергетикалық және протеиндік қоректенуі, макро- және микроэлементтік құрамы, сондай-ақ биологиялық белсенді заттар бойынша оңтайландырылған, организмнің физиологиялық қажеттіліктеріне және өнімділіктің болжамды деңгейіне қатаң сәйкес келетін толыққанды азықпен ұтымды қамтамасыз ету болып табылады. Қан ұны, сүйек ұны, жүгері ұны, жүгері глютені, фосфат

концентратын сауынды сиырларға арналған жемішоп концентраты ретінде кеңінен қолдану бүгінгі күні өзекті мәселе. Осыған байланысты, осы жұмыста сүтті сиырларға арналған жемішоп концентратының рецептуралық құрамы әзірленді және ғылыми негізделген, ол қарқынды сүт өндірісі жағдайында тағамдық деңгейі, биологиялық толықтығы және пайдалану тиімділігі бойынша талаптарға сәйкестігін қамтамасыз етеді. Зерттеу аясында жемішоп концентратының есептік рецепті жасалды, оның негізінде тәжірибелік-өнеркәсіптік партиялар жасалды. Олардың химиялық құрамына, энергетикалық және тағамдық құндылығына кешенді бағалау жүргізілді, сондай-ақ пробиотикалық белсенділік көрсеткіштері анықталды. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бидай кебезін жануарлар мен өсімдік тектес компоненттермен, атап айтқанда қан ұнымен (3%), сүйек ұнымен (2%) және жүгері глютенімен (5%) алмастыру сіңімді ақуыз құрамының 65-75% - ға айтарлықтай өсуіне ықпал ететінін көрсетті. Сонымен қатар, жемішоп концентратының бірқатар басқа сапалық сипаттамаларының жақсаруы байқалды, бұл ұсынылған формуланың жоғары тиімділігін көрсетеді. Жұмыста жемішоп байыту концентратының (ЖБК) ауыл шаруашылығы жануарларының өнімді және биологиялық көрсеткіштеріне оң әсері ашылған және ғылыми негізделген. Сауын сиырлардың рационына ЖБК қосу сүт өнімділігінің деңгейін арттыруға, сүттің сапалық сипаттамаларын, оның ішінде май мен ақуыз құрамын жақсартуға ықпал ететіні анықталды. Сонымен қатар, бұл концентратты қолдану жас жануарлардың өсуіне және дамуына ынталандырушы әсер ететіні анықталды, бұл бұзаулардың тірі салмағының орташа тәуліктік өсуінің артуымен көрінеді. Алынған нәтижелер сүт өндіру процестерін қарқындатуға және жалпы жануарлардың өнімділігін арттыруға бағытталған функционалдық жемішоп компоненті ретінде қолданудың жоғары тиімділігін көрсетеді.

Негізгі сөздер: жем байыту концентраты (ЖБК), рецепт, сиыр, сүт, қан ұны, сүйек ұны.

FEED ENRICHMENT CONCENTRATE FOR FARM ANIMALS

ZH.S. ALIMKULOV, A.A. AMANTAYEVA, K.T. SHAYLIYEVA*, K.N. FAZYLOVA

(“Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries” LLP,
Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty, E.Serkebaev str., 62)

Corresponding author's e-mail: gayhap1979@mail.ru*

Under the current development of the agro-industrial sector, one of the key and multifaceted challenges is to ensure an adequate supply of livestock products that meet high standards of quality and safety. A crucial prerequisite for increasing production volumes and improving product quality is the provision of farm animals with nutritionally balanced complete feeds optimized in terms of energy and protein content, macro- and microelement composition, as well as biologically active substances, in strict accordance with the physiological requirements of the animals and the expected level of productivity. The incorporation of blood meal, bone meal, corn meal, corn gluten meal, and phosphate concentrate into feed supplements for dairy cows is of considerable practical importance. Accordingly, this study developed and scientifically substantiated the formulation of a feed enrichment concentrate for dairy cows that meets the required nutritional specifications, ensures biological adequacy, and provides efficient utilization under intensive dairy production systems. Within the framework of this study, a calculated formulation of the feed enrichment concentrate was developed, and pilot-scale batches were subsequently produced based on the proposed recipe. A comprehensive evaluation of their chemical composition, energy and nutritional value, as well as probiotic activity, was carried out. The experimental results demonstrated that replacing wheat bran with animal- and plant-derived ingredients, specifically blood meal (3%), bone meal (2%), and corn gluten meal (5%), resulted in a substantial increase in digestible protein content by 65–75%. In addition, several other quality characteristics of the feed enrichment concentrate were improved, confirming the high efficacy of the proposed formulation. The study elucidated and scientifically substantiated the positive effects of the feed enrichment concentrate on the productive performance and biological parameters of farm animals. It was established that the inclusion of the feed enrichment concentrates in the diets of dairy cows enhanced milk yield and improved milk quality characteristics, including milk fat content and protein composition. Furthermore, the use of the concentrate was found to stimulate animal growth and development, as evidenced by an increase in average daily milk yield. These findings demonstrate the high efficacy of the feed enrichment concentrate as a functional feed ingredient aimed at intensifying milk production processes and enhancing the overall productivity of dairy cows.

Keywords: feed enrichment concentrate (FEC), recipe, cow, milk, blood meal, bone meal.

Введение

Готовые комбикорма, формируемые из разнообразных видов сырья, подлежат балансировке по содержанию питательных веществ с учётом физиологических и возрастных характеристик животных. Нарушение сбалансирован-

ности рациона по ключевым показателям — в частности, по уровню протеина и энергетической ценности — приводит к снижению реализации генетического потенциала животных и обуславливает нерациональный перерасход кормовых ресурсов [1-3].

В условиях наблюдаемого в последние годы сокращения объёмов производства, сужения ассортимента, снижения качества и одновременного роста цен на высокобелковые виды сырья в комбикормовой промышленности возник дефицит кормов, сбалансированных по питательным веществам, в особенности по протеину. Данное обстоятельство обусловило сокращение объёмов выпуска комбикормов, что, в свою очередь, привело к уменьшению поголовья сельскохозяйственных животных.

Вследствие недостаточно эффективного и нерационального использования отходов ежегодно утрачивается свыше 500 тыс. т кормовых единиц и около 25 тыс. т растительного сырья. Комплексный подход к их использованию, включающий глубокую переработку и максимально полное извлечение ценных компонентов из вторичных сырьевых ресурсов с применением современных экологически безопасных технологий, позволяет существенно повысить эффективность их вовлечения в хозяйственный оборот и снизить уровень ресурсных потерь [4-6].

Существенным источником разнообразных питательных веществ для сельскохозяйственных животных выступают вторичные ресурсы перерабатывающих отраслей промышленности, к которым относятся кукурузные корма, кукурузный глютен, кровяная и костная мука, фосфатный концентрат, соевый шрот и другие компоненты [7-9].

Проблематика утилизации вторичных сырьевых ресурсов находится в центре внимания как отечественных, так и зарубежных исследователей. Вместе с тем анализ научно-технической и патентной литературы свидетельствует об отсутствии научно обоснованных подходов к созданию комплексных ресурсосберегающих технологий переработки отходов, обеспечивающих получение высокопитательных кормовых концентратов с повышенной степенью усвояемости. В частности, недостаточно изучены вопросы комплексной переработки вторичного сырья зерноперерабатывающей и масложировой промышленности, включая пшеничные отруби, шрот и фосфатный концентрат. Кроме того, отсутствуют обоснованные сведения о рациональном конструировании технологий производства комбикормов для сельскохозяйственных животных на основе обогатительных кормовых концентратов, получаемых из вторичных ресурсов [10, 11].

Целью данного процесса является получение кормовой муки с высокими потребительскими показателями из крови, после убоя

сельскохозяйственных животных и птиц [12, 13].

Мясокостная мука производится в процессе переработки туш животных, непригодных для использования в пищевых целях, а также различных побочных продуктов убоя. Данный вид сырья характеризуется высоким содержанием сухого вещества (не менее 90%), при этом уровень сырого протеина составляет 30–50%, а жира — 12–20%. Энергетическая ценность соответствует примерно одной овсяной кормовой единице. Протеиновая питательность определяется соотношением мышечной и костной тканей; в среднем в 1 кг продукта содержится около 359 г переваримого протеина. Коэффициент переваримости питательных веществ достигает порядка 80%. Наиболее широко мясокостная мука применяется при производстве комбикормов [14, 15].

Кровяная мука производится из крови и смывных вод с незначительным добавлением костной ткани (не более 5%). Качественный продукт характеризуется тёмно-коричневой окраской, однородной структурой без комков и специфическим запахом. Энергетическая ценность данного вида корма в среднем соответствует одной овсяной кормовой единице, что составляет около 12 МДж обменной энергии.

В качестве кормовой добавки кровяная мука применяется преимущественно как источник протеина сравнительно низкого качества, что обусловлено её невысокой переваримостью (порядка 66%), а также ограниченным содержанием отдельных незаменимых аминокислот, таких как метионин и изолейцин, при наличии лишь следовых количеств глицина. Вместе с тем данный продукт характеризуется повышенным содержанием железа [16, 17].

С учётом вышеизложенного, проведение комплексных научных исследований, направленных на разработку комбикормов с использованием кормового обогатительного концентрата, получаемого из вторичных сырьевых ресурсов перерабатывающих отраслей, следует рассматривать как актуальное и теоретически обоснованное направление развития современного кормопроизводства, обладающее значительным потенциалом ресурсосбережения и повышения эффективности аграрного сектора.

Целью настоящего исследования является научное обоснование и разработка ресурсосберегающей технологии производства комбикормов для сельскохозяйственных животных с применением кормового обогатительного концентрата (КОК), обеспечивающей повышение качественных характеристик готовой продукции

при одновременном снижении её себестоимости и оптимизации производственных затрат.

Материалы и методы исследований

Для достижения поставленной цели был проведен научно-хозяйственный опыт по изучению эффективности применения кормового обогатительного концентрата (КОК) в кормлении дойных коров в основной период лактации в КХ «Ынтымак». В исследовании использовали животных, распределенных по принципу сбалансированных групп с учетом уровня молочной продуктивности и физиологического состояния. Всего в опыте участво-

вало 30 коров, сформированных в три группы по 10 голов: контрольную, первую опытную и вторую опытную. Животные контрольной группы получали основной рацион с комбикормом базового состава, принятого в хозяйстве. В рационы коров опытных групп вводили комбикорм на основе кормового обогатительного концентрата в различном количестве. В составе комбикорма первой опытной группы содержание КОК составляло 20%, второй опытной группы — 25% от общей массы комбикорма. Схема проведения опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных в группе, гол.	Условия кормления
контрольная	10	Основной рацион (ОР)
I - опытная	10	Комбикорм на основе кормового обогатительного концентрата 20%
II- опытная	10	Комбикорм на основе кормового обогатительного концентрата 25%

Основным показателем, характеризующим эффективность применения кормового обогатительного концентрата, являлась молочная продуктивность коров. Среднесуточный удой учитывали за период опыта. Для более объективного сравнения продуктивности между группами проводили пересчет удоя на базисную жирность молока 3,4%. Эффективность использования кормов оценивали по затратам кормовых единиц на производство 1 кг молока.

Для определения влияния различных уровней включения кормового обогатительного концентрата на качество молока проводили исследование его химического состава. Отбор образцов молока осуществляли в установленные периоды лактации. В исследуемых образцах определяли массовую долю сухого вещества, белка и жира, а также содержание СОМО, золы, кальция и фосфора, плотность молока.

Содержание основных компонентов молока определяли лабораторными методами на приборе Лактан 1-4М. Полученные показатели использовали для сравнительной оценки качества молока коров контрольной и опытных групп.

Экономическую эффективность применения кормового обогатительного концентрата определяли путем сопоставления продуктивности животных, расхода кормов. Экспериментальные данные подвергали статистической обработке. Результаты исследований представлены в виде средних арифметических значений с указанием ошибки средней.

Результаты исследований и их обсуждение

Качество получаемого кормового концентрата определяется эффективностью функционирования отдельных технологических линий и их компонентов. На формирование качественных показателей продукта значительное влияние оказывают тщательная подготовка сырья, его очистка от посторонних примесей, степень измельчения, а также точность дозирования и гомогенизации компонентов. Исходя из количественного состава компонентов и целевого назначения готового продукта разработана рецептура кормового обогатительного концентрата. В таблице 2 представлена рецептура кормового обогатительного концентрата для молочных коров.

Таблица 2. Рецепт кормового обогатительного концентрата для молочных коров

Наименование компонентов, %	Номер рецепта		
	№1	№2	№3
Кукурузный корм	16,0	16,0	16,0
Кукурузный глютен	12,0	12,0	12,0
Соевый шрот	21,0	21,0	21,0
Отруби пшеничные	33,0	31,0	29,0
Кровяная мука	6,0	7,0	8,0
Костная мука	4,0	5,0	6,0
Трикальций фосфат	3,0	3,0	3,0
Мел	3,0	3,0	3,0
Соль	2,0	2,0	2,0
Итого	100,0	100,0	100,0
Качественные характеристики кормового обогатительного концентрата			
Кормовая единица, кг	108,0	109,0	108,0
Протеин, %	22,0	23,2	22,0
Жир, %	4,8	5,0	5,0
Клетчатка, %	8,0	8,2	8,0

Рецептурная композиция комбикорма с включением кормового обогатительного концентрата, обеспечивающая рациональное и

высокоэффективное использование побочных продуктов перерабатывающих производств, представлена в таблице 3.

Таблица 3. Базовый и оптимизированный рецептурные варианты комбикорма с включением кормового обогатительного концентрата

Наименование компонента	Группа (n=10)		
	контрольная	1 опытная на основе кормового обогатительного концентрата	2 опытная на основе кормового обогатительного концентрата
1	2	3	4
Кукуруза	30,0	20,0	20,0
Ячмень	10,0	10,0	10,0
Овес	25,0	23,0	20,0
Зерновая смесь	5,0	5,0	5,0
Отруби пшеничные	16,0	22,0	20,0
Шрот подсолнечный	8,0	-	-
Фосфат кормовой	2,0	-	-
Мел кормовой	2,0	-	-
Соль поваренная	1,0	-	-
Премикс	1,0	-	-
Кормовой обогатительный концентрат	-	20,0	25,0
Обменная энергия, МДж	177,0	178,8	179,0
Сухое вещество, кг	17,2	18,0	18,0
Сырой протеин, г	2816,2	2877,8	2882,2
Переваримый протеин, г	1981,6	1990,6	1984,2
Сырой жир, г	606,2	620,4	622,2
Сырая клетчатка, г	405,8	411,2	415,4
Сахар, г	1412,2	1415,4	1420,3
Кальций, г	201,0	201,0	212,0
Магний, г	52,0	55,0	59,2
Соль поваренная, г	98,2	101,4	122,3
Железо, мг	5542,2	5545,4	5424,1
Медь, мг	148,6	172,2	175,1
Йод, мг	22,0	26,4	32,2
Каротин, мг	748,2	755,4	762,2

Введение кормового обогатительного концентрата в рационы молочных коров в основной период лактации в количестве 20–25% от массы комбикорма способствует повышению экономической эффективности производства молока. В частности, установлено снижение себестоимости продукции на 2,1–2,6%, а также получение дополнительной прибыли в расчёте на одну голову в пределах 100,0–105,0 тыс. тенге в условиях проведённого эксперимента.

Применение кормового обогатительного концентрата (КОК) оказало выраженное поло-

жительное влияние на качественные характеристики молока. Так, на 30-е сутки после отёла в молоке коров первой и второй опытных групп были зафиксированы максимальные значения содержания сухого вещества, белка, жира и минеральных компонентов. При этом превышение аналогичных показателей контрольной группы составило: по сухому веществу — 3,2 и 8%, по содержанию белка — 2,6 и 1,8%, что свидетельствует о повышении биологической полноценности и технологической ценности молочной продукции. (табл. 4).

Таблица 4. Химический состав молока

Показатель, %	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
<i>На 30-й день после отела (n=5)</i>			
Сухое вещество	11,62±0,34	12,02±0,49	12,55±0,68
Белок	3,11±0,02	3,19±0,01*	3,1±0,02
Жир	3,70±0,03	3,78±0,04	3,83±0,01**
СОМО	8,49±0,04	8,60±0,09	8,72±0,06
Плотность, А°	28,46±0,04	28,56±0,11	28,64±0,13
Зола	0,68±0,02	0,71±0,004	0,72±0,06
Кальций	0,122±0,005	0,114±0,002	0,124±0,005
Фосфор	0,087±0,004	0,084±0,005	0,098±0,007
<i>На 90-й день после отела (n=5)</i>			
Сухое вещество	12,89±0,19	13,09±0,32	13,20±0,59
Белок	3,13±0,02	3,20±0,02	3,19±0,02
Жир	3,74±0,02	3,86±0,07	3,91±0,06*
СОМО	8,34±0,04	8,43±0,06	8,46±0,03
Плотность, А°	28,44±0,13	28,45±0,12	28,55±0,08
Зола	0,61±0,03	0,65±0,03	0,72±0,01*
Кальций	0,108±0,06	0,118±0,009	0,120±0,003
Фосфор	0,083±0,004	0,086±0,004	0,092±0,003

В течение первого месяца лактации среднесуточный удой коров первой и второй опытных групп составил соответственно 19,1 и 19,8 кг, тогда как в контрольной группе данный показатель находился на уровне 18,5 кг. Таким образом, превышение молочной продуктивности в опытных группах по сравнению с контролем составило 7,1 и 7,3% соответственно (табл. 5), что свидетельствует о положительном влиянии исследуемого кормового фактора на уровень

продуктивности животных в начальный период лактации.

В последующий, второй месяц лактации, отмечена тенденция к дальнейшему увеличению молочной продуктивности коров опытных групп, что указывает на пролонгированный эффект применения кормового обогатительного концентрата и его устойчивое воздействие на физиологические процессы, определяющие уровень молокообразования.

Таблица 5. Молочная продуктивность коров за опыт

Показатель	Группа (n=10)		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Среднесуточный удой, кг за период опыта	18,5	19,1	19,8
в пересчете на базисную жирность 3,4%	19,64±0,76	22,31±0,81*	21,82±0,62*
Затраты кормов 1 кг молока	0,83	0,80	0,79

Заключительным этапом проведённых исследований явилась комплексная оценка экономической эффективности разработанной кормовой технологии, основанная на совокупности полученных зоотехнических и производственных показателей. Установлено, что повышение продуктивности животных само по себе не обеспечивает роста рентабельности производства: увеличение объёмов валовой продукции без одновременного снижения себестоимости не приводит к улучшению экономических результатов хозяйственной деятельности.

Проведённые расчёты показали, что использование разработанного кормового обогатительного концентрата в рационах животных способствует снижению затрат кормов в опытных группах на 3,8–6,4% при незначительных различиях в общем уровне их потребления. Общая стоимость кормов, израсходованных за период исследований в расчёте на одно животное, в контрольной и опытных группах находилась в пределах 1,33–1,43 млн тенге. При этом удельный вес кормовых затрат в структуре себестоимости молока оставался стабильным и составлял в среднем 41,9%.

Анализ полученных данных свидетельствует о высокой эффективности применения кормового обогатительного концентрата в составе комбикормов. Добавление доли кормового обогатительного концентрата до 20% способствует дальнейшему росту молочной продуктивности — на 3–4 %, а также снижению затрат кормов на 5,1%, что указывает на оптимизацию процессов кормоиспользования и повышение эффективности трансформации питательных веществ в продукцию.

При пересчете удоя на базисную жирность молока 3,4% отмечено более выраженное преимущество опытных групп. В 1-й опытной группе данный показатель увеличился до 22,31 кг, а во 2-й опытной группе — до 21,82 кг, тогда как в контрольной группе он составил 19,64 кг.

Одновременно установлено снижение затрат кормов на производство 1 кг молока. В контрольной группе данный показатель составил 0,83 корм. ед., тогда как в 1-й и 2-й опытных группах он

снизился соответственно до 0,80 и 0,79 корм. ед. Это свидетельствует о повышении эффективности использования питательных веществ рациона и улучшении конверсии корма в продукцию.

Максимальный эффект достигнут при введении 25% кормового обогатительного концентрата в состав комбикорма: среднесуточный удой увеличивается на 7–7,5%, при этом расход кормовых единиц снижается на 6,4%. Данные результаты подтверждают целесообразность использования повышенных доз концентрата в рационах дойных коров с точки зрения, как продуктивности, так и экономической эффективности.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что применение кормового обогатительного концентрата в рационах дойных коров оказывает положительное влияние на уровень молочной продуктивности и эффективность использования кормовых ресурсов. Включение разработанного концентрата в рацион животных опытных групп способствовало повышению среднесуточного удоя по сравнению с контрольной группой.

Использование кормового обогатительного концентрата в рационах дойных коров способствовало повышению уровня молочной продуктивности. В опытных группах среднесуточный удой составил 19,1–19,8 кг молока, что выше показателя контрольной группы (18,5 кг) на 3,2–7,0%. При пересчете продуктивности на базисную жирность молока 3,4% установлено увеличение удоя до 22,31 кг в 1-й опытной группе и 21,82 кг во 2-й опытной группе против 19,64 кг в контрольной группе, что соответствует повышению на 11,1–13,6%. Одновременно отмечено улучшение эффективности использования кормов. Затраты кормовых единиц на производство 1 кг молока в опытных группах снизились с 0,83 до 0,80–0,79, что свидетельствует о сокращении расхода кормов на 3,6–4,8% по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, включение кормового обогатительного концентрата в рацион дойных коров обеспечивает повышение молочной продуктивности и способствует более эффективной трансформации питательных веществ корма в молочную продукцию.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках реализации бюджетной программы: BR24892775 «Разработка технологии комплексной и глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для производства продуктов питания, обеспечивающие высокое качества и безопасности выпускаемой продукции» по проекту «Совершенствование технологии производства пробиотических и высокопитательных комбикормов для сельскохозяйственных животных с введением натурального мульти-белкового сырья» на 2024-2026гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.Т. Жиенбаева, А.И. Изтаев, Ж.С. Алимкулов Инновационные технологии комбикормов с использованием вторичного сырья зерноперерабатывающих производств. // Монография. - Алматы. 2015.
2. Ж.С. Алимкулов, М.Т. Велямов, И.Ю. Потороко, К.Н. Фазылова, К.Т. Шаулиева, М.Ж. Бектурсунова Разработка научно-обоснованной рецептуры кормовой добавки лечебно-профилактического действия для сельскохозяйственных животных // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. -2020. -Т. 8, -№ 2. - С. 5–12. DOI: 10.14529/food200201
3. В.А. Голиков, Е. Гамбург, О.Б. Пашкевич Кормоцехи. //Алма-Ата: Кайнар, - 2012. -С.215.
4. Ж.С. Алимкулов Новое в технологии и технике производства комбикормов. //Аналитический обзор. КазГосИНТИ. -Алматы. -1995. -С.48.
5. А.А. Саламатов, Р.Р. Рахимов, О.В. Федорова Использование вторичных ресурсов агропромышленного комплекса в производстве кормовых добавок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2018. -№ 6 (164). -С. 118–123.
6. М.В. Ландшафт Организационно-экономические отношения в системе производства и реализации комбикормовой продукции. //Дисс. на соискание докт. наук. -М.-2010. -С.148
7. И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве. //Научный аналитический обзор. -М. -ФГБНУ «Росинформагротех». -2011. - С.96.
8. А.Б. Москвичева, Г.С. Шарафутдинова, Ф.С. Смагуллин Перспективы высокотехнологичного производства кормового белкового концентрата из масличных культур. // Зерновое хозяйство России. - Казань. -2014. -№2. -С.60-64.
9. А. Георганас, Э. Гиамури, А.К. Паппас Биоактивные соединения пищевых отходов: обзор возможностей трансформации пищевых отходов в корма для животных // Foods. - 2020. - Т. 9. № 3. - С. 291. DOI: 10.3390/foods9030291.
10. Г. Столяров Сбалансированные комбикорма - залог высокопродуктивного животноводства. // Комбикорма. - 2002. -№3. -С.18-22.
11. В.А. Егоров Усовершенствованная технология двухэтапного способа производства комбикормов

для сельскохозяйственных животных. // Пищевая технология и сервис. -2012. - №1. - С.27-31.

12. С.Д. Баданов О.С. Старостина Состав крови и его связь с молочной продуктивностью у коров. //Зоотехния. 2005.-№10. - С. 14-17.

13. С. Зимин Нетрадиционные виды сырья. //Комбикормовая промышленность. - М.-1996. -№4. - С.23-26.

14. Е.Н. Мартынова, Л.В. Топорова Использование продуктов переработки животного происхождения в кормлении сельскохозяйственных животных // Вестник аграрной науки. - 2020. - № 4. - С. 45–52.

15. Л. Рудич, Рыжов с. Оборудование для производства комбикормов в хозяйствах. //Комбикорма. -2009. - №5. – С.12-14.

16. А.М. Лопатко А.Л. Зиновенко Производство комбикормов – новые ориентиры// Белорусское сельское хозяйство. – 2008. -№11 (79).- №12. (80) - С.40-45.

17. В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова Использование белковых кормов животного происхождения в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы //Птица и птицепродукты. - 2017. - № 4. С. 14–18.

REFERENCES

1. S.T. Jienbaeva, A.I. Iztaev, J.S. Alimkylov Innovatsionnye tehnologii kombikormov s ispolzovaniem vtorichnogo syria zernopererabatyvayushih proizvodstv. [Innovative technologies of compound feeds using secondary raw materials of grain processing industries]// Monografiya. - 2015. (In Russian)
2. J.S. Alimkylov, M.T. Velamov, I.Y. Potoroko, K.N. Fazylova, K.T. Shaulyeva, M.J. Bektursynova Razrabotka nauchno-obosnovannoi retseptury kormovoi dobavki lechenno-profilakticheskogo deistviya dlia selskoxoziaistvennyhivotnyh. [Development of a scientifically substantiated formulation of a therapeutic and preventive feed additive for farm animals]//Vestnik Ijyno-Yralskogo gosydarstvennogo ynvirsiteta. Seriya: Pievye i biotehnologii. -2020. -T. 8, -№ 2. - S. 5–12. DOI: 10.14529/food200201. (In Russian)
3. V.A. Golikov, E. Hamburg, O.B. Pashkevich Feedstocks. [Feed mills] //Alma Ata. Kainar. -2012. - p.215. (In Russian)
4. J.S. Alimkylov Novoe v tehnologii i tehnike proizvodstva kombikormov. [New in technology and equipment for the production of compound feed] //Analiticheskii obzor. KazGosINTI. -Almaty. -1995. -p. 48. (In Russian)
5. A.A. Salamatov, R.R. Rahimov, O.V. Fedorova Ispolzovanie vtorichnyh resyrsov agropromyshlennogo kompleksa v proizvodstve kormovyh dobavok [Use of secondary resources from the agro-industrial complex in the production of feed additives] //Vestnik Altaiskogo gosydarstvennogo agrarnogo ynvirsiteta. -2018. -№ 6 (164). -S. 118–123. (In Russian)
6. M.V. Landshaft Organizatsionno-ekonomicheskie otnosheniya v sisteme proizvodstva i realizatsii kombikormovoi prodyyktu [Organizational and economic relations in the system of production and sale of compound feed products] //Dissertatsiya ekonomicheskikh nayk. -M.-2010. -p.148. (In Russian)
7. I.A. Shvanskaya, L.Y. Konovalenko Ispolzovanie othodov pererabatyvayushih otraslei v jivotnovodstve. [Use of waste from processing industries in animal husbandry]

//Найchnyi analiticheski obzor. -M. -FGBNÝ "Rosin-formagroteh". -2011. - p.96. (In Russian)

8. A.B. Moskvicheva, G.S. Sharafytdinova, F.S. Smagýllin Perspektivy vysokotekhnologichnogo proizvodstva kormovogo belkovogo kontsentrata iz maslichnykh kýltýr [Prospects for high-tech production of feed protein concentrate from oilseeds] //Jýrnal Zernovoe hoziaistvo Rossi. - Kazan. -2014. -№2. pp.60-64. (In Russian)

9. A. Georganas, E. Giamýri, A.K. Pappas Bioaktivnye soedineniia pievyh othodov: obzor vozmojnostei transformatsii pievyh othodov v korma dlia jivotnykh [Bioactive Compounds in Food Waste: A Review of the Potential for Food Waste Transformation into Animal Feed] // Foods. - 2020. - T. 9. № 3. - S. 291. DOI: 10.3390/foods9030291. (In Russian)

10. G. Stoliarov Sbalansirovannye kombikorma - zalog vysokoprodýktivnogo jivotnovodstva [Balanced feed is the key to high-yielding livestock farming] // Jýrnal Kombikorma. - 2002. -№3. (In Russian)

11. V.A. Egorov Ýsovershenstvovannaia tehnologiya dvýhetapnogo sposoba proizvodstva kombikormov dlia selskohoziastvennykh jivotnykh [Advanced technology for the two-stage production of animal feed] //Jýrnal Pievaia tehnologiya i servis -2012. - №1. - pp.27-31. (In Russian)

12. S.D. Badanov O.S. Starostina Sostav krovi i ego

sviaz s molochnoi prodýktivnostý ý korov [Blood composition and its relationship to milk production in cows] //Zootehniia. -2005.-№10. - pp. 14-17. (In Russian)

13. S. Zimin Netraditsionnye vıdy syria [Non-traditional types of raw materials] //Kombikormovaia promyshlennost. - M.-1996. -№4. - pp.23-26. (In Russian)

14. E.N. Martynova, L.V. Toporova Ispolzovanie prodýktov pererabotki jivotnogo proishojdeniia v kormlenii selskohoziastvennykh jivotnykh [Use of animal-based processed products in feeding farm animals]// Vestnik agrarnoi náýki. - 2020. - № 4. - S. 45–52.

15. L. Rýdich, Ryjov s. Oborydovanie dlia proizvodstva kombikormov v hoziaistvah [Equipment for producing compound feed in farms] //Kombikorma. -2009. - №5. - p.12-14. (In Russian)

16. A.M. Lopatko A.L. Zinovenko Proizvodstvo kombikormov – novye orientiry [Feed Production: New Directions] // Belorýsskoe selskoe hoziaistvo. – 2008. -№11 (79).- №12. (80) - p.40-45 (In Russian)

17. V.I. Fısmın, I.A. Egorov, T.N. Lenkova Ispolzovanie belkovykh kormov jivotnogo proishojdeniia v kormlenii selskohoziastvennykh jivotnykh i ptitsy [Use of animal protein feed in the feeding of farm animals and poultry] // Ptitsa i ptitseprodýkty. - 2017. - № 4. S. 14–18. (In Russian).

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАНУАР МАЙЛАРЫНЫҢ ТҰРМЫСТЫҚ ҚОЛДАНЫСЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ: МӘДЕНИ ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

^{1,2}М.Р. СЫЗДЫҚ*, ²Н.А. НУРСЕИТОВА, ³Е.Ж. МАСАНОВ,
⁴М. СЕРІКҚЫЗЫ, ²А.Ф. ТӨЛЕГЕН, ²Қ.Ж. СЫМАН, ²Н.Н. АХМЕТСАДЫКОВ

(¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы,
050040, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 71

²«Антиген» ғылыми-өндірістік кәсіпорны ЖШС, Қазақстан Республикасы,
040900, Алматы обл., Азербайбаева, 4

³ Нұр-Мұбарак университеті, Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 73а

⁴Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы, Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: meruersyzdyk@gmail.com*

Мақалада Қазақстанда кең таралған жануар майларын тұрмыстық, тағамдық, халықтық тәжірибе және косметикалық бағытта қолдану ерекшеліктері қарастырылды. Зерттеудің мақсаты – жануар текті майларға қатысты тұтынушылық көзқарастарды, дәстүрлі білімнің сақталуын және олардың табиғи өнім ретіндегі практикалық маңызын бағалау. Ақпараттық база ретінде Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан қатысқан 311 респонденттің онлайн-сауалнама нәтижелері пайдаланылды. Сауалнама 18 сұрақтан тұрды және жануар майларын қолдану жиілігін, түрлерін, мақсаттарын, отбасылық дәстүрлерді, халықтық тәжірибені және табиғи өнім ретінде қабылдау деңгейін анықтауға бағытталды. Нәтижелер бойынша құйрық майы мен жылқы майы халық арасында ең танымал әрі жиі қолданылатын жануар майлары екені анықталды. Құйрық майын қолдану үлесі 73,6%, жылқы майын қолдану үлесі 50,2%, ал жануар майларын аспаздық мақсатта қолдану үлесі 71,1% құрады. Сонымен қатар респонденттердің едәуір бөлігі жануар майларын халықтық тәжірибеде қолданатынын көрсетті. Косметикалық мақсатта қолдану деңгейі төмен болғанымен, жануар майларынан дайындалған өнімдерге қатысты қызығушылықтың бар екені байқалды. Алынған нәтижелер жануар майларының дәстүрлі тағам мәдениетіндегі орнын, тұрмыстық тәжірибедегі сақталуын және жергілікті табиғи шикізат ретінде әрі қарай зерттеу қажеттілігін көрсетеді.

Негізгі сөздер: жануар майлары, тағамдық әдеттер, аспаздық қолдану, дәстүрлі тағам мәдениеті, халықтық медицина, косметикалық қолдану.

БЫТОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ В КАЗАХСТАНЕ: КУЛЬТУРНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

^{1,2}М.Р. СЫЗДЫҚ*, ²Н.А. НУРСЕИТОВА, ³Е.Ж. МАСАНОВ,
⁴М. СЕРІКҚЫЗЫ, ²А.Ф. ТӨЛЕГЕН, ²Қ.Ж. СЫМАН, ²Н.Н. АХМЕТСАДЫКОВ

(¹Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Республика Казахстан,
050040, Алматы, проспект Аль-Фараби, 71

²ТОО «Антиген-научно-производственное предприятие», Республика Казахстан,
040900, Алматинская область, Азербайбаева, 4

³Университет Нур-Мубарака, Республика Казахстан, 050040, Алматы, проспект Аль-Фараби, 73а

⁴Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, Алматы, ул. Төле Би, 100)

Электронная почта автора корреспондента: meruersyzdyk@gmail.com*

В статье рассмотрены особенности применения распространенных в Казахстане животных жиров в бытовой, пищевой, народной практике и косметическом направлении. Цель исследования – оценить потребительские взгляды на жиры животного происхождения, сохранение традиционных знаний и их практическое значение как природного продукта. В качестве информационной базы использованы результаты онлайн-опроса 311 респондентов из разных регионов Казахстана. Опрос

состоял из 18 вопросов и был направлен на определение частоты, типов, целей использования животных масел, семейных традиций, народной практики и уровня восприятия как натурального продукта. Результаты показали, что хвостовой жир и конский жир являются наиболее популярными и часто используемыми животными жирами среди населения. Доля использования курдючного жира составила 73,6%, конского жира-50,2%, а животного жира в кулинарных целях-71,1%. При этом значительная часть респондентов указала, что животные жиры используются в народной практике. Хотя уровень использования в косметических целях был низким, было замечено, что существует интерес к продуктам, приготовленным из животных жиров. Полученные результаты подчеркивают место животных жиров в традиционной пищевой культуре, сохранение в бытовой практике и необходимость дальнейших исследований в качестве местного природного сырья.

Ключевые слова: животные жиры, пищевые привычки; кулинарное применение, традиционная культура питания, народная медицина, косметическое применение.

DOMESTIC USE AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF ANIMAL FATS IN KAZAKHSTAN: CULTURAL AND PRACTICAL ASPECTS

^{1,2}M.R. SYZDYK*, ²N.A. NURSEITOVA, ³E.ZH. MASANOV,
⁴M. SERIKOVNA, ²A.G. TOLEGEN, ²K.ZH. SIMAN, ²N.N. AHMETSADYKOV

(¹Kazakh National University named after Al-Farabi, Kazakhstan, 050040, Almaty,
Al-Farabi avenue, 71

²LLP "Antigen-scientific-production enterprise", Kazakhstan, 050040, Almaty region, Azerbayeva, 4

³Nur-Mubarak University, Kazakhstan, 050040, Almaty, Al-Farabi avenue, 73a

⁴Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole Bi str., 100)

Corresponding author e-mail:meruersyzdyk@gmail.com*

The article considered the features of the use of animal fats, common in Kazakhstan, in the domestic, food, folk practice and cosmetic directions. The purpose of the study is to assess consumer attitudes towards fats of animal origin, the preservation of traditional knowledge and their practical significance as a natural product. The results of an online survey of 311 respondents from different regions of Kazakhstan were used as an information base. The survey consisted of 18 questions and was aimed at determining the frequency, types, goals of using animal fats, family traditions, folk practices and the level of perception as a natural product. According to the results, it was found that tail fat and horse fat are the most popular and commonly used animal fats among the population. The share of the use of tail fat was 73.6%, the share of the use of horse fat was 50.2%, and the share of the use of animal fats for culinary purposes was 71.1%. At the same time, a significant part of the respondents indicated the use of animal fats in folk practice. Although the level of use for cosmetic purposes is low, it has been observed that there is interest in products made from animal fats. The results obtained indicate the place of animal fats in traditional food culture, preservation in domestic practice and the need for further research as local natural raw materials.

Keywords: animal fats, dietary habits, culinary use, traditional food culture, folk medicine, cosmetic use.

Kіpіcne

Қазақ халқының төл мәдениеті көшпелі өмір салтымен тығыз байланысты болғандықтан, мал шаруашылығы, соның ішінде жылқы мен қой өнімдері тағамдық, тұрмыстық және мәдени маңызға ие болды. Жылқы көлік ретінде ғана емес, тағамдық және емдік мақсатта да кеңінен пайдаланылды. Қазақ халқының өмір сүру салтына сай жануар майлары ғасырлар бойы күнделікті тұрмыста, дәстүрлі тамақтануда және халықтық медицинада маңызды рөл атқарып келді [1].

Тағамдық әдет-ғұрыптар мен дәстүрлер халықтың ортақ мәдениетінің бөлігі болып табы-

лады, онда оның өзіндік ерекшелігі, мінезі мен тарихы көрініс табады. Әлемнің әртүрлі халықтары ғасырлар бойы өздерінің гастрономиялық әдеттерін дамытып, ұлттық мәдениеттің ажырамас бөлігі болып табылатын дәстүрлі тағамдарды жасап келеді. Тамақтану барысында тағамның биологиялық компоненттері метаболизм процесінде тірі организм жасушаларының құрылымдық және функционалдық элементтеріне айналып, адамның физикалық және психикалық өнімділігін, бейімделу мүмкіндіктерін, иммундық мәртебесін, денсаулық жағдайын және өмір сүру сапасын қамтамасыз етеді [2].

Қазіргі кезеңде халықтың денсаулығын сақтау және өмір сүру ұзақтығын арттыру мәселесі биология мен медицинамен қатар, заманауи тамақтану технологияларын дамытуда да маңызды орын алады. Осы тұрғыдан алғанда, тағамның липидтік компоненттері адам ағзасының құрылымдық және функционалдық жүйелерін қалыптастыруда ерекше рөл атқарады. Соның ішінде жануар майлары, әсіресе қой мен жылқы майы, тағамдық және технологиялық тұрғыдан маңызды табиғи шикізат ретінде қарастырылуы мүмкін [3].

Қазақ халқының дәстүрлі ет өнімдерінің бірі ретінде жылқы етінен дайындалатын шұжықты, яғни қазыны атап өтуге болады. Ол жылқы етінің ішкі майымен бірге дайындалып, жылқы ішегіне салынып жасалады. Майды қайта балқытқан кезде жұқа қытырлақ қабықтар — шыжғырық алынады, олар көжеге дәм беру үшін қосылады. Одан бөлек, жылқы етінен қарта, жал, жая, төстік және басқа да ұлттық өнімдер өндіріледі. Сонымен қатар, қайта балқытылған ішкі май түрі ретінде тоң майды қолдану жиі кездеседі. Тоң май бауырсақ және басқа ұн өнімдерін қуыруда кеңінен қолданылады [4].

Қазақтың салт-дәстүрлерінде де жануар майлары ерекше маңызға ие. Мысалы, құдалық рәсімінде дайындалатын «Құйрық-бауыр» тағамы қойдың бауыры мен майынан жасалып, туыстық байланыс пен молшылықтың белгісі ретінде құдаларға ұсынылады. Бұл құйрық майдың тағам мен салт-дәстүрді байланыстырудағы маңызын көрсетеді [5].

Жануар майлары косметологияда тері, шаш және тырнақ күтіміне арналған өнімдер өндірісінде қолданылуы мүмкін. Мысалы, қойдың құйрық майы табиғи ланолинмен байланысты қарастырылады. Ланолиннің 10%-ы холестеринді қамтитын стеролдардан тұрады. Физикалық қасиеттері жағынан ланолин адам терісінің сұйық кристалдарына ұқсайды, бұл оның косметикалық өнім ретіндегі тиімділігін түсіндіреді [6].

Қой майының ерекше қасиеттері оның құрамымен де байланысты. Оның құрамында қаныққан май қышқылдары — пальмитин, стеарин, миристиин; моноқанықпаған май қышқылдары — олеин және пальмитолеин; полиқанықпаған май қышқылдары — линол және линолен қышқылдары кездеседі. Бұл құрам қой майының тағамдық және технологиялық қасиеттерін бағалауға негіз болады [7].

Қазіргі уақытта косметика индустриясында жануар майлары бар өнімдер ылғалдандыру, жұмсарту, нәрлендіру және қорғау

сияқты негізгі сипаттамаларға бағытталған. Қойдың құйрық майына негізделген тері күтімі өнімдері жаңа бағыттардың бірі ретінде қарастырылуда [8].

Жылқы майының биологиялық құндылығы оның құрамындағы жоғары молекулалық қанықпаған май қышқылдарымен байланысты. Бұл қышқылдар адам ағзасында қажетті мөлшерде синтезделмейді және тамақ арқылы түсуі қажет. Жылқы майының құрамындағы полиқанықпаған май қышқылдарының ішінде линол және α -линолен қышқылдары маңызды орын алады [9].

Жануар майлары тағамдық өнімдермен қатар, тұрмыстық және өңделген өнімдер құрамында да қолданылған. Сабын мен шам жасау үшін жануар майын өңдеу ежелгі өркениеттерден белгілі болған. Ғасырлар бойы өңделген май тамақ дайындау, дәрілік майлар, шам жасау, су өткізбейтін киімдер және сұлулық өнімдерін дайындау үшін қолданылған. XIX ғасырдың ортасында жануар майын өңдеу өнеркәсіптік сипатқа ие болып, өңдеу өнімдері әртүрлі мақсаттарда пайдаланыла бастады [10].

Сонымен қатар, жануар майы өсімдік майларымен бірге өнімнің қажетті қасиеттеріне жету үшін әртүрлі қатынаста қолданылады. Ол теріге тегістеу және тыныштандыру әсерін тигізеді, ал шашқа күтім жасау әсерін тигізеді. Ежелгі заманнан бері ол теріні тегістеу, күтім жасау, ылғалдандыру және косметикада қолданылатын басқа ингредиенттерді тасымалдау үшін еріткіштер ретінде қолданылып келеді. Қазіргі заманда косметика индустриясы өте тез дамып келе жатқандықтан, жануар майына деген сұраныс артып келеді, себебі оның басқа алмастырғыштарға қарағанда белгілі бір артықшылықтары бар [11].

Қазақтың дәстүрлі тәжірибесінде құс майы, соның ішінде қаз майы, тұрмыстық және халықтық қолдану бағыттарында белгілі болған. Әдеби деректерде қаз майын күйік пен үсік кезінде қолдану тәжірибесі туралы мәліметтер кездеседі [12]. Сонымен қатар, жануар текті майларды сыртқы қолдануға арналған құрамдарда пайдалану мүмкіндігіне қатысты патенттік деректер де бар [13]. Алайда мұндай қолдану бағыттары сауалнама нәтижелері негізінде тек халықтық тәжірибе ретінде қарастырылып, олардың нақты тиімділігі мен қауіпсіздігі арнайы ғылыми зерттеулерді қажет етеді.

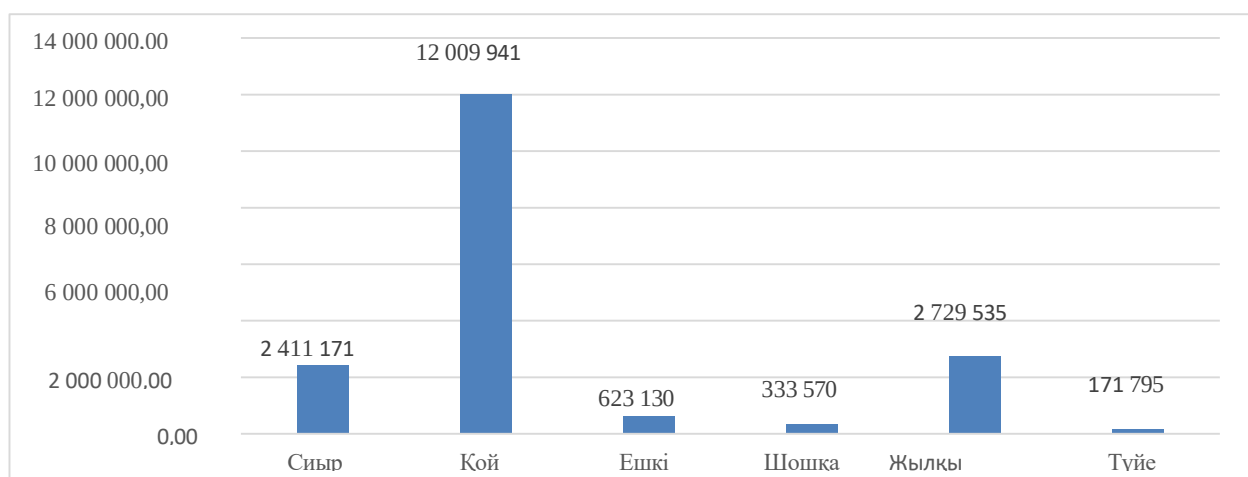
Қазіргі косметика саласында әртүрлі жануарлар түрлерінен алынған майларды пайдалану мәселесі де қарастырылуда. Жануар майларының құрамында триглицеридтердің болуы оларды тері

күтіміне арналған майлы негіздер мен косметикалық композициялар құрамында қолдануға мүмкіндік береді [14]. Дегенмен, мұндай өнімдерді кеңінен қолдану үшін олардың құрамы, қауіпсіздігі, сақтау тұрақтылығы және тұтынушылық қабылдануы қосымша бағалануы қажет.

Қазіргі таңда 2013 жылдан бері Қазақстан халқының жануар текті майларды қаншалықты пайдаланатыны туралы ресми мәліметтер жоқ. Дегенмен Faostat Helgi Library [15] мәліметтері бойынша, 2013 жылы Қазақстанда жан басына шаққандағы жануарлар майын тұтыну 3,80 кг болған. Тарихи тұрғыдан алғанда, Қазақстанда жан басына шаққандағы жануарлар майын тұтыну 1993 жылы 9,80 кг-ға дейін рекордтық көрсеткішке, ал 1998 жылы 1,80 кг-ға дейін рекордтық көрсеткішке жетті. Жан басына

шаққандағы жануарлар майын тұтыну бойынша Қазақстан 149 елдің ішінде 54-ші орында тұр.

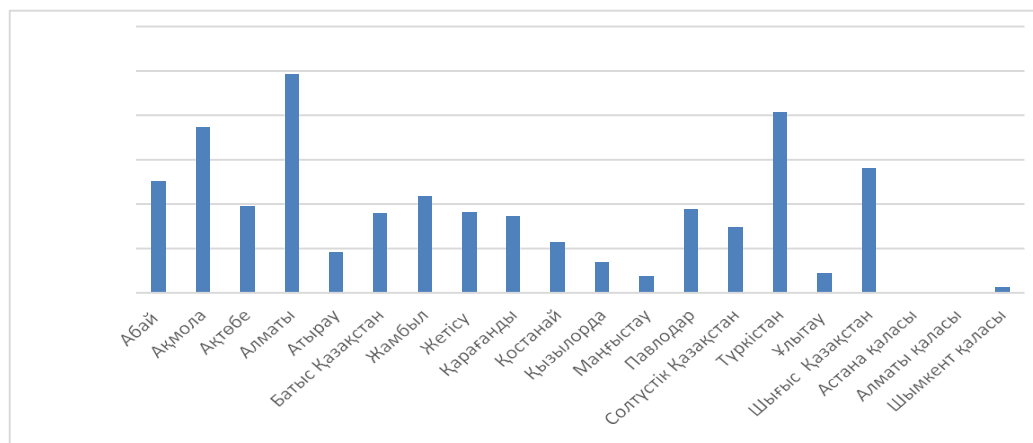
Ұлттық статистика бюросы, Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің [16] мәліметтері бойынша 2025 жылғы қаңтар-қарашада мал мен құстың барлық түрлерінің тірідей салмақта шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткізілгенінің көлемі өткен 2024 жылғы тиісті кезеңмен салыстырғанда 3% өсті: 2024 жылы 612 683,7 т болса, 2025 жылы 631 579,1 т құрап отыр. Ресми мәлімет [17] бойынша 2025 жылғы 1 желтоқсандағы жағдай бойынша мал бас саны сиыр 2 411 171, қой 12 009 941, ешкі 633 130, шошқа 333 570, жылқы 2 729 535, түйе 171 795 құрап отыр (Сурет 1).



Сурет 1. 2025 жылғы 1 желтоқсандағы жағдай бойынша мал бас саны

Ал, Қазақстан бойынша шаруашылықтың барлық санаттары бойынша мал мен құстың шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткіз-

ілгені (тірідей салмақта, кг) ең көбі 246 527,5 кг Алматы облысында тіркелсе, ең азы Астана қаласында 63,1 кг тиесілі (Сурет 2).



Сурет 2. Шаруашылықтың барлық санаттары бойынша мал мен құстың шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткізілгені (тірідей салмақта, кг)

Елімізде ірі қара және майда малдың сойылғандығы туралы осы мәліметтерге ескере отырып, сауалнамада Қазақстан халқының жануар текті май өнімдерін қаншалықты тұрмыста, тағамдық тұтынуға, емдік мақсатта пайдаланатынын анықтау мақсатында сұрақтар енгізілді. Мұндай деректер тамақтану ғылымы мен қоғамдық денсаулық сақтау саласында дәлелді шешім қабылдау, сондай-ақ функционалды тағамдар мен косметикалық формулаларды қоса алғанда, құнды биологиялық өнімдерді әзірлеу үшін өте маңызды.

Сонымен қатар, жануарлар майларын табиғи өнім ретінде насихаттауға қоғамның дайындығын түсіну жергілікті биологиялық ресурстарды тұрақты пайдалануға негізделген.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу мақсаты: Қазақстан халқының жануар текті майларды тұрмыста, тағамдық тұтынуға, емдік және косметикалық мақсатта қолдану тәжірибесін анықтау, сондай-ақ қой және жылқы майының дәстүрлі әрі заманауи қолданылу ерекшеліктерін, мәдени-практикалық маңызын және технологиялық әлеуетін ғылыми-талдамалық тұрғыдан бағалау.

Зерттеу нысаны: Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан қатысқан респонденттердің жануар майларын қолдану тәжірибесі, тұтынушылық көзқарастары және жануар текті майларға қатысты мәдени-әлеуметтік ұстанымдары. Зерттеуге Солтүстік, Оңтүстік, Шығыс, Батыс және Орталық Қазақстан аймақтарынан 311 респондент онлайн форматта қатысты.

Зерттеу әдістері: Зерттеу әлеуметтік сауалнама әдісіне негізделді. Деректерді жинау үшін 18 сұрақтан тұратын онлайн-сауалнама әзірленді. Оның 16-сы жабық сұрақ, біреуі қысқа жауапты және біреуі ашық сұрақ болды. Сауалнама сұрақтары респонденттердің әлеуметтік-демографиялық сипаттамасын, жануар майларын тұрмыста және аспаздықта қолдану жиілігін, емдік және косметикалық мақсатта пайдалану тәжірибесін,

дәстүрлер мен отбасылық рецепттердің сақталуын анықтауға бағытталды. Алынған мәліметтер сипаттамалық статистика әдістері арқылы өңделіп, пайыздық көрсеткіштер мен жиілік талдауы түрінде ұсынылды. Ашық жауаптар мазмұндық талдау арқылы жүйеленді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жүргізілген сауалнама нәтижелері жануар майларының қазақстандықтардың күнделікті тұрмысында, тағам мәдениетінде және дәстүрлі тәжірибесінде белгілі бір орын алатынын көрсетті. Сауалнамаға қатысқан респонденттердің географиялық таралуы біркелкі емес болды. Қатысушылардың басым бөлігі Оңтүстік Қазақстан аймағынан болды (69,6%). Солтүстік Қазақстан өңірінен респонденттердің 13,3%-ы, Батыс Қазақстан аймағынан 9,6%-ы қатысты. Шығыс Қазақстан өңірінен қатысушылар үлесі шамамен 4–5% аралығында, ал Орталық Қазақстан аймағынан қатысқан респонденттердің үлесі шамамен 2–3% болды. Бұл нәтижелер сауалнамаға қатысушылардың аймақтық таралуында Оңтүстік Қазақстан өңірінің басымдығын көрсетеді.

Сауалнамаға қатысқан респонденттердің басым бөлігін әйелдер құрады (83,9%), ал ер адамдардың үлесі 16,1% болды. Мұндай көрсеткіш алынған нәтижелердің белгілі бір деңгейде тұрмыстық және отбасылық тәжірибеге бағытталғанын көрсетеді. Сонымен қатар, болашақ зерттеулерде жыныстық теңгерімді қамтитын сауалнамалар жүргізу жануар майларын қолдану тәжірибесінің әртүрлі көзқарастарын салыстырмалы түрде бағалауға мүмкіндік береді.

Жас ерекшелігіне қарай респонденттердің құрылымы әртүрлі болды: 20 жасқа дейінгі топ – 31,8%, 21–30 жас аралығы – 11,9%, 31–40 жас – 24,4%, 41–50 жас – 15,1%, ал 51 жастан жоғары топ – 16,7% құрады. Бұл көрсеткіштер жануар майларын қолдану тәжірибесінің әртүрлі жас топтарында сақталғанын көрсетеді (Сурет-3).



Сурет 3. Респонденттердің жас ерекшелігі бойынша таралуы

Жас ерекшелігіне байланысты алынған нәтижелер Қазақстанда жануар майларын қолдану тәжірибесінің әртүрлі жас топтарында сақталғанын көрсетеді. Бұл мәліметтер жануар майларын қолдануға қатысты көзқарастардың тек бір жас санатымен шектелмейтінін және дәстүрлі тәжірибенің әртүрлі буын өкілдері арасында белгілі бір деңгейде сақталғанын көрсетеді.

Білім деңгейіне байланысты сауалнама нәтижелері респонденттердің білім деңгейі әртүрлі екенін көрсетті. Жоғары білімділер басым үлесті құрады (47,9%), одан кейін докторантура/PhD деңгейі (17,4%), орта білім (15,1%), магистратура (10,0%) және орта арнаулы білім (9,6%) көрсетілді. Мұндай үлестірім жануар майларын қолдану тәжіри-

бесіне қатысты жауаптардың әртүрлі білім деңгейіндегі респонденттерден алынғанын көрсетеді.

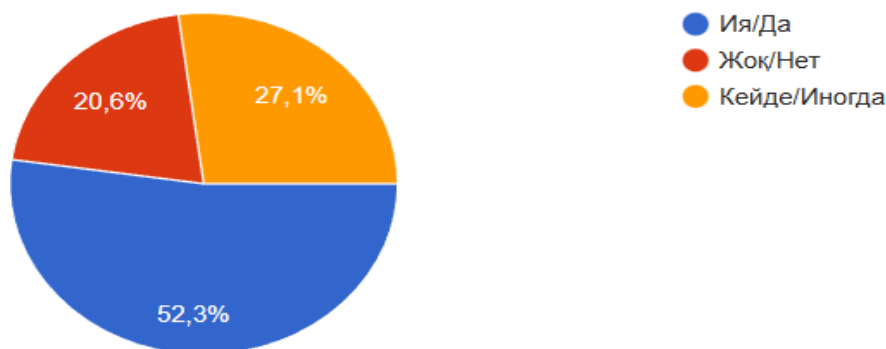
Сауалнама жауап берушілердің атқаратын қызметіне байланысты алынған нәтижелерінде кәсіби қызмет түрлері бойынша әркелкі екенін көрсетті. Ең жоғары үлесті студенттер (34,5%) мен оқытушылар мен ғылыми қызметкерлер (34,5%) құрады. Одан кейін қызметкерлер (15%), үй шаруасындағы адамдар (7,8%), медициналық қызметкерлер, зейнеткерлер және фермерлер салыстырмалы түрде аз үлеске ие болды (Сурет-4). Мұндай кәсіби құрылым зерттеу деректерінің білім беру және ғылыми орта өкілдерінің көзқарасына көбірек негізделгенін көрсетеді.



Сурет 4. Респонденттердің қызмет түрі бойынша таралуы

Кәсіби құрылым жануар майларын қолдану тәжірибесінің дәстүрлі, ғылыми және тұрмыстық аспектілерін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер жануар майларының қазіргі қоғамда тек тағамдық емес, сонымен қатар мәдени және функционалдық маңызы бар өнім ретінде қарастырылатынын көрсетеді. Бұл жануар майларының физика-химиялық қасиеттерін және биологиялық белсенді компоненттерін зерттеудің маңыздылығын одан әрі арттырады.

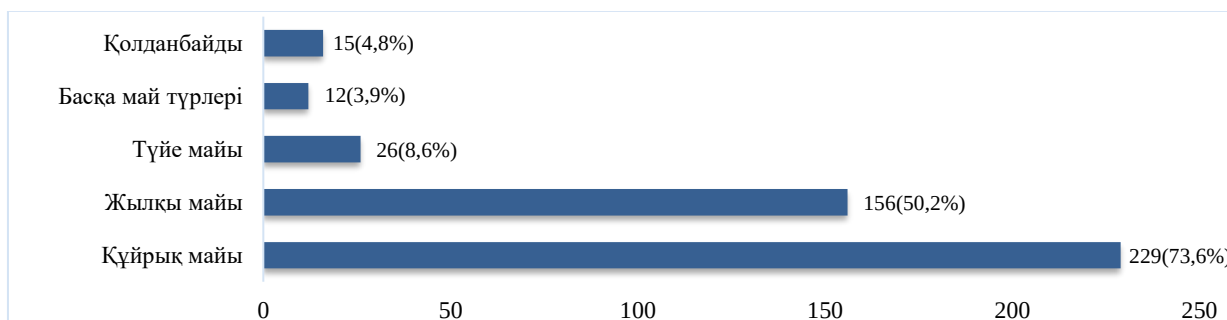
Халықтың жануар майларының қазақстандықтардың күнделікті өмірінде айтарлықтай орын алатынын көрсетті: респонденттердің 52,3%-ы жануар майларын тұрақты түрде қолданатынын, ал 27,1%-ы кейде пайдаланатынын атап өтті (Сурет-5). Бұл деректер жануар майларының тек дәстүрлі тағамдардың құрамдас бөлігі ғана емес, сонымен қатар, күнделікті тұрмыстық тәжірибеде дәстүрлі ет және майға бай рационның қатал климат жағдайында энергия көзі ретінде маңызды екенін көрсетеді



Сурет 5. Жануар майларын күнделікті өмірде қолдану жиілігі

Жануар майларын тұтыну жайлы сұрақтың нәтижесі бойынша қазақстандықтар арасында жануар майларының бірнеше түрі қолданылатыны анықталды, алайда олардың ішінде қойдың құйрық майы мен жылқы майы айқын басымдыққа ие. Сауалнама нәтижелері жануар майларын қолдану құрылымында құйрық майының басым екенін көрсетті (73,6%). Сонымен қатар, респонденттердің жартысынан көбі жылқы майын (50,2%)

пайдаланатынын атап өтті, бұл оның қазақтың дәстүрлі тағамдық мәдениетіндегі маңызын айқындайды. Түйе майын қолдану деңгейі салыстырмалы түрде төмен болды (8,4%), ал респонденттердің 4,8%-ы жануар майларын мүлде қолданбайтынын көрсетті (Сурет-6). Бұл деректер қой және жылқы майының қазақ халқының дәстүрлі тағам мәдениетінде жетекші орын алатынын дәлелдейді.



Сурет 6. Қолданылатын жануар майларының түрлері

Қойдың құйрық майының кең таралуы оның ұлттық тағамдарда жиі қолданылуымен байланысты. Құйрық майы бауырсақ, қуырдақ, ет тағамдары, сондай-ақ кейбір дәстүрлі рәсімдерде қолданылатын тағамдардың негізгі ингредиенті болып табылады.

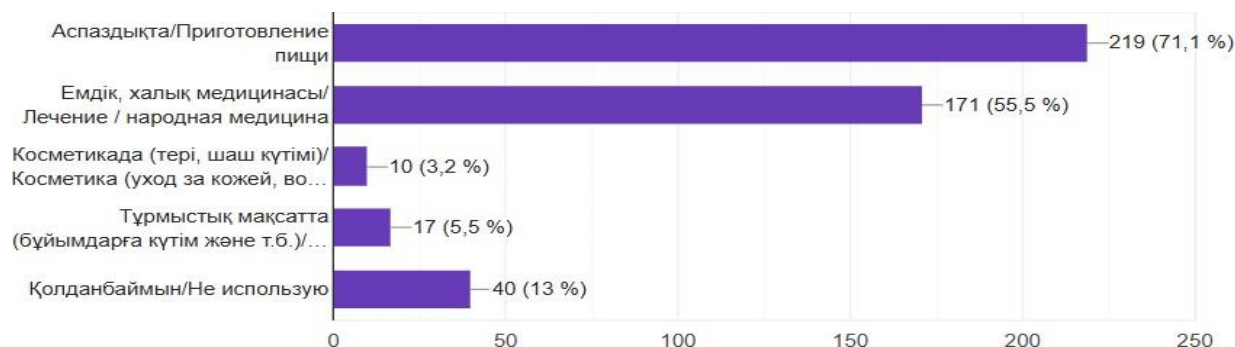
Жылқы майының қолданылу деңгейінің де жоғары болуы оның қазақ тағам мәдениетіндегі ерекше орнына байланысты. Жылқы майы көбінесе шұжық, қазы және басқа да ұлттық ет өнімдерін дайындауда пайдаланылады. Сонымен қатар, түйе майын қолданатын респонденттердің үлесі салыстырмалы түрде төмен болды. Бұл көрсеткіш түйе шаруашылығының Қазақстанның барлық өңірлерінде бірдей дамымағанымен және түйе майының күнделікті тағамда шектеулі қолданылуымен түсіндірілуі мүмкін.

Диаграммада басқа жануар майларының (сиыр майы, әртүрлі құс майлары) қолданылуы жеке респонденттер деңгейінде ғана тіркелген. Бұл олардың күнделікті тұрмыста кең таралмағанын және көбінесе жеке тәжірибе немесе отбасылық дәстүр аясында қолданылатынын көрсетеді. Ал жануар майларын мүлде қолданбайтын респонденттердің үлесінің аз болуы жануар майларының әлі де халықтың тағамдық

тәжірибесінде сақталғанын дәлелдейді.

Бұл алынған нәтижелер Қазақстанда қойдың құйрық майы мен жылқы майының негізгі жануар майлары ретінде басым қолданылатынын көрсетеді. Бұл жағдай жануар майларының этномәдени маңызын ғана емес, сонымен қатар олардың физика-химиялық және биологиялық қасиеттерін зерттеудің ғылыми маңызын арттырады. Сонымен қатар, алынған нәтижелер жануар майларын функционалдық тағам өнімдері мен косметикалық шикізат ретінде қарастыруға болатындығын дәлелдейді.

Жануар майларының түріне байланысты тұтынуға қатысты нәтижеде қазақстандықтардың тұрмысында көпқырлы мақсатта қолданылатынын көрсетті (Сурет-7). Респонденттердің басым бөлігі жануар майларын аспаздықта пайдаланатынын атап өтті (71,1%). Бұл көрсеткіш жануар майларының, әсіресе қойдың құйрық майы мен жылқы майының, ұлттық тағамдарды дайындаудағы маңызды рөлін растайды. Күнделікті тәжірибеде жануар майлары бауырсақ, қуырдақ, ет тағамдары және дәстүрлі ет өнімдерін әзірлеу кезінде кеңінен қолданылады.



Сурет 7. Жануар майларын қолдану мақсаттары

Жануар майларын тағамда пайдалану туралы сұрақтың жауабы бойынша нәтижеде жануар майларының қазақстандықтардың аспаздық тәжірибесінде әлі де маңызды орын алатынын көрсетті (Сурет-8). Респонденттердің 33,3%-ы жануар майларын үнемі, яғни аптасына бірнеше рет қолданатынын атап өтті. Бұл көрсеткіш жануар майларының, әсіресе қойдың құйрық майы мен жылқы майының, дәстүрлі тағамдарды дайындауда күнделікті немесе жүйелі түрде пайдаланылатынын айғақтайды. Мұндай қолдану көбінесе бауырсақ, қуырдақ, ет тағамдары және ұлттық ет өнімдерін әзірлеумен байланысты.

Жауап берген респонденттердің 26,5%-ы жануар майларын кейде (айына бірнеше рет) қолданатынын көрсеткен. Бұл топ жануар майларын негізінен мерекелік дастархан, қонақ күту немесе дәстүрлі тағамдар әзірленетін жағдайларда пайдаланатынын білдіреді. Ал 25,6% респондент жануар майларын сирек

қолданатынын атап өтті, бұл қазіргі заманғы тамақтану әдеттерінің өзгеруін және өсімдік майларына көшу үрдісін көрсетеді.

Жануар майларын мүлде қолданбайтын респонденттердің үлесі 14,6%-ды құрады. Бұл көрсеткіш қазіргі қоғамда денсаулыққа қатысты жаңа көзқарастардың, диеталық ұсыныстардың және май тұтынуын шектеу үрдісінің бар екенін көрсетеді. Дегенмен, жануар майларын толықтай жоққа шығармай, оларды белгілі бір мөлшерде және дәстүрлі тағам мақсатында қолдану тенденциясы сақталған.

Алынған нәтижелерге қарап, жануар майларын аспаздықта қолдану жиілігінің біркелкі емес екенін, алайда олардың дәстүрлі тағам мәдениетіндегі рөлі әлі де жоғары екенін көруге болады (Сурет-9). Бұл жағдай Қазақстанда дәстүрлі тамақтану тәжірибесі мен заманауи тағамдық көзқарастардың қатар өмір сүріп отырғанын айқындайды.



Сурет 8. Жануар майларын аспаздықта қолдану жиілігі

Респонденттер тамақ әзірлеуде әр түрлі майларды пайдаланады, алайда өсімдік майлары айқын үстемдік етеді (Сурет-9). Респонденттердің 54,5%-ы ас әзірлеу кезінде көбіне өсімдік майларын пайдаланатынын айтты. Бұл көрсеткіш қазіргі қоғамда өсімдік

майларының қолжетімділігі, көпқырлылығымен байланысты болуы мүмкін. Өсімдік майлары күнделікті ас әзірлеуде, әсіресе қуыру арқылы тамақ дайындауда барысында жиі қолданылып келеді.



Сурет 9. Тамақ дайындауда жиі қолданылатын май түрлері

Респонденттердің негізгі бөлігі жануар майларын денсаулыққа пайдалы деп санайтынын білдірді. Атап айтқанда, қатысушылардың 78,3%-ы жануар майларының адам денсаулығына жағымды әсері бар деп есептейді

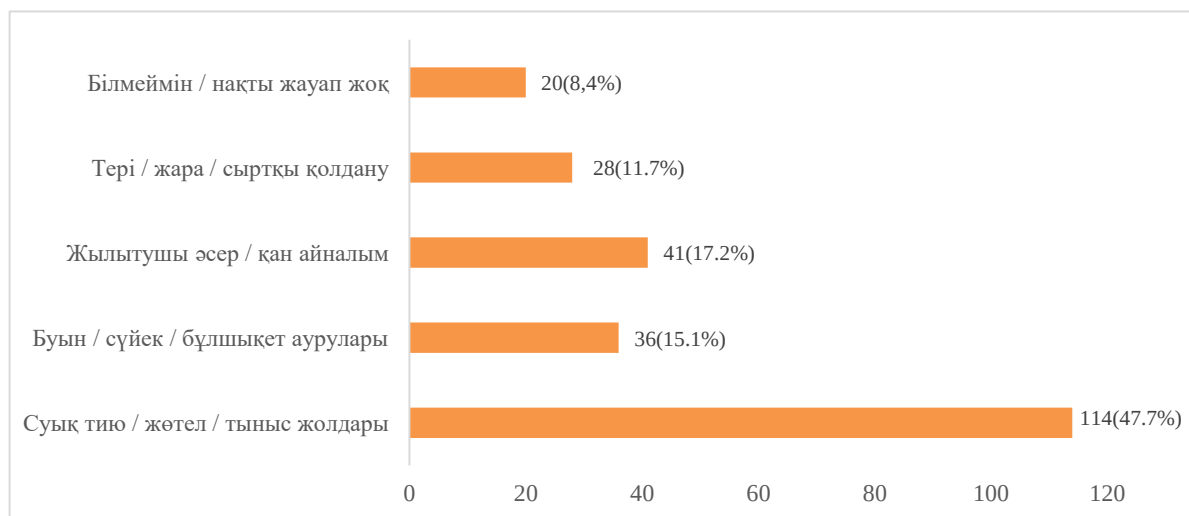
(Сурет-10). Бұл көрсеткіш жануар майларының дәстүрлі ас мәдениетінде ғана емес, халықтық тәжірибеде де белгілі бір орын алатынын көрсетеді.



Сурет 10. Жануар майларын денсаулыққа пайдалы деп есептеу деңгейі

Жануар майларын халықтық тәжірибеде қолдану бойынша респонденттердің 70,2%-ы оларды ішке немесе сыртқа қолданатынын көрсетті. Бұл мәлімет жануар майларының

халықтық тәжірибеде сақталғанын және олардың тұрмыстық қолдану маңызы бар екенін көрсетеді (Сурет-11).

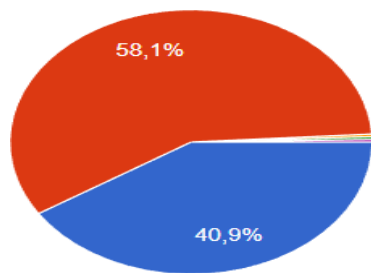


Сурет 11. Жануар майларын халықтық тәжірибеде қолдану

Сауалнамадағы «Сіз бұл майлардың қандай емдік қасиеттерімен таныссыз?» деген ашық сұраққа берілген жауаптар жануар майларының емдік қасиеттері жайлы халық арасында орныққан ұғымдардың мәнін анықтады. Респонденттердің жауаптары, негізінен, суық тию кезінде, денені қыздыру мен жылытуда пайдалану сияқты сипаттамалармен ерекшеленді. Мысалы, «тері, жараға қолдану 11,7%», «суық тигенде 47,7%», «сүйектерге, буын ауруларына 15,1%», «жылытатын әсері

17,2%» сияқты жауаптар жиі ұшырасты.

«Жануар майларынан жасалған өнімдер (крем, сабын) сізге таныс па?» деген сауалға респонденттердің осы өнімдер туралы қаншалықты хабардар екендігін бағалауға мүмкіндік берді. Нәтижелер бойынша, респонденттердің 40,9%-ы жануар майлары негізінде жасалған косметикалық немесе тұрмыстық өнімдермен таныстығын білдірсе, олардың 58,1%-ы бұл өнімдер туралы білмейтінін немесе қолданбағанын мәлімдеді (Сурет-12).

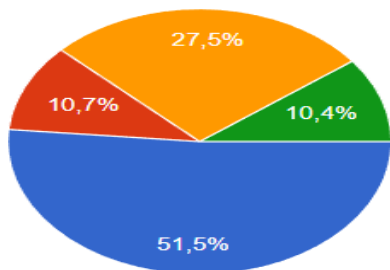


- Ия/ДА
- Жоқ/Нет
- Естігенім бар
- Таныс емес
- Сүйректен сабын білемін

Сурет 12. Жануар майларынан дайындалған өнімдер туралы

Қазақстан өңірлерінде жануар майларын пайдалану дәстүрінің белгілі бір дәрежеде сақталғанын көруге болады. Респонденттердің 51,5%-ы өз аймақтарында жануар майларын пайдалану дәстүрі бар деп есептейді (Сурет-13). Бұл көрсеткіш жануар майларының қазақ

қоғамы үшін тарихи және мәдени мәні әлі де маңызды екенін дәлелдейді. Соның ішінде қойдың құйрық майы мен жылқы майы ұлттық тағамдарда, мерекелік дастарханда және отбасылық дәстүрлерде қолданылып келеді.



- Ия/ДА
- Жоқ/Нет
- Жартылай/Частично
- Білмеймін/Не знаю

Сурет 13. Өңірлерде жануар майларын қолдану дәстүрінің сақталуы

Респонденттердің 10,7%-ы өз өңірлерінде жануар майларын пайдалану дәстүрінің жоғалып бара жатыр деген көзқарасты білдірді. Мұндай көзқарас қала тұрғындарының санының артуымен, тамақтану әдеттерінің өзгеруімен және өнеркәсіптік тауарлардың көптеп таралуымен байланысты болуы ықтимал екендігін көрсетеді. Сондай-ақ, 10,4% респондент бұл сауалға нақты жауап бермей, «білмеймін» деп жауап қайтаруы жануар майларын пайдалану дәстүріне қатысты ақпараттың немесе тәжірибенің біркелкі еместігін көрсетеді.

Респонденттердің басым көпшілігі жануар майларын табиғи өнім ретінде пайдалануына қолдау көрсетуге жағымды көзқараста екенін көрсетті (Сурет-14). Нақты айтқанда, қатысушылардың 64,3% - бұл бастаманы қолдайтынын көрсетті. Бұл өрсеткіш жануар майларының табиғи, дәстүрлі және химиялық өңдеуден аз әсер ететін өнім екендігін көрсетеді. Қазақстан қоғамында табиғи және экологиялық таза өнімдерге деген қызығушылықтың артуы жануар майларына жаңа көзқарас қалыптастыруға әсер етуде.



Сурет 14. Жануар майларын табиғи өнім ретінде қолдануды насихаттауға көзқарас

Зерттеу нәтижелері жануар майларын насихаттаудың мүмкіндіктері бар екенін, бірақ бұл процесті ғылыми дәлелді және теңгерімді түрде жүргізу қажеттігін көрсетті. Жануар майларын кеңінен қолдану олардың тағамдық және биологиялық қасиеттерін объективті түрде бағалаудың маңыздылығын айқындайды. Оларды қолданудың шектеулері мен мақсаттары туралы дәл ұсыныстар беру де маңызды. Насихаттауға қатысты сауалнама мәліметтері жануар майларын табиғи өнім ретінде қайта бағалауға қоғамның дайын екендігін көрсетеді. Бұл жағдай жануар майларын дәстүрлі тағам мәдениетінің құрамдас бөлігі ретінде ғана емес, сонымен қатар функционалдық өнімдер мен биологиялық белсенді шикізат ретінде зерттеудің маңыздылығын арттырады және оларды насихаттау қажеттілігін көрсетеді.

Қорытынды

Зерттеу барысында Қазақстан халқының жануар майларын қолдануға байланысты көзқарастары, тұрмыстық тәжірибелері және дәстүрлі білімнің қазіргі өмірде сақталу деңгейі сауалнама арқылы бағаланды. Сауалнамаға Қазақстанның түрлі аймақтарынан 311 респондент қатысты. Алынған мәліметтер жануар майларын қолданудың аймақтық, тұрмыстық, тағамдық және мәдени ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді.

Сауалнама нәтижелері респонденттердің басым бөлігі Оңтүстік Қазақстан өңірінен екенін көрсетті (69,6%). Бұл жануар майларын қолдану тәжірибесінің дәстүрлі тағам мәдениеті сақталған аймақтармен тығыз байланысты екенін көрсетеді. Респонденттердің негізгі үлесін әйелдер құрады (83,9%), ал ерлердің үлесі 16,1% болды. Мұндай көрсеткіш жануар майларын қолдану мәселесінің үй тұрмысы, тамақтану және отбасылық тәжірибемен байланысты екенін айқындайды.

Зерттеу нәтижелері жануар майларының қазақстандықтардың күнделікті өмірінде әлі де маңызды орын алатынын көрсетті. Қойдың құйрық майы мен жылқы майы ең көп қолданылатын жануар майлары ретінде анық-

талды. Бұл майлардың ұлттық тағамдарды дайындаудағы, дәстүрлі ас мәдениетін сақтаудағы және тұрмыстық тәжірибедегі маңызы айқын байқалды. Сонымен қатар, өсімдік майлары қазіргі аспаздық тәжірибеде кеңінен қолданылғанымен, жануар майлары ұлттық және дәстүрлі тағамдарда өз орнын сақтап отырғаны анықталды.

Жануар майларын пайдаланудың негізгі бағыттары ретінде аспаздық қолдану және халықтық тәжірибе ерекшеленді. Респонденттердің көпшілігі жануар майларын денсаулыққа пайдалы деп санайтынын және оларды халықтық тәжірибеде ішке немесе сыртқа қолданатынын көрсетті. Ашық сұрақтарға берілген жауаптар жануар майларының көбінесе суық тию кезінде, денені жылыту, сыртқа жағу және тағамға қосу мақсатында қолданылатынын көрсетті. Алайда бұл мәліметтер негізінен дәстүрлі тәжірибе мен жеке көзқарастарға сүйенетіндіктен, олардың ғылыми тұрғыдан нақты жүйеленуі және әрі қарай зерттелуі қажет.

Сауалнама нәтижелері жануар майларын косметикалық мақсатта қолдану және олардан жасалған өнімдер туралы хабардарлық деңгейінің төмен екенін көрсетті. Респонденттердің көпшілігі жануар майларын косметикалық мақсатта пайдаланбайтынын және олардан дайындалған крем, сабын сияқты өнімдермен толық таныс емес екенін көрсетті. Бұл жануар майларының косметологиядағы мүмкіндіктері халық арасында әлі кең таралмағанын және осы бағытта ғылыми негізделген өнімдер мен ақпараттандыру жұмыстарының қажет екенін білдіреді.

Сонымен қатар, сауалнама жануар майларын қолдануға қатысты отбасылық дәстүрлер мен рецепттердің қазіргі қоғамда әртүрлі деңгейде сақталғанын көрсетті. Көптеген респонденттер нақты отбасылық дәстүрлердің жоқтығын немесе олардан хабарсыз екенін айтқанымен, бірқатар жауаптарда жануар майларын ұлттық тағамдарда, мерекелік дастарханда және тұрмыстық тәжірибеде қолдану мысал-

дары келтірілді. Бұл дәстүрлі білімнің толық жойылмағанын, бірақ қазіргі өмір салтына байланысты өзгеріске ұшырап отырғанын көрсетеді.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері жануар майларының Қазақстанда тағамдық, тұрмыстық, мәдени және халықтық тәжірибе тұрғысынан маңызды өнім болып қала беретінін көрсетті. Қойдың құйрық майы мен жылқы майы халық арасында ең көп танылған және жиі қолданылатын май түрлері ретінде анықталды. Алынған деректер жануар майларының тағамдық, биологиялық және физика-химиялық қасиеттерін әрі қарай ғылыми тұрғыдан зерттеудің өзектілігін көрсетеді. Дәстүрлі тәжірибені заманауи ғылыми зерттеулермен ұштастыру жануар майларын функционалдық тағамдар мен косметикалық өнімдерге арналған табиғи шикізат ретінде бағалауға мүмкіндік береді.

Қаржыландыру

Зерттеу Қазақстан Республикасының Ғылым және Жоғары білім министрлігінің 2025-2027 жылдарға арналған грантты қаржыландыру жобасы

«AP26101757 Қазақ жылқы популяциясы іш майының қасиеттерін фармакологияда және косметологияда пайдалану үшін зерттеу» шеңберінде жүзеге асырылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Б. Шуршитбай, Ш. Батенова, Д. Амантайқызы. Қазақ халқының дәстүрлі мәдениетіндегі жылқының рөлі // *Modern Scientific Technology*. 2024. № 6. URL: <https://ojs.publisher.agency/index.php/MSA/article/view/3289>

2. A.A. Polukhin, V.I. Panarina, S.P. Klimova Quality management in the food market for sustainable development based on industrial and manufacturing engineering in the age of digital economy // *International Journal for Quality Research*. 2021. Vol. 15, No. 4. P. 1159–1178. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.04-09>

3. C. Mark-Herbert Innovation of a new product category – Functional foods // *Technovation*. 2004. Vol. 24, No. 9. P. 713–719. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00131-1](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00131-1)

4. A. Saito. Trends and Characteristics of Marriage in Kazakh and Japan Cultures // *Eurasian Journal of Social Sciences and Humanities*. – URL: <https://jhumansoc-sc.kaznu.kz/index.php/1- Eurasian/article/view/19>

5. B.V. Berkov, G.I. Berkova Natural'naja kosmetika i omolazhivajushhie sredstva – put' k prodleniju molodosti. M.: Feniks, 2006.

6. И.С. Ромашко, У.Р. Драчук, И.М. Басараб Использование бараньего жира в производстве косметических средств // *Науковий вісник ЛНУВМБТ*

імені С. З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 75. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7528>

7. P. Biswas, C. Datta, P. Rath, A. Bhattacharjee Fatty acids and their lipid mediators in the induction of cellular apoptosis in cancer cells // *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 2022. Vol. 160. Article 106637. <https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2022.106637>

8. M.G. DeNavarre Oils and fats, the historical cosmetics // *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 1978. Vol. 55, No. 4. P. 435–437. <https://doi.org/10.1007/BF0291190>

9. P. Saiki, Y. Kawano, L.J.L.D. van Griensven, K. Miyazaki. Anti-inflammatory effect of *Agaricus brasiliensis* partly due to its linoleic acid content // *Food Funct.* 2017. Vol. 8. P. 4150–4158. <https://doi.org/10.1039/C7FO01172E>

10. H.J. Kim, D. Kim, N.Y. Kim, J.S. Kim, A. Jang Anti-wrinkle and anti-inflammatory effects of combined topical horse oil and dietary enzyme hydrolysates from horse bone // *Process Biochem.* 2020. Vol. 90. P. 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.11.010>

11. F.V. Pertsevyi, N.V. Kamsulina, M.B. Kolesnikova, M.O. Yancheva, P.V. Hurskyi, L.M. Tishchenko. *Tekhnologhiia produktsii kharchovykh vyrobnyctstv*. Kharkiv: KhDUKht, 2006. 318 p.

12. Ad hoc Group on Carcass Disposal. OIE. Paris, 2002. 6–9 November. URL: www.oie.int/doc/ged/D1110.pdf

13. Қаздың түрлері және оның емдік қасиеті. URL: <https://bilimger.kz/46010>

14. World Intellectual Property Organization International Bureau. International Publication Number WO 2020/188305 A1. 24 September 2020. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/2d/28/09/0dc5a9ad5c33fa/WO2020188305A1.pdf>

15. Lautenschlager H. Fats and oils in cosmetics – Mother Nature versus petrochemicals // *International Journal of Cosmetic Science*. 2008. Volume (Issue).

16. Helgi Library. URL: <https://www.helgilibrary.com/indicators/animal-fat-consumption-per-capita/kazakhstan/>

17. Ұлттық статистика бюросы Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі. URL: [https://stat.gov.kz/upload/iblock/40d/mw46ob0q5ogqtainp42mxxhizo010f9r/%D0%92-03-01-%D0%9C%20\(11%202025\)%20%D0%BA%D0%B0%D0%B7.pdf](https://stat.gov.kz/upload/iblock/40d/mw46ob0q5ogqtainp42mxxhizo010f9r/%D0%92-03-01-%D0%9C%20(11%202025)%20%D0%BA%D0%B0%D0%B7.pdf)

REFERENCES

1. B. Shurshitbai, Sh. Batenova, D. Aman-taikyzy Kazak khalqynyn dasturli madenietindegi zhylykynyn roli [The Role of the Horse in the Traditional Culture of the Kazakh People] // *Modern Scientific Technology*. – 2024. – No. 6. – URL: <https://ojs.publisher.agency/index.php/MSA/article/view/3289>. (in Kazakh).

2. A.A. Polukhin, V.I. Panarina, S.P. Klimova Quality management in the food market for sustainable development based on industrial and manufacturing engineering in the age of digital economy // *International Journal for Quality Research*. – 2021. –

Vol. 15, No. 4. – P. 1159–1178. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.04-09>.

3. C. Mark-Herbert Innovation of a new product category – functional foods // *Technovation*. – 2004. – Vol. 24, No. 9. – P. 713–719. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00131-1](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00131-1).

4. A. Saito Trends and Characteristics of Marriage in Kazakh and Japan Cultures // *Farabi Journal of Social Sciences*. – 2016. – Vol. 1, No. 2. – URL: <https://jhumansoc-sc.kaznu.kz/index.php/1- Eurasian/article/view/19>.

5. B.V. Berkov, G.I. Berkova. Natural'naya kosmetika i omolazhivayushchie sredstva – put' k prodleniyu molodosti [Natural Cosmetics and Rejuvenating Remedies: The Path to Prolonging Youth]. – Rostov na Donu: Feniks, 2006. – 416 p. (in Russian).

6. I.S. Romashko, U.R. Drachuk, I.M. Basarab Ispol'zovanie baran'ego zhira v proizvodstve kosmeticheskikh sredstv [Use of Sheep Fat in the Production of Cosmetic Products] // *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. – 2017. – Vol. 19, No. 75. – P. 140–143. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7528> .(in Russian).

7. P. Biswas, C. Datta, P. Rath, Bhattacharjee A. Fatty acids and their lipid mediators in the induction of cellular apoptosis in cancer cells // *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. – 2022. – Vol. 160. – Art. 106637. <https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2022.106637>.

8. M.G. DeNavarre Oils and fats, the historical cosmetics // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1978. – Vol. 55, No. 4. – P. 435–437. <https://doi.org/10.1007/BF02911908>.

9. P. Saiki, Y. Kawano, L.J.L.D. van Griensven, K. Miyazaki. The anti-inflammatory effect of *Agaricus brasiliensis* is partly due to its linoleic acid content // *Food & Function*. – 2017. – Vol. 8, No. 11. – P. 4150–4158. <https://doi.org/10.1039/C7FO01172E> .

10. H.J. Kim, D. Kim, N.Y. Kim, J.S. Kim, A. Jang. Anti-wrinkle and anti-inflammatory effects of a combination of topically applied horse oil and dietary enzyme hydrolysates from horse bone // *Process Biochemistry*. – 2020. – Vol. 90. – P. 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.11.010>

11. F.V. Pertseyi, N.V. Kamsulina, M.B. Kolesnikova, M.O. Yancheva, P.V. Hurskyi, L.M. Tishchenko. *Tekhnolohiia produktsii kharchovykh vyrobnystv* [Technology of Food Production]. – Kharkiv: KhDUKhT, 2006. – 318 p. (in Ukrainian).

12. OIE. Report of the Ad hoc Group on Carcass Disposal. – Paris, 2002. – URL: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/a-scfm2002n.pdf>.

13. Kazdyn turleri zhane onyn emdik kasieti [Types of Goose Fat and Its Medicinal Properties]. – URL: <https://bilimger.kz/46010/>. (in Kazakh).

14. World Intellectual Property Organization. Ointment for the treatment of burns. International Publication No. WO2020188305A1. – 2020. – URL: <https://patents.google.com/patent/WO2020188305A1/en>.

15. Lautenschläger H. Fats and oils in cosmetics – Mother Nature versus petrochemicals? // *Kosmetische Medizin*. – 2008. – Vol. 29, No. 2. (in German).

16. Helgi Library. Animal Fat Consumption Per Capita in Kazakhstan. – URL: <https://www.helgilibrary.com/indicators/animal-fat-consumption-per-capita/kazakhstan/>.

17. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. The main indicators of the development of livestock in the Republic of Kazakhstan (January–December 2025). – Published 13.01.2026. – URL: <https://stat.gov.kz/en/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/282873/>

ПЕКТИН КОНЦЕНТРАТЫН ҚОЛДАНЫП, КӨП ДӘНДІ КОНДИТЕРЛІК ӨНІМДЕРІН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ САПАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Г.К. ИСКАКОВА , М. БАЙҒАЙЫПҚЫЗЫ* , Ж.Ә. ЖАРЫЛҚАСЫНОВА ,
А.К. ИЗЕМБАЕВА , Н.Б. БАТЫРБАЕВА , М.П. БАЙЫСБАЕВА ,
З.Н. МОЛДАҚҰЛОВА , А.С. АБДРЕЕВА 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық пошта: makpal_atyhanova@mail.ru*

Бұл мақаланың мақсаты-дәнді дақылдардан алынған тұтас дәнді дақылдар ұны мен төменэтерификацияланған қызылша пектин концентратын қолдана отырып, галеталардың рецептуралық құрамын жасау, дайын өнімнің сапасы мен тағамдық құндылығын зерттеу. Мақала авторлары тұтас дәнді дақылдар ұны мен төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратын пайдаланып галета рецептурасын жасады. Зерттеу бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді жүгері, қарақұмық және тары ұнының қоспасынан қызылша пектин концентратын қосып дайындалған галеталарында (№3 үлгі) тағамдық талшықтардың, дәрумендердің және минералдардың мөлшері бақылау тобымен (№1 үлгі) және бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді жүгері, қарақұмық және тары ұнының қоспасынан қызылша пектин концентратын қоспай дайындалған галеталарға (№2 үлгі) қарағанда жоғары екендігі анықталды. Осылайша, №3 үлгідегі тағамдық талшықтың мөлшері №1 үлгіге қарағанда 47,5%-ға және №2 үлгіге қарағанда 25,2%-ға жоғары, Е дәруменінің мөлшері сәйкесінше 26,7% және 5,9%-ға, кальций мөлшері 15,7% және 5,96%-ға, темір мөлшері 14,9% және 10,12%-ға жоғары болды және т.б. Алынған зерттеу нәтижелері сонымен қатар қант қызылшасының пектин концентратын қамыр араластыруда қолдану галетаның органолептикалық және физика-химиялық сапа көрсеткіштерін бақылау үлгілерінен кем емес екенін көрсетеді. Барлық үлгілердің жағымды, айқын дәмі мен хош иісі болды. Органолептикалық көрсеткіштерін бағалау кезінде сынықтың сыртқы түріне ерекше назар аударылды. Тұтас дәнді дақылдар ұнынан және пектин концентратынан жасалған галеталардың (№3 үлгі) ең қолайлы дәмі мен айқын хош иісі бар екені анықталды. Галета рецептурасында тұтас дәнді дақылдар ұны мен қызылша пектинінің концентратын пайдалану оларды теңдестірілген тамақтануға тиімді енгізуге мүмкіндік береді, тағамдық талшықтармен, дәрумендермен, минералдармен және басқа да қоректік заттармен қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: дәнді дақылдар, тұтас дәнді ұн, пектин концентраты, галета, сапа.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МУЛЬТИЗЛАКОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕКТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Г.К. ИСКАКОВА, М. БАЙҒАЙЫПҚЫЗЫ*, Ж.А. ЖАРЫЛҚАСЫНОВА,
А.К. ИЗЕМБАЕВА, Н.Б. БАТЫРБАЕВА, М.П. БАЙЫСБАЕВА,
З.Н. МОЛДАКУЛОВА, А.С. АБДРЕЕВА

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: makpal_atyhanova@mail.ru*

Цель работы данной статьи заключается в разработке рецептурного состава галет с применением цельнозерновой муки из злаковых культур и низкоэтерифицированного свежковичного пектинового концентрата, изучение качества и пищевой ценности готового изделия. Авторами статьи выполнена работа по конструированию рецептур галет с использованием цельнозерновой муки из злаковых культур и низкоэтерифицированного свежковичного пектинового концентрата. В результате исследований установлено, что в галетах (образец №3), приготовленных из смеси пшеничной муки первого сорта и цельнозерновой кукурузной, гречневой, пшениной муки с добавлением свежковичного пектинового концентрата, увеличивалось содержание пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ по сравнению с контролем (образец №1) и галетами, приготовленными из смеси пшеничной

муки первого сорта и цельнозерновой кукурузной, гречневой, пшеничной муки без добавления свекловичного пектинового концентрата (образец №2). Так, содержание пищевых волокон в образце №3 больше на 47,5 %, чем в образце №1 и на 25,2 % больше, чем в образце №2, содержание витамина Е больше - на 26,7 и на 5,9 %, содержание кальция больше - на 15,7 % и на 5,96 %, железа больше - на 14,9 и 10,12% соответственно и т.д. Также, полученные результаты исследований показывают, что органолептические и физико-химические показатели качества галет, приготовленных с использованием пектинового концентрата из сахарной свеклы при замесе теста, не уступают контрольным образцам. У всех образцов вкус и запах были достаточно приятными, выраженными. При оценке органолептических характеристик особое внимание обращали на вид в изломе. Установлено, что наиболее предпочтительным по вкусовым качествам и наиболее выраженному запаху являлись галеты на основе цельнозерновой муки из злаковых культур и пектинового концентрата (образец № 3). Использование цельнозерновой муки злаковых и свекловичного пектинового концентрата в рецептурах галет позволяет эффективно интегрировать их в рациональное питание, обеспечивая потребность в пищевых волокнах, витаминах, минералах и т.д.

Ключевые слова: злаковые культуры, цельнозерновая мука, пектиновый концентрат, галета, качество.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF MULTIGRAIN FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS WITH THE USE OF PECTIN CONCENTRATE

G.K. ISKAKOVA, M. BAIGAIYPKYZY*, ZH.A. ZHARYLKASYNOVA,
A.K. IZEMBAEVA, N.B. BATYRBAEVA, M.P. BAIYSBAYEVA,
Z.N. MOLDAKULOVA, A.S. ABDREEVA.

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, st. Tole bi, 100)

Corresponding author's email: makpal_atyhanova@mail.ru*

The purpose of this article is to develop recipes for biscuits using whole grain cereal flour and low-esterified beet pectin concentrate, and to study the quality and nutritional value of the finished product. The authors of the article have worked on developing recipes for crackers using whole grain cereal flour and low-esterified beet pectin concentrate. The research found that the biscuits (sample No. 3) made from a mixture of first-grade wheat flour and whole grain corn, buckwheat, and millet flour with the addition of beet pectin concentrate had a higher content of dietary fibre, vitamins and minerals compared to the control (sample No. 1) and biscuits made from a mixture of first-grade wheat flour and whole grain corn, buckwheat and millet flour without the addition of beet pectin concentrate (sample No. 2). Thus, the dietary fibre content in sample No. 3 is 47.5% higher than in sample No. 1 and 25.2% higher than in sample No. 2, the vitamin E content is 26.7% and 5.9% higher, the calcium content is 15.7% and 5.96% higher, iron is 14.9% and 10.12% higher, respectively, etc. In addition, the research results show that when pectin concentrate from sugar beet is used in dough mixing, the organoleptic and physicochemical quality indicators of the biscuits are not inferior to the control samples. All samples had a pleasant, pronounced taste and aroma. When evaluating the organoleptic characteristics, special attention was paid to the appearance of the break. It was found that the most preferable in terms of taste and the most pronounced aroma were biscuits based on whole grain flour from cereals and pectin concentrate (sample No. 3). The use of whole grain cereal flour and beet pectin concentrate in biscuit recipes allows them to be effectively integrated into a balanced diet, providing the necessary dietary fibre, vitamins, minerals, etc.

Keywords: cereals, whole grain flour, pectin concentrate, biscuit, quality.

Kіpіcne

Функционалдық қасиеттерді қалыптастырумен модификациялаудың перспективалы нысаны - дәнді дақылдар, атап айтқанда, тұрақты тұтыну өнімдері болып табылатын нан-тоқаш және ұннан жасалған кондитерлік өнімдер, олардың түрлері соңғы кезде белсенді түрде кеңейіп келеді. Шынында да, қазіргі уақытта табиғи биологиялық белсенді заттармен, соның ішінде өсімдік тектес өнімдермен байытылған тағам өнімдеріне тұтынушылардың қызығушылығының арту үрдісі байқалады [1-3] және талшықтар, пробиотиктер, антиоксиданттар және

т.б. сияқты функционалды ингредиенттер қосылған өнімдердің танымалдылығының артуы байқалады [4]. Ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді қоса алғанда, тағам өнімдерінің рецептураларын алдын алу және емдік қасиеттер беретін табиғи биологиялық белсенді заттарды енгізу организм үшін маңызды қоректік заттардың жетіспеушілігі мәселесін шешеді, сондай-ақ дайын өнімге қажетті оң көрсеткіш береді [5]. Осындай заттардың бірі - пектин. Пектин заттары адам ағзасынан тұрақты және радиоактивті металдарды байланыстыру және шығару қабілетіне ие. Бұл жағдайда қызылша

пектинін қамтитын төменэтерифицирленген пектин заттары ең жақсы кешен түзуші қасиеттерге ие. Қызылша пектині гель түзу қабілеті бойынша алма және цитрус пектиндерінен біршама төмен, бірақ сонымен бірге оның кешен түзу қасиеттері әлдеқайда жақсы, бұл дәрілік және профилактикалық өнімдерді өндіру үшін өте маңызды. Төменэтерифицирленген пектиндер айқын радиопротекторлық қасиеттерге ие, кейбір дәрілердің тиімділігін арттыруға, олардың ағзаға жағымсыз әсерін азайтуға және кейбір жанама әсерлерді жоюға қабілетті [6, 7]. Пектин сонымен қатар организмнің аллергияға төзімділігін арттырады; адам ағзасына бактерицидтік әсер етеді; гипохолестеринемиялық және антиуытты әсер етеді; ішек перистальтикасын күшейтеді; шырышты қабықтарды тітіркенуден қорғайды және тамақтан кейін қанттың сіңуін баяулатады; организмде полигалактурон қышқылына айнала отырып, радионуклидтерді шығарады, олармен ерімейтін қосылыстар түзеді; тіндердің жасушаішілік тыныс алуына және жалпы метаболизмге және т.б. пайдалы әсер етеді. [8, 9].

Көмірсулардың, ақуыздардың, талшықтардың, фитокомпоненттердің, минералдар мен дәрумендердің баға жетпес көзі болып табылатын дәнді дақылдардан алынатын тұтас дәнді өнімдерді (сұлы, тары, қарақұмық, жүгері және т.б.) пайдалану халықтың жоғары тағамдық және биологиялық құндылығы бар жоғары сапалы азық-түлік өнімдеріне деген қажеттіліктерін қанағаттандыру мәселесін шешуге көмектеседі [10]. Тұтас дәнді өнімдерді тұтыну жүрек-қан тамырлары ауруларынан, 2 типті қант диабетінен, тоқ ішек обырынан, сүт безі обырынан, қуық асты безі обырынан [11-13], семіздіктен [14] және сынық қауіпін қорғауға айтарлықтай пайда әкелуі мүмкін деп есептеледі [15].

Галета – ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің бір түрі. Галеталар – бидай ұнынан әртүрлі шикізатты қоспалармен немесе қоспасыз дайындалатын кондитерлік өнімдер. Қамырды көтеру үшін ашытқы және химиялық қосытқыштар қолданады. Галеталар – балғындық пен бастапқы сапаны сақтай алатын сирек кездесетін печенье түрі. Сондықтан олар көптеген тұтыну жағдайларына жарамды, бұл олардың ғасырлар бойы танымал болуын түсіндіреді [16-19].

Осылайша, тұтас дәнді дақылдар ұны мен төменэтерифицирленген пектинді пайдалана отырып, пісірілген тағамдар - галета технологиясын әзірлеу қажеттілігі айқын, бұл функционалды және экологиялық таза өнімдерді жасауға ықпал етеді. Бұл компоненттер тек

жоғары биологиялық құндылыққа ие ғана емес, сонымен қатар теңгерімді және қолжетімді тамақтану қағидаларына сәйкес келеді. Олардың галетадағы үйлесімі диеталық олқылықтарды толтырады, қажетсіз шығындарсыз теңгерімді тамақтануды қамтамасыз етеді. Галета қазіргі кезде денсаулықты сақтаудың ыңғайлы, әрі дәмді тәсілі ретінде салауатты тамақтанудың маңызды элементіне айналууда.

Сондықтан, бұл зерттеудің мақсаты тұтас дәнді дақылдар ұны мен төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратына негізделген галета рецептурасын әзірлеу және дайын өнімнің сапасы мен тағамдық құндылығын зерттеу болды.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысандары: бірінші сұрыпты бидай ұнынан жасалған галеталар (№1 үлгі - бақылау), бидай, тұтас дәнді жүгері, қарақұмық және тары ұны қоспасынан 85:5:5:5 қатынасында жасалған галеталар (№2 үлгі), бидай, тұтас дәнді жүгері, қарақұмық және тары ұны қоспасынан 10% төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратын ұн массасына 80:5:10:5 қатынасында жасалған галеталар (№3 үлгі).

Галеталардың органолептикалық көрсеткіштері (түсі, бетінің жағдайы, пішіні, сыну көрінісі) МЕМСТ 5897-90 бойынша анықталды. Ылғалдылықты МЕМСТ 5900-2014 бойынша анықталды. Қышқылдықты МЕМСТ 5898-87 бойынша анықталды. Су сіңірімділігі МЕМСТ 10114-80 бойынша анықталды. Галетадағы күл мөлшері МЕМСТ 5901-2014 бойынша анықталды.

Галетаның май құрамы МЕМСТ 29033-91 бойынша анықталды. Ақуыз мөлшері МЕМСТ 10846-91 бойынша анықталды. Көмірсулардың мөлшері перманганометриялық әдіспен анықталды. Тағамдық талшық МЕМСТ 31675-2012 бойынша анықталды.

МЕМСТ Р 54635-2011 бойынша А дәруменінің мөлшерін анықтау. Талданатын үлгіден алынған сығындыдағы А дәрумені жоғары өнімді сұйық хроматография (ЖСХХ) көмегімен бөлу арқылы анықталады, содан кейін фотометриялық немесе флуориметриялық анықтау жүргізіледі.

Е дәруменінің мөлшері МЕМСТ Р 54634-2011 стандартына сәйкес анықталды. Талданған үлгіден алынған сығындыдағы Е дәрумені токоферолдарды қалыпты фазалы немесе кері фазалы ЖСХХ көмегімен бөлу, содан кейін фотометриялық немесе флуориметриялық анықтау арқылы анықталады.

β-каротин мөлшері МЕМСТ Р 54058-2010 стандартына сәйкес анықталды. Әдіс үлгіні

Карреза I және Карреза II ерітінділерімен өңдеу арқылы алынған үлгіден немесе тұнбадан каротиноидтарды бөліп алуға, содан кейін бөлінген препаратты мұнай эфирімен тазартуға және каротиноидтардың массалық концентрациясын немесе массалық үлесін спектро-фотометриялық анықтауға негізделген.

В дәрумендері мен С дәруменінің мөлшері MEMCT 31483-2012 бойынша анықталды. Бұл стандарт суда еритін дәрумендердің мөлшерін анықтаудың капиллярлық электрофорез әдісін белгілейді: В1 (тиамин хлориді), В2 (рибо-флавин), В3 (пантотен қышқылы), В5 (никотин қышқылы және никотинамид), В6 (пиридоксин), В9 (фолий қышқылы), С (аскорбин қышқылы).

MEMCT 26657-97 фосфор мөлшерін анықтаудың фотометриялық және титриметриялық әдістерін белгілейді. MEMCT 32343-2013 кальций, мыс, темір, магний, марганец, калий, натрий және мырыштың мөлшерін атомдық абсорбциялық спектрометрияны қолдана отырып анықтау әдісін белгілейді.

Дәнді дақылдардан алынған тұтас дәнді ұнды пайдаланып галета рецептурасына қызылша пектин концентраты пайдаланылды, ол авторлардың алдыңғы жұмысында сипатталған технологияны қолдану арқылы алынды [20].

Дәнді дақылдардан және төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратынан алынған тұтас дәнді ұнға негізделген галета алу процесі келесі операциялардан тұрады [21]: өндіріске шикізатты дайындау; қамырды дайындау; қамырды ашыту; қамырды илеу; ашытқы қамырын ашыту және ашыту үшін

галета дайындау; қамыр қабаттарын жайып, көп қабатты қабат дайындау; көпқабатты қабатты калибрлеу және қамыр бөліктерін пішіндеу; қамыр бөліктерін пісіру және салқындату; қаптау, орау және сақтау.

Нәтижелері және оларды талқылау

Алматы технологиялық университетінің «Нан өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиялары» кафедрасы тұтас дәнді ұн мен төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратын пайдаланып галета рецептурасы жасалды.

Әдебиеттерге шолу қазіргі тұтынушылардың пайдалы және қоректік заттарға бай тағамдармен қоректенуге тырысатынын көрсетеді. Олар сондай-ақ тез энергия беретін, күш беретін, тойымды және тұтынуға оңай тағамдарды іздейді. Галета осы талаптарға сай келеді [22]. Азық-түлікті фортификациялау (байыту) – тағамдық құндылығын арттыру және микроэлементтер тапшылығының алдын алу үшін тағамға қажетті дәрумендерді, минералдарды, ақуыздарды немесе аминқышқылдарын қосу процесі. Биологиялық және тағамдық құндылығы жоғары фортификацияланған азық-түлік өнімдерін әзірлеу бүкіл әлем өндірушілерінің өзекті міндеттер тізімінде бірінші орында тұр [23-26]. Қазақстанның бай өсімдік ресурстары зерттеушілерге жаңа функционалдық ингредиенттерді іздеу тұрғысынан үлкен перспективалар мен кең мүмкіндіктер ашады.

Дәнді дақылдардан алынған тұтас дәнді ұн мен төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратына негізделген галета рецептурасының құрамы 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Галета рецептурасы

Шикізаттың атауы	Құрғақ зат (ДМ), %	1000 кг дайын өнімге шакқандағы шикізат шығыны					
		№1 үлгі		№2 үлгі		№3 үлгі	
		Нақты салмағы	ҚЗ түрінде	Нақты салмағы	ҚЗ түрінде	Нақты салмағы	ҚЗ түрінде
Бидай ұны, 1-ші сорт, кг	85,5	933.27	797.95	793.29	678.26	746.62	638.36
Тұтас дәнді жүгері ұны, кг	85,5	-	-	46.66	39.89	46.66	39.89
Тұтас дәнді қарақұмық ұны, кг	85,5	-	-	46.66	39.89	93.33	79.79
Тұтас дәнді тары ұны, кг	85,5	-	-	46.66	39.89	46.66	39.89
Жүгері крахмалы, кг	87	46.66	40.60	46.66	40.60	46.66	40.60
Қант, кг	99.85	18.67	18.64	18.67	18.64	18.67	18.64
Сығымдалған ашытқы, кг	92	5.60	5.15	5.60	5.15	5.60	5.15
Меласса, кг	78	37.33	29.12	37.33	29.12	37.33	29.12
Майсыздандырылған құрғақ сүт, кг	95	7.47	7.09	7.47	7.09	7.47	7.09
Сүт қышқылы, кг	40	1.87	0,75	1.87	0,75	1.87	0,75
Тұз, кг	96,5	11.20	10.81	11.20	10.81	11.20	10.81
Ас содасы, кг	50	3.73	1.87	3.73	1.87	3.73	1.87
Пектин концентраты, кг	-	-	-	-	-	93.3	93.3
Барлығы	-	1066.17	911.96	1066.17	911.96	1159.1	991.03
Өнім шығымы	90	1000	890.00	1000	890.00	1000	890.00

Қант қызылшасы мен тұтас дәнді дақылдар ұнынан пектин концентратын пайдаланып, бірінші сұрыпты бидай ұнынан галета дайындау кезінде дайын өнімнің сапасы қалай өзгеретінін анықтау маңызды болды. Бірінші сұрыпты бидай ұнынан жасалған галета сапасына пектин концентратының 5,0, 10,0 және 15,0% мөлшеріндегі әсерін зерттеген бұрынғы зерттеулер ең жақсы галета сапасына бірінші сұрыпты бидай ұнының салмағына 10% пектин концентратын қолдану арқылы қол жеткізілгенін көрсетті [20]. Сондықтан пектин концентраты галета рецептурасына ұн салмағының 10,0% мөлшерінде қосылды. Бірінші сұрыпты бидай ұнының тұтас дәнді жүгері, қарақұмық және тары ұнына қатынасы пектин концентратынсыз 85:5:5 (2-үлгі) және пектин

концентратымен 80:5:10:5 (3-үлгі) болды. Бақылау ретінде пектин концентратынсыз толығымен бірінші сұрыпты бидай ұнынан жасалған галета үлгілері алынды.

Галетаның сапасы бойынша зерттеу нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

Зерттеу нәтижелерінде қант қызылшасынан алынған пектин концентратымен мен дәнді дақылдар ұнынан қамыр илеу кезінде галеталар органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері бақылау үлгілерінен кем түспейтінін көрсетеді. Барлық үлгілерде дәмі мен иісі өте жағымды, айқын болды. Органолептикалық көрсеткіштерді бағалау кезінде сынықтағы көрініске ерекше назар аударылды. Дәмі мен айқын иісі бойынша ең қолайлы № 3 үлгі екендігі анықталды.

Кесте 2. Галеталардың сапа көрсеткіштері

Индикаторлар	Үлгі нұсқалары		
	№1 (бақылау)	№2	№3
Органолептикалық көрсеткіштері			
Түс	сабан сары	ашық қоңыр	қою қоңыр
Беткі қабат	тесілулері бар, бөгде қоспалар мен дақтарсыз тегіс		
Форма	тікбұрышты	тікбұрышты	тікбұрышты
Сынықтағы көрініс	қабатты, біркелкі, кеуектілік, ісінусіз		
Физико-химиялық көрсеткіштері			
Ылғалдылық,%	10.0	10.0	9.5
Қышқылдық, градус	2.0	2.0	3.0
Су сіңірімділігі,%	180.0	172.0	177.0
Күл мөлшері, %	0,76	0,81	0,85
Қалыңдығы, мм	5.0	5.0	5.0

Галетаның тағамдық және биологиялық құндылығын зерттеу галета өндірісі технологиясында жаңа шикізатты пайдаланудың

орындылығы мен жарамдылығын анықтайды.

Әзірленген галетаның химиялық құрамын зерттеу нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3. Галетаның химиялық құрамы

Қоректік заттар	Үлгі нұсқалары			Қоректік заттар	Үлгі нұсқалары		
	№1	№2	№3		№1	№2	№3
Ақуыздар, г	10.12	10.21	10.24	С, мг	-	0,16	1.05
Майлар, г	1.17	1.16	1.18	ВЗ, мг	0,81	1.01	1.13
Көмірсулар, г	71.2	71.0	69.2	<i>Макронутриенттер:</i>			
Тағамдық талшық, г	2.02	2.46	2.97	калий, мг	121.6	134.8	163.2
Күл, г	0,76	0,81	0,83	кальций, мг	15.1	16.0	17.39
<i>Витаминдер:</i>				магний, мг	35.0	38.84	40.94
А, мг	-	0,003	0,011	натрий, мг	3.61	3.61	10.1
β-каротин, мг	-	0,005	0,014	фосфор, мг	115.0	120.0	124.0
В1, мг	0,23	0,24	0,23	кремний, мг	1.77	1.9	1.95
В2, мг	0,031	0,034	0,036	<i>Микроэлементтер:</i>			
В5, мг	0,55	0,53	0,53	темір, мг	1.68	1.85	1.93
В6, мг	0,18	0,18	0,18	мыс, мкг	0,17	0,19	0,19
В9, мг	0,039	0,038	0,047	селен, мкг	0,0057	0,0058	0,0058
Е, мг	1.87	2.26	2.37	мырыш, мг	0,58	0,6	0,65

Алынған деректерді талдау көрсеткендей, бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді жүгері, қарақұмық, тары ұнының қоспасынан қызылша пектин концентратын қосып дайындалған галеталарда (№3 үлгі) тағамдық талшықтардың, дәрумендердің және минералдардың мөлшері бақылау (№1 үлгі) және бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді жүгері, қарақұмық, тары ұнының қоспасынан қызылша пектин концентратын қоспай дайындалған галеталарға (№2 үлгі) қарағанда жоғарылаған.

Өсімдік материалының жасуша қабырғасының қорытылмайтын құрамдас бөлігі болып табылатын тағамдық талшық адамның тамақтануы мен денсаулығында маңызды рөл атқарады деп саналады [27, 28]. №3 үлгідегі тағамдық талшықтың мөлшері №1 үлгідегіден 47,5%-ға және №2 үлгідегіден 25,2%-ға жоғары болды.

Дәрумендер – зат алмасуды, өсуді, дамуды және денсаулықты сақтауды реттейтін реттеуші заттар. Витаминдер өте аз мөлшерде маңызды, бірақ олардың қажеттілігі физикалық немесе психикалық жүктеме артқанда, жедел немесе созылмалы аурулармен, жүктілікпен, емізу кезінде, суық климатта, тершендік артқанда және т.б. жағдайларда артады [29].

Мысалы, №3 үлгідегі Е дәруменінің мөлшері №1 және №2 үлгілерге қарағанда сәйкесінше 26,7% және 5,9%-ға жоғары болды. Бақылау тобында С дәрумені анықталмады, бірақ №2 үлгіде 0,16 мг С дәрумені, №3 үлгіде 1,05 мг және т.б.

Акуыздар, майлар, көмірсулар және дәрумендермен қатар, минералдар тағамның маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Әрбір минерал ағзада белгілі бір функцияны атқарады. №3 үлгіде кальций мөлшері №1-үлгіге қарағанда 15,7%-ға, №2-үлгіге қарағанда 5,96%-ға жоғары, сәйкесінше темір 14,9%-ға және 10,12%-ға жоғары және т.б.

Галеталарды жасаған кезде құрамына мұқият назар аудару керек. Соңғы жүргізілген зерттеулер табиғи тағамдарда кездесетін заттарды пайдалану тиімдірек екенін көрсетті: олар жанама әсерлер тудырмайды және қорғаныс әсерін береді. Бұл заттарға пектин және дәнді дақылдар жатады. Пектин заттардың суды ұстайтын, кешен түзетін және эмульгациялайтын қасиеттері оларды ұннан жасалған кондитерлік өнімдерде қолдануға жарамды етеді. Соңғы үш онжылдықта пектин ерекше маңыздылыққа ие болды, өйткені оның ерімейтін кешендерді түзу қабілетінің дәлелдері пайда болды, бұл адам ағзасынан улы металдар мен стронций, цезий және басқа заттардың ұзақ өмір сүретін

изотоптарын кетіреді. Адам ағзасы үшін қажетті барлық ақуыз, талшық, дәрумендер мен минералдарды қамтитын өңделген дәнді дақылдарды (тары, қарақұмық және жүгері) пайдалану халықтың жоғары тағамдық және биологиялық құндылығы бар жоғары сапалы тағамдарға деген қажеттілігін қанағаттандыруға көмектеседі. Осылайша, рецептураға өңделген дәнді дақылдар өнімдерін тұтас дәнді ұн және төменэтерифицирленген пектин концентраты түрінде қосу өнімдердің түрлерін кеңейтіп қана қоймай, сонымен қатар пайдалы қасиеттері бар «бәсекеге қабілетті өнім» жасауға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеуде алынған нәтижелер тұтас дәнді дақылдар ұны мен төменэтерифицирленген қызылша пектин концентратын пайдаланып өндірілген галеталардың тағамдық құндылығы туралы құнды ақпарат береді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді жүгері, қарақұмық, тары ұнының қоспасынан қызылша пектин концентратын қосып дайындалған галеталарда (№3 үлгі) тағамдық талшықтардың, дәрумендер мен минералдардың мөлшері бақылау (№1 үлгі) және бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді жүгері, қарақұмық, тары ұнының қоспасынан қызылша пектин концентратын қоспай дайындалған галеталарға (№2 үлгі) қарағанда жоғары екені анықталды. Осылайша, №3 үлгідегі тағамдық талшықтың мөлшері №1 үлгіге қарағанда 47,5%-ға және №2 үлгіге қарағанда 25,2%-ға жоғары, Е дәруменінің мөлшері сәйкесінше 26,7% және 5,9%-ға жоғары, кальций мөлшері 15,7% және 5,96%-ға жоғары, темір мөлшері 14,9% және 10,12%-ға жоғары және т.б. Алынған зерттеу нәтижелері қамырды араластыру кезінде қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолданған кезде галеталардың органолептикалық және физика-химиялық сапа көрсеткіштері бақылау үлгілерінен кем емес екенін көрсетеді. Тұтас дәнді дақылдар ұнынан және пектин концентратынан жасалған галеталардың (№3 үлгі) ең қолайлы дәмі мен айқын хош иісі бар екені анықталды. Осылайша, ұсынылған галета рецептурасы тағамдық талшықтардың, дәрумендердің, минералдардың және т.б. мөлшерін арттыру бойынша заманауи тамақтану ұсыныстарына сәйкес әзірленді.

Қаржыландыру

Эксперименттік зерттеулер 2025–2027 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің

ЖТН № AP26198575 «Төменэтерифицирленген пектин мен көп дәнді функционалды кондитер өнімдерінің (маффиндер, берлинерлер, галеталар, крекерлер) тиімді технологиясын жасау» тақырыбындағы жобасы шеңберінде жүргізілді. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Т.В. Рензязева, А.С. Тубольцева, А.О. Рензязев Мучные кондитерские изделия функциональной направленности на основе многокомпонентных смесей //Техника и технология пищевых производств. Том 47. - № 4. - 2017. С. 77-83.
2. Е.А. Иванова, Т.В. Смирнова, Н.П. Кузнецова (2021). Современные подходы к снижению энергетической ценности мучных кондитерских изделий с использованием натуральных заменителей сахара // Журнал пищевой промышленности. Т. 15(4). С. 45–52.
3. A. Kane, N. Bèye, A. Sow, P. Diakhaté, N. Ndiaye, and M. Cissé (2023) Profile of the Functional Categories of Food Additives in Industrial Foods Marketed in Senegal. Food and Nutrition Sciences, 14, 1244-1258. doi: 10.4236/fns.2023.1412078.
4. А.В. Петрова, И.М. Лебедева, Е.Ю. Громова (2022). Функциональные добавки в кондитерской продукции: современные тенденции и перспективы развития // Пищевая промышленность и здоровье. № 8(2). С. 23–30. ()
5. Д.Р. Созаева Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. - 2022.- № 4(38). - С. 122-129
6. G. Iskakova, M. Kizatova, M. Baiysbayeva, A. Izembayeva, Z. Zharylkassynova Justification Of Pectin Concentrate Safe Storage Terms By Pectin Mass Ratio// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.– 2021. - № 4(11-112). -Р. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237940>
7. I. Eliaz, A. Raz Pleiotropic Effects of Modified Citrus Pectin. Nutrients. 2019 Nov 1;11(11):2619. doi: 10.3390/nu11112619. PMID: 31683865; PMCID: PMC6893732.
8. E. Wilms, D.M.A.E. Jonkers, H.F.J. Savelkoul et al. The Impact of Pectin Supplementation on Intestinal Barrier Function in Healthy Young Adults and Healthy Elderly. Nutrients. 2019 Jul 9;11(7):1554. doi: 10.3390/nu11071554.
9. C. Lara-Espinoza, E. Carvajal-Millán, R. Balandrán-Quintana, Y. López-Franco, A. Rascón-Chu Pectin and Pectin-Based Composite Materials: Beyond Food Texture. Molecules. 2018 Apr 18;23(4):942. doi: 10.3390/molecules23040942. PMID: 29670040; PMCID: PMC6017442
10. M. Garutti, G. Nevola, R. Mazzeo, L. Cuccinello, F. Totaro, C.A. Bertuzzi, et al. (2022). The impact of cereal grain composition on the health and disease outcomes. Front. Nutr. 9. doi: 10.3389/fnut. 2022.88897
11. S. Foster, E. Beck, J. Hughes, S. Grafenauer Whole Grains and Consumer Understanding: Investigating Consumers' Identification, Knowledge and Attitudes to Whole Grains. Nutrients. 2020 Jul 22;12(8):2170. doi: 10.3390/nu12082170. PMID: 32708000; PMCID: PMC7468996.
12. A.N. Reynolds, A.P. Akerman, J. Mann Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. PLoS Med. 2020 Mar 6;17(3): e1003053. doi: 10.1371/journal.pmed.1003053. PMID: 32142510; PMCID: PMC7059907.
13. M. Tieri, F. Ghelfi, M. Vitale, C. Vetrani, S. Marventano, A. Lafrancini, J. Godos, L. Titta, A. Gambera, E. Alonzo, S. Sciacca, G. Riccardi, S. Buscemi, D. Del Rio, S. Ray, F. Galvano, E. Beck, G. Grosso Whole grain consumption and human health: an umbrella review of observational studies. Int J Food Sci Nutr. 2020 Sep;71(6):668-677. doi: 10.1080/09637486.2020.1715354. Epub 2020 Jan 21. PMID: 31964201.
14. J. Liu, L.L. Yu, Y. Wu Bioactive Components and Health Beneficial Properties of Whole Wheat Foods. J Agric Food Chem. 2020 Nov 18;68(46):12904-12915. doi: 10.1021/acs.jafc.0c00705. Epub 2020 May 4. PMID: 32324395.
15. A.A.L. Gonzalez, F. Grases, B. Mari, M. Tomas-Salva, A. Rodriguez Urinary phytate concentration and risk of fracture determined by the FRAX index in a group of postmenopausal women. Turk J Med Sci. 2019 Apr 18;49(2):458-463. doi: 10.3906/sag-1806-117. PMID: 30862150; PMCID: PMC7018201.
16. П.В. Медведев, В.А. Федотов Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 96 с.
17. И.Ю. Резниченко, Е.А. Егушова, М.А. Захаренко Разработка и исследование качественных характеристик галет специализированного назначения. Аграрная наука. 2023;(9):179-184. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-179-184>
18. Е.С. Стаценко, М.А. Штарберг, Е.А. Бородин Галеты повышенной пищевой ценности с соевым белковым продуктом // Техника и технология пищевых производств. 2023. –Т. 53. –№ 3. –С. 513-524. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-3-2454>
19. А.С. Захарова, & С.И. Конева, (2024). Изучение качественных характеристик многокомпонентных смесей для галет: KQYSIK. //Ползуновский ВЕСТНИК, (2), 148–154. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.019>
20. Zhuldyz Zharylkassynova, Galiya Iskakova, Meruyet Baiysbayeva, Assel Izembayeva, Anton Slavov. The influence of beet pectin concentrate and whole-ground corn flour on the quality and safety of hardtacks //Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. - 2022. - Vol. 16. - P. 603-621. <https://doi.org/10.5219/1780>
21. Ж.Ә. Жарылқасынова, Г.К. Исакова, М.П. Байысбаева, Н.Б. Батырбаева Разработка технологии пектинсодержащих галет с длительным сроком хранения. //Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. 2024;(1(13)):124-133. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-16](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-16)

22. Ibrahim Salam, Fidan Hafize, Aljaloud Sulaiman, Stankov Stanko, Ivanov Galin. Application of Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit in the Composition of a Novel Snack Bar. *Foods*. 2021. <https://doi.org/10.10390/foods10050918>

23. В.Ф. Жукова, Л.В. Сергеева Новые направления фортификации продуктов для профилактики дефицита нутриентов в рационе // Российские регионы: взгляд в будущее. - 2023. - №3-4.- С.23-33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-napravleniya-fortifikatsii-produktov-dlya-profilaktiki-defitsita-nutrientov-v-ratsione>.

24. Н.В. Жилинская, П.С. Громовых Фортификация пищевой продукции — глобальный тренд пищевой промышленности. //Пищевая промышленность: наука и технологии. 2019;12(3):31-35.

25. D.M. Martirosyan, J. Singh A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? // *Functional foods in health and disease*. -2015. - №5(6). - P. 209-223. DOI: 10.31989/ffhd.v5i6.183.

26. Л.А. Маюрникова, А.А. Кокшаров, Т.В. Крапива и др. Обогащение пищевых продуктов как фактор профилактики микронутриентной недостаточности // *Техника и технология пищевых производств*. 2020.-Т. 50, № 1. - С. 124-139. <https://doi.org/10.21603/2Q74-9414-2Q2Q-1-124-139>.

27. R.C. Oliva, M.J. Soto-Méndez, N.W. Solomons, L. Armas, J. Selhub, L. Paul, K. Kraemer (2016): Long-term efficacy of a refreshing beverage, fortified with selected micronutrients, to improve the micronutrient status of schoolchildren and women in the context of the nutritional situation in rural Guatemala. *FASEB Journal*, 30: 1172. https://doi.org/10.1096/fasebj.30.1_supplement.1172.15

28. М.Р. Mogilny, A.Y. Balasanyan, T.Sh. Shaltumayev Rational use of sources of dietary fiber in the production of food products// *New Technologies*. - 2014. - № 1. - С. 28-33.

29. С.Ю. Щетинина Значение витаминов для здоровой жизнедеятельности человека // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2024. №3-3 (90). С.26-30 DOI:10.24412/2500-1000-2024-3-3-26-31.

REFERENCES

1. T.V. Renzyaeva, A.S. Tubol'ceva, A.O. Renzyaev Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'noj napravlenosti na osnove mnogokomponentnykh smesey // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. [Flour confectionery products of functional orientation based on multicomponent mixtures//Machinery and technology of food production]. Tom 47. - № 4. - 2017. S. 77-83. (In Russian)

2. E.A. Ivanova, T.V. Smirnova, N.P. Kuznecova (2021). Sovremennye podhody k snizheniyu energeticheskoy cennosti muchnykh konditerskiy izdeliy s ispol'zovaniem natural'nykh zameniteley sahara // *Zhurnal pishchevoj promyshlennosti*. [Modern approaches to reducing the energy value of flour confectionery products using natural sugar substitutes // *Journal of the Food Industry*]. T. 15(4). S. 45–52. (In Russian)

3. A. Kane, N. Bèye, A. Sow, P. Diakhaté, N. Ndiaye, and M. Cissé, (2023) Profile of the Functional Categories of Food Additives in Industrial Foods Marketed in Senegal. *Food and Nutrition Sciences*, 14, 1244-1258. doi: 10.4236/fns.2023.1412078.

4. A.V. Petrova, I.M. Lebedeva, E.YU. Gromova (2022). Funktsional'nye dobavki v konditerskoj produkcii: sovremennye tendentsii i perspektivy razvitiya // *Pishchevaya promyshlennost' i zdorov'e*. [Functional additives in confectionery products: current trends and development prospects // *Food industry and health*]. №8(2). S. 23–30. (In Russian)

5. D.R. Sozaeva Razrabotka tekhnologii proizvodstva galet, obogashchennykh pishchevymi voloknami // *Izvestiya Kabardino - Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova*. [Development of technology for the production of biscuits enriched with dietary fiber // *Proceedings of V.M. Kokov Kabardino-Balkarian State Agrarian University*] 2022. - № 4(38). - S. 122-129. (In Russian)

6. G. Iskakova, M. Kizatova, M. Baiysbayeva, A. Izembayeva, Z. Zharylkassynova Justification Of Pectin Concentrate Safe Storage Terms By Pectin Mass Ratio// *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2021. - № 4(11-112). -R. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237940>

7. I. Eliaz, A. Raz Pleiotropic Effects of Modified Citrus Pectin. *Nutrients*. 2019 Nov 1;11(11):2619. doi: 10.3390/nu11112619. PMID: 31683865; PMCID: PMC6893732.

8. E. Wilms, D.M.A.E. Jonkers, H.F.J. Savelkoul et al. The Impact of Pectin Supplementation on Intestinal Barrier Function in Healthy Young Adults and Healthy Elderly. *Nutrients*. 2019 Jul 9;11(7):1554. doi: 10.3390/nu11071554.

9. C. Lara-Espinoza, E. Carvajal-Millán, R. Balandrán-Quintana, Y. López-Franco, A. Rascón-Chu Pectin and Pectin-Based Composite Materials: Beyond Food Texture. *Molecules*. 2018 Apr 18;23(4):942. doi: 10.3390/molecules23040942. PMID: 29670040; PMCID: PMC6017442

10. M. Garutti, G. Nevola, R. Mazzeo, L. Cuccinello, F. Totaro, C.A. Bertuzzi, et al. (2022). The impact of cereal grain composition on the health and disease outcomes. *Front. Nutr*. 9. doi: 10.3389/fnut.2022.88897

11. S. Foster, E. Beck, J. Hughes, S. Grafenauer Whole Grains and Consumer Understanding: Investigating Consumers' Identification, Knowledge and Attitudes to Whole Grains. *Nutrients*. 2020 Jul 22;12(8):2170. doi: 10.3390/nu12082170. PMID: 32708000; PMCID: PMC7468996.

12. A.N. Reynolds, A.P. Akerman, J. Mann Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLoS Med*. 2020 Mar 6;17(3): e1003053. doi:10.1371/journal.pmed.1003053. PMID: 32142510; PMCID: PMC7059907.

13. M. Tieri, F. Ghelfi, M. Vitale, C. Vetrani, S. Marventano, A. Lafranconi, J. Godos, L. Titta, A. Gambara, E. Alonzo, S. Sciacca, G. Riccardi, S. Buscemi, D. Del Rio, S. Ray, F. Galvano, E. Beck, G. Grosso Whole grain consumption and human health: an umbrella review

of observational studies. *Int J Food Sci Nutr*. 2020 Sep;71(6):668-677. doi:10.1080/09637486.2020.1715354. Epub 2020 Jan 21. PMID: 31964201.

14. J. Liu, L.L. Yu, Y. Wu Bioactive Components and Health Beneficial Properties of Whole Wheat Foods. *J Agric Food Chem*. 2020 Nov 18;68(46):12904-12915. doi: 10.1021/acs.jafc.0c00705. Epub 2020 May 4. PMID: 32324395.

15. A.A.L. Gonzalez, F. Grases, B. Mari, M. Tomas-Salva, A. Rodriguez Urinary phytate concentration and risk of fracture determined by the FRAX index in a group of postmenopausal women. *Turk J Med Sci*. 2019 Apr 18;49(2):458-463. doi: 10.3906/sag-1806-117. PMID: 30862150; PMCID: PMC7018201.

16. P.V. Medvedev, V.A. Fedotov *Tekhnologiya muchnyh konditerskih izdelij: uchebnoe posobie*. – Orenburg: OGU, [Technology of flour confectionery products: a textbook. – Orenburg: OSU] 2019. – 96 s. (In Russian)

17. I.YU. Reznichenko, E.A. Egushova, M.A. Zaharenko Razrabotka i issledovanie kachestvennyh harakteristik galet specializirovannogo naznacheniya. *Agramaya nauka*. [Development and research of qualitative characteristics of biscuits for specialized purposes. *Agricultural science*.] 2023;(9):179-184. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-179-184> (In Russian)

18. E.S. Stacenko, M.A. SHtarberg, E.A. Borodin Galety povyshennoj pishchevoj cennosti s soevym belkovym produktom // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. [Biscuits of increased nutritional value with soy protein product // *Technique and technology of food production*] 2023. T. 53. № 3. S. 513-524. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-3-2454>. (In Russian)

19. A.S. Zaharova, & S.I. Koneva, (2024). Izuchenie kachestvennyh harakteristik mnogokomponentnyh smesej dlya galet: kqysik. *Polzunovskij VESTNIK*, (2), [Study of qualitative characteristics of multicomponent mixtures for biscuits: KQYSIK. *Polzunovsky BULLETIN*]148–154. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.019>.(In Russian)

20. Zhuldyz Zharylkasynova, Galiya Iskakova, Meruyet Baiysbayeva, Assel Izembayeva, Anton Slavov. The influence of beet pectin concentrate and whole-ground corn flour on the quality and safety of hardtacks // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. - 2022. - Vol. 16. - R. 603-621. <https://doi.org/10.5219/1780>

21. ZH. Zharylkasynova, G.K. Iskakova, M.P. Bajysbaeva, N.B. Batyrbaeva Razrabotka tekhnologii pektinsoderzhashchih galet s dlitel'nyim srokom hraneniya. *Vestnik Universiteta SHakarima. Seriya tekhnicheskie nauki*. [Development of technology for pectin-containing biscuits with a long shelf life. *Bulletin of Shakarim University. Technical sciences series*.] 2024;(1(13)):124-

133. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-16](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-16). (In Kazakh)

22. Ibrahim Salam, Fidan Hafize, Aljaloud Sulaiman, Stankov Stanko, Ivanov Galin. Application of Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit in the Composition of a Novel Snack Bar. *Foods*. 2021. <https://doi.org/10.1039/202010050918>

23. V.F. Zhukova, L.V. Sergeeva Novye napravleniya fortifikatsii produktov dlya profilaktiki deficita nutrientov v racione // *Rossijskie regiony: vzglyad v budushchee*. [New directions of food fortification for the prevention of nutrient deficiency in the diet // *Russian regions: a look into the future*]-2023. - №3-4.- S.23-33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-napravleniya-fortifikatsii-produktov-dlya-profilaktiki-defitsita-nutrientov-v-ratsione>. (In Russian)

24. N.V. Zhilinskaya, P.S. Gromovyyh Fortifikatsiya pishchevoj produkcii — global'nyj trend pishchevoj promyshlennosti. *Pishchevayapromyshlennost': naukaitekhnologii*. [Food fortification is a global trend in the food industry. *Food industry: science and technology*] 2019;12(3):31-35. (In Russian)

25. D.M. Martirosyan, J. Singh A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? // *Functional foods in health and disease*. -2015. - №5(6). - R. 209-223. DOI: 10.31989/ffhd.v5i6.183.

26. L.A. Mayurnikova, A.A. Koksharov, T.V. Kravitsa I dr. Obogashchenie pishchevyh produktov kak faktor profilaktiki mikronutrientnoj nedostatochnosti // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. [Fortification of foodproducts as a factor in the prevention of micronutrient deficiency // *Technique and technology of food production*.] - 2020. - T. 50, № 1. - S. 124-139. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-124-139>. (In Russian)

27. R.C. Oliva, M.J. Soto-Méndez, N.W. Solomons, L. Armas, J. Selhub, L. Paul, K. Kraemer (2016): Long-term efficacy of a refreshing beverage, fortified with selected micronutrients, to improve the micronutrient status of schoolchildren and women in the context of the nutritional situation in rural Guatemala. *FASEB Journal*, 30: 1172. https://doi.org/10.1096/fasebj.30.1_supplement.1172.15

28. M.P. Mogilny, A.Y. Balasanyan, T.Sh. Shaltumayev Rational use of sources of dietary fiber in the production of food products// *New Technologies*. - 2014. - № 1. - C. 28-33.

29. S.YU. Shchetinina Znachenie vitaminov dlya zdorovoj zhiznedeyatel'nosti cheloveka // *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. [The importance of vitamins for a healthy human life // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*.] 2024. №3-3 (90). S.26-30 DOI:10.24412/2500-1000-2024-3-3-26-31. (In Russian)

ФЕРМЕНТТЕЛГЕН БАЛЫҚ ӨНІМДЕРІ САПАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ- ФУНКЦИОНАЛДЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН КЕШЕНДІ ТАЛДАУ

¹Г.Т. ЮСУПОВА* , ¹Ж.К. ШАДЬЯРОВА , ¹Д.Б. КУРМАНГАЛИЕВА ,
¹А.А. ДАРИБАЕВА , ²Н.Т. ЗАМЗАМОВА 

(¹ С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62

²Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті,
Қазақстан Республикасы, 060000, Атырау қ., Студенттер даңғылы, 1)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: gaukhar.nitra@gmail.com*

Жұмыста тилапия (Tilapia nilotica) негізіндегі ферменттелген балық өнімдерінің құрылымдық-функционалдық көрсеткіштеріне кешенді бағалау жүргізілді. Зерттеудің ғылыми жаңалығы ферментация деңгейінің өнімнің текстуралық қасиеттеріне, ылғалды ұстап тұру қабілетіне және микроструктуралық ұйымдасуына әсерін кешенді бағалауда болып табылады. Зерттеу нысаны ретінде бақылау үлгісі және ферментация деңгейі 30% және 40% болатын үлгілер алынды. Талдау барысында текстуралық профиль (TPA), FTIR-спектроскопия, сканерлеуші электрондық микроскопия (SEM), ылғалды ұстап тұру қабілеті (WHC) мен pH көрсеткіштерін анықтау әдістері қолданылды. Нәтижелерді статистикалық өңдеу ANOVA әдісімен жүргізілді ($p < 0,05$). Зерттеу нәтижелері ферментация деңгейінің артуы қаттылықтың 27-34%-ға төмендеуіне және ылғалды ұстап тұру қабілетінің 12-18%-ға артуына ықпал ететінін көрсетті. FTIR талдауы ферменттелген үлгілерде ақуыздардың екінші реттік құрылымында өзгерістер байқалғанын көрсетті, ал SEM нәтижелері микроструктуралық ұйымдасудың өзгеру тенденцияларын көрсетті. Құрылымдық және функционалдық көрсеткіштердің өзара байланысы анықталды. Ең қолайлы нәтижелер ферментация деңгейі 30% болған үлгілерде байқалды. Алынған нәтижелер ферментацияның тилапия негізіндегі балық өнімдерінің құрылымдық-функционалдық қасиеттерін реттеудің перспективалы технологиялық тәсілі екенін көрсетеді.

Негізгі сөздер: ферменттелген балық өнімдері, құрылымдық-функционалдық қасиеттер, ақуыздық матрица, протеолиз, текстуралық талдау, ылғалды ұстап тұру қабілеті, FTIR, SEM.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

¹Г.Т. ЮСУПОВА*, ¹Ж.К. ШАДЬЯРОВА, ¹Д.Б. КУРМАНГАЛИЕВА,
¹А.А. ДАРИБАЕВА, ²Н.Т. ЗАМЗАМОВА

(¹ Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, 010011, г. Астана, проспект Жеңіс, 62

² Атырауский университет имени Х. Досмұхамедова,
Республика Казахстан, 060000, г. Атырау, проспект Студентов, 1)
Электронная почта автор-корреспондента: gaukhar.nitra@gmail.com*

В работе проведена комплексная оценка структурно-функциональных показателей ферментированных рыбных продуктов на основе тилапии (Tilapia nilotica). Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке влияния уровня ферментации на текстурные свойства продукта, влагоудерживающую способность и микроструктурную организацию. Объектами исследования служили контрольный образец, а также образцы с уровнем ферментации 30% и 40%. В ходе исследования использованы методы анализа текстурного профиля (TPA), FTIR-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии (SEM), определения влагоудерживающей способности (WHC) и показателя pH. Статистическая обработка результатов проводилась методом ANOVA ($p < 0,05$). Результаты исследования показали, что повышение уровня ферментации способствует снижению твердости на 27-34% и увеличению влагоудерживающей способности на 12-18%. FTIR-анализ выявил изменения вторичной

структуры белков в ферментированных образцах, а результаты SEM показали тенденции изменения микроструктурной организации. Установлена взаимосвязь между структурными и функциональными показателями продукта. Наиболее благоприятные результаты были получены для образцов с уровнем ферментации 30%. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности ферментации как технологического подхода к регулированию структурно-функциональных свойств рыбных продуктов на основе тилапии.

Ключевые слова: ферментированные рыбные продукты, структурно-функциональные свойства, белковая матрица, протеолиз, текстурный анализ, влагоудерживающая способность, FTIR, SEM.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL QUALITY INDICATORS OF FERMENTED FISH PRODUCTS

¹G. YUSSUPOVA*, ¹ZH. SHADYAROVA, ¹D. KURMANGALIYEVA,
¹A. DARIBAYEVA, ²N. ZAMZAMOVA

¹ S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan,
010011, Astana, Zhenis Avenue, 62

² Atyrau University named after H. Dosmukhamedov, Republic of Kazakhstan,
060000, Atyrau, Students Avenue, 1)

Corresponding author's e-mail: gaukhar.nitra@gmail.com*

*A comprehensive evaluation of the structural and functional properties of fermented fish products based on tilapia (*Tilapia nilotica*) was carried out in this study. The scientific novelty of the research lies in the integrated assessment of the effect of fermentation level on textural properties, water-holding capacity, and microstructural organization of the product. The study included a control sample and samples with fermentation levels of 30% and 40%. Texture Profile Analysis (TPA), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), water-holding capacity (WHC), and pH determination methods were applied. Statistical analysis was performed using ANOVA ($p < 0.05$). The results demonstrated that increasing the fermentation level reduced hardness by 27-34% and increased water-holding capacity by 12-18%. FTIR analysis revealed changes in the secondary structure of proteins in fermented samples, while SEM results indicated trends in microstructural reorganization. A relationship between the structural and functional characteristics of the products was established. The most favorable results were obtained for samples with a 30% fermentation level. The findings indicate that fermentation is a promising technological approach for regulating the structural and functional properties of tilapia-based fish products.*

Keywords: fermented fish products, structural-functional properties, protein matrix, proteolysis, texture profile analysis, water-holding capacity, FTIR, SEM.

Kіpіcne

БҰҰ Азық-түлік және ауыл шаруашылығы ұйымының (FAO) мәліметтері бойынша әлемдік балық және акваөнімдер өндірісі соңғы жылдары тұрақты өсіп, 2022 жылы 223 млн тоннадан асты. Оның ішінде аквакультура үлесі алғаш рет табиғи аулау көлемінен жоғары көрсеткішке жетті [1, 2]. Тилапия (*Tilapia nilotica*) әлемдегі негізгі аквакультуралық балық түрлерінің бірі болып табылады және жоғары ақуыздық құндылығына, технологиялық қолайлылығына және кең қолжетімділігіне байланысты қайта өңдеу өнеркәсібінде кеңінен қолданылады [3].

Ферменттелген балық өнімдері жоғары

тағамдық құндылығы, ұзақ сақтау тұрақтылығы және функционалдық қасиеттеріне байланысты соңғы жылдары ерекше ғылыми қызығушылық тудырып отыр [4, 5]. Әдебиеттерді талдау ферменттелген балық өнімдерінің микробиологиялық қауіпсіздігі, тағамдық құндылығы және сақтау тұрақтылығы бойынша көптеген зерттеулер жүргізілгенін көрсетті [6-10]. Алайда ферментация барысында ақуыздық матрицаның қайта ұйымдасуы, оның текстуралық қасиеттерге және ылғалды ұстап тұру қабілетіне әсері жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Әсіресе тилапия негізіндегі ферменттелген өнімдерде құрылымдық, функционалдық және микроструктуралық көрсеткіштердің

өзара байланысын кешенді бағалау бойынша мәліметтер шектеулі [11-13].

Осыған байланысты жұмыстың мақсаты тилапия негізіндегі ферменттелген балық өнімдеріндегі ақуыздық матрицаның өзгерістері мен олардың текстуралық қасиеттерге және ылғалды ұстап тұру қабілетіне әсерін кешенді зерттеу болып табылады.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы тилапия негізіндегі ферменттелген балық өнімдерінде алғаш рет ферментация деңгейінің ақуыздық матрицаның құрылымдық ұйымдасуына, текстуралық қасиеттеріне және ылғалды ұстап тұру қабілетіне кешенді әсері анықталуында. Ферментация нәтижесінде ақуыздық матрицаның қайта ұйымдасуы қаттылықтың төмендеуімен және ылғалды ұстап тұру қабілетінің артуымен қатар жүретіні көрсетілді. Сонымен қатар ферментация деңгейі 30% болған жағдайда өнімнің құрылымдық тұрақтылығы, текстуралық көрсеткіштері және органолептикалық қасиеттері арасындағы оңтайлы тепе-теңдік қалыптасатыны анықталды [14-17].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу барысында ферменттелген балық өнімдерінің құрылымдық-функционалдық сипаттамаларын бағалаудың кешенді тәсілі жүзеге асырылды, ол физика-химиялық, реологиялық және микроструктуралық талдау әдістерінің үйлесіміне негізделді. Зерттеу нысаны ретінде тилапияның (*Tilapia nilotica*) бұлшықет тіні негізінде дайындалған ферменттелген балық өнімдері алынды. Бастапқы шикізат ретінде «Центр аквакультуры Алматы» ЖК-нен алынған, қолданыстағы нормативтік құжаттар талаптарына сәйкес келетін және ветеринариялық-санитариялық бақылаудан өткен салқындатылған тилапия филесі пайдаланылды. Зертханалық зерттеулер С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Органикалық агротехнологиялар инжинирингтік орталығының зертханасында жүргізілді.

Ферменттелген жүйені қалыптастыру сүтқышқылды микроорганизмдерді қолдану арқылы жүзеге асырылды, бұл биохимиялық процестердің, соның ішінде протеолиз бен ақуыздардың құрылымдық модификациясының бағытты жүруін қамтамасыз етті. Ферментация процесінде *Lactobacillus plantarum* және *Streptococcus thermophilus* негізіндегі стартерлік культура қолданылды. Культура өнім массасына тікелей инокуляциялау әдісімен енгізіліп, бастапқы концентрациясы 10^7 КОЕ/г деңгейінде болды.

Эксперименттік модель үш түрлі үлгіден тұрды: бақылау үлгісі (ферментациясыз) және жалпы массаға қатысты 30% және 40% мөлшерде ферменттелген негіз енгізілген үлгілер. Ферментация деңгейі деп дайын өнім рецептурасындағы ферменттелген балық негізінің үлесі түсінілді. Бақылау үлгісінде ферменттелген компонент қолданылмады, ал тәжірибелік үлгілерде ферменттелген негіздің мөлшері өнімнің жалпы массасының тиісінше 30% және 40%-ын құрады.

Үлгілерді дайындау шикізатты біртекті күйге дейін ұсақтауды, кейін гомогенизациялауды және 30-35 °C температурада 24 сағат бойы тұрақты рН мәніне жеткенге дейін ферментациялауды қамтыды. рН мәні 20 ± 2 °C температурада зертханалық рН-метр көмегімен потенциометриялық әдіспен анықталды. Ылғалды ұстап тұру қабілеті (WHC) 3000 айн/мин жылдамдықта 10 минут бойы центрифугалау әдісімен анықталып, ұсталған ылғалдың бастапқы массаға қатысты пайыздық мөлшері есептелді.

Реологиялық сипаттамалар текстуралық профиль (TPA) әдісі арқылы TA.XTplus текстуралық анализаторы (Stable Micro Systems, UK) көмегімен зерттелді. Негізгі көрсеткіштер ретінде қаттылық (N), когезивтілік және серпімділік анықталды. Өлшеулер бірдей геометриялық өлшемдегі үлгілерге екі рет сығу (қос компрессия) арқылы жүргізілді, бұл нәтижелердің салыстырмалылығын қамтамасыз етті. FTIR-спектроскопия PerkinElmer Spectrum Two инфрақызыл спектрометрінде жүргізілді.

Үлгілер алдын ала мұздатылып кептіріліп, ұсақталған күйде талданды. Спектрлер $4000-600$ см⁻¹ диапазонында тіркелді. Әр үлгі үшін 32 сканерлеу орындалып, спектрлердің рұқсат ету қабілеті 4 см⁻¹ құрады. Ақуыздардың екінші реттік құрылымындағы өзгерістер Amide I ($1700-1600$ см⁻¹) және Amide II ($1600-1500$ см⁻¹) жолақтарының орналасуы мен қарқындылығы бойынша интерпретацияланды.

Үлгілердің микроструктурасы Hitachi TM4000 (Japan) сканерлеуші электрондық микроскопында (SEM) зерттелді. Үлгілер алдын ала мұздатылып кептіріліп, микроскопиялық талдауға дайындалды. Бақылау $500\times$ және $1000\times$ үлкейтулерде жүргізілді. Алынған микрофотосуреттер ақуыздық матрицаның құрылымдық ұйымдасуын, кеуектілігін және біртектілік дәрежесін бағалау үшін пайдаланылды.

Органолептикалық бағалау сыртқы түрі,

текстурасы, иісі және дәмі бойынша 9 балдық шкала арқылы тағам технологиясы саласындағы 12 сарапшыдан тұратын комиссияның қатысуымен жүргізілді. Барлық тәжірибелер кемінде үш мәрте қайталанып жүргізілді. Нәтижелер орташа мән (M) және стандарттық ауытқу ($\pm SD$) түрінде ұсынылды. Мәліметтерді статистикалық өңдеу дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісімен жүргізіліп, айырмашылықтардың маңыздылығы $p < 0,05$ деңгейінде бағаланды.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері ферментация процесінің балық өнімдерінің құрылымдық-функционалдық сипаттамаларына ке-

шенді және бағытталған әсер ететінін көрсетеді. Бұл әсер физика-химиялық және реологиялық қасиеттері өзгерген жаңа ақуыздық жүйенің қалыптасуымен сипатталады. Алынған мәліметтер молекулалық деңгейде жүретін өзгерістердің өнімнің макроскопиялық қасиеттерінде, атап айтқанда текстурасында, ылғалды ұстап тұру қабілетінде және микроструктуралық ұйымдасуында көрініс табатынын дәлелдейді.

Үлгілердің реологиялық сипаттамалары текстуралық профиль (TPA) әдісі арқылы анықталып, олардың нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Үлгілердің текстуралық көрсеткіштері

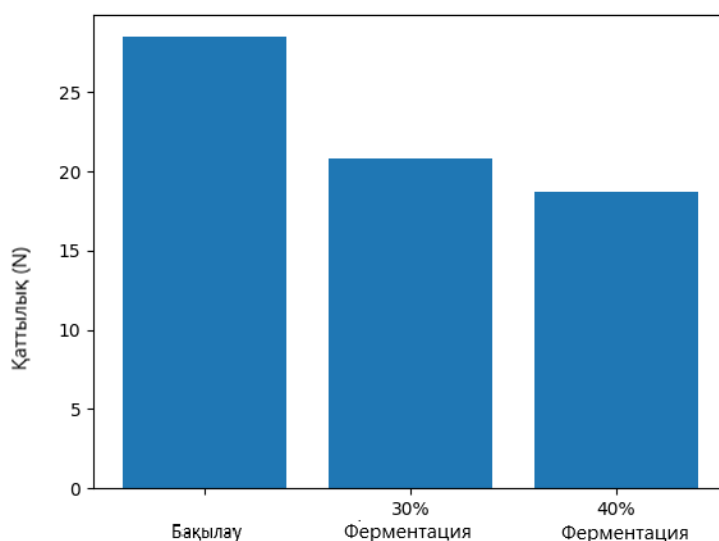
Көрсеткіш	Бақылау	30% ферментация	40% ферментация
Қаттылық (N)	28.5 ± 1.2^a	20.8 ± 1.0^b	18.7 ± 0.9^c
Когезивтілік	0.42	0.55	0.61
Серпімділік	0.63	0.72	0.78

Ескерту: әртүрлі әріптермен белгіленген мәндер арасында статистикалық тұрғыдан мәнді айырмашылық бар ($p < 0,05$).

Алынған мәліметтерді талдау ферментация деңгейінің артуы үлгілердің қаттылығының статистикалық тұрғыдан мәнді төмендеуіне (27-34%, $p < 0,05$) алып келетінін және сонымен қатар когезивтілік пен серпімділік көрсеткіштерінің артуымен қатар жүретінін көрсетеді. Бұл үрдіс миофибриллярлық ақуыздардың терең модификациясын сипаттайды және олардың протеолитикалық ыдырауы мен кейінгі қайта ұйымдасуымен байланысты. Қаттылықтың төмендеуі молекулааралық өзара әрекеттесулердің әлсіреуіне байланысты болса,

когезивтіліктің артуы құрылымның неғұрлым интеграцияланған күйге өткенін көрсетеді.

Серпімділіктің жоғарылауы деформациядан кейін пішінін қалпына келтіруге қабілетті кеңістіктік гельдік тордың қалыптасуын білдіреді. Осылайша, ферментация борпылдақ және механикалық тұрақсыз құрылымнан неғұрлым пластикалық әрі құрылымдық ұйымдасқан жүйеге өтуге ықпал етеді, бұл өнімнің тұтынушылық қасиеттерінің қалыптасуындағы негізгі факторлардың бірі болып табылады.



Сурет 1. Ферментация деңгейіне байланысты үлгілердің қаттылығының өзгеру гистограммасы

Үлгілердің қаттылығының өзгеру динамикасы (1-сурет) ферментация деңгейінің артуына қарай бұл көрсеткіштің айқын төмендеу тенденциясын көрсетеді. Бұл құбылыс ақуыздардың ферментативті гидролизімен байланысты, нәтижесінде молекулааралық өзара

әрекеттесулер әлсіреп, құрылымның тығыздығы төмендейді.

Ылғалды ұстап тұру қабілетін анықтау нәтижелері центрифугалау әдісі арқылы алынған және 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2. Үлгілердің ылғалды ұстап тұру қабілеті

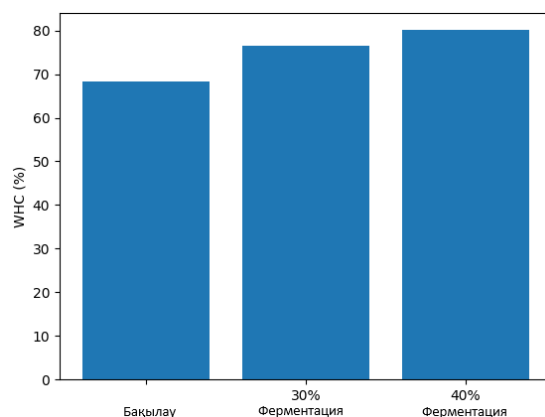
Үлгі	WHC (%)
Бақылау	68.2 ±1.5
30% ферментация	76.4 ±1.2
40% ферментация	80.1 ±1.3

Ескерту: нәтижелер орташа мән (M) және стандарттық ауытқу (±SD) түрінде ұсынылған. Айырмашылықтардың статистикалық маңыздылығы ANOVA әдісімен $p < 0,05$ деңгейінде бағаланды.

Алынған нәтижелер ферментация деңгейінің артуына байланысты ылғалды ұстап тұру қабілетінің статистикалық тұрғыдан мәнді (12-18%, $p < 0,05$) артатынын көрсетеді. Бұл әсер ақуыздардың конформациясының өзгеруімен және гидрофильді топтардың қолжетімділігінің артуымен түсіндіріледі.

Ферментативті гидролиз полипептидтік тізбектердің ішінара ашылуына әкеледі, бұл су молекулаларымен өзара әрекеттесу орталық-

тарының санын арттырады. Сонымен қатар кеңістіктік ақуыздық тордың қалыптасуы капиллярлық және адсорбциялық механизмдер арқылы ылғалды ұстап тұруды қамтамасыз етеді, бұл өнімнің шырындылығын арттырып, масса шығынын төмендетеді. Алынған нәтижелер ферменттелген балық өнімдеріндегі ақуыздық жүйелердің құрылымдық өзгерістері туралы әдеби деректермен сәйкес келеді [18, 19].



Сурет 2. Үлгілердің ылғалды ұстап тұру қабілетінің (WHC) өзгеру гистограммасы

2-суретте келтірілген мәліметтер ферментация деңгейінің артуымен ылғалды ұстап тұру қабілетінің тұрақты түрде жоғарылайтынын көрсетеді. Бұл өз кезегінде неғұрлым гидратталған әрі құрылымдық тұрғыдан ұй-

ымдасқан ақуыздық жүйенің қалыптасуын дәлелдейді.

Органолептикалық бағалау нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3. Үлгілердің органолептикалық бағалануы (9 балдық шкала)

Көрсеткіш	Бақылау	30% ферментация	40% ферментация
Сыртқы түрі	7.2 ±0.3	8.5 ±0.2	7.8 ±0.3
Консистенциясы	6.8 ±0.4	8.7 ±0.2	7.9 ±0.3
Иісі	7.0 ±0.3	8.3 ±0.2	7.6 ±0.3
Дәмі	6.9 ±0.4	8.6 ±0.2	7.4 ±0.3

Ескерту: нәтижелер орташа мән (M) және стандарттық ауытқу (±SD) түрінде ұсынылған. Айырмашылықтардың статистикалық маңыздылығы ANOVA әдісімен $p < 0,05$ деңгейінде бағаланды.

Органолептикалық бағалау тағам технологиясы және тағам өнімдерінің сапасын бақылау саласындағы тәжірибесі бар 12 сарапшыдан тұратын комиссияның қатысуымен жүргізілді. Дегустация 20 ± 2 °C температурада, бірдей жарықтандыру және сыртқы иіс көздері жоқ жағдайда өткізілді. Үлгілер сарапшыларға кездейсоқ кодталған түрде ұсынылып, сыртқы түрі, консистенциясы, иісі және дәмі бойынша 9 балдық шкала негізінде бағаланды.

Талдау көрсеткендей, ферментация деңгейі 30% болатын үлгілер барлық органолептикалық көрсеткіштер бойынша ең жоғары бағаларға ие болды. Бұл өнімнің дәмі мен иісінің үйлесімді қалыптасқанын және текстурасының оңтайлы екенін көрсетеді. Ферментация деңгейін 40%-ға дейін арттырғанда қышқыл дәмнің күшеюі байқалады, бұл өнімнің тұтынушылық қасиеттерінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Органолептикалық нәтижелер текстуралық талдау және ылғалды ұстап тұру қабілеті көрсеткіштерімен үйлеседі және ферментацияның оңтайлы деңгейі 30% екенін растайды.

Текстуралық талдау мен ылғалды ұстап тұру қабілеті бойынша алынған нәтижелерді молекулалық деңгейде түсіндіру мақсатында FTIR-спектроскопия қолданылды. FTIR талдауы ферменттелген үлгілерде Amide I және Amide II аймақтарында спектрлік өзгерістердің байқалғанын көрсетті. Әсіресе 30% және 40% ферментацияланған үлгілерде Amide I аймағындағы жолақтардың қарқындылығы бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары болды, бұл ақуыз құрылымының қайта ұйымдасу үрдістерімен байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар ферменттелген үлгілерде ақуыздардың екінші реттік құрылымының өзгеру белгілері байқалды. Бұл өзгерістер сүтқышқылды микроорганизмдердің белсенділігімен және ақуыздардың ішінара гидролизімен байланысты болуы мүмкін [19, 20]. Алайда алынған нәтижелерді нақты құрылымдық өзгерістердің тікелей дәлелі ретінде емес, ақуыздық матрицаның қайта ұйымдасу тенденциясының көрсеткіші ретінде қарастырған жөн.

SEM талдауы нәтижесінде бақылау және ферменттелген үлгілер арасында микроструктуралық айырмашылықтардың бар екені байқалды. Бақылау үлгісі салыстырмалы түрде кеуекті және құрылымдық ұйымдасуы төмен жүйемен сипатталды. Ал ферменттелген үлгілерде ақуыздық матрицаның жинақырақ орналасу тенденциясы байқалды. Ең біртекті

құрылым 30% ферментацияланған үлгіде анықталды. Бұл нәтиже қаттылық көрсеткіштерінің төмендеуі және ылғалды ұстап тұру қабілетінің артуымен сәйкес келді. Сонымен қатар SEM нәтижелері ақуыздық жүйенің құрылымдық өзгерістерге ұшырағанын көрсеткенімен, алынған деректерді толық морфологиялық сипаттама ретінде емес, микроструктуралық ұйымдасу тенденциясының көрсеткіші ретінде қарастырған жөн, бұл басқа зерттеулердің нәтижелерімен де сәйкес келеді [19].

pH көрсеткішінің өзгеруі органикалық қышқылдардың жиналуын көрсетеді, бұл өз кезегінде ақуыздардың коагуляциясын күшейтіп, өнімнің тұрақты құрылымының қалыптасуына ықпал етеді. Алынған нәтижелерді кешенді талдау ферментацияның ақуыздық жүйеге көпдеңгейлі әсер ететінін көрсетті. Құрылымдық, реологиялық және функционалдық сипаттамалар арасында өзара байланыс анықталып, интеграцияланған жүйенің қалыптасуы дәлелденді. Зерттеу нәтижелері ферментация деңгейі 30% болғанда өнімнің құрылымдық тұрақтылығы мен тұтынушылық қасиеттері арасындағы оңтайлы тепе-теңдікке қол жеткізілетінін көрсетті.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу тилапия негізіндегі балық өнімдерінің құрылымдық-функционалдық қасиеттеріне ферментация процесінің кешенді және бағытталған әсер ететінін анықтауға мүмкіндік берді. Ферментация нәтижесінде қаттылықтың статистикалық тұрғыдан мәнді төмендеуі және ылғалды ұстап тұру қабілетінің артуы байқалды, бұл ақуыздық матрицаның құрылымдық өзгерістерге ұшырағанын және оның гидратациялық қасиеттерінің өзгеруімен байланысты болуы мүмкін.

FTIR-спектроскопия және микроструктуралық талдау нәтижелері ферментация барысында ақуыздардың екінші реттік құрылымы мен микроструктуралық ұйымдасуында өзгерістер байқалатынын көрсетті. Бұл өзгерістер текстуралық көрсеткіштер мен ылғалды ұстап тұру қабілетінің өзгеруімен үйлеседі.

Осы зерттеу жағдайында ферментация тилапия негізіндегі балық өнімдерінің құрылымдық-функционалдық қасиеттерін реттеудің тиімді технологиялық тәсілі болып табылатыны анықталды. Ең қолайлы нәтижелер ферментация деңгейі 30% болған үлгілерде алынды. Бұл үлгілерде құрылымдық тұрақтылық, ылғалды ұстап тұру қабілеті және органолептикалық көрсеткіштердің оңтайлы үйлесімі байқалды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. – Rome: FAO, 2022. – 266 p. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
2. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action. – Rome: FAO, 2024. – 264 p. DOI: <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
3. S. Damodaran, K. Parkin Fennema's Food Chemistry. – 5th ed. – CRC Press, 2017. – 1123 p.
4. A.E. Ghaly, D. Dave, S. Budge, M.S. Brooks Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: review // American Journal of Applied Sciences. – 2010. – Vol. 7, No. 7. – P. 859-877. DOI: <https://doi.org/10.3844/a.jassp.2010.859.877>
5. J. Ahmed, P. Ptaszek Food Rheology and Texture. – Wiley-Blackwell, 2016. – 408 p.
6. S.S. Nielsen Food Analysis. – 5th ed. – Springer, 2017. – 640 p.
7. M.L. Colgrave Proteomics in Food Science: From Farm to Fork. – Academic Press, 2017. – 300 p.
8. H. Li, Y. Wang, Y. Zhang, et al. Fermented Fish Products: Balancing Tradition and Innovation Through Microbial Diversity, Safety, and Nutritional Enhancement // Foods. – 2024. – Vol. 13. – Article 2904. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13162565>
9. S.X.Y. Chan, Y.Y. Tan, K.F. Chai, A Comprehensive Review with Future Insights on the Nutritional, Microbial and Sensory Characteristics of Fermented Fish Products // Foods. – 2023. – Vol. 12(3). – 558. <https://doi.org/10.3390/foods12030558>
10. X. Chen, M. Yuan, Y. Wang, Y. Zhou, X. Sun Influence of fermentation with different lactic acid bacteria and in vitro digestion on the change of phenolic compounds in fermented kiwifruit pulps // International Journal of Food Science & Technology. – 2022. – Vol. 57. – P. 2670-2679. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15786>
11. B. Abraha, H. Admassu, A. Mahmud и др. Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review // MOJ Food Processing & Technology. – 2018. – Vol. 6, No. 4. – P. 376–382. DOI: <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00191>
12. A. Issa-Zacharia, R. Msangi, G. Mboya Revisiting Chemical and Microbiological Quality and Safety of Fish and Fish Products // International Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2025. – Vol. 10, No. 3. – P. 73-90. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ijmb.20251003.12>
13. P. Visciano Environmental contaminants in fish products: food safety issues and remediation strategies // Foods. – 2024. – Vol. 13(21). – 3511. – P. 1-20. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13213511>
14. M. Yin, X. Wang New strategies to improve the quality and safety of seafoods and the efficient utilization of their by-products // Foods. – 2026. – Vol. 15(2). – 190. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods15020190>
15. European Parliament, Council of the European Union. Regulation (EC) No 178/2002 laying down the general principles and requirements of food law // Official Journal of the European Union. – 2002. – OJ L 31. – P. 1-24. – URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj>
16. European Parliament, Council of the European Union. Regulation (EC) No 852/2004 on the hygiene of foodstuffs // Official Journal of the European Union. – 2004. – OJ L 139. – P. 1-54. – URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2004/852/oj>
17. European Parliament, Council of the European Union. Regulation (EC) No 853/2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin // Official Journal of the European Union. – 2004. – OJ L 139. – P. 55-205. – URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2004/853/oj>
18. L. Belleggia, A. Osimani, L. Aquilanti, et al. Fermented Fish and Fermented Fish-Based Products: An Ever-Growing Field and Market. A Literature Review // Foods. – 2023. – Vol. 12. – Review article. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113112>
19. N. Yuliana, D. Koesoemawardani, Susilawaty, et al. Lactic Acid Bacteria During Fish Fermentation (Rusip) // MOJ Food Processing & Technology. – 2018. – Vol. 6(2). – P. 211-216. DOI: <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00167>
20. H.N. Mohamed, S. Mustafa Fermented Fish Products: A Review on the Manufacturing Process, Technological Aspect, Sensory, Nutritional Qualities and Metabolite Profiles // International Journal of Synergy in Engineering and Technology. – 2021. – Vol. 2(1). – P. 16-35. <https://tatiuc.edu.my/ijset/index.php/ijset/article/view/94>

ЕТТАРТҚЫШТЫҢ КЕСУ МЕХАНИЗМІНІҢ ҚҰРЫЛМАСЫН ЖЕТІЛДІРУ

А.Б. БАКИЕВА , М.М. ТАШЫБАЕВА* ,
А.К. КАКИМОВ , Г.А. ЖУМАДИЛОВА 

(«Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071412, Семей қ., Глинка көш., 20А)

Автор - корреспонденттің электрондық поштасы: marzhan06081990@gmail.com*

Ет өнімдерін өндіру саласында ет шикізатын механикалық ұсақтауға арналған жабдықтар кеңінен қолданылады, олардың ішінде еттартқыштар негізгі орын алады. Ұсақтау процесінің тиімділігі мен кинетикалық заңдылықтары шикізатты тасымалдау және кесу тораптарының конструкциялық элементтері арасындағы өзара әрекеттесу жағдайларына, сондай-ақ өңделетін еттің физика-химиялық қасиеттеріне тәуелді болып келеді. Зерттеу нысаны ретінде ет шикізатын ұсақтауға арналған эксперименттік қондырғының кесу жүйесі (тор) және әртүрлі ет шикізаттары, атап айтқанда сыыр, қой, жылқы, шошқа және тауық еттері таңдап алынды. Зерттеу жұмыстары барысында ет шикізатының химиялық құрамы талданып, ұсақтау нәтижесінде алынған фарштың гранулометриялық құрамының өзгеру заңдылықтары анықталды. Сонымен қатар эксперименттік қондырғының технологиялық көрсеткіштері — өнімділігі мен энергия шығынына әсер ететін қуат көрсеткіштерінің өзгерісі зерттелді. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты – еттартқыштың кесу механизмі құрылымын жетілдіру арқылы ет шикізатын ұсақтау процесін тиімділеу. Зерттеу еттің құрылымдық-механикалық қасиеттерінің ұсақтау процесінде қалай өзгередінін және процестің технологиялық параметрлерін анықтауға негізделген. Қазіргі қолданылатын еттартқыштардың кесу механизмдері талданып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Осы талдауға сүйене отырып, еттартқыштың торлық құрылымын жетілдіру үшін жасалған тор ұсынылды. Зерттеу барысында кесу процесінің теориялық негіздері қарастырылып, эксперименттік жұмыстар жүргізілді. Хаген–Пуазейль теңдеуі қолданылып, волчок торының өткізу қабілеті есептелді, ұсақталған өнімнің гранулометриялық құрамы зерттелді. Сонымен қатар, шикізаттың ылғалдылығы, май және күл мөлшері анықталды. Бұл көрсеткіштер еттартқыштың жұмыс тиімділігін бағалауда маңызды фактор болып саналады.

Негізгі сөздер: еттартқыш, кескіш тор, кесу механизмі, ет шикізатын ұсақтау, гранулометриялық құрам, өткізу қабілеті, ұсақтау тиімділігі, өнімділік.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕГО МЕХАНИЗМА МЯСОРУБКИ

А.Б. БАКИЕВА, М.М. ТАШЫБАЕВА*,
А.К. КАКИМОВ, Г.А. ЖУМАДИЛОВА

(НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинка, 20А)

Электронная почта автора-корреспондента: marzhan06081990@gmail.com*

В области производства мясных продуктов широко применяется оборудование для механического измельчения мясного сырья, среди которого мясорубки занимают одно из ведущих мест. Эффективность и кинетические закономерности процесса измельчения зависят от условий взаимодействия конструктивных элементов транспортирующих и режущих узлов, а также от физико-химических свойств перерабатываемого мясного сырья. В качестве объектов исследования были выбраны режущая система экспериментальной установки для измельчения мясного сырья (ножевая решетка) и различные виды мясного сырья, а именно говядина, баранина, конина, свинина и мясо птицы. В ходе исследований был проанализирован химический состав мясного сырья и установлены закономерности изменения гранулометрического состава фарша, полученного в результате измельчения. Кроме того, были исследованы технологические показатели экспериментальной установки — производительность и изменение потребляемой мощности, оказывающее влияние на энергозатраты процесса. Основной целью данной работы является повышение эффективности процесса измельчения мясного сырья путем совершенствования конструкции режущего механизма мясорубки. Исследование основано на изучении

изменений структурно-механических свойств мяса в процессе измельчения и определении основных технологических параметров процесса. Проведен анализ режущих механизмов современных мясорубок, выявлены их преимущества и недостатки. На основании проведенного анализа предложена усовершенствованная конструкция ножевой решетки мясорубки. В ходе исследования рассмотрены теоретические основы процесса резания и выполнены экспериментальные исследования. С использованием уравнения Хагена–Пуазейля рассчитана пропускная способность решетки волчка и исследован гранулометрический состав измельченного продукта. Кроме того, были определены массовые доли влаги, жира и золы в исследуемом сырье. Установлено, что данные показатели являются важными факторами при оценке эффективности работы мясорубки.

Ключевые слова: мясорубка, режущая решетка, режущий механизм, измельчение мясного сырья, гранулометрический состав, пропускная способность, эффективность измельчения, производительность.

ENHANCEMENT OF THE MEAT GRINDER CUTTING MECHANISM DESIGN

A.B. BAKIYEVA, M.M. TASHYBAYEVA*,
A.K. KAKIMOV, G.A. ZHUMADILOVA

(NJSC «Shakarim University», Republic of Kazakhstan, 071412, Semey, Glinka st., 20A)

Corresponding author e-mail: marzhan06081990@gmail.com*

In the meat processing industry, equipment for the mechanical comminution of meat raw materials is widely used, with meat grinders being among the most important types of processing equipment. The efficiency and kinetic characteristics of the grinding process depend on the interaction between the structural elements of the conveying and cutting units, as well as on the physicochemical properties of the processed meat raw materials. The objects of this study were the cutting system of an experimental meat-grinding unit (cutting plate) and various types of meat raw materials, namely beef, lamb, horse meat, pork, and poultry meat. During the study, the chemical composition of the meat raw materials was analyzed, and the patterns of changes in the particle-size distribution of minced meat obtained after grinding were determined. In addition, the technological performance indicators of the experimental unit, including productivity and power consumption affecting the energy efficiency of the process, were investigated. The main objective of this work was to improve the efficiency of the meat-grinding process through the enhancement of the meat grinder cutting mechanism design. The study focused on determining the changes in the structural and mechanical properties of meat during grinding and on identifying the key technological parameters of the process. The cutting mechanisms of modern meat grinders were analyzed, and their advantages and disadvantages were identified. Based on this analysis, an improved cutting plate design for the meat grinder was proposed. The theoretical foundations of the cutting process were examined, and experimental studies were carried out. Using the Hagen–Poiseuille equation, the throughput capacity of the grinder plate was calculated, and the particle-size distribution of the ground product was investigated. In addition, the moisture, fat, and ash contents of the raw materials were determined. These parameters were found to be important factors in evaluating the operational efficiency of the meat grinder.

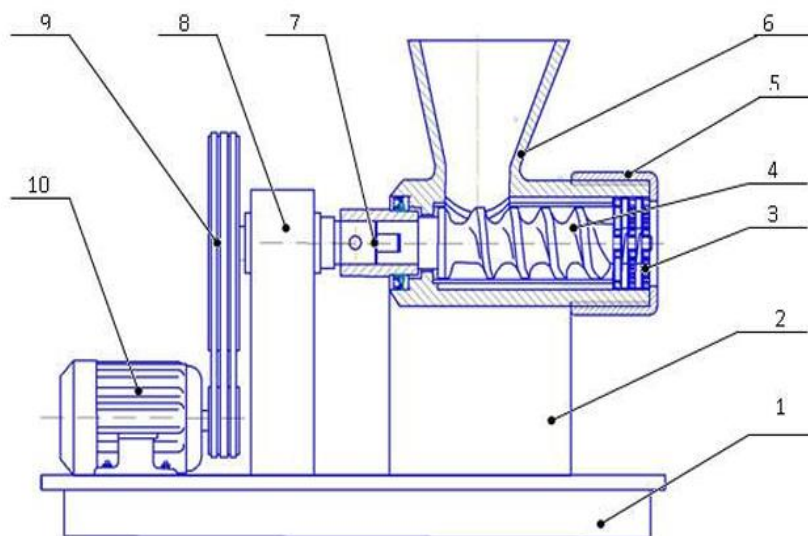
Keywords: meat grinder, cutting plate, cutting mechanism, meat raw materials, particle size distribution, throughput capacity, grinding efficiency, productivity.

Kіpіcne

Ұсақтау – бұл өңделетін шикізаттың құрылымдық тұтастығының кесу, қысу және ығыстыру күштерінің әсерінен бұзылуы нәтижесінде оның бастапқы өлшемдерінің кішірейіп, ұсақ бөлшектерге бөлінуімен сипатталатын технологиялық өңдеу процесі. Кесу процесі мен ет шикізатын ұсақтау режимдерін теориялық және эксперименттік зерттеу негізінде еттартқыштың кесу механизмінің құрылмасын жетілдіру. Ет шикізатын ұсақтауға арналған қолданыстағы еттартқыштың кесу механизміне талдау, пышақтар мен торлардың

конструкциялық ерекшеліктерін, олардың жұмыс режимдерін және еттің құрылымдық-механикалық қасиеттерімен өзара байланысын анықтауға бағытталады. Хаген–Пуазейль теңдеуі негізінде волчок торының өткізу қабілетін анықтау, гранулометриялық құрамын зерттеу.

Эксперимент нәтижелерінің сәйкестігін тексеру үшін аналитикалық зерттеулер шикізаттың «шнек – пышақ – тор» жүйесімен өзара әрекеттесу күштерін зерттеуге негізделген [1-3]. Еттартқыштың құрылысы мен жұмыс істеу принципі 1-ші суретте көрсетілген.



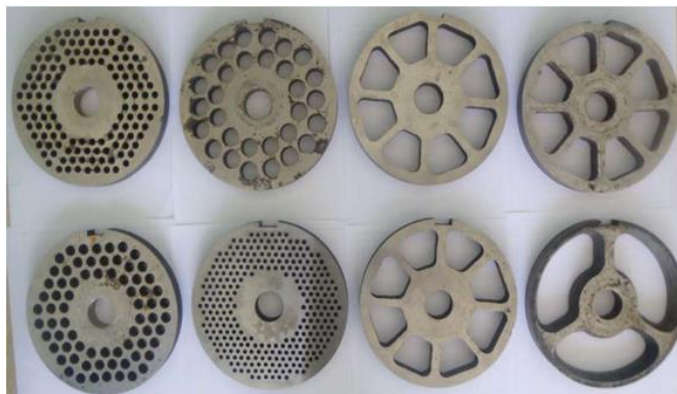
Сурет 1. Қондырғының жалпы көрінісі

1 – тірек рамасы; 2 – жұмыс корпусы; 3 – кесу механизмі; 4 – шнек; 5 – бекіту гайкасы; 6 – жүктеу бункері; 7 – муфта; 8 – редуктор; 9 – белдік беріліс механизмі; 10 – электрқозғалтқыш.

Еттартқыш жұмысы электр қозғалтқыштың белдік беріліс арқылы редукторға беретін айналу моментімен басталады. Редуктор шнекті қажетті айналу жылдамдығына жеткізеді. Шнек айнала отырып, бункерге салынған ет шикізатын ұсақтау құрылғысына бағыттайды. Ұсақтау құрылғысы белгілі бір ретпен орналасқан торлар мен пышақтардан тұрады. Торлар саптамаға орнатылып, тығындармен бекітілген. Пышақтар шнектің алдыңғы бөлігіне бекітіліп, шнекпен бірге айналады. Шнектің айналу нәтижесінде ет шикізаты пышақтар арқылы кесіліп, кейін ірі тесіктері бар тор арқылы өтеді. Шикізаттың 40 мм-ге дейінгі кесектері бункерге салынады, оларды шнек іліп алып ұсақтау құрылғысына жеткізеді. Ұсақтау процесі қозғалмайтын торлар мен айналмалы пышақтардың әсерінен жүреді. Шнек электрқозғалтқыш арқылы сынабелдік беріліс пен редуктордан қозғалыс алады.

Жұмыс камерасында өнімді алға жылжыту, оны пышаққа жеткізу және торлар арқылы өткізу үшін **бірқалыпты орам қадамы бар айналмалы шнек** қызмет атқарады. Шнектің ерекшелігі – ет шикізатын алдын ала ұсақтау және оны сығымдамай, құрамындағы сұйық фазасын сақтай отырып, режуші механизм арқылы өткізу үшін жеткілікті қысым жасауында [4-6].

Еттартқыштың **кесу аспабы** торлар мен айналмалы пышақтардан тұрады. Еттартқыштың кесу элементтері қозғалмайтын пышақтардан, дөңгелек, трапеция тәрізді тесіктері бар дискілік торлардан тұрады, олар айналмалы пышақтармен жұптасып жұмыс істейді. Қондырғыда төрт түрлі диаметрлі торлармен 2 - ші суретте (5×10^{-3} м, 8×10^{-3} м, 16×10^{-3} м, 25×10^{-3} м) және бірнеше кескіш пышақтармен 3-ші суретте (үш крест тәрізді және екі қанатты) жабдықталған [7, 8].



Сурет 2. Еттартқыштың торлары



Сурет 3. Еттартқыштың пышақтары

Пышақтар мен торлар шнектің алдыңғы шетіне бұралып бекітілген болат саусаққа параллель қыры арқылы орнатылады. Пышақтың орталық тесігі шнек саусағының сыртқы пішініне сәйкес келеді, сондықтан шнектің айналу қозғалысы пышаққа беріледі. Торлар шнектің саусағына бос отырғызылады, ал олардың айналуына жол бермеу үшін еттартқыш корпусының ішіне мықтап бекітілген шпонка қолданылады. Пышақтар мен торлардың жұмыс беттерінің бір-біріне тығыз жанасуы қыспақ гайканың көмегімен жүзеге асырылады. Классикалық конструкцияда қолданылатын крест пішінді пышақтар төрт қанаттан тұрады, олардың кесу қырлары ось бойымен бағытталған. Пышақтың алдыңғы бөлігі кесу қырына перпендикуляр орналасқан тікбұрышты жазық бет түрінде орындалған [9-11].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Хаген–Пуазейль теңдеуі негізінде еттартқыш торының өткізу қабілеті. Еттартқыш торының теориялық өнімділігін немесе өткізу қабілетін жұмыс органы жағдайына сүйене отырып Хаген - Пуазейль теңдеуі арқылы анықтауға болады. Гидравлика ғылымында белгілі болғандай, аталған теңдеу сұйықтың шығын мөлшері мен қысымы арасындағы тәуелділікті сипаттайды. Қысымның әсерінен сұйықтық бір немесе бірнеше саңылау арқылы ағып өтеді, ал ағын қарқындылығы олардың конструкциялық сипаттамаларына, яғни саңылаудың радиусы (немесе диаметрі) мен ұзындығына, сондай-ақ сұйықтықтың тұтқырлық қасиеттеріне тікелей байланысты. Шнек тудыратын қысымның әсерімен еттартқыштың жұмыс органында сұйықтық емес, ет шикізаты қозғалғанына қарамастан, еттартқыш торларының өткізгіштік қабілетін теориялық тұрғыдан бағалау үшін Хаген–Пуазейль теңдеуін қолдануға мүмкіндік бар [12, 13].

Есептеу және тәжірибелік-зерттеу жү-

мыстарында бастапқы параметрлерге байланысты берілген қысым мәні үшін сұйықтықтың шығыны анықталады.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot l} \cdot \frac{P}{\eta_{\text{ЭФ}}} = \frac{\pi R^4}{8 \cdot l} \cdot \frac{P}{\eta_{\text{ЭФ}}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

мұнда: d немесе D – диаметрі, м; R – радиусы, м; P – қысым, Па; $\eta_{\text{ЭФ}}$ – тұтқырлық, Па·с; l – ұзындығы, м.

Немесе белгілі шығын кезінде Хаген–Пуазейль теңдеуін өнімнің тесіктерден ығыстырылып шығуына сәйкес келетін қысымды немесе қысымдар айырымын табу үшін пайдалануға болады.

$$P = \Delta P = \frac{8 \eta_{\text{ЭФ}} \cdot l \cdot Q}{\pi R^4} = \frac{128 \eta_{\text{ЭФ}} \cdot l \cdot Q}{\pi D^4}, \text{ Па} \quad (2)$$

Мұндағы R – радиусы, м.

Теңдеуді түрлендіру нәтижесінде еттартқыш торы тесіктерінің геометриялық параметрі анықталады. Диаметрлері бірдей тесіктері бар тор үшін бұл параметр келесі түрде өрнектеледі:

$$k_{\Gamma} = \frac{\pi \cdot R^4}{8 \cdot l} = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot l}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

мұндағы: d, R – диаметрі немесе радиусы, м; l – ұзындығы, м.

Өртүрлі диаметрлі тесіктері бар тор үшін геометриялық коэффициент келесі түрде анықталады:

$$k_{\Gamma} = \frac{\pi \cdot (d_1^4 + d_2^4 + d_3^4)}{128 \cdot l}, \text{ м}^3 \quad (4)$$

Тордың теориялық өткізгіштігін анықтау үшін Хаген–Пуазейль теңдеуіне негізделген келесі тәуелділік пайдаланылады:

$$M = k_z z \rho \frac{P}{\eta_{\Phi}} \kappa z / c \quad (5)$$

мұндағы: $k\Gamma$ – геометриялық параметрі, м³;

z – тесіктер саны;

ρ – тығыздығы;

η_{Φ} – тұтқырлығы;

P – қысым, Па.

Гранулометриялық құрамды анықтау.

Ет тіндерінің мөлшерлік қалдығын анықтау және әрі қарай гранулометриялық құрамға талдау жүргізу үшін ет фаршының бөлшектерін олардың өлшемдері бойынша сұрыптайды. Бұл ретте бөлшектерді ұсақталу дәрежесіне қарай <5; 5; 8; 12; >12 мм шектерінде бөледі. Ол үшін өнім сынамаларын дәлдігі 0,01 г болатын аналитикалық таразыларда өлшейді.

Бөлшектердің үлесін (%) мына формула бойынша анықтайды:

$$x_2 = m_1 \cdot 100 / m_0, \quad (6)$$

мұндағы: m_0 – сынаманың жалпы массасы, г; m_1 – өлшемдері бойынша бөлінген ет тіндерінің бөлшектерінің массасы, г.

Жалпы химиялық құрамды анықтау сынаманы бір ілу әдісімен жүргізілді. Бұл әдіс ет пен сүт өнімдерінің ылғалдылығы мен майлылығын жеделдетілген әдіспен анықтауға арналған құрылғыны пайдалана отырып, өнімнің бір суспензиясында ылғал, май және ақуыз құрамын дәйекті түрде анықтаудан тұрады.

Ылғалдылықты анықтау. Салмағы (2-3) г, 0,001 г дейін дәлдікпен алынған екі рет ұсақталған өнімнің сынамасын ілу 150 °C температурада кептіру шкафында шыны таяқшасы бар металл бюксте 1 сағат бойы кептірілді. МЕСТ 9793-74 және МЕСТ Р 51479-99 сәйкес ылғалдылық формула бойынша есептелген:

$$x_1 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - m), \quad (7)$$

мұндағы: x_1 – ылғал мөлшері, %; m_1 – кептіруге дейінгі бюксамен бірге навеска массасы, г; m_2 – кептіргеннен кейінгі бюксамен бірге навеска массасы, г; m – бос бюкстың массасы, г.

Май мөлшерін анықтау. Ылғал анықталғаннан кейін кептірілген үлгі бюкске ауыстырылды және (10-15) мл еріткіш (этил эфири) құйылды. Майды алу (3-4) минут ішінде 4-5 рет қайталады.

Процесс кезінде үлгі араластырылып, әр экстракциядан кейін еріткішпен алынған

майлы сығынды жойылды. Соңғы еріткіш алынғаннан кейін оның қалдығы ауада буландырылды. Майсыздандырылған үлгі салынған бюкса 105 °C температурада 10 минут кептірілді.

Май мөлшері МЕСТ 23042-86 стандартына сәйкес келесі формула арқылы есептеледі:

$$x_2 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_0, \quad (8)$$

мұндағы: x_1 – май мөлшері, %; m_1 – майсыздандыруға дейінгі кептірілген үлгі бар бюкстың массасы, г; m_2 – майсыздандырылған үлгі бар бюкстың массасы, г; m_0 – үлгінің массасы, г.

Күлдің мөлшерін анықтау. Майсыздандырылғаннан кейінгі бюкстің ішін алдын ала қыздырылып, өлшенген тигельге салды. Бюкстің қабырғаларында қалған навеска қалдықтарын аз мөлшердегі еріткішпен жуды, кейін оны су моншасында қыздыру арқылы кетірді.

Құрғақ майсыздандырылған навескасы бар тигельге 1 мл магний ацетатын қосып, электр плиткасында көмірлендірді. Содан кейін муфель пешіне (температурасы 500–600 °C) 30 минутқа қойды. Дәл осылай 1 мл магний ацетаты ерітіндісін минералдады.

Күлдің мөлшерін мына формула бойынша есептеді:

$$x_3 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_0, \quad (9)$$

мұнда:

x_3 – күлдің мөлшері, %;

m_1 – күл массасы, г;

m_2 – магний ацетаты ерітіндісін минералдаудан алынған магний оксидінің массасы, г;

m_0 – ілмек массасы, г.

Ақуыз мөлшерін анықтау. МЕСТ 25011-81 стандартына сәйкес ақуыз мөлшері есептеу келесі формула бойынша анықталады:

$$x = 100 - (x_1 + x_2 + x_3), \quad (10)$$

мұндағы: x – ақуыз, %; x_1 – ылғал, %; x_2 – май, %; x_3 – күл, %.

Нәтижелері және оларды талқылау

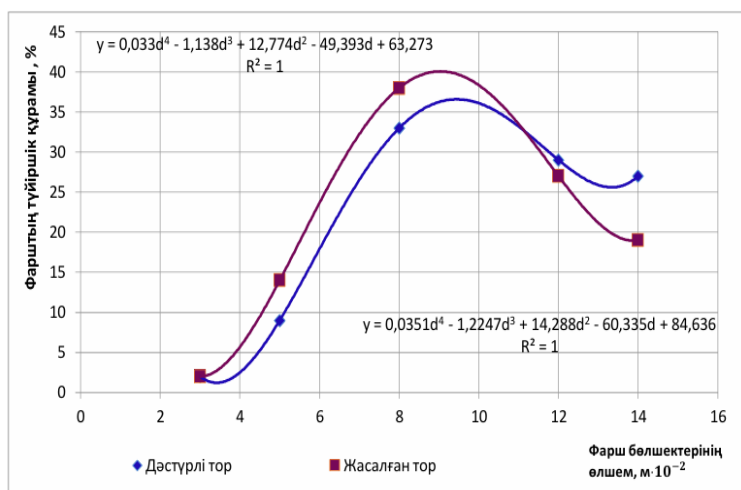
Ет шикізатының химиялық құрамын зерттеу. Еттің химиялық құрамы оның құрамындағы ылғал, май, күл және ақуыз мөлшерімен сипатталады [14, 15].

Кесте 1. Өртүрлі ет түрлерінің химиялық құрамы, %

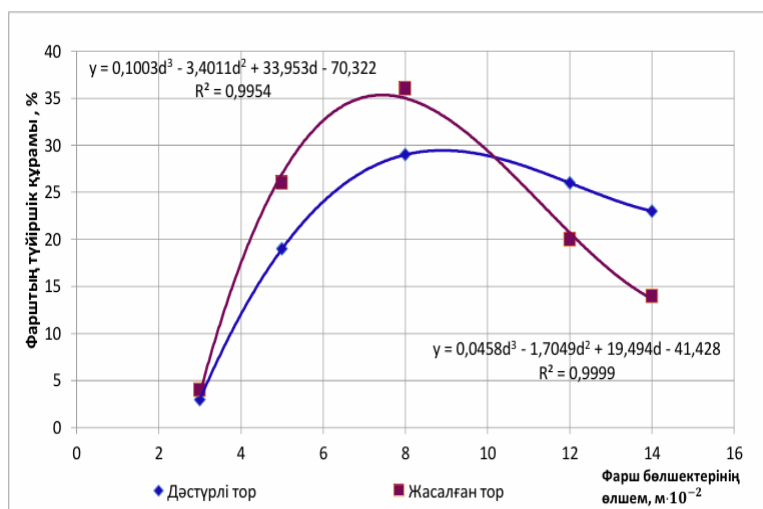
Еттің атауы	Массалық үлес мөлшері, %			
	Ылғал	Май	Күл	Ақуыз
Сиыр еті	63,9	16	1,3	18,8
Жылқы еті	71	8,7	2,2	18,1
Тауық еті	71,4	6,1	1	21,5
Қой еті	61,5	20,5	1,6	16,4
Шошқа еті	53,7	21,7	1,4	23,2

1-кестеден май мен ақуыздың мөлшері бойынша қой еті мен шошқа еті басқа ет түрлерінен асып түсетіні байқалады. Май мен ақуыздың жоғары мөлшері етті әртүрлі өнімдер өндіруге қолайлы шикізат етеді. Сонымен қатар, еттің ылғалдылығының көп болуы оны

алғаннан кейін бірден өңдеуді немесе бұзылу процестерін болдырмайтын немесе тежейтін жағдайларда сақтауды қажет етеді: 2 °С–тан 6 °С–қа дейінгі температурада – 24 сағаттан артық емес; 12 °С - та – 1 айға дейін; 18 °С-та – 2 айдан артық емес.



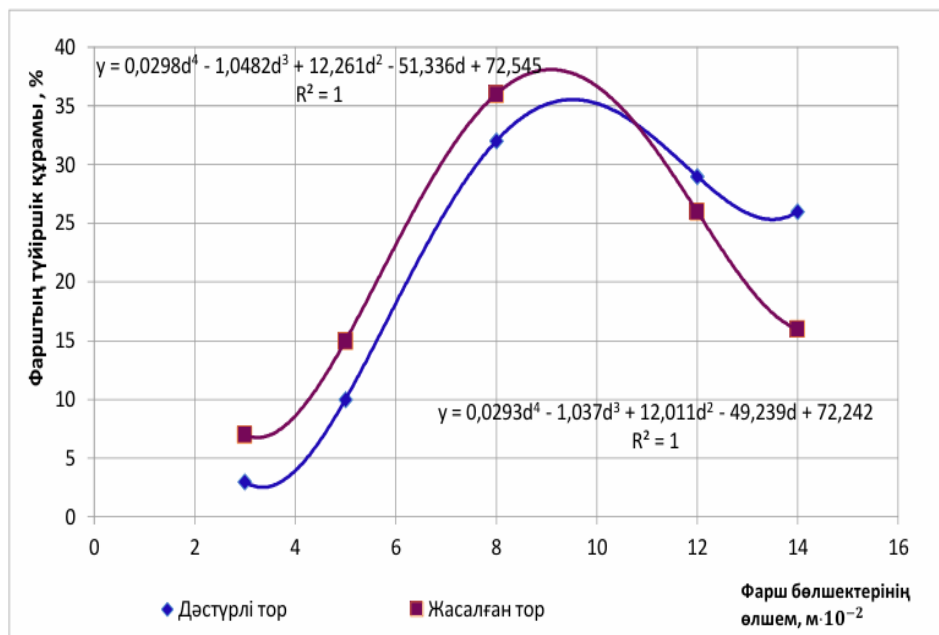
Сурет 4. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты сиыр еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі



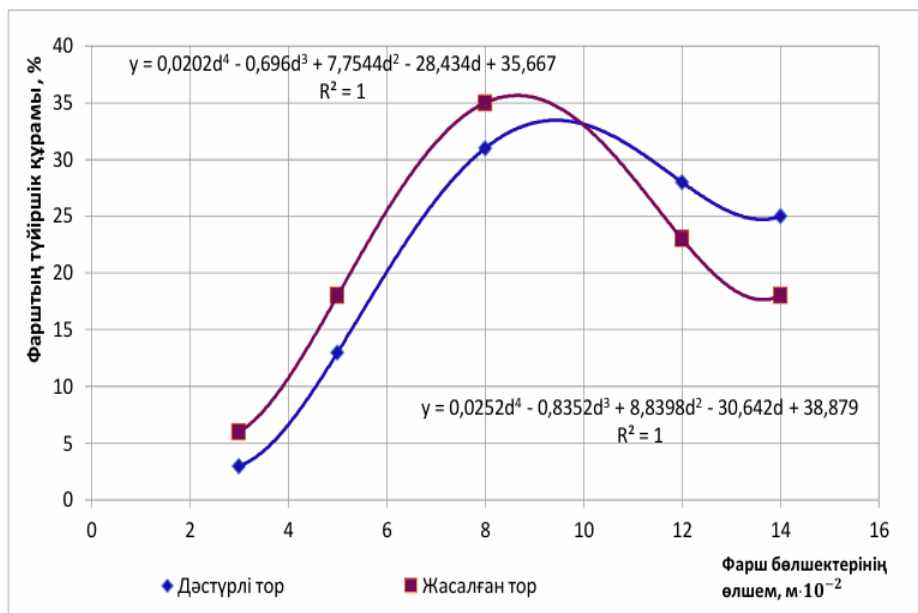
Сурет 5. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты қой еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі

Осылайша, жүргізілген зерттеулер әртүрлі ет шикізатының химиялық құрамын анықтауға мүмкіндік берді. Ол тиісті өңдеуден

кейін адам ағзасына қажетті және пайдалы элементтерге бай ет өнімдерін өндіруге негізгі шикізат ретінде пайдаланылуы мүмкін.



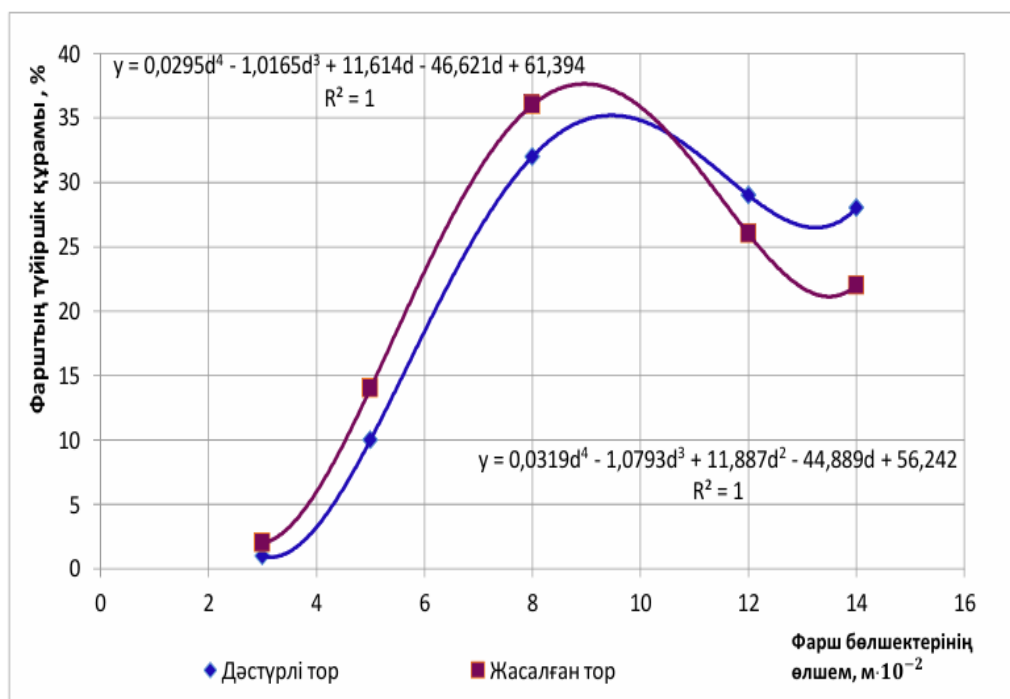
Сурет 6. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты тауық еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі



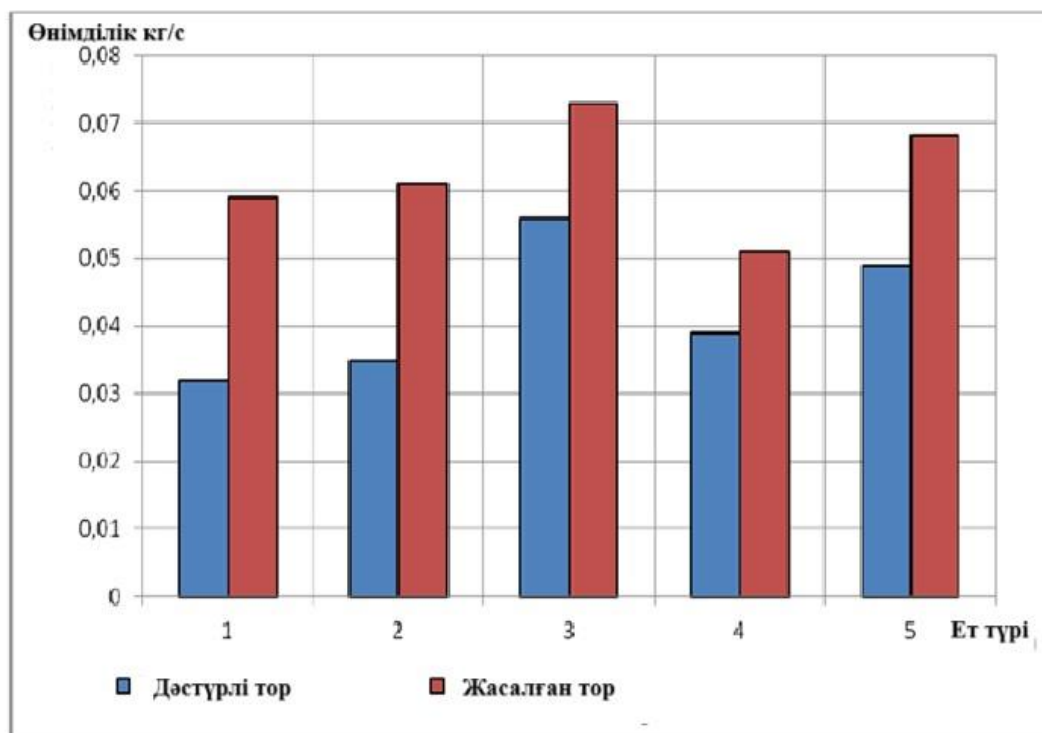
Сурет 7. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты жылқы еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі

Әртүрлі ет фаршының түйіршік құрамының мәндерінің өзгеруін анықтау үшін бөлшектердің өлшемдері кескіш механизмнің

құрылысына байланысты график түрінде көрсетілді (4 – 8 суреттерге сәйкес).



Сурет 8. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты шошқа еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі



Сурет 9. Зерттелген кесу механизмі конструкциясын және ет шикізаты түрін қолданғанда эксперименттік қондырғының өнімділігінің өзгеруі
1 – сиыр етінен тартылған фарш, 2 – жылқы етінен тартылған фарш, 3 – тауық етінен тартылған фарш, 4 – қой етінен тартылған фарш, 5 – шошқа етінен тартылған фарш.

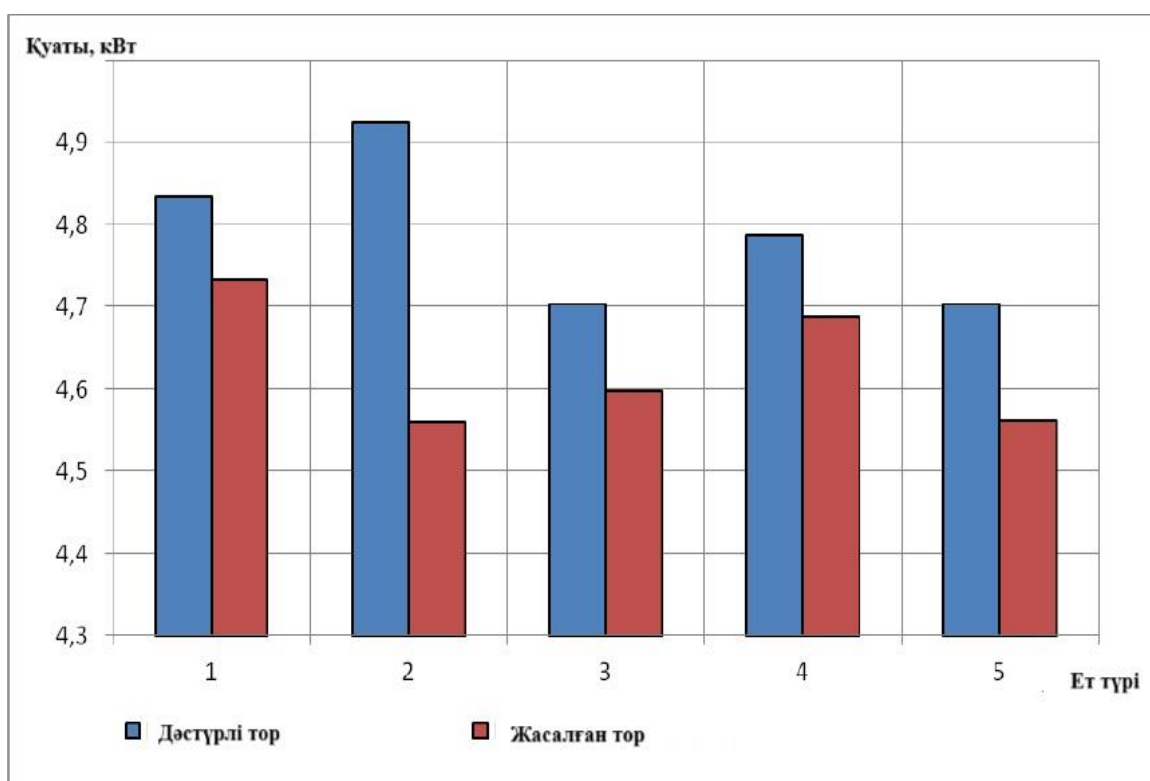
Зерттеу барысында кескіш механизмнің 2 түрі қолданылды: дәстүрлі және жасалған. Ет фаршының түйіршік құрамын анықтау үшін бөлшектер өлшемдері бойынша сұрыпталды. Фарштың үлгілері дәстүрлі (қабылдағыш тор, айқыш пішінді пышақ, тесігінің диаметрі 12 мм тор) және жасалған (қабылдағыш тор, айқыш пішінді пышақ, тесіктерінің диаметрі әртүрлі тор) кескіш механизмдерді пайдалана отырып алынған. Бұл жағдайда бөлшектер ұсақталу дәрежесіне қарай 3-тен 14 мм-ге дейінгі аралықта бөлінді.

Ет фаршының бөлшектерінің өлшемдері бойынша гранулометриялық құрамының графиктерінен көрініп тұрғандай, бөлшектердің

ірі-кішілігіне қарай таралуын ескерсек, әртүрлі ет түрлерін үккіштеу үшін ең тиімдісі – әртүрлі диаметрлі тесіктері бар торы бар жетілдірілген кесу механизмі болады.

Етті ұнтақтау процесінің энергетикасы кесу, қысым және үйкеліс күштерін жеңуге жұмсалатын белсенді қуат арқылы анықталады. Бастапқы кезеңде қозғалтқыштың белсенді қуаты ең жоғары болып, жүктеме артқан сайын ұлғайып отырады. Тұрақты жұмыс режимінде ұнтақтау қуатын N төмендегі формула бойынша анықтауға болады [16, 17].

$$N = 3 \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$



Сурет 10. Ет шикізатының түріне және кесу механизмі конструкциясына байланысты эксперименттік қондырғының қуатының өзгеруі.

1 – сиыр етінен тартылған фарш, 2 – жылқы етінен тартылған фарш, 3 – тауық етінен тартылған фарш, 4 – қой етінен тартылған фарш, 5 – шошқа етінен тартылған фарш.

Қорытынды

Еттартқыштың кесу құралы қозғалмайтын торлар мен айналмалы пышақтардан тұрады. Қозғалмайтын торлар дөңгелек және трапеция тәрізді тесіктері бар дискілер ретінде жасалып, айналмалы пышақтармен жұптасып, кескіш элементтерді құрайды. Еттартқыш төрт түрлі диаметрлі торлармен жабдықталған – 5, 8, 16 және 25 мм, сонымен қатар үш секторлы және бір қиғаш кескіш тор және үш крест тәрізді, екі екіқанатты пышақ қолданылады.

Еттартқыш торының теориялық өнімділігі немесе өткізу қабілеті жұмыс органы жағдайына сүйене отырып Хаген–Пуазейль теңдеуі арқылы есептелді. Гидравликадан белгілі болғандай, бұл теңдеу сұйықтық шығыны мен оның қысымы арасындағы байланысты сипаттайды. Еттің химиялық құрамы оның құрамындағы ылғал, май, күл және ақуыз мөлшері арқылы сипатталады. Бұл көрсеткіштер еттің тағамдық құндылығын, сапасын және өңдеу процесіндегі ерекшеліктерін анықтауға мүм-

кіндік береді. Зерттеу барысында екі түрлі кескіш механизм қолданылды: дәстүрлі және жаңадан әзірленген. Ет фаршының түйіршік құрамын анықтау үшін алынған бөлшектер өлшемдері бойынша сұрыпталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. А.Г. Конников Справочник по производству колбасных изделий и мясных полуфабрикатов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 296 с.
2. Патент 156979 РФ, МПК В02С 18/36 (2006.01), опубл. 20.11.2015.
3. В.В. Кафаров, В.Л. Перов, В.П. Мешалкин. Принципы математического моделирования химико-технологических систем (Введение в системотехнику химических производств). – М.: Химия, 1974. – 344 с.
4. В.В. Кафаров Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 2-е изд., 1971. – 496 с.
5. А.Б. Бакиева, М.М. Акимов, Б.А. Лобасенко, Н.К. Ибрагимов Устройство для определения консистенции вязкопластичных материалов. //Вестник Государственного университета имени Шакарима города Семей № 2(90)2020. – С. 173-175.
6. А.К. Мустафаева, Б.Б. Кабулов, А.Б. Бакиева, М.М. Ташыбаева, П.А. Жаппаров. Анализ оборудования для измельчения мясокостного сырья. /Сборник материалов XX международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». – Барнаул, АлтГТУ, 14.03.2019. – С. 244-246.
7. Ж.С. Есимбеков Разработка технологии комбинированных мясных продуктов функционального назначения на основе мясного сырья. Диссертация на соискание ... PhD. – Семей: 2017 г., 148с.
8. A. Bakieva, B. Kabulov, Zh. Imangalieva, E. Dick, S. Arslanbekova, L. Tukhvatullina, E. Murzina, G. Peshcherov, A. Ovsyannikova. Engineering methods of technological calculation of meat grinders. In the ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN (N): 1819-6608; Issue 14, November 2019
9. A. Bakieva, M. Akimov, G. Abdilova, N. Ibragimov, G. Bekesheva «Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat» International Journal of Mechanics and Production. Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (N): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001 Vol. 9, Issue 6, December 2019, 377-390
10. М.М. Акимов, Б.Б. Кабулов, А.К. Мустафаева, А.Б. Бакиева, М.М. Ташыбаева Способ измельчения замороженного мясного сырья. /Сборник материалов IX-ой Международной научно-технической конференции «Казахстан-холод 2019». – Алматы, 20-21.02.2019. – С. 87-89.
11. К.С. Бекбаев Совершенствование процесса измельчения с применением ножей. Диссертация на соискание к.т.н. Семей – 2007 г. –126с.

12. А.К. Какимов Научные основы технологических процессов обработки комбинированных мясных продуктов с добавлением костного сырья. Диссертация на соискание ... докт. техн. наук. – Алматы: АТУ, 2007. – 286с.

13. М.М. Акимов, А.К. Мустафаева, А.Б. Бакиева, Г.Б. Бекешова Современное состояние реологии мясных и молочных продуктов. Монография. – Семей: ГУ им. Шакарима г. Семей, 2018. – 249 с.

14. А.И. Пелеев Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. - М.: Пищепромиздат, 1963. - 685 с

15. А.В. Горбатов и др. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 176 с.

16. A. Bakieva, A. Yerengaliyev, A. Kakimov, G. Zhumadilova, G. Abdilova, E. Serikov, A. Suychinov, R. Turagulov, Zh. Yessimbekov Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency. Processes 2024, 12, 1808. <https://doi.org/10.3390/pr12091808>

17. А.Б Бакиева Разработка конструкции режущего механизма волчка с целью совершенствования режимов измельчения пищевого сырья. Дисс. PhD, Семей – 2021 г. –110с.

REFERENCES

1. A.G. Konnikov Spravochnik po proizvodstvu kolbasnyh izdelij i mjasnyh polufabrikatov [Handbook on the production of sausage products and semi-finished meat products]. Moscow: Pishchepromizdat, 1960. 296 p. (In Russian)
2. Patent 156979 RF, IPC B02C 18/36(2006.01), published on 11/20/2015. (In Russian)
3. V.V. Kafarov, V.L. Perov, V.P. Meshalkin. Principy matematicheskogo modelirovaniya himiko-tehnologicheskikh sistem (Vvedenie v sistemotekhniku himicheskikh proizvodstv). [Principles of mathematical modeling of chemical and technological systems (Introduction to the system engineering of chemical industries)]. Moscow: Khimiya, 1974. 344 p. (In Russian)
4. V.V. Kafarov Metody kibernetiki v himii i himicheskoy tehnologii. [Methods of cybernetics in chemistry and chemical technology]. Moscow: Khimiya, 2nd ed., 1971. 496 p. (In Russian)
5. A.B. Bakieva, M.M. Akimov, B.A. Lobasenko, N.K. Ibragimov Ustrojstvo dlja opredelenija konsistencii vjaskoplastichnyh materialov. [A device for determining the consistency of viscoplastic materials]. Scientific journal Bulletin of the Shakarim State University of Semey No. 2(90)2020, pp. 173-175. (In Russian)
6. A.K. Mustafaeva, B.B. Kabulov, A.B. Bakieva, M.M. Tashybaeva, P.A. Zhapparov Analiz oborudovaniya dlja izmel'cheniya mjasokostnogo syr'ja. [Analysis of equipment for grinding meat and bone raw materials]. Collection of materials of the XX international scientific and practical conference "Modern problems of technology and technology of food production". Barnaul, AltSTU,

03/14/2019, pp. 244-246. (In Russian)

7. Zh.S. Esimbekov Razrabotka tehnologii kombinirovannyh mjasnyh produktov funkcional'nogo naznacheniya na osnove mjasnogo syr'ja. [Development of technology for combined functional meat products based on meat raw materials]. Dissertation for a PhD. – Semey: 2017, p. 148 (In Russian)

8. A. Bakieva, B. Kabulov, Zh. Imangalieva, E. Dick, S. Arslanbekova, L. Tukhvatullina, E. Murzina, G. Peshcherov, A. Ovsyannikova. Engineering methods of technological calculation of meat grinders. In the ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN (N): 1819-6608; Issue 14, November 2019

9. A. Bakieva, M. Akimov, G. Abdilova, N. Ibragimov, G. Bekesheva «Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat» International Journal of Mechanics and Production. Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (N): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001 Vol. 9, Issue 6, December 2019, 377-390

10. M.M. Akimov, B.B. Kabulov, A.K. Mustafaeva, A.B. Bakieva, M.M. Tashybaeva Sposob izmel'cheniya zamorozhennogo mjasnogo syr'ja. [The method of grinding frozen meat raw materials]. Collection of materials of the ixth International Scientific and Technical Conference "Kazakhstan-cold 2019", Almaty, 20-21.02.2019, pp. 87-89. (In Russian)

11. K.S. Bekbaev Sovershenstvovanie processa izmel'cheniya s primeneniem nozhej. [Improvement of the grinding process using knives]. Dissertation for the Candidate of Technical Sciences Semey – 2007, pp. 18-26 (In Russian)

12. Kakimov A.K. Nauchnye osnovy tehnologicheskikh processov obrabotki kombinirovannyh

mjasnyh produktov s dobavleniem kostnogo syr'ja. [Scientific foundations of technological processes for processing combined meat products with the addition of bone raw materials]. Dissertation for a PhD. Technical sciences. – Almaty: ATA, 2007. – 286 p. (In Russian)

13. M.M. Akimov, A.K. Mustafaeva, A.B. Bakieva, G.B. Bekeshova Sovremennoe sostojanie reologii mjasnyh i molochnyh produktov [The current state of rheology of meat and dairy products] Monograph. – Semey: GU im. Shakarima G. Semey, 2018. – 249 p. (In Russian)

14. A.I. Peleev Tehnologicheskoe oborudovanie predpriyatij mjasnoj promyshlennosti [Technological equipment of meat industry enterprises] - M.: Pishchpromizdat, 1963. - 685 p. (In Russian)

15. A.V. Gorbatov i dr. Gidravlika i gidravlicheskie mashiny dlja plastichno-vjazkih mjasnyh i molochnyh produktov [Hydraulics and hydraulic machines for plastic-viscous meat and dairy products]. – M.: Agropromizdat, 1991. – 176 p. (In Russian)

16. A. Bakieva, A. Yerengaliyev, A. Kakimov, G. Zhumadilova, G. Abdilova, E. Serikov, A. Suychinov, R. Turagulov, Zh. Yessimbekov Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency. Processes 2024, 12, 1808. <https://doi.org/10.3390/pr12091808>

17. A.B Bakieva Razrabotka konstrukcii rezhu-shhego mehanizma volchka s cel'ju sovershenstvovaniya rezhimov izmel'cheniya pishhevogo syr'ja. [Development of the design of the cutting mechanism of the spinning top in order to improve the modes of grinding food raw materials] Diss. PhD, Semey – 2021, p. 110. (In Russian)

INFLUENCE OF OLEASTER POWDER ON THE QUALITY OF MECHANICALLY AERATED YEAST-FREE BREAD

SH.A. TURSUNBAYEVA , A.I. IZTAYEV , M.A. YAKIYAYEVA* ,
ZH.K. NURGOZHINA , B.I. IZTAYEV , B.ZH. MULDABEKOVA ,
M.N. MAMYRAYEV 

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, Almaty 050012, 100 Tole Bi Street)

Corresponding author's e-mail: yamadina88@mail.ru*

*This study investigates the effect of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) powder, with and without the stone, on the quality of mechanically aerated yeast-free bread produced using mechanical dough aeration, deep-freezing of dough semi-finished products, and subsequent microwave thawing before baking. The study is relevant to the growing demand for bakery products with enhanced nutritional value and to advances in frozen dough technologies that reduce dough preparation time while ensuring consistent quality of the final products. The aim of the research was to evaluate the influence of different levels of oleaster powder, with and without the stone, on the rheological, sensory, physicochemical, and nutritional properties of mechanically aerated yeast-free bread and to determine the optimum formulation. Modern analytical methods were employed, including the evaluation of dough rheological properties using the Mixolab and CT-2 Structurometer, sensory assessment, determination of physicochemical characteristics, chemical composition, vitamin and mineral contents, and mathematical modeling of the experimental data. The results demonstrated that incorporating oleaster powder improved the nutritional and biological value of bread, enhanced the structural-mechanical properties of the dough, and increased the contents of vitamins and minerals. The best overall performance was achieved with the formulation containing 20% stone-free oleaster powder, which provided the optimum combination of crumb porosity, specific volume, sensory quality, and chemical composition. The developed formulation and processing technology can be applied in the industrial production of functional bakery products and frozen mechanically aerated yeast-free dough semi-finished products.*

Keywords: mechanically aerated yeast-free dough; oleaster powder; frozen dough semi-finished products; shock freezing; structural-mechanical properties; rheological properties; bread quality.

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКА ДЖИДЫ НА КАЧЕСТВО СБИВНОГО БЕЗДРОЖЖЕВОГО ХЛЕБА

Ш.А. ТУРСУНБАЕВА, А.И. ИЗТАЕВ, М.А. ЯКИЯЕВА*, Ж.К. НУРГОЖИНА,
Б.И. ИЗТАЕВ, Б.Ж. МУЛДАБЕКОВА, М.Н. МАМЫРАЕВ

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, г.Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: yamadina88@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследования влияния порошка джиды (*Elaeagnus angustifolia* L.) с косточкой и без косточки на качество сбивного бездрожжевого хлеба, изготовленного с использованием технологии механического аэрирования теста, глубокой заморозки полуфабрикатов и последующего СВЧ-размораживания перед выпечкой. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки новых видов хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и совершенствования технологий производства замороженных полуфабрикатов, позволяющих сократить продолжительность тестоприготовления и обеспечить стабильное качество готовой продукции. Целью исследования являлось изучение влияния различных дозировок порошка джиды с косточкой и без косточки на реологические, органолептические, физико-химические и пищевые показатели сбивного бездрожжевого хлеба, а также определение оптимальной рецептуры. В работе использованы современные методы оценки качества хлебобулочных изделий, включая исследование реологических свойств теста с применением приборов Mixolab и Structurometer CT-2, органолептический анализ, определение физико-химических*

показателей, химического состава, содержания витаминов и минеральных веществ, а также математическое моделирование экспериментальных данных. Установлено, что внесение порошка джиды способствует повышению пищевой и биологической ценности хлеба, улучшению структурно-механических свойств теста и увеличению содержания витаминов и минеральных веществ. Наилучшие результаты получены при использовании 20 % порошка джиды без косточки, обеспечивающего оптимальное сочетание пористости, удельного объема, органолептических характеристик и химического состава готовых изделий. Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанной рецептуры и технологии при производстве функциональных хлебобулочных изделий и замороженных сбивных бездрожжевых полуфабрикатов на предприятиях хлебопекарной промышленности.

Ключевые слова: сбивное бездрожжевое тесто, порошок джиды, замороженные полуфабрикаты, шоковая заморозка, структурно-механические свойства, реологические характеристики, качество хлеба.

ЖИДЕ ҰНТАҒЫНЫҢ АШЫТҚЫСЫЗ МЕХАНИКАЛЫҚ АЭРАЦИЯЛАНҒАН НАННЫҢ САПАСЫНА ӘСЕРІ

Ш.А. ТУРСУНБАЕВА, А.И. ИЗТАЕВ, М.А. ЯКИЯЕВА*, Ж.К. НУРГОЖИНА,
Б.И. ИЗТАЕВ, Б.Ж. МУЛДАБЕКОВА, М.Н. МАМЫРАЕВ

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы қ., Төле би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: yamadina88@mail.ru*

Мақалада қамырды механикалық аэрациялау технологиясы негізінде дайындалған, жартылай фабрикаттары терең мұздатылып, пісіру алдында микротолқынды пеште жібітілген ашытқысыз нанның сапасына сүйекті және сүйексіз жиде (*Elaeagnus angustifolia* L.) ұнтағының әсерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің өзектілігі тағамдық құндылығы жоғары жаңа нан-тоқаш өнімдерін әзірлеу және қамырды дайындау уақытын қысқартып, дайын өнімнің тұрақты сапасын қамтамасыз ететін мұздатылған жартылай фабрикаттарды өндіру технологияларын жетілдіру қажеттілігімен негізделді. Зерттеудің мақсаты – сүйекті және сүйексіз жиде ұнтағының әртүрлі мөлшерінің механикалық аэрацияланған ашытқысыз нанның реологиялық, органолептикалық, физика-химиялық және тағамдық көрсеткіштеріне әсерін анықтау, сондай-ақ оңтайлы рецептураны негіздеу. Зерттеу барысында нан-тоқаш өнімдерінің сапасын бағалаудың заманауи әдістері қолданылды. Қамырдың реологиялық қасиеттері Mixolab және Structurometer СТ-2 аспаптарының көмегімен зерттелді, дайын өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері, химиялық құрамы, витаминдер мен минералдық заттардың мөлшері анықталды, сондай-ақ тәжірибелік деректерге математикалық модельдеу жүргізілді. Зерттеу нәтижелері жиде ұнтағын қолдану нанның тағамдық және биологиялық құндылығын арттырып, қамырдың құрылымдық-механикалық қасиеттерін жақсартып, витаминдер мен минералдық заттардың мөлшерін көбейтетінін көрсетті. Ең жоғары нәтижелер сүйексіз жиде ұнтағының 20 % мөлшерін қолданған кезде алынды. Бұл үлгі кеуектілігі, менишкіт көлемі, органолептикалық қасиеттері және химиялық құрамы бойынша ең жоғары көрсеткіштерге ие болды. Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңызы әзірленген рецептура мен технологияны нан пісіру кәсіпорындарында функционалдық нан-тоқаш өнімдері мен мұздатылған механикалық аэрацияланған ашытқысыз жартылай фабрикаттар өндірісінде қолдану мүмкіндігімен сипатталады.

Негізгі сөздер: механикалық аэрацияланған ашытқысыз қамыр, жиде ұнтағы, мұздатылған жартылай фабрикаттар, шоктық мұздату, құрылымдық-механикалық қасиеттер, реологиялық қасиеттер, нан сапасы.

Introduction

One of the priority directions in the development of the bakery industry is the creation of bread products with enhanced nutritional and biological value.

Contemporary research on incorporating

plant-derived raw materials has demonstrated that such ingredients can significantly improve the nutritional and biological characteristics of bakery products without the need for complex technological processes or synthetic additives. Among the most promising approaches is the use

of powders obtained from berries, fruits, and wild-growing plants, since they not only enrich bread with essential nutrients, particularly vitamins, dietary fiber, and natural antioxidants, but also expand the range of functional bakery products while preserving their desirable consumer characteristics and overall product quality [1-5].

The incorporation of plant powders can also affect the water absorption capacity of dough, its rheological and structural-mechanical properties, the formation and development of the gluten network, and the technological characteristics of the dough during processing. Consequently, experimental determination of the optimal dosage of such powders and the corresponding technological parameters is essential to ensure stable product quality and desirable functional properties [4, 5].

Of particular interest to the bakery industry of Kazakhstan is the utilization of the fruits of *Elaeagnus angustifolia* L. (oleaster), a plant widely distributed throughout the regions of Central Asia. These fruits are distinguished by their exceptionally high content of dietary fiber, phenolic compounds, naturally occurring sugars, minerals, and vitamins. In addition, available studies indicate that oleaster fruits possess considerable antioxidant capacity, with research focused on the chemical composition of oleaster fruits and on methods for their drying and processing. At the same time, there is evidence that the application of non-conventional dough-processing technologies, including microwave (MW) treatment, contributes to the preservation of the functional properties of fruit-derived raw materials while simultaneously enhancing their technological value [1-3, 6-9].

Another relevant and rapidly developing area of bakery technology is the production of yeast-free whipped dough, in which the porous structure is formed through the mechanical incorporation of air into the dough system. This technological approach makes it possible to substantially reduce dough preparation time, shorten the overall production cycle, and improve manufacturing efficiency without the use of baker's yeast [8, 9].

Additional technological advantages of the whipped dough process become particularly evident when frozen semi-finished products are employed. Modern deep-freezing technology enables centralized dough production, followed by

transportation over long distances and baking immediately before sale, thereby reducing production costs and decreasing labor intensity. According to recent studies, frozen dough technology represents one of the most rapidly developing sectors of the bakery industry, since the processes of deep freezing and subsequent thawing markedly influence the protein-starch matrix of dough, moisture distribution, and the rheological as well as structural-mechanical properties of both dough and the finished bread [10-14].

Despite the considerable number of published studies, there remains a substantial lack of information on the integrated use of oleaster powder prepared both with and without the stone in the production of yeast-free whipped bread from frozen dough followed by microwave (MW) thawing. Furthermore, the influence of these technological factors on the organoleptic characteristics and biochemical composition of bread, including the contents of proteins, carbohydrates, vitamins, minerals, and dietary fiber, has not been sufficiently investigated. In addition, no studies have reported mathematical optimization of the formulation based on a comprehensive evaluation of bread quality indicators.

Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of oleaster powder produced from fruits both with and without the stone on the quality characteristics of yeast-free whipped bread manufactured using deep-freezing technology followed by microwave (MW) thawing, and to determine the rational formulation parameters through mathematical modeling and a comprehensive assessment of the bread quality indicators.

Materials and research methods

First-grade wheat baking flour (GOST 26574-2017) [15], table salt (GOST R 51574-2018) [16], food-grade citric acid (GOST 908-2004) [17], drinking water complying with sanitary and hygienic requirements, and *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with and without stones were used as the research materials. The powder was produced under laboratory conditions from previously dried fruits by grinding them into a powder (Figure 1). The experimental studies were carried out in the laboratory of the Research Institute of Food Technologies of Almaty Technological University.

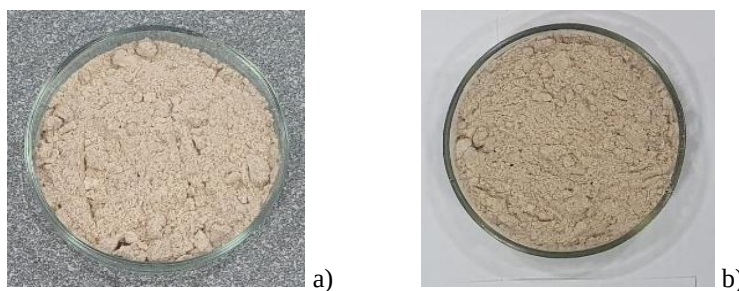


Figure 1. *Elaeagnus angustifolia* L. powder: (a) prepared from fruits without stones; (b) prepared from fruits with stones

Seven variants of yeast-free whipped dough were prepared for the study: a control sample without the addition of *Elaeagnus angustifolia* powder; three experimental samples in which part of the flour was replaced with *Elaeagnus angustifolia* powder prepared from fruits with stones at levels of 10, 20, and 30%; and three experimental samples in which part of the flour was replaced with *Elaeagnus angustifolia* powder prepared from fruits without stones at levels of 10, 20, and 30% of the flour weight.

The control sample consisted of yeast-free whipped bread prepared according to a formulation containing 100 g of first-grade wheat baking flour, 10 g of table salt, 5 g of food-grade citric acid, and drinking water in an amount calculated to obtain dough with the specified moisture content. In the experimental samples, part of the wheat flour was replaced with *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones or from fruits without stones at levels of 10, 20, and 30% of the flour weight. Accordingly, the amount of wheat flour was reduced to 90, 80, and 70 g, while the amount of *Elaeagnus angustifolia* L. powder was 10, 20, and 30 g, respectively. The amount of table salt (10 g), food-grade citric acid (5 g), and the quantity of added drinking water remained unchanged in all the samples under investigation.

The dough was prepared using a laboratory mechanical dough aeration unit equipped with a sealed high-pressure chamber with a capacity of 5 L, a whisk-type rotor, a programmable drive, and a pressure control sensor with an accuracy of ± 0.1 MPa. Atmospheric air served as the gas medium. Each batch weighed 300 g, approximately 20% of the chamber's working volume, ensuring effective saturation of the dough mass with air.

Before mixing, all dry ingredients (flour, table salt, citric acid, and *Elaeagnus angustifolia* powder) were weighed on laboratory scales with an accuracy of ± 0.01 g and pre-mixed for 1 min to ensure uniform distribution of the powder in the flour mixture. Drinking water at $18\text{--}20^\circ\text{C}$ was then added in the amount required to achieve the

specified moisture content, after which the mixture was transferred into the whipping chamber.

To prepare the experimental bread samples, the dough was mixed at a rotor speed of 1000 rpm for 4 min, ensuring uniform distribution of the ingredients, hydration of the flour, and formation of the dough's protein–starch structure. At the second stage, the chamber was hermetically sealed, atmospheric air was supplied until the pressure reached 4.0 ± 0.1 MPa, and the dough was mechanically whipped at a rotor speed of 500 rpm for 1.5 min. The combination of elevated pressure and mechanical treatment ensured uniform distribution of fine air bubbles and formation of a stable aerated dough structure. For the mathematical modeling, a separate experimental series was conducted in which the mixing shaft rotational speed (x_1) and mixing time (x_2) were varied according to the experimental design within the ranges of 225–1125 rpm and 3–9 min, respectively, while the dough freezing temperature (x_3) was varied at -14 , -27 , and -38°C . The remaining technological conditions, including the pressure and mechanical aeration conditions, were maintained as described above.

After whipping, the pressure inside the chamber was gradually reduced to atmospheric pressure. The dough was then removed, shaped into dough pieces, and deep-frozen. Freezing was carried out in a POLAIR CR5-G blast freezer (Russia) at temperatures of -14 , -27 , and -38°C according to the experimental design until the temperature at the center of the dough piece reached -18°C , which required approximately 60–90 min depending on the freezing temperature. After freezing, the dough semi-finished products were hermetically packed in food-grade polyethylene bags and stored at $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ for 30 days.

Before baking, the dough pieces were thawed in a domestic microwave oven at 800 W for 2–3 min until the temperature at the center of the dough reached $20 \pm 2^\circ\text{C}$. After thawing, the bread was baked in a convection oven at $200 \pm 5^\circ\text{C}$ for

35 min. The finished products were cooled at room temperature (22-24°C) for 1-2 h, after which the analyses were performed.

The organoleptic evaluation of the finished bakery products was conducted in accordance with GOST 27842-88 [18] by a tasting panel based on the following characteristics: appearance, share, surface condition, crust and crumb color, pore structure, taste, and aroma. In addition, a comparative evaluation of the samples was performed using the differential sensory analysis method with a 100-point scoring scale.

The physicochemical characteristics were determined in accordance with the applicable standards: moisture content according to GOST 21094-75 [19], porosity according to GOST 5669-96 [20], and acidity according to GOST 5670-96 [21]. In addition, the contents of proteins, fats, carbohydrates, dietary fiber, vitamins, and minerals were determined using generally accepted analytical methods, and the nutritional value of the finished products was calculated.

The structural and mechanical properties of the dough and bread crumb were also investigated. Rheological characteristics were measured using a CT-2 Structurometer. For the dough samples, total deformation (H_1), plastic deformation (H_2), and elastic deformation (H_3) were measured. Total deformation characterized the dough system's ability to deform under an external load. Plastic deformation reflected the extent of irreversible structural changes and the dough's moldability. Elastic deformation characterized the dough's ability to recover its original shape after the load was removed and served as an indirect indication of gluten network development and the structural integrity of the dough system.

The structural and mechanical properties of the bread crumb were determined after cooling the products at room temperature for 2 h. Crumb samples were cut from the central part of the loaf and formed into cylinders or plates with a thickness of 25 mm. Texture profile analysis was performed using the single-cycle compression method to 40% of the initial sample height at an indenter speed of 1.0 mm/s. Crumb hardness was determined from the maximum compression force recorded on the force-deformation curve. Each determination was performed in at least three replicates.

Mathematical modeling and statistical analysis of the experimental data were used to evaluate the influence of the factors on bread

quality. All experiments were performed in triplicate. The results are presented as the mean and standard deviation. Differences between the mean values were assessed at a significance level of $p < 0.05$.

Results and discussion

Before low-temperature treatment, the main physicochemical properties of the mechanically aerated dough were determined. The results showed that the moisture content of the investigated dough samples ranged from 51 to 56 %, while the acidity varied from 4.53 to 5.52 degrees. The control sample had a moisture content of 52.0 % and an acidity of 5.2 degrees. It was established that the addition of *Elaeagnus angustifolia* L. powder, whether prepared from fruit with stones or without, did not significantly affect the dough's moisture content. The slight differences observed among the experimental samples indicate that comparable conditions for the hydration of proteins and starch were maintained, which is particularly important for the formation of a stable aerated structure in mechanically whipped dough.

It should be noted that the acidity of all the investigated samples remained within the technologically acceptable range for yeast-free dough. The results indicate that the incorporation of *Elaeagnus angustifolia* L. powder did not disturb the acid-base balance of the dough system and did not create unfavorable conditions for the formation of the semi-finished product structure. Since no significant differences in moisture content or acidity were observed, the subsequent analysis focused on the structural-mechanical and rheological properties of the dough.

After mechanical aeration, the dough pieces were hermetically packed and deep-frozen at temperatures of -14, -27, and -38 °C. After storage, the semi-finished products were thawed using microwave (MW) treatment and then baked. Since the stability of the aerated structure during freezing is primarily determined by the rheological properties of the dough, particular attention was paid to the analysis of the Mixolab results and the structural-mechanical characteristics obtained using the CT-2 Structurometer.

Figures 2 and 3 present the Mixolab curves and CT-2 Structurometer data obtained for the samples that demonstrated the most optimal characteristics.

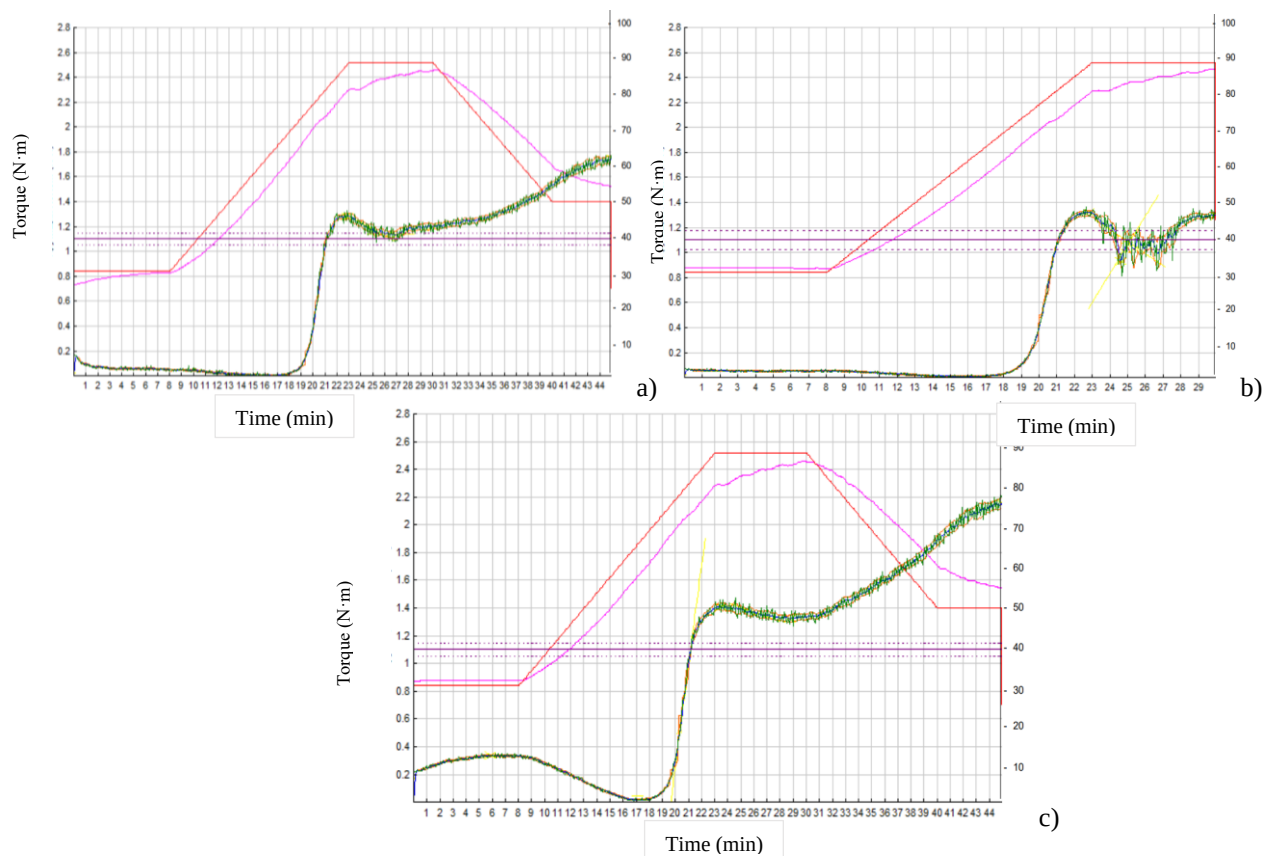


Figure 2. Mixolab curves: a) control sample of yeast-free whipped dough; b) yeast-free whipped dough containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits without stones; c) yeast-free whipped dough containing 10% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones

The rheological evaluation of the dough using the Mixolab showed that adding *Elaeagnus angustifolia* L. powder significantly affected dough hydration, gluten network formation, and thermo-mechanical stability. The highest rheological performance was observed in the sample containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits without stones. Compared with the control, this dough exhibited a longer development time, greater stability under mechanical stress, and a more stable protein-starch complex during heating, indicating the formation of a stronger three-dimensional dough structure.

The high Mixolab values for this sample are likely linked to the chemical composition of *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits without stones. The fruit pulp contains substantial amounts of pectic substances, soluble dietary fiber, and naturally occurring sugars with high water-binding capacity. These components promote a more uniform distribution of moisture, stabilize the protein-starch matrix, and help retain the dispersed gas phase formed during mechanical aeration. In addition, soluble polysaccharides may

act as natural cryoprotectants, reducing moisture migration and minimizing structural damage to the dough during freezing and subsequent thawing.

The second-highest rheological performance was observed in the sample containing 10% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits without stones. Although the effect was somewhat less pronounced than in the 20% formulation, this sample still exhibited greater dough stability and higher resistance to mechanical stress than the control, confirming the beneficial effect of a moderate level of the plant powder on dough structure formation.

Slightly lower rheological performance was observed in dough prepared with *Elaeagnus angustifolia* L. powder obtained from fruits with stones. Among these samples, the 10% formulation performed best. According to the CT-2 Structurometer data, this sample exhibited relatively high plasticity and satisfactory elasticity; however, its ability to recover its structure after mechanical loading was lower than that of the sample containing powder prepared from fruits without stones.

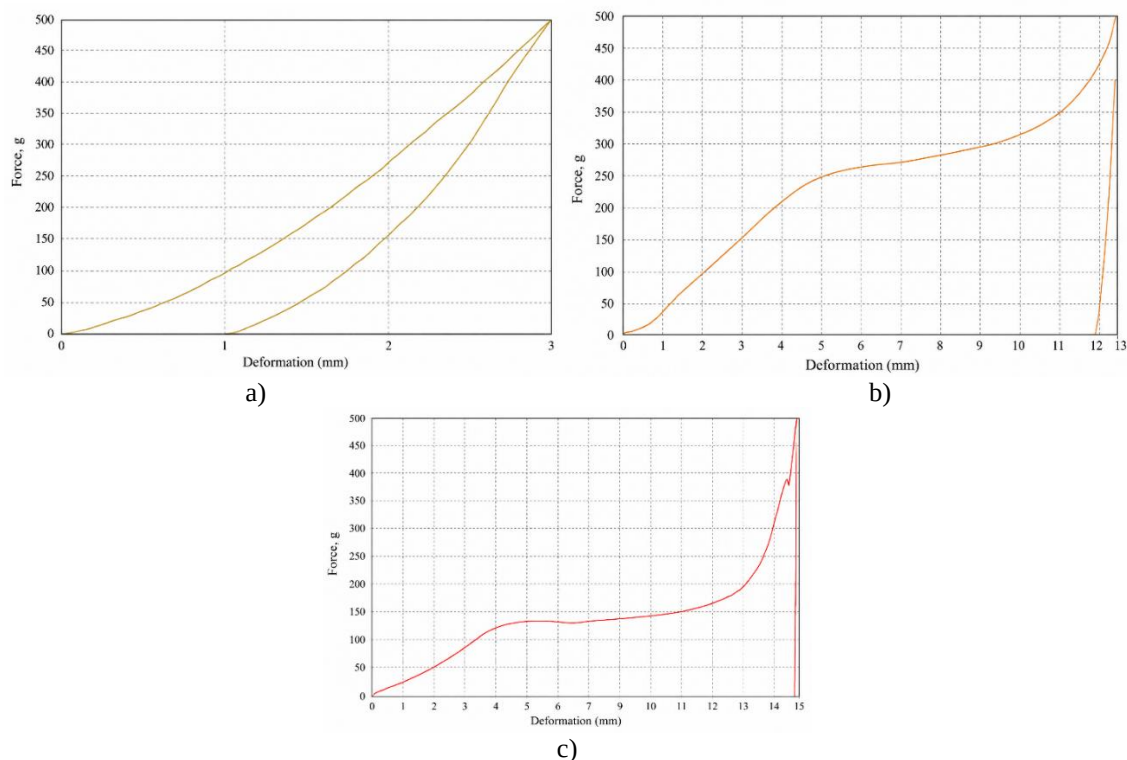


Figure 3. CT-2 Structurometer curves: a) control sample of yeast-free whipped dough; b) yeast-free whipped dough containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits without stones; c) yeast-free whipped dough containing 10% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones

The results can be explained by the chemical composition of the raw materials used in the study. Unlike the fruit pulp, the stone contains considerably higher amounts of insoluble dietary fiber and lignocellulosic components. As the dosage increases, these particles partially disrupt the continuity of the gluten network, limit its extensibility, and reduce the dough's ability to retain the finely dispersed gas phase [8, 9]. At a low level of incorporation (10%), this effect is practically insignificant; however, with increasing powder content, the influence of the coarse particles becomes more pronounced.

The results of the structural–mechanical analysis were fully consistent with the Mixolab data. The highest values of total, plastic, and elastic deformation were observed in the dough containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stone-free fruits, indicating an optimal balance between plasticity and elasticity of the dough system and a high capacity to withstand mechanical loading without destroying the developed structure. In contrast, the control sample exhibited the lowest values of the investigated parameters, indicating a less developed three-dimensional structure of the mechanically aerated dough.

Thus, the results obtained using two independent analytical methods—Mixolab and structural–mechanical analysis—showed the same pattern of changes in the rheological properties of the dough. Incorporating 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stone-free fruits had the most favorable effect on the development of the structural–mechanical characteristics of mechanically aerated yeast-free dough, whereas among the samples containing powder prepared from fruits with stones, the formulation with 10% powder proved to be the most preferable. These findings suggest that using *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stone-free fruits promotes the formation of a more stable protein–starch matrix with an enhanced ability to preserve the aerated structure during freezing, thawing, and subsequent baking.

After mechanical aeration, the dough pieces were shaped, hermetically packed in food-grade polyethylene bags, and deep-frozen in a POLAIR CR5-G blast freezer at temperatures of -14 , -27 , and -38°C until the temperature at the center of the dough piece reached -18°C . Freezing time ranged from 60 to 90 min, depending on the freezing temperature. After freezing, the semi-finished products were stored at $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 30 days. Before baking, the frozen dough was thawed in a

microwave oven at 800 W for 2–3 min until the temperature at the center of the dough piece reached $20 \pm 2^\circ\text{C}$, after which the bread was baked in a convection oven at $200 \pm 5^\circ\text{C}$ for 35 min. The finished products were cooled at room temperature for 1–2 h, after which their organoleptic, physicochemical, and structural–mechanical characteristics were determined.

The appearance of the whipped bread containing powder prepared from fruits with stones and without stones is shown in Figure 4. For convenience, the bread samples were designated as follows: Sample No. 1—bread containing 10%

Elaeagnus angustifolia L. powder prepared from stone-free fruits; Sample No. 2—bread containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stone-free fruits; Sample No. 3—bread containing 30% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stone-free fruits; Sample No. 4—bread containing 10% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones; Sample No. 5—bread containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones; and Sample No. 6—bread containing 30% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones.



Figure 4. Appearance of yeast-free whipped bread containing *Elaeagnus angustifolia* L. powder

The incorporation of *Elaeagnus angustifolia* L. powder had a noticeable effect on the appearance, crumb structure, taste, and aroma of the finished bread. According to the sensory evaluation results, the highest scores were obtained by the samples containing 10% and 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stone-free fruits. These bread samples were characterized by a regular shape, well-developed volume, a uniform, fine-walled, porous crumb structure, an elastic crumb, and a pleasant light-brown crust color. The taste and aroma were harmonious, with delicate fruity notes characteristic of *Elaeagnus angustifolia* fruits that did not adversely affect the traditional sensory properties of the bread.

When the level of *Elaeagnus angustifolia* L. powder was increased to 30%, regardless of

whether it was prepared from fruits with or without stones, the bread quality deteriorated noticeably. The finished products exhibited a smaller loaf volume, a less developed porous structure, and a denser crumb. The reduction in sensory scores was most likely associated with the excessive amount of dietary fiber, which restricted the development of the gluten network and reduced the dough's ability to retain the gas phase formed during mechanical aeration. In addition, the increased content of the plant powder enhanced the dough's water-binding capacity, resulting in a denser, less aerated crumb.

Further studies were carried out to determine the physicochemical properties of the bread samples (Table 1).

Table 1. Effect of *Elaeagnus angustifolia* L. powder on the physicochemical properties and volumetric characteristics of yeast-free whipped bread prepared with powder from fruits with stones and without stones

Sample	Moisture content. %	Acidity. degrees	Porosity. %	Specific volume. $\text{cm}^3/100 \text{ g}$	H/D ratio
Control	41.8	5.0	53.6	200	0.42
№1	42.6	5.2	54.6	233	0.48
№2	43.4	5.7	63.1	255	0.50
№3	42.8	6.5	60.8	231	0.46
№4	42.1	5.6	48.4	212	0.40
№5	42.4	6.2	56.6	240	0.42
№6	43.2	6.8	54.7	222	0.37

As shown in Table 1, incorporating *Elaeagnus angustifolia* L. powder significantly affected the quality characteristics of yeast-free whipped bread. The best results were observed for Sample No. 2 (20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits without stones), which had the highest porosity (63.1%), specific volume (255 cm³/100 g), and height-to-diameter (H/D) ratio (0.50). Sample No. 1 also showed higher values than the control for all parameters, though the improvement was less pronounced. At 30%, the volumetric characteristics of the bread decreased,

likely due to a weakened gluten network caused by the high dietary fiber content. Among samples containing *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones, Sample No. 5 recorded the highest values; however, its characteristics were still inferior to those of the corresponding samples prepared with powder from fruits without stones. The moisture content of the bread samples changed only slightly, whereas acidity increased consistently with higher levels of *Elaeagnus angustifolia* L. powder.

Table 2. Chemical composition of yeast-free whipped bread containing *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruits with stones and without stones

Parameter	Control	Sample No. 1	Sample No. 2	Sample No. 3	Sample No. 4	Sample No. 5	Sample No. 6
Protein, g/100 g	7.60	7.72	7.90	7.83	7.80	8.02	8.10
Fat, g/100 g	1.20	1.23	1.26	1.28	1.34	1.42	1.55
Carbohydrates, g/100 g	50.8	50.5	50.1	49.6	50.0	49.5	49.0
Vitamin A, mg/100 g	0.010	0.015	0.020	0.023	0.013	0.016	0.018
Vitamin E, mg/100 g	2.00	2.25	2.55	2.75	2.15	2.35	2.50
Vitamin C, mg/100 g	2.0	3.6	4.8	5.5	2.8	3.5	4.2
Vitamin B ₁ , mg/100 g	0.30	0.32	0.34	0.36	0.33	0.36	0.39
Vitamin B ₂ , mg/100 g	0.05	0.08	0.10	0.12	0.08	0.11	0.13
Vitamin B ₃ , mg/100 g	3.50	3.55	3.62	3.68	3.60	3.68	3.75
Vitamin B ₅ , mg/100 g	0.42	0.46	0.50	0.53	0.45	0.50	0.55
Vitamin B ₆ , mg/100 g	0.52	0.54	0.56	0.58	0.55	0.58	0.61
Folate (Vitamin B ₉), µg/100 g	22	25	28	30	24	27	29
Iron, mg/100 g	1.40	1.55	1.68	1.75	1.72	1.88	2.05
Potassium, mg/100 g	145	162	178	186	155	170	182
Calcium, mg/100 g	25	30	33	35	36	40	44
Magnesium, mg/100 g	24	28	30	32	31	35	38
Phosphorus, mg/100 g	95	103	108	112	109	116	121
Sodium, mg/100 g	395	394	392	390	393	392	390
Zinc, mg/100 g	1.20	1.25	1.30	1.35	1.32	1.40	1.48

As shown in Table 2, adding *Elaeagnus angustifolia* L. powder improved the nutritional value of yeast-free whipped bread. All experimental samples contained more protein, vitamins, and minerals than the control. Among samples prepared with *Elaeagnus angustifolia* L. powder from stoneless fruits, Sample No. 2 (20%) exhibited the most favorable technological and nutritional characteristics. This sample had higher levels of protein, vitamins A, C, E, and B-group vitamins, as well as potassium, calcium, magnesium, and phosphorus. Increasing the powder content to 30% further raised certain biologically active compounds; however, this was accompanied by deterioration in the bread's sensory and structural–mechanical properties.

Samples prepared with *Elaeagnus angustifolia* L. powder from fruits with stones had higher levels of protein, fat, and minerals, particularly iron, calcium, magnesium, phosphorus, and zinc, likely due to the high concentration of minerals and structural components in the stones. The highest values for most of the investigated parameters were observed in Sample No. 6 (30% powder prepared from fruits with stones); however, considering overall technological characteristics, this sample was inferior to Sample No. 2. These results indicate that incorporating 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from stoneless fruits provides the most rational combination of high sensory and physicochemical characteristics with enhanced nutritional and biological value of the finished bread.

To gain a more comprehensive understanding of the relationship between the chemical composition and the technological characteristics of yeast-free whipped bread, a mathematical analysis of the experimental data was conducted. The resulting relationships enabled identification of the factors that exert the greatest influence on the formation of the bread structure and its consumer properties. To further evaluate the influence of the main technological parameters on the nutritional characteristics of the finished bread, mathematical modeling was performed using experimental data from a separate series of experiments. A second-order

rotatable central composite design for three factors was used to develop the mathematical model of the investigated technological process. The factors were varied according to the experimental design within the following ranges: x_1 – rotational speed of the mixing shaft, 225–1125 rpm; x_2 – mixing time, 3–9 min; and x_3 – dough freezing temperature, –14, –27, and –38°C. The remaining technological conditions were maintained as described in the Materials and Methods section.

The optimization criterion was defined as the maximum retention of vitamin C:

$$Z_3 \rightarrow V_{max}$$

As a result of the statistical processing of the experimental data, the coefficients of the second-order regression equation were obtained.

The reproducibility variance was calculated as follows:

$$S_{rep}^2 = 0.3603$$

Adequacy variance:

$$S_{av}^2 = 4.0657$$

The calculated value of the Fisher (F) test was:

$$F_t = 11.2852$$

The Fisher test confirmed that the developed mathematical model was adequate for analyzing and predicting the vitamin C content of the finished bread. The response surface plots (Figure 5) illustrate the combined effects of mixing shaft rotational speed, mixing time, and dough freezing temperature on vitamin C retention. Among the factors studied, freezing temperature (x_3) had the strongest effect. As the freezing temperature decreased from –14 to –38°C, the predicted vitamin C content increased to 6–10 mg/100 g. This may reflect a lower rate of oxidative processes and better preservation of water-soluble vitamins at lower temperatures.

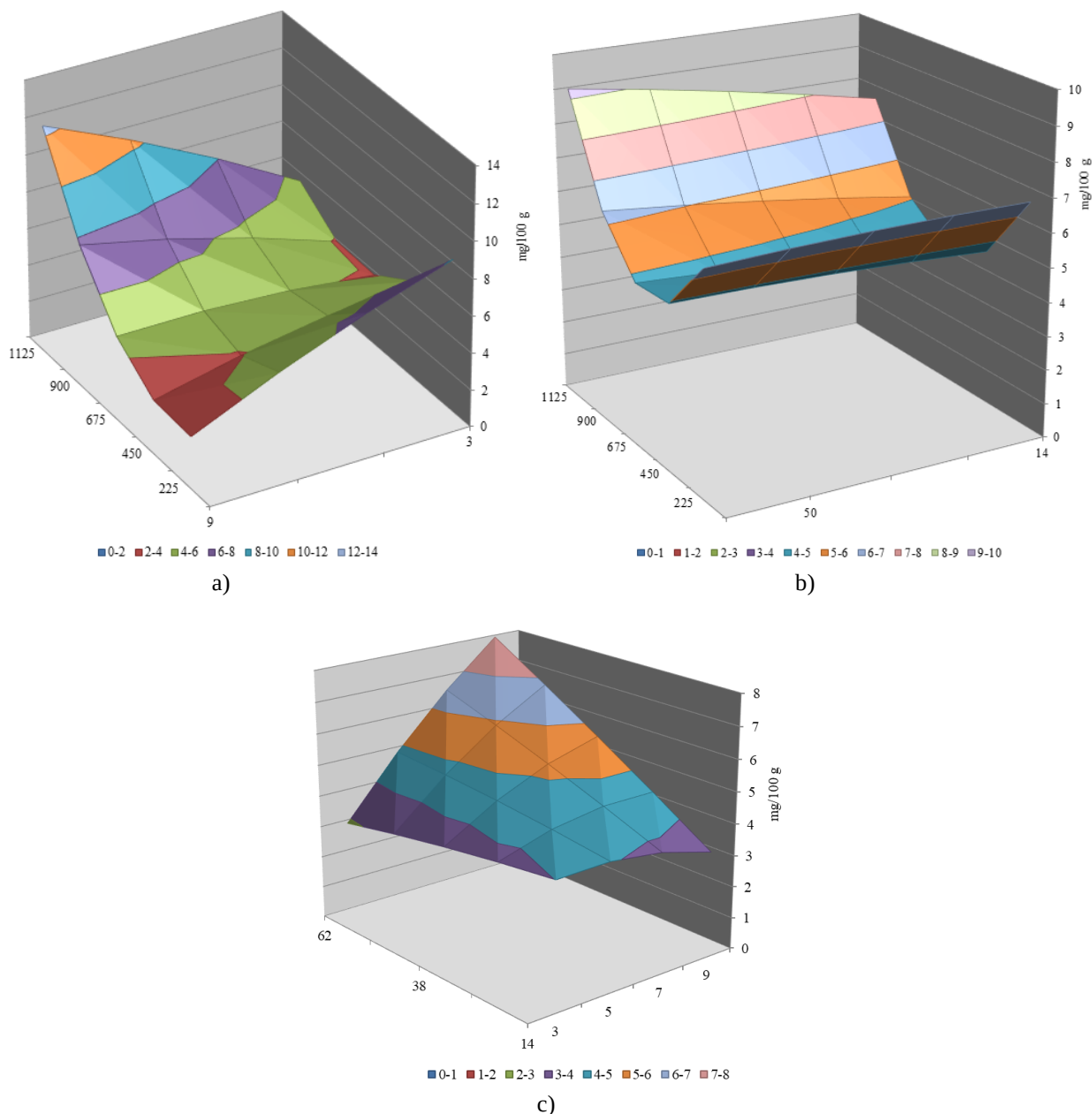


Figure 5. Response surface plots illustrating the effect of technological factors on the vitamin C content of the finished products (Z_3): a) effect of mixing shaft rotational speed and mixing time; b) effect of mixing shaft rotational speed and dough freezing temperature; c) effect of mixing time and dough freezing temperature

Vitamin B_1 content (Z_4), expressed in mg/100 g, served as the second response variable in the mathematical model. The same second-order regression model was used to assess how mixing shaft rotational speed, mixing time, and dough freezing temperature affect vitamin B_1 content.

Reproducibility variance:

$$S_{\text{rep}}^2 = 0.00068$$

Adequacy variance:

$$S_{\text{av}}^2 = 0.0004362$$

The calculated value of the Fisher (F) test was:

$$F_t = 0.6414$$

The Fisher test confirmed that the mathematical model was adequate for describing and predicting the vitamin B_1 content of the finished bread. The response surface plots from the model are presented in Figure 6.

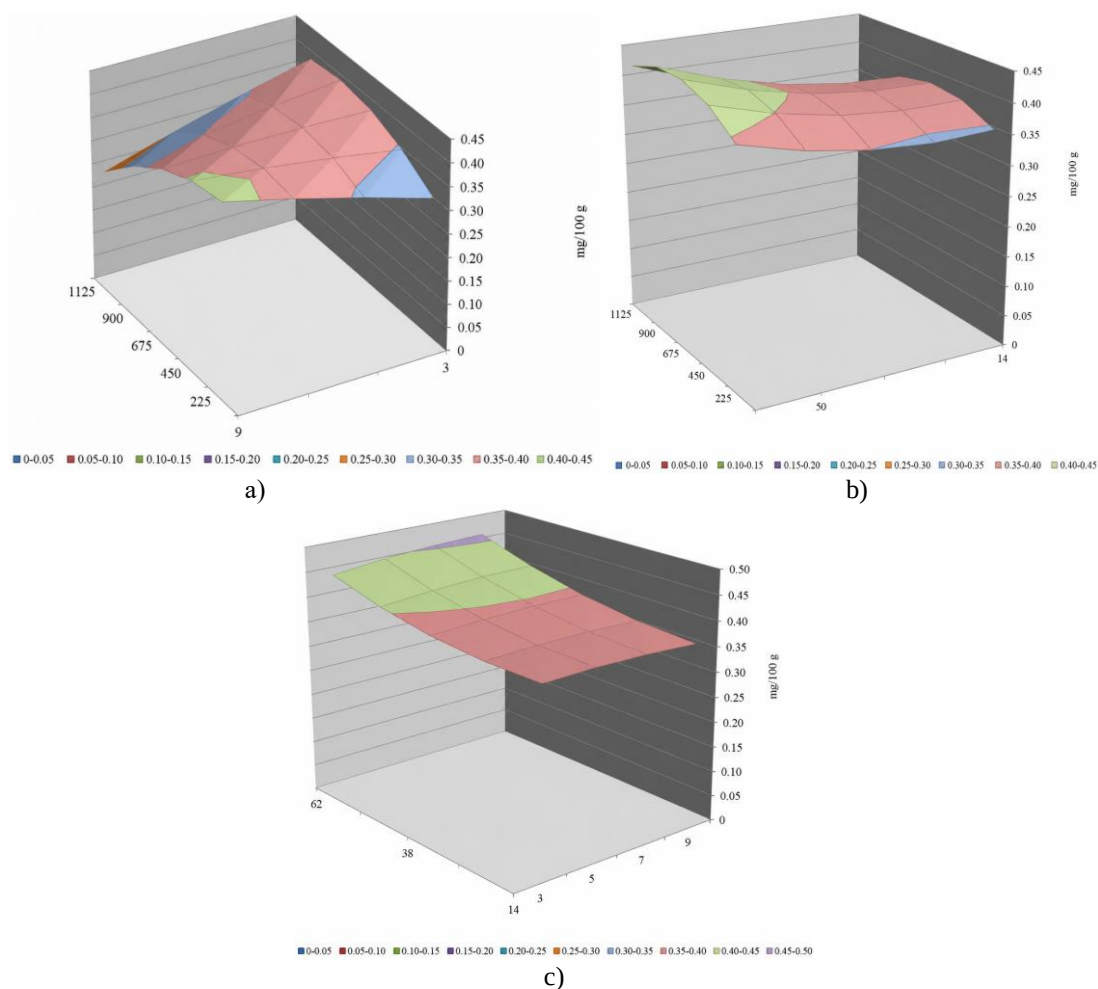


Figure 6. Response surface plots illustrating the effect of technological factors on the vitamin B₁ content of the finished products (Z₄): a) effect of mixing shaft rotational speed and mixing time; b) effect of mixing shaft rotational speed and dough freezing temperature; c) effect of mixing time and dough freezing temperature

The response surface plots indicate that vitamin B₁ content was affected by the technological factors studied, though the changes were less pronounced than those observed for vitamin C. The surfaces were relatively smooth, indicating that variations in mixing speed and time had a moderate effect on vitamin B₁ content. Freezing temperature also influenced vitamin B₁ retention. Within the investigated range of -14 to -38°C , lower freezing temperatures were associated with better preservation of vitamin B₁. Overall, the results indicate that the selected mixing and freezing conditions can help maintain the nutritional value of the finished bread.

The mathematical modeling results showed that the technological factors affected the retention of vitamins C and B₁ in the finished bread to different degrees. Freezing temperature had the most pronounced effect on vitamin retention, while mixing shaft rotational speed and mixing time had a less pronounced effect. The results of the mathematical modeling complemented the experimental findings

and supported the selection of 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder prepared from fruit without stones as the most rational formulation.

Thus, the results of the experimental studies and mathematical modeling complement each other and confirm that incorporating 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder, prepared from fruit without stones, is the most rational technological approach for producing yeast-free whipped bread with high consumer quality and enhanced nutritional value.

Conclusion

The present study investigated the effect of *Elaeagnus angustifolia* L. powder made from fruits with and without stones on the quality of mechanically aerated, yeast-free bread produced from deep-frozen dough semi-finished products using microwave thawing before baking. The results showed that adding oleaster powder improved the bread's nutritional profile, increasing protein, vitamin, and mineral content compared with the control sample. Among the formulations studied, the

bread containing 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder from stoneless fruits showed the most favorable combination of technological, physico-chemical, sensory, and nutritional characteristics. This formulation achieved a porosity of 63.1%, a specific volume of 255 cm³/100 g, and an H/D ratio of 0.50, while also increasing protein, vitamin, and mineral content compared with the control. Increasing the powder content to 30% further increased some nutritional components but negatively affected the bread's structural and sensory properties. Mathematical modeling showed that mixing shaft rotational speed, mixing time, and dough freezing temperature affected the retention of vitamins C and B₁ to varying degrees. Among these factors, freezing temperature had the most pronounced effect on vitamin retention. Within the investigated range of -14 to -38°C, lower freezing temperatures were associated with better preservation of water-soluble vitamins. The developed models were confirmed to be adequate by the Fisher test and can be used to evaluate the effect of the studied technological parameters on vitamin retention. Overall, the results indicate that using 20% *Elaeagnus angustifolia* L. powder from stoneless fruits is a promising approach for producing mechanically aerated, yeast-free bread with improved nutritional value while maintaining satisfactory technological and sensory quality.

Funding

The results presented in the article were obtained as part of research funded by the Committee on Education and Science of the Republic of Kazakhstan under grant No. AP23490384, titled "Development of an Innovative Technology for the Accelerated Production of Frozen Dough Enriched with Plant-Based Ingredients" (2024–2026).

REFERENCES

1. F. Ebrahimi, B. Ghanbarzadeh, H. Hami-shehkar Nutritional composition, phytochemical properties and functional applications of *Elaeagnus angustifolia* L.: A review // *Food Reviews International*. – 2022. – Vol. 38, No. 8. – P. 1527–1548.
2. Y. Shahbazi, N. Shavisi Functional and nutritional properties of *Elaeagnus angustifolia* fruit and its potential application in food products: A review // *Journal of Food Measurement and Characterization*. – 2023. – Vol. 17. – P. 2817–2832.
3. A. Ghorbani, M. Esmailizadeh Pharmacological properties and nutritional value of *Elaeagnus angustifolia*: A comprehensive review // *Journal of Herbal Medicine*. – 2020. – Vol. 22. – Article 100345.
4. M. Gómez, L.C. Gutkoski, Á. Bravo-Núñez Understanding Whole-Wheat Flour and Its Effect in Breads: A Review // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2020. – Vol. 19, No. 6. – P. 3241–3265. – DOI: 10.1111/1541-4337.12625.
5. N. Nezamdoost-Sani, M. Asghari-Jafarabadi, J. Mohtadinia Influence of *Elaeagnus angustifolia* Flour on the Organoleptic and Physicochemical Characteristics of Bread (Lavash) // *International Journal of Food Engineering*. – 2018.
6. S. Boudraa, L. Hambaba, M.N. Zidoune Impact of microwave-grill-drying (MWGD) on functional properties of berry Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) // *Journal of Bioenergy and Food Science*. – 2020. – Vol. 7. – DOI: 10.18067/jbfs.v7i1.275.
7. S. Boudraa, L. Hambaba, M.N. Zidoune Effect of microwave-grill drying on total phenolic content and antioxidant activity of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruits // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2021. – Vol. 45, No. 6. – e15552.
8. S. Sabouri, A.H. Rad, S.H. Peighambar-doust, R.B. Fathipour, J. Feshangchi, F. Ansari, H. Pourjafar The Oleaster (*Elaeagnus angustifolia*): A Comprehensive Review on Its Composition, Ethnobotanical and Prebiotic Values // *Current Pharmaceutical Bio-technology*. – 2021. – Vol. 22, No. 3. – P. 367–379. – DOI: 10.2174/1389201020666191107112243.
9. M.A. Azmat, A. Shahzad, M. Shaban, A.A.Khan, S. Shakoore Exploring the Multifaceted Potential of *Elaeagnus angustifolia* L.: A Comprehensive Review of Its Nutritional, Pharmacological, and Environmental Significance // *Food Science & Nutrition*. – 2025. – Vol. 13, No. 7. – e70486. – DOI: 10.1002/fsn3.70486.
10. S. Yang, S. Jeong, S. Lee Elucidation of rheological properties and baking performance of frozen doughs under different thawing conditions // *Journal of Food Engineering*. – 2020. – Vol. 284. – Article 110084. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110084.
11. S. Yang, S. Jeong, S. Lee Elucidation of rheological properties of frozen non-fermented dough with different thawing treatments: The view from protein structure and water mobility // *Journal of Cereal Science*. – 2022. – Vol. 108. – Article 103572. – DOI: 10.1016/j.jcs.2022.103572.
12. A.C. Arias, C.A.F. Bobadilla, C.M. Zuluaga Domínguez Cryoprotectants for Frozen Dough: A Review // *Food Biophysics*. – 2024. – Vol. 19. – P. 18–28. – DOI: 10.1007/s11483-023-09791-w.
13. H. Zhang, H. Fan, X. Xu, D. Xu Deterioration mechanisms and quality improvement methods in frozen dough: An updated review // *Trends in Food Science & Technology*. – 2024. – Vol. 143. – Article 104251. – DOI: 10.1016/j.tifs.2023.104251.
14. F. Zhang, J. Guo, P. Li, F. Zhao, X. Yang, Q. Cheng, J.S. Elmore, P. Wang, C. Cui Effects of different thawing methods on physical and physico-chemical properties of frozen dough and quality of corresponding steamed bread // *Food Chemistry*. – 2024. – Vol. 447. – Article 138932. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.138932.
15. ГОСТ 26574–2017. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 14 с.

16. ГОСТ Р 51574–2018. Соль пищевая. Общие технические условия. – Москва: Стандар-тинформ, 2018.

17. ГОСТ 908–2004. Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия. – Москва: Стандар-тинформ, 2006.

18. ГОСТ 27842–88. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. – Москва: Издательство стандартов, 1989.

19. ГОСТ 21094–75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. – Москва: Издательство стандартов, 1975.

20. ГОСТ 5669–96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. – Москва: Издательство стандартов, 1997.

21. ГОСТ 5670–96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – Москва: Издательство стандартов, 1997.

REFERENCES

1. F. Ebrahimi, B. Ghanbarzadeh, H. Hami-shekar Nutritional composition, phytochemical properties and functional applications of *Elaeagnus angustifolia* L.: A review // *Food Reviews International*. – 2022. – Vol. 38, No. 8. – P. 1527–1548.

2. Y. Shahbazi, N. Shavisi Functional and nutritional properties of *Elaeagnus angustifolia* fruit and its potential application in food products: A review // *Journal of Food Measurement and Characterization*. – 2023. – Vol. 17. – P. 2817–2832.

3. A. Ghorbani, M. Esmailizadeh Pharmacological properties and nutritional value of *Elaeagnus angustifolia*: A comprehensive review // *Journal of Herbal Medicine*. – 2020. – Vol. 22. – Article 100345.

4. M. Gómez, L.C. Gutkoski, Á. Bravo-Núñez Understanding Whole-Wheat Flour and Its Effect in Breads: A Review // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2020. – Vol. 19, No. 6. – P. 3241–3265. – DOI: 10.1111/1541-4337.12625.

5. N. Nezamdoost-Sani, M. Asghari-Jafarabadi, J. Mohtadinia Influence of *Elaeagnus angustifolia* Flour on the Organoleptic and Physicochemical Characteristics of Bread (Lavash) // *International Journal of Food Engineering*. – 2018.

6. S. Boudraa, L. Hambaba, M.N. Zidoune Impact of microwave-grill-drying (MWGD) on functional properties of berry Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) // *Journal of Bioenergy and Food Science*. – 2020. – Vol. 7. – DOI: 10.18067/jbfs.v7i1.275.

7. S. Boudraa, L. Hambaba, M.N. Zidoune Effect of microwave-grill drying on total phenolic content and antioxidant activity of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruits // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2021. – Vol. 45, No. 6. – e15552.

8. S. Sabouri, A.H. Rad, S.H. Peighambar-doust, R.B. Fathipour, J. Feshangchi, F. Ansari, H. Pourjafar The Oleaster (*Elaeagnus angustifolia*): A Comprehensive Review on Its Composition, Ethnobotanical and Prebiotic Values // *Current Pharmaceutical Biotechnology*. – 2021. – Vol. 22, No. 3. – P. 367–379. – DOI: 10.2174/1389201020666191107112243.

9. M.A. Azmat, A. Shahzad, M. Shaban, A.A.Khan, S. Shakoor Exploring the Multifaceted Potential of *Elaeagnus angustifolia* L.: A Comprehensive Review of Its Nutritional, Pharmacological, and Environmental Significance // *Food Science & Nutrition*. – 2025. – Vol. 13, No. 7. – e70486. – DOI: 10.1002/fsn3.70486.

10. S. Yang, S. Jeong, S. Lee Elucidation of rheological properties and baking performance of frozen doughs under different thawing conditions // *Journal of Food Engineering*. – 2020. – Vol. 284. – Article 110084. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110084.

11. S. Yang, S. Jeong, S. Lee Elucidation of rheological properties of frozen non-fermented dough with different thawing treatments: The view from protein structure and water mobility // *Journal of Cereal Science*. – 2022. – Vol. 108. – Article 103572. – DOI: 10.1016/j.jcs.2022.103572.

12. A.C. Arias, C.A.F. Bobadilla, C.M. Zuluaga Domínguez Cryoprotectants for Frozen Dough: A Review // *Food Biophysics*. – 2024. – Vol. 19. – P. 18–28. – DOI: 10.1007/s11483-023-09791-w.

13. H. Zhang, H. Fan, X. Xu, D. Xu Deterioration mechanisms and quality improvement methods in frozen dough: An updated review // *Trends in Food Science & Technology*. – 2024. – Vol. 143. – Article 104251. – DOI: 10.1016/j.tifs.2023.104251.

14. F. Zhang, J. Guo, P. Li, F. Zhao, X. Yang, Q. Cheng, J.S. Elmore, P. Wang, C. Cui Effects of different thawing methods on physical and physicochemical properties of frozen dough and quality of corresponding steamed bread // *Food Chemistry*. – 2024. – Vol. 447. – Article 138932. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.138932.

15. GOST 26574–2017. Muka pshenichnaya khlebopekarnaya. Tekhnicheskie usloviya [Bakery wheat flour. Specifications]. – Moscow: Standartinform, 2019. – 14 p. (in Russian).

16. GOST R 51574–2018. Sol' pishchevaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Food grade salt. Specifications]. – Moscow: Standartinform, 2018. (in Russian).

17. GOST 908–2004. Kislota limonnaya monogidrat pishchevaya. Tekhnicheskie usloviya [Citric acid monohydrate for use in foodstuffs. Specifications]. – Moscow: Standartinform, 2006. (in Russian).

18. GOST 27842–88. Khleb iz pshenichnoy muki. Tekhnicheskie usloviya [Wheat bread. Specifications]. – Moscow: Izdatelstvo standartov, 1989. (in Russian).

19. GOST 21094–75. Khleb i khlebobulochnye izdeliya. Metod opredeleniya vlazhnosti [Bread and bakery products. Method for determination of moisture]. – Moscow: Izdatelstvo standartov, 1975. (in Russian).

20. GOST 5669–96. Khlebobulochnye izdeliya. Metod opredeleniya poristosti [Bakery products. Method for determination of porosity]. – Moscow: Izdatelstvo standartov, 1997. (in Russian).

21. GOST 5670–96. Khlebobulochnye izdeliya. Metody opredeleniya kislotnosti [Bread, rolls and buns. Methods for determination of acidity]. – Moscow: Izdatelstvo standartov, 1997. (in Russian).

CONSUMER ATTITUDES TOWARD MILLET AND FACTORS ASSOCIATED WITH ITS ACCEPTANCE

L.D. ABUBAKIROVA* , T.CH. TULTABAYEVA 

(JSC «S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University»,
Republic of Kazakhstan, Astana, Zhenis Ave., 62)
Corresponding author's e-mail: laura.abubakirova@mail.ru*

Modern food systems face increasing pressure to support sustainable and healthy diets, which has renewed interest in nutrient-rich and climate-resilient crops such as millet. Despite its nutritional and functional potential, millet remains underutilised in contemporary diets. This study aimed to assess consumer awareness of and attitudes toward millet, willingness to incorporate it into the diet, and factors associated with its acceptance. A quantitative cross-sectional online survey was conducted among 270 respondents in Kazakhstan using a multilingual questionnaire in Kazakh, Russian, and English. The data were analysed using descriptive statistics. The results showed that 67.0% of respondents always checked product ingredients, indicating considerable attention to food composition, while more than 80% regularly consumed cereal products. At the same time, millet remained comparatively underutilised despite generally favourable attitudes toward it: more than 70% of respondents rated millet between 8 and 10 points. In addition, 61.1% preferred beverages containing fruit, cereal, or berry ingredients, suggesting openness to diversified product formulations. The findings reveal a gap between positive consumer attitudes toward millet and its actual integration into everyday diets. This suggests that nutritional awareness alone may not be sufficient to encourage regular consumption. Sensory appeal, product familiarity, direct tasting experience, clear product information, and availability may play an important role in supporting consumer acceptance. The findings provide practical guidance for the development and promotion of millet-based products adapted to contemporary healthy eating practices.

Keywords: millet, consumer behaviour, healthy eating, food choice, willingness to consume, consumer survey.

ОТНОШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ К ПРОСУ И ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С ГОТОВНОСТЬЮ К ЕГО ПОТРЕБЛЕНИЮ

Л.Д. АБУБАКИРОВА*, Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА

(НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина»,
Республика Казахстан, 010000, Астана пр-т., Женис 62)
Электронная почта автора-корреспондента: laura.abubakirova@mail.ru*

Современные продовольственные системы испытывают возрастающее давление, связанное с необходимостью обеспечения устойчивого и здорового питания, что вновь усиливает интерес к питательно ценным и устойчивым к климатическим изменениям культурам, таким как просо. Несмотря на свой пищевой и функциональный потенциал, просо по-прежнему недостаточно широко представлено в современном рационе. Целью данного исследования являлась оценка осведомлённости потребителей о просе и их отношения к нему, готовности включать его в рацион, а также факторов, связанных с готовностью потребителей выбирать и употреблять продукты на его основе. Количественный поперечный онлайн-опрос был проведён среди 270 респондентов в Казахстане с использованием многоязычной анкеты на казахском, русском и английском языках. Данные были проанализированы с применением методов описательной статистики. Результаты показали, что 67,0% респондентов всегда обращают внимание на состав продуктов, что свидетельствует о значительном внимании к составу пищевых продуктов, тогда как более 80% регулярно потребляют зерновые продукты. В то же время просо по-прежнему сравнительно редко включается в повседневный рацион, хотя его восприятие респондентами преимущественно положительное: более 70% участников оценили просо на 8–10 баллов. Кроме того, 61,1% участников предпочли напитки с фруктовыми, зерновыми или ягодными добавками, что указывает на открытость потребителей к более разнообразным продуктовым рецептурам. Полученные результаты выявили разрыв между положительным отношением потребителей к просу и его фактическим включением в повсе-

дневный рацион. Это свидетельствует о том, что одной лишь осведомлённости о пищевой ценности может быть недостаточно для формирования регулярного потребления. Сенсорная привлекательность, знакомство с продуктом, непосредственный опыт дегустации, понятная информация о продукте и его доступность могут играть важную роль в формировании готовности потребителей включать просо и продукты на его основе в рацион. Полученные данные имеют практическое значение для разработки и продвижения продуктов на основе проса, адаптированных к современным принципам здорового питания.

Ключевые слова: просо, потребительское поведение, здоровое питание, пищевой выбор, готовность к потреблению, потребительский опрос.

ТҰТЫНУШЫЛАРДЫҢ ТАРЫҒА КӨЗҚАРАСЫ ЖӘНЕ ТАРЫ ӨНІМДЕРІН ҚАБЫЛДАУ ФАКТОРЛАРЫ

Л.Д. АБУБАКИРОВА*, Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА

(«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ,
Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс 62 даңғылы)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: laura.abubakirova@mail.ru*

Қазіргі азық-түлік жүйелерінде тұрақты және салауатты тамақтануды қамтамасыз ету қажеттілігі тары сияқты тағамдық құндылығы жоғары және климаттық өзгерістерге төзімді дақылдарға деген қызығушылықты арттыруда. Тағамдық және функционалдық әлеуетіне қарамастан, тары қазіргі рационда әлі де жеткілікті деңгейде қолданылмайды. Зерттеудің мақсаты тұтынушылардың тары туралы хабардарлығын, оған деген көзқарасын, оны рационға енгізуге дайындығын және тары негізіндегі өнімдерді таңдауға байланысты факторларды бағалау болды. Қазақстанда 270 респонденттің қатысуымен қазақ, орыс және ағылшын тілдеріндегі көптілді сауалнама негізінде сандық көлденең онлайн-зерттеу жүргізілді. Деректер сипаттамалық статистика әдістерімен талданды. Нәтижелер респонденттердің 67,0%-ы тағам өнімдерінің құрамына үнемі назар аударатынын, ал 80%-дан астамы дәнді дақылдардан жасалған өнімдерді тұрақты тұтынатынын көрсетті. Сонымен қатар тарыға деген жалпы көзқарас оң болғанымен, оның күнделікті рационда тұтынылу деңгейі салыстырмалы түрде төмен болып қалуда: респонденттердің 70%-дан астамы тарыны 8–10 балл аралығында бағалаған. Қатысушылардың 61,1%-ы жеміс, дәнді дақыл немесе жидек қоспалары бар сусындарды таңдаған. Зерттеу нәтижелері тұтынушылардың тарыға деген оң көзқарасы мен оны күнделікті рационда нақты тұтыну деңгейі арасында алшақтық бар екенін көрсетті. Бұл тағамдық құндылық туралы хабардарлықтың өзі тұрақты тұтынуды қалыптастыру үшін жеткіліксіз болуы мүмкін екенін көрсетеді. Өнімнің сенсорлық тартымдылығы, онымен таныстық, дегустациялық тәжірибе, өнім туралы түсінікті ақпарат және қолжетімділік тары мен тары негізіндегі өнімдерді рационға енгізуге дайындыққа ықпал етуі мүмкін. Алынған нәтижелер салауатты тамақтану қағидаттарына сәйкес тары негізіндегі өнімдерді әзірлеу және ілгерілету үшін практикалық маңызға ие.

Негізгі сөздер: тары, тұтынушылық мінез-құлық, салауатты тамақтану, тағам таңдау, тұтынуға дайындық, тұтынушылар сауалнамасы.

Introduction

In recent decades, global food systems have come under increasing pressure from climate change, water scarcity, and the need to ensure food security for a growing population [1]. In this context, crops capable of maintaining stable yields under adverse environmental conditions are of particular importance. Millets, a group of small-grained cereals, have attracted growing attention due to their adaptability to arid and semi-arid environments [2].

One representative of this group is common millet (*Panicum miliaceum* L.), a crop known for

its short growing season, strong tolerance to drought and heat, and low soil fertility requirements. These agronomic traits make millet a promising option for sustainable agri-food systems, particularly under conditions of climate variability and limited water availability [2, 3].

In addition to its resilience to environmental stress, millet offers notable nutritional and functional benefits. The grains are rich in dietary fibre, plant protein, B vitamins, and a range of macro- and micronutrients, including iron, magnesium, and zinc [4, 5]. They also contain various bioactive compounds, such as phenolic compounds and

antioxidants, which may contribute to the prevention of chronic non-communicable diseases [3]. Moreover, millet-based products typically have a relatively low glycaemic index, making them a promising component of functional and dietary nutrition [4, 6].

Despite their well-recognised benefits, millets remain under-represented in modern diets in many countries. This is often linked to limited consumer awareness and established dietary habits, as well as structural constraints such as limited product availability and diversification, which restrict their wider market integration [7].

In Kazakhstan, millet has a long-standing tradition in national cuisine and is used in dishes such as tary, talkan, zhent and maisok [8]. However, in modern urban food environments, the range of industrially produced millet-based products remains limited, potentially constraining its broader consumption. Against this background, it is important to examine consumer perceptions of millet, awareness of its nutritional value, and the factors associated with its inclusion in everyday diets [9]. Although millet is generally recognised for its nutritional and cultural value, positive perceptions do not necessarily translate into regular consumption. Therefore, a better understanding of the relationship between favourable attitudes toward millet and its actual consumption is particularly relevant in the context of Kazakhstan. This study aimed to assess consumers' awareness of and attitudes toward millet, their willingness to incorporate it into their diets, and the factors associated with its acceptance and consumption. Data were collected through a multilingual questionnaire (Kazakh, Russian, and English), facilitating broader participation across different language groups.

Materials and research methods

The study was conducted as a quantitative descriptive cross-sectional online survey aimed at examining consumers' awareness, attitudes, and preferences regarding millet (tary) as a component of a healthy diet and a potential ingredient in functional foods. A total of 270 respondents from Kazakhstan participated in the survey.

Data were collected using a structured questionnaire comprising 14 closed-ended and semi-closed-ended questions covering respondents' demographic characteristics, perceptions of healthy eating, factors considered when choosing food products, cereal consumption patterns, attitudes toward millet, and willingness to try millet-based products.

To ensure the survey was accessible to different language groups, the questionnaire was prepared in three languages: Kazakh, Russian and English. Participants were recruited using a non-probability convenience sampling approach. Data collection was carried out online using the Google Forms platform. The electronic questionnaire link was distributed through WhatsApp groups and Telegram channels. The survey was conducted from 26 June to 9 July 2025.

The sample was not designed to be statistically representative of the entire population of Kazakhstan. Therefore, the results should be interpreted as descriptive patterns within the surveyed group rather than as population-level estimates. The online format may also have influenced the composition of the sample by favouring respondents with regular access to digital technologies.

Before analysis, the dataset was screened for duplicate and incomplete questionnaires, which were removed to improve overall data quality. The cleaned responses were transferred to Microsoft Excel and processed in IBM SPSS Statistics 26.0. Descriptive statistics, including frequencies and percentages, were used to summarise response distributions and identify the main patterns in consumer attitudes and food-choice behaviour. As the analysis was descriptive, no inferential statistical analyses were performed, and no causal relationships between respondent characteristics and millet acceptance were assessed. Participation in the survey was voluntary, and all respondents were informed in advance about the purpose of the study and the conditions of participation. The survey was conducted anonymously and did not collect names, e-mail addresses, telephone numbers, or other direct personal identifiers. Formal ethics committee approval was not obtained for this study.

Results and their discussion

Based on responses from 270 participants, the survey examined dietary attitudes, the factors considered when making food choices, and perceptions of cereals, including millet. Alongside socio-demographic characteristics, the analysis considered views on healthy eating, food consumption patterns, and the role of millet within the broader context of functional foods.

Respondents aged 31-40 made up the largest group in the sample. By comparison, 49 participants were aged 19-30, 47 were aged 41-50, and 74 were aged 50 and above. This age profile suggests a stronger representation of middle-aged and older adults, which is important to bear in mind when interpreting responses related to dietary practices.

Table 1. Age profile of the respondents

Age group	n	%
19-30	49	18.1
31-40	100	37.0
41-50	47	17.4
50+	74	27.4
Total	270	100

Most respondents were employed, while 47 participants were unemployed and all other social categories together made up only about 7% of the sample. As a result, the findings largely reflect the views and behaviours of economically active individuals. This sample composition should therefore be considered when interpreting the findings.

For most respondents, healthy eating was not linked to just one idea, but rather to a combination of dietary principles. A balanced diet was the most common interpretation (37.4%), followed by regular and moderate eating habits (29.3%). Another 24.4% associated healthy eating with a combination of all the listed factors, whereas only 8.9% placed particular emphasis on reducing the consumption of animal-based products. These responses indicate that healthy eating was most commonly understood in terms of dietary balance and regular, moderate food consumption.

When choosing food products, respondents focused on a combination of several characteristics rather than a single dominant attribute. The most

common combination was «price, quality, expiration date» chosen by 30.7% of respondents. A nearly identical share of participants (29.6%) preferred the combination «safety, expiration date, quality». Another 27.0% of respondents reported the combination «quality, price, nutritional value», while 12.6% selected «nutritional value, quality, manufacturer». Across all response categories, product quality emerged as a common criterion, while other considerations varied according to consumer priorities. These findings indicate that respondents also paid considerable attention to product composition and nutritional information.

Overall, 67.0% of respondents reported always checking product ingredients, while a further 17.0% did so when time permitted. The remaining 15.9% did not pay attention to product ingredients, relied on a trusted producer, or reported not consuming processed foods (Figure 1). These findings support the importance of clear and accessible labelling in consumer food-choice decisions [9, 10].

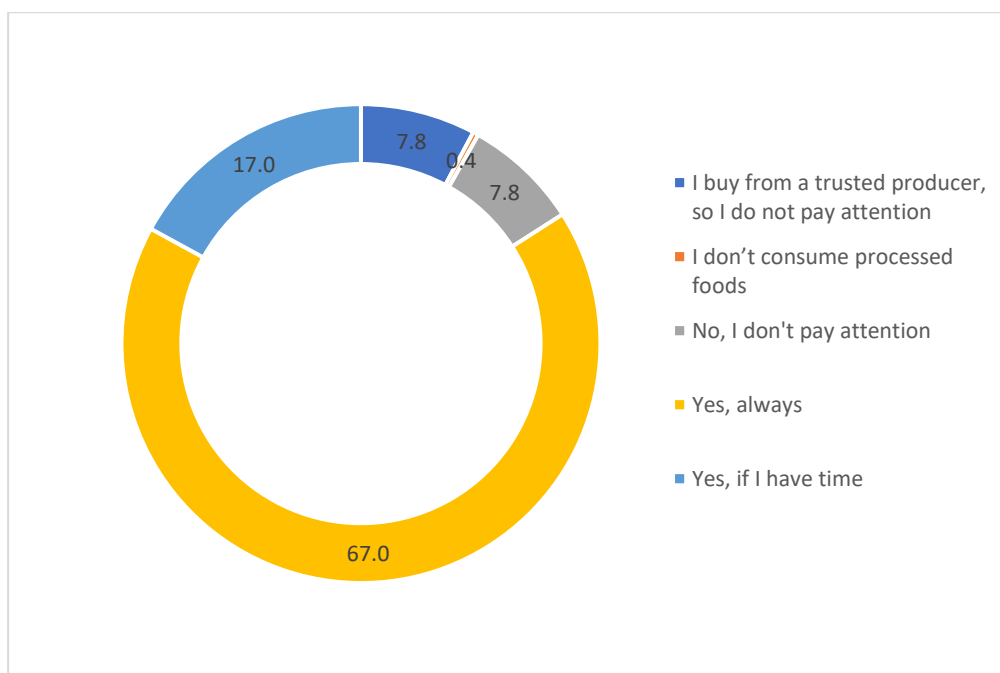


Figure 1. Attention to product ingredients (%).

The results show that 38.9% of respondents prefer drinks without additives, while 61.1% favour products with fruit, cereal, or berry ingredients, indicating interest in both basic and flavoured options. Together with the observed preference for fruit and cereal-based flavours and the regular consumption of cereals, these findings point to strong potential for developing innovative fermented drinks.

Cereals are a regular part of respondents' diets: 29.6% consume them daily, while more than half do so several times a week. These findings suggest that more than 80% of respondents regularly consume cereal products, indicating frequent cereal consumption within the surveyed group (Figure 2). However, this consumption pattern is strongly dominated by traditional crops such as rice, oats, and buckwheat, while millet remains comparatively underutilised, suggesting a gap between its nutritional potential and actual dietary practice.

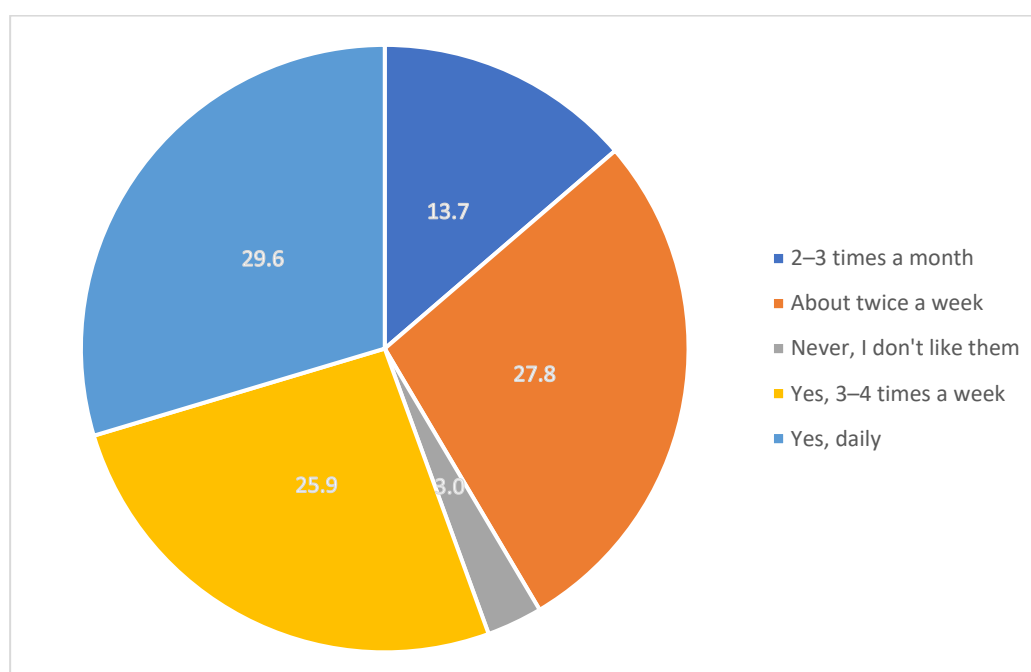


Figure 2. Frequency of cereal consumption among respondents (%)

Despite the relatively low frequency of millet consumption, respondents generally expressed favourable attitudes toward millet: more than 70% rated it between 8 and 10 points, and 142 participants gave it the highest possible score. This contrast between favourable attitudes and limited actual consumption represents one of the key findings of the study.

The results suggest an attitude–consumption gap: respondents may have favourable perceptions of millet and recognise its nutritional value, yet this positive perception does not necessarily translate into regular dietary use. Similar patterns have been reported in previous studies, where limited awareness, habitual dietary practices, insufficient product diversification, sensory appeal, familiarity, and perceived product attributes were identified as important factors shaping the acceptance of millet-based and functional foods [7, 11–14].

This indicates that consumer acceptance should not be interpreted solely in terms of

awareness or favourable attitudes. Familiarity with the product, sensory appeal, opportunities for tasting, and the availability of convenient and attractive millet-based products may also be relevant to the transition from positive perception to actual consumption. Studies on food labelling further indicate that clear and accessible product information can contribute to consumer trust and food-choice decisions [9, 10].

From this perspective, tastings and product exposure may be particularly important because they provide direct sensory experience and reduce uncertainty toward less frequently consumed foods. Thus, the wider adoption of millet-based products may depend not only on communicating their nutritional value, but also on developing products that are appealing in taste, texture, and format and that can be easily incorporated into everyday eating practices.

Similar patterns can be observed in Kazakhstan. Millet has a long-standing cultural and

dietary presence in the country, yet its use in contemporary food products remains relatively limited. The present findings add a consumer-level perspective to this context by showing that favourable attitudes toward millet may coexist with limited regular consumption. Thus, in the Kazakhstani setting, familiarity with millet as a traditional food does not necessarily translate into its consistent use in modern dietary practices.

Previous studies conducted in Kazakhstan have highlighted the nutritional and technological potential of millet and the growing interest in cereal-based functional products [15]. The present study complements these findings by focusing on consumer perceptions and food-choice behaviour. Taken together, the results suggest that wider adoption of millet-based foods may require not only technological product development, but also greater attention to sensory appeal, product format, accessibility, and consumer experience.

Several limitations should be considered when interpreting the findings. First, employed respondents accounted for approximately 75% of the sample, which limits the social diversity of the surveyed group and may have influenced the observed food-choice patterns. Second, the use of an online questionnaire may have favoured individuals with regular access to digital technologies and greater digital literacy. In addition, the sample was not designed to provide nationally representative estimates for the population of Kazakhstan. Consequently, the findings should be interpreted as descriptive patterns within the surveyed group. Future studies using broader and more balanced sampling strategies would help assess whether these patterns are consistent across different socio-demographic groups.

The practical implications of the findings can be directly linked to the observed consumer responses. Since 67.0% of respondents reported always checking product ingredients, clear and accessible product information should be considered an important element in the development and presentation of millet-based foods. In addition, 61.1% of respondents preferred beverages containing fruit, cereal, or berry ingredients, suggesting that diversified product formulations may increase consumer interest. At the same time, the observed gap between favourable attitudes toward millet and its relatively limited regular consumption indicates that positive perceptions alone may not be sufficient to encourage habitual use. Therefore, opportunities for tasting and direct product experience, together with sensory appeal and product availability, may

help support the transition from interest to actual consumption. These findings suggest that successful promotion of millet-based products should combine clear communication of their nutritional value with attractive sensory characteristics, convenient product formats, and opportunities for consumer exposure.

Overall, millet-based products show considerable potential. However, their successful introduction depends on combining nutritional and functional value with sensory appeal, product accessibility, and clear communication with consumers.

Conclusion

The findings show that millet (tary) can be seen not only as a traditional product, but also as a promising part of a modern healthy diet. Although it is still consumed at relatively low levels, respondents' interest in healthy eating and their attention to product composition create a solid basis for the wider introduction of millet-based products.

A key challenge appears to be translating favourable attitudes toward millet into more regular consumption. In practice, this suggests that sensory appeal, product availability, and clear communication of nutritional benefits may be particularly important, as they may help reduce uncertainty and encourage consumers to try new products.

In general, the results point to the need for a more integrated approach that combines product development, sensory quality, and effective communication with consumers. The findings can support both the development and promotion of millet-based functional products, as well as educational initiatives aimed at improving awareness of their nutritional value among different population groups.

REFERENCES

1. R. Singh, V. Khanna Climate change and food systems: implications on food security // *Climate Change and Resilient Food Systems: Issues, Challenges, and Way Forward*. – Singapore: Springer, 2021. – P. 73–111. – DOI: 10.1007/978-981-33-4538-6_3.
2. P. Shah, N. Mehta, S. Shah Exploring the factors that drive millet consumption: Insights from regular and occasional consumers // *Journal of Retailing and Consumer Services*. – 2024. – Vol. 76. – Art. 103598. – DOI: 10.1016/j.jretconser.2023.103598.
3. T. Khan, A.A. Azad, R.U. Islam Millets: A comprehensive review of nutritional, antinutritional, health, and processing aspects // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2025. – Vol. 141. – Art. 107364. – DOI: 10.1016/j.jfca.2025.107364.
4. J. Jacob, V. Krishnan, C. Antony, M. Bhavyasri, C. Aruna, K. Mishra, T. Nepolean, C.T. Satyavathi, K.B.R.S. Visarada The nutrition and therapeutic

potential of millets: an updated narrative review // *Frontiers in Nutrition*. – 2024. – Vol. 11. – Art. 1346869. – DOI: 10.3389/fnut.2024.1346869.

5. A.S.M. Saleh, Q. Zhang, J. Chen, Q. Shen Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2013. – Vol. 12. – No. 3. – P. 281–295. – DOI: 10.1111/1541-4337.12012.

6. S. Anitha, J. Kane-Potaka, T.W. Tsusaka, R. Botha, A. Rajendran, D.I. Givens, S. Subramaniam, V.V. Prasad Assessing the glycaemic index of millet-based foods: implications for human health // *Nutrients*. – 2021. – Vol. 13. – No. 6. – Art. 1833. – DOI: 10.3390/nu13061833.

7. N. Sharma, S. Mishra, A. Chaturvedi Consumer perception and acceptability of millet-based food products // *Journal of Ethnic Foods*. – 2022. – Vol. 9. – Art. 00123-9. – DOI: 10.1186/s42779-022-00123-9.

8. Sh.Y. Kenenbay, I.I. Badmaeva, Zh.R. Sovetkalieva Development of new food products from millet // *The Journal of Almaty Technological University*. – 2022. – No. 4. – P. 158–164. – DOI: 10.48184/2304-568X-2022-4-158-164.

9. G.W. Meijer, P. Detzel, K.G. Grunert, M.-C. Robert, Stancu V. Towards effective labelling of foods: An international perspective on safety and nutrition // *Trends in Food Science & Technology*. – 2021. – Vol. 118. – P. 1037–1048. – DOI: 10.1016/j.tifs.2021.09.003.

10. K.M. Priya, S. Alur Analyzing consumer behaviour towards food and nutrition labeling: A comprehensive review // *Heliyon*. – 2023. – Vol. 9. – No. 9. – Art. e19401. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e19401.

11. S. Ahmad, R. Khalid, M. Imran Consumer awareness and perception toward millets as sustainable grains // *Sustainable Food Systems*. – 2022. – Vol. 6. – P. 55–64. – DOI: 10.1016/j.sfs.2022.100055.

12. A.C. Fernandes, C. Morais, B. Franchini, et al. Clean-label products: Factors affecting liking and acceptability // *Appetite*. – 2024. – Vol. 201. – Art. 107307. – DOI: 10.1016/j.appet.2024.107307.

13. M.T. Baker, P. Lu, J.A. Parrella, H.R. Leggett Investigating the effect of consumers' knowledge on their acceptance of functional foods: A systematic review and meta-analysis // *Foods*. – 2022. – Vol. 11. – No. 8. – Art. 1135. – DOI: 10.3390/foods11081135.

14. W. Verbeke Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants // *Food Quality and Preference*. – 2005. – Vol. 16. – No. 1. – P. 45–57. – DOI: 10.1016/j.foodqual.2004.01.001.

15. B.K. Asenova, L.M. Tursungaliyeva, G.T. Tumenova Prospects for the application of millet (talkan) in the food industry // *Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences*. – 2024. – No. 3 (15). – P. 224–229. – DOI: 10.53360/2788-7995-2024-3(15)-30.

БИОЙОГУРТ ӨНДІРІСІНДЕ БИЕ СҮТІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ ЖӘНЕ ЖЕМІС ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ОНЫҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Ж.Т. БУКАБАЕВА , А.Е. ТУРСЫНХАНОВА* , Б.Қ. ОСПАНОВА ,
А.Ұ.Е. АСАНОВА , Ш.Т. ҚЫРЫҚБАЕВА 

(«Alikhan Bokeikhan University» ББМ, Қазақстан Республикасы, 071411, Семей қ., Мәңгілік ел 11)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: aiym.tursynkhanova@mail.ru*

Бұл зерттеу жұмысында биойогурт өндіру үшін қолданылатын негізгі шикізат көздері – сиыр және бие сүтінің органолептикалық, микробиологиялық және физико-химиялық көрсеткіштері жан-жақты зерттеліп, салыстырмалы түрде талданды. Алынған нәтижелерге сәйкес, сиыр сүті МемСТ талаптарына сай болғанымен, бие сүті өзінің құрылымдық және биологиялық ерекшеліктері арқылы айқын артықшылық көрсетті. Атап айтқанда, оның консистенциясы – бірқалыпты әрі сұйықтау, дәмі – ерекше нәзік, иісі – жеңіл әрі жағымды, түсі – табиғилықтың көрсеткіші ретінде ақ немесе көгілдір реңді болып сипатталды. Бұл қасиеттер биойогуртқа қажетті жұмсақ құрылым мен тартымды органолептикалық сипат береді. Микробиологиялық талдаулар барысында бие сүтінің микрофлора тұрақтылығын қамтамасыз ету қабілеті жоғары екендігі дәлелденді. Қоректік ортада өсірілген колониялардың морфологиялық сипаттамалары оның микробиологиялық сапасын айқындады. Микроскопиялық зерттеулерде сүтқышқылды ашытуға жауап беретін *Lactobacillus bulgaricus* және *Bifidobacterium* анықталып, олардың биойогурт өндірісіндегі маңызы расталды. Физико-химиялық сараптама нәтижесінде алынған үш сынаманың ішінде бірінші үлгінің қышқылдығы, майлылығы және белок мөлшері толықтай стандарт талаптарына сәйкес келіп, ең қолайлы нұсқа ретінде белгіленді. Сонымен қатар, биойогурттың тағамдық және профилактикалық құндылығын арттыру мақсатында биойогурттың құрамына табиғи өсімдік қоспалары – банан және мандарин пюреі енгізілді. Банан құрамындағы табиғи қанттар мен минералдар (калий, магний, фосфор) азаны энергиямен қамтамасыз етсе, мандарин негізінен С және В тобы дәрумендеріне бай бола отырып, иммунитетті күшейтетін тиімді табиғи қоспа болып табылды. Жалпы зерттеу нәтижелері бие сүтіне негізделген, банан және мандаринмен байытылған биойогурттың жоғары сапалы, функционалдық қасиеттері жетілдірілген және емдік-профилактикалық маңызы бар тиімді тағамдық биойогурт екенін көрсетті.

Негізгі сөздер: биойогурт, бие сүті, сиыр сүті, банан, мандарин, функционалдық тағам.

ADVANTAGES OF USING MARE'S MILK IN BIO-YOGURT PRODUCTION AND STUDYING THE EFFECT OF FRUIT ADDITIVES ON ITS NUTRITIONAL VALUE

ZH.T. BUKABAYEVA, A.E. TURSYNHANOVA*, B.K. OSPANOVA,
U.E. ASANOVA, SH.T. KYRYKBAYEVA

(BBM “Alikhan Bokeikhan University”, Republic of Kazakhstan, 071411, Semey, Mangilik El 11)

Corresponding author's e-mail: aiym.tursynkhanova@mail.ru*

This study provides a comprehensive analysis and comparative evaluation of the organoleptic, microbiological, and physicochemical properties of the main raw materials used in the production of bio-yogurt — cow's milk and mare's milk. According to the obtained results, although cow's milk meets GOST standards, mare's milk demonstrated clear advantages due to its structural and biological characteristics. In particular, its consistency is uniform and more fluid, the taste is especially delicate, the aroma is light and pleasant, and the color is white or bluish, indicating its natural origin. These qualities contribute to the soft texture and attractive organoleptic properties of bio-yogurt. Microbiological analysis confirmed the high ability of mare's milk to maintain stable microflora. The morphological characteristics of colonies grown in nutrient media confirmed its microbiological quality. Microscopic studies revealed the presence of *Lactobacillus bulgaricus* and *Bifidobacterium*, which confirmed their significance in the production of bio-yogurt. According to the results of physicochemical analysis, among the three tested samples, the first sample fully met standard requirements in terms of acidity, fat content, and protein level and was identified as the most suitable option. Additionally, to enhance the nutritional and prophylactic value of the product, natural plant-based additives

— banana and mandarin purees — were included in the bioyogurt formulation. Natural sugars and minerals (potassium, magnesium, phosphorus) in bananas help supply the body with energy, while mandarin, rich in vitamins C and B, serves as an effective natural additive to strengthen the immune system. Overall, the results of the study demonstrated that bioyogurt based on mare's milk enriched with banana and mandarin is a high-quality food product with enhanced functional properties and a pronounced therapeutic and preventive effect.

Keywords: bioyogurt, mare's milk, cow's milk, banana, mandarin, functional food.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОЙОГУРТА И ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРУКТОВЫХ ДОБАВОК НА ЕГО ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ

Ж.Т. БУКАБАЕВА, А.Е. ТУРСЫНХАНОВА*, Б.К. ОСПАНОВА,
А.У.Е. АСАНОВА, Ш.Т. КЫРЫКБАЕВА

(УО «Alikhan Bokeikhan University», Казахстан, 071411, г.Семей, ул. Мәңгілік ел 11)

Электронная почта автора-корреспондента: aiym.tursynkhanova@mail.ru *

В данном исследовании всесторонне изучены и сравнительно проанализированы органолептические, микробиологические и физико-химические показатели основных сырьевых компонентов для производства биойогурта — коровьего и кобыльего молока. Согласно полученным результатам, несмотря на соответствие коровьего молока требованиям ГОСТ, кобылье молоко продемонстрировало явные преимущества благодаря своим структурным и биологическим особенностям. В частности, его консистенция однородная и более жидкая, вкус особенно нежный, запах легкий и приятный, цвет белый или с голубоватым оттенком, что свидетельствует о его природности. Эти свойства придают биойогурту мягкую текстуру и привлекательные органолептические характеристики. Микробиологический анализ подтвердил высокую способность кобыльего молока обеспечивать стабильность микрофлоры. Морфологические характеристики колоний, выращенных на питательной среде, подтвердили его микробиологическое качество. Микроскопические исследования выявили наличие *Lactobacillus bulgaricus* и *Bifidobacterium*, что подтвердило их значимость в производстве биойогурта. Согласно результатам физико-химического анализа, из трёх исследованных образцов первый образец по кислотности, жирности и содержанию белка полностью соответствовал стандартным требованиям и был определён как наиболее подходящий вариант. Кроме того, с целью повышения пищевой и профилактической ценности в состав биойогурта были введены натуральные растительные добавки — пюре из банана и мандарина. Натуральные сахара и минералы (калий, магний, фосфор), содержащиеся в банане, обеспечивают организм энергией, а мандарин, богатый витаминами группы С и В, является эффективной природной добавкой для укрепления иммунитета. В целом результаты исследования показали, что биойогурт на основе кобыльего молока, обогащённый бананом и мандарином, представляет собой высококачественный пищевой продукт с улучшенными функциональными свойствами и выраженным лечебно-профилактическим эффектом.

Ключевые слова: биойогурт, кобылье молоко, коровье молоко, банан, мандарин, функциональное питание.

Кіріспе

Қазіргі уақытта ғылым мен тамақ өнеркәсібі саласында өсімдік тектес шикізаттан алынған биологиялық белсенді қоспалармен байытылған ашытылған сүт биойогурттерін зерттеуге және дамытуға айтарлықтай назар аударылуда. Мұндай биойогурттер функционалдық тағамдар санатына жатқызылып, олардың адам денсаулығына пайдалы әсері ғылыми тұрғыда дәлелденіп отыр. Атап айтқанда, бұл биойогурттер ас қорыту жүйесінің жұмысын жақсартуға, ішек микрофлорасын тұрақтандыруға, иммундық жүйені күшейтуге және түрлі аурулардың алдын алуға оң ықпал етеді.

Қазіргі жаһандану жағдайында халықтың дұрыс және теңгерімді тамақтануына деген сұраныстың артуы, экологиялық таза әрі табиғи биойогурттерге қызығушылықтың күшеюі функционалдық тағам биойогурттерін өндіру мәселесінің өзектілігін арттырып отыр. Сонымен қатар, балалар мен аллергиялық реакцияларға бейім адамдарға арналған қауіпсіз, жоғары биологиялық құндылығы бар тағам түрлерін әзірлеу — бүгінгі күннің маңызды ғылыми-технологиялық міндеттерінің бірі болып табылады. Осы тұрғыдан алғанда, дәстүрлі сиыр сүтіне балама ретінде бие сүтін пайдалану және оның негізінде жаңа биойогурт түрлерін жасау

ғылыми және практикалық маңызға ие.

Бұл жұмыста қоғамдық тамақтану кәсіпорындарында йогурт немесе йогурттық ашытқылар негізінде дайындалатын қышқыл сүт биойогурттерін өндіру үшін бие сүтін пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Бие сүті диеталық және емдік қасиеттерге ие болғандықтан, оның негізінде дайындалатын қышқыл сүт биойогурттері гипоаллергенді болып табылады және оларды балалар тағамында ана сүтінің баламасы ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Биойогуртнің тағамдық және органолептикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында биойогурттарға табиғи жеміс қоспаларын қосу – қазіргі заманғы технологиялық үрдістердің бірі. Банан, мандарин, құлпынай және басқа да жемістер биойогуртнің дәмін байытып қана қоймай, оның дәрумендік және антиоксиданттық құрамын күшейтеді. Мұндай жеміс пюресі биойогуртнің функционалдық құндылығын арттырып, тұтынушы үшін тартымдылығын жоғарылатады.

Осы зерттеу жұмысында биойогурт өндірісінде бие сүтін қолданудың технологиялық және биологиялық артықшылықтары, сондай-ақ табиғи жеміс қоспаларының биойогурт сапасына әсері жан-жақты қарастырылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу мақсаты. Биойогурт өндіруге арналған шикізат ретінде бие және сиыр сүтінің органолептикалық, микробиологиялық және физико-химиялық көрсеткіштерін салыстыра отырып, ең тиімді шикізатты анықтау және оған банан мен мандарин сияқты табиғи өсімдік қоспаларын қосу арқылы биойогурт тағамдық және профилактикалық құндылығын арттыру.

Зерттеу нысаны ретінде сиыр және бие сүті, сондай-ақ осы сүт негізінде дайындалған, банан және мандарин пюресі қосылған биойогурт

үлгілері алынды.

Зерттеу әдістері:

– Органолептикалық әдіс (сүт пен биойогурттың дәмі, иісі, түсі, консистенциясын бағалау);

– Микробиологиялық әдіс (егу, инкубациялау, микроскопиялық бақылау, Грам әдісімен бояу);

– Физика-химиялық әдіс (қышқылдылық, майлылық және белок мөлшерін анықтау);

– Салыстырмалы химиялық талдау (банан мен мандариннің тағамдық құрамын бағалау).

Зерттеу жұмыстары барысында биойогурт өндіруге пайдаланылатын шикізат – сиыр және бие сүтінің сапасы МемСТ 13264-88 стандартына сәйкес тексерілді. Бұл стандарттың талаптары бойынша жоғары сапалы сүттің дәмі мен иісі табиғи әрі жағымды болуы тиіс, түсі – ақшылдан сарғыш реңге дейін, бөгде қоспасыз, консистенциясы – біртекті, үлпексіз, ал тығыздығы 1,027 кг/см³-тен төмен болмауы қажет.

Сиыр сүті жалпы талаптарға сәйкес келді: түсі – ақ немесе солғын сары, иісі – табиғи сүтке тән, дәмі – таза және жаңа сауылған биойогуртте сәйкес, консистенциясы – біртекті, ұйындысыз, тұнбасыз болды. Бие сүті сапалық көрсеткіштері жағынан ерекшеленіп, биойогурт өндірісі үшін анағұрлым қолайлы екені анықталды. Оның консистенциясы – сұйық әрі бірқалыпты, бұл йогурттың жеңіл сіңімді құрылымын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Түсі – ақ, кейде көгілдір реңк береді, бұл оның табиғилығы мен жоғары биологиялық құндылығын айқындайды. Дәмі – ерекше нәзік, жаңа сауылған сүтке тән, бөтен қоспасыз, ал иісі – жеңіл әрі жағымды [1]. Жүргізілген органолептикалық зерттеулер нәтижелері төмендегі кестеде көрсетілген (1-кесте).

Кесте 1. Биойогурт өндіруге арналған сиыр және бие сүтінің органолептикалық көрсеткіштері

Сүт түрі	Консистенциясы	Дәмі	Иісі	Түсі
Сиыр	Біртекті, ұйындысыз, тұнбасыз	Таза, жаңа сауылған сүтке тән	Табиғи сүт иісі	Ақ немесе солғын сары
Бие	Бірқалыпты, сұйықтау	Жаңа сауылған, ерекше нәзік	Жеңіл, сүтке тән	Ақ немесе көгілдір

Нәтижелер және оларды талқылау

Салыстыру нәтижелері бие сүтінің сиыр сүтіне қарағанда бірқатар артықшылықтарын көрсетті: оның консистенциясы жеңіл әрі сұйықтау болғандықтан, биойогуртқа қажетті жұмсақ құрылым береді; дәмі нәзік және жағымды, бұл биойогурттың органолептикалық тартымдылығын арттырады; ал иісі мен түсі

табиғилықтың көрсеткіші ретінде ерекшеленеді. Осыған байланысты, бие сүті емдік-профилактикалық бағыттағы биойогурт өндірісінде ең тиімді шикізат көзі болып табылады [2, 3].

Зерттеу жұмыстары барысында бие және сиыр сүтінің микробиологиялық сапасы анықталды. Бұл мақсатта әрбір сүт үлгісінен 1 мл

көлемінде материал алынып, стерильді жағдайда агар-агар қоректік ортасына егілді және 23 °С температурада термостатта инкубацияланды. Инкубация барысында микроорганизмдердің алғашқы өсуі екінші тәулікте байқалып, жетінші тәулікте толық қалыптасқан колониялар пайда болды.

Микроорганизмдердің морфологиялық және дақылдық ерекшеліктерімен қатар, олардың сандық көрсеткіштері де анықталды. Колонияларды санау нәтижесінде сиыр сүтіндегі микроорганизмдердің жалпы саны орта есеппен $(3,2-3,8) \times 10^4$ КОЕ/мл, ал бие сүтінде $(1,4-1,9) \times 10^4$ КОЕ/мл деңгейінде екені анықталды. Бұл бие сүтіндегі микробиологиялық жүктеменің сиыр сүтімен салыстырғанда төмен екенін көрсетеді. Сиыр сүтінен алынған колониялардың диаметрі 3–5 мм аралығында болып, пішіні дөңгелек, оптикалық қасиеті жартылай мөлдір, түсі ақшылдау болды. Колония беті тегіс, агар ортасына тереңдеп өскен, шеттері тегіс, құрылымы біркелкі емес, консистенциясы тығыз емес екені анықталды. Ал бие сүтінен бөлінген колониялардың диаметрі ұсақ (1–1,5 мм), пішіні дөңгелек, оптикалық қасиеті бұлыңғыр, түсі ақшыл-қоңыр болып келді. Колония беті сәл жиырылған, агарға еніп өскен, шеттері толқын тәрізді, құрылымы біркелкі және

консистенциясы тығыз болды [1-3]. Алынған нәтижелер сүт түріне байланысты микроорганизмдердің өсу қарқыны мен колония түзу ерекшеліктерінің әртүрлі болатынын көрсетті. Бие сүтінде микроорганизмдердің салыстырмалы түрде төмен мөлшерде болуы оның микробиологиялық тұрақтылығының жоғары екенін дәлелдейді. Бұл көрсеткіш биойогурт өндірісінде қолданылатын шикізаттың санитарлық қауіпсіздігін бағалауда маңызды рөл атқарады.

Сиыр және бие сүтінің органолептикалық және микробиологиялық қасиеттерін кешенді салыстырмалы бағалау нәтижесінде биойогурт өндіруге анағұрлым қолайлы шикізат ретінде бие сүті таңдалды. Оның бірқалыпты әрі сұйықтау консистенциясы, нәзік дәмі мен жағымды иісі, сондай-ақ микроорганизмдердің төмен деңгейде болуы функционалдық биойогурт алуға мүмкіндік береді [5-7].

Биойогурт сапасын жақсарту және тағамдық құндылығын арттыру мақсатында бие сүтінен дайындалатын биойогурттың құрамына табиғи өсімдік қоспалары – банан және мандарин пюресі енгізілді. Бұл қосымшалар йогурттың дәмдік ерекшелігін байытып қана қоймай, витаминдер мен биологиялық белсенді заттардың мөлшерін көбейтіп, оның функционалдық қасиеттерін күшейтеді.

Кесте 2. Банан мен мандариннің негізгі химиялық құрамы (100г биойогуртке шаққанда)

Көрсеткіш	Мандарин	Банан
Су мөлшері, %	85–88	74–76
Ақуыз, %	0,8	1,0–1,5
Май, %	0,3	0,5
Көмірсу, %	8–12	22–25
Қант, %	–	14–22
Крахмал, %	–	5–8
А витамині, мкг	60	3-5
С витамині, мкг	38	8-10
В тобы дәрумендері	B1 – 0,06 B2 – 0,03-0,04 B5 – 0,2 B6 – 0,08 B9 – 16	B1 - 0,04 B2- 0,05 B6- 0,37 PP - 0,7 E - 0,1
Минералдар	Калий - 166 Кальций - 37 Магний - 12 Фосфор - 20 Натрий - 2	Калий - 358 Кальций - 5 Магний - 27 Фосфор - 22 Натрий - 1

Банан мен мандариннің химиялық құрамын талдау олардың биойогурттың тағамдық және биологиялық құндылығын арттыруда маңызды рөл атқаратынын көрсетті. Мандарин дәрумендерге бай болғандықтан иммунитетті нығайтуға ықпал етеді, ал банан жоғары энергетикалық және минералдық құндылығымен ерекшеленеді. Осы қоспаларды қолдану биойогурттың функционалдық қасиеттерін күшейтіп, оның сапасы мен тұтынушылық тартымдылығын арттырады.

Диеталық сүтқышқылды биойогурттер майлылығы әртүрлі сүттен немесе сүт пен кілегей қоспасынан алынады. Олар ас қорыту жүйесіне оң әсер етіп, зат алмасуды реттейді және профилактикалық маңызы зор. Сүтқышқылды сусындар негізінен екі әдіспен өндіріледі: термостатты және резервуарлы. Термостатты әдісте пастерленген әрі гомогенизацияланған қоспа ашытқымен өңделіп, жеке ыдыстарда ұйытылады. Бұл әдіс консистенциясы жақсы биойогурт береді, бірақ қосымша жабдықты қажет етеді. Резервуарлы әдісте қоспа үлкен сыйымдылықта ашытылады да, кейін құюға дайындалады. Артықшылығы – механикаландырылған және өнімділігі жоғары, алайда қоймалжың құрылымының бұзылуы

мүмкін [6, 8].

Өнімді өндіру процесі сүтті қабылдап, сапасын тексеруден басталып, одан кейін майлылық пен құрғақ зат үлесін стандартқа сәйкестендіру арқылы нормаланады, 43 °C-та тазаланған қоспа 15±2,5 МПа қысымда гомогенизацияланып, өнімнің біркелкі құрылымы қалыптастырылады. Қоспа 90–95 °C-та 10–15 минут пастерленіп, 40–43 °C-қа дейін салқындатылады да, арнайы ашытқы енгізіліп, 2–4 сағат ішінде ұйытылады, нәтижесінде 80°Т қышқылдыққа жеткен биойогурт қалыптасады. Ұйыту аяқталғаннан кейін биойогурт салқындатылып, құрамына жеміс-жидек қоспалары енгізіліп, жақсылап араластырылады. Дайын биойогурт қағаз ыдыстарға құйылып, стандарт талаптарына сай таңбаланып, тоңазытқыш камерасында 8 °C-тан жоғары емес температурада және 85–90% ылғалдылықта сақталады.

Биойогурттың сапасын бағалау үшін үш сынама алынып, қышқылдылығы, майлылығы және белок мөлшері анықталды. Зерттеу барысында МемСТ 3624-92 (қышқылдылық), МемСТ 5867-90 (майлылық), және МемСТ 25179-90 (белок мөлшері) стандарттары басшылыққа алынды [8, 10].

Кесте 3. Биойогурттың физико–химиялық көрсеткіштері

Алынған сынама	Қышқылдылығы		Майлылығы		Белок	
	Факт	Норма	факт	норма	Факт	норма
I сынама	80	75 – 140	1,5	0,1–10, 0	2,3	2,8
II сынама	85	75 – 140	2,5	0,1–10,0	2,2	2,8
III сынама	85	75 – 140	2,6	0,1–10,0	2,3	2,8

Зерттеу нәтижелері бойынша үш сынаманың қышқылдығы, майлылығы және белок мөлшері белгіленген нормативтік көрсеткіштерге сай болып, дайын биойогуртның стандарт талаптарына толық сәйкес келетіні

дәлелденді [9, 11].

Бие сүтінен дайындалған, банан және мандарин қосылған биойогурт үлгілерінің түсі, дәмі, иісі және консистенциясы органолептикалық тұрғыда бағаланды (4-кесте).

Кесте 4. Бие сүтінен дайындалған биойогурттың органолептикалық көрсеткіштері

Сынама	Түсі	Дәмі	Иісі	Консистенциясы
1	Ақшыл, сарғыш реңді	Қосылған жеміске тән, тәтті	Сүтқышқылды, жағымды	Біртекті, кремтәрізді
2	Ақшыл, сарғыш реңді	Жеміс дәмі аздап қышқылдау	Сүтқышқылды	Біртекті, бірақ аздаған түйіршікті
3	Ақшыл, сарғыш реңді	Жеміс дәмі қышқылдау	Сүтқышқылды	Біртекті, аздаған түйіршікті

Нәтижелер бойынша, бірінші сынаманың органолептикалық көрсеткіштері толық сәйкес келіп, түсі, дәмі, иісі және консистенциясы стандарт талаптарына сай болды. Ал екінші және үшінші сынамаларда дәмінің шамадан тыс қышқылдануы мен консистенциясында түйіршіктердің пайда болуы сияқты ауытқулар байқалды. Қорытындылай келе, бие сүтінен

дайындалған биойогурттың ең сапалы үлгісі бірінші сынама болып табылды, ол органолептикалық тұрғыдан тұтынуға қолайлы және стандартқа сай биойогурт екені дәлелденді [11, 12].

Бие сүтінен дайындалған биойогурттың қышқылдығы, майлылығы және белок мөлшері анықталды (5-кесте).

Кесте 5. Бие сүтінен дайындалған биойогурттың физико–химиялық көрсеткіштері

Атауы	Қышқылдылық		Белок		Майлылық	
	Банан қосылған	Мандарин қосылған	Банан қосылған	Мандарин қосылған	Банан қосылған	Мандарин қосылған
1 сынама	80	85	2,3	2,1	2,1	2,0
2 сынама	90	95	2,5	2,4	1,9	1,8
3 сынама	110	115	2,4	2,3	1,5	1,3

Нәтижелер көрсеткендей, 2 және 3-сынамаларда қышқылдықтың жоғарылауы мен майлылықтың төмендеуі байқалды. Ал 1-сынаманың барлық көрсеткіштері тұрақты болып, стандарт талаптарына толық сәйкес келді, сондықтан ол тәжірибелік үлгі ретінде таңдап алынды.

Микроорганизмдердің морфологиялық және физиологиялық қасиеттерін анықтау үшін үлгілер жасанды қоректік ортаға егілді. Инкубацияның екінші тәулігінде алғашқы колониялар пайда болып, жетінші тәулікте толық дамыды. Грам әдісімен бояу нәтижесінде күлгін түсті грамон және қоңыр түсті грамтеріс бактериялар ажыратылды. Микроскопиялық талдау кезінде таяқша тәрізді *Lactobacillus bulgaricus* және *Bifidobacterium* өкілдері анықталды, бұл штаммдардың сүтқышқылды ашыту процесінде белсенді рөл атқаратыны белгілі [13, 14].

Қорытынды

Зерттеу барысында биойогурт өндіруге арналған шикізат ретінде сиыр және бие сүтінің органолептикалық, микробиологиялық және физико–химиялық көрсеткіштері салыстырылып бағаланды. Органолептикалық зерттеулер нәтижесінде бие сүті сиыр сүтіне қарағанда сапалық жағынан анағұрлым жоғары екені анықталды: оның консистенциясы сұйық әрі бірқалыпты, дәмі нәзік, иісі жеңіл, ал түсі табиғилықтың көрсеткіші ретінде ақ немесе көгілдір реңді болды. Бұл қасиеттер биойогуртқа қажетті жұмсақ құрылым түзуге мүмкіндік берді [13, 14]. Микробиологиялық талдаулар бие сүтінде колониялардың ұсақ әрі

тығыз құрылымды болып, тұрақты микрофлора түзу қабілетінің жоғары екенін көрсетті. Сонымен қатар, микроскопиялық зерттеулерде *Lactobacillus bulgaricus* және *Bifidobacterium* сияқты сүтқышқылды бактериялардың болуы ашыту процесінің тиімділігін дәлелдеді. Физико–химиялық көрсеткіштерге жасалған сараптама нәтижесінде 1-сынаманың қышқылдығы, майлылығы және белок мөлшері стандарт талаптарына толық сәйкес келіп, ең сапалы үлгі ретінде таңдалды. Ал 2 және 3-сынамаларда қышқылдықтың шамадан тыс жоғарылауы және майлылықтың төмендеуі байқалды [15, 17]. Бие сүтінен дайындалған биойогуртқа банан және мандарин пюресін енгізу биойогурттың органолептикалық және тағамдық құндылығын арттырды. Мандарин дәрумендердің, әсіресе С және В тобы дәрумендерінің көзі болса, банан энергия беретін табиғи қанттар мен калий, магний, фосфор сияқты минералдарға бай болды. Бұл қоспалар биойогурттың функционалдық қасиетін күшейтті [18].

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері бие сүтіне негізделген биойогурттың сапасы жоғары, органолептикалық және физиологиялық тұрғыдан тиімді, ал банан мен мандарин қосу оның тағамдық және профилактикалық құндылығын айтарлықтай арттыратынын көрсетті. Сондықтан бие сүтінен дайындалған биойогуртты емдік-профилактикалық бағыттағы функционалдық биойогурт ретінде өндіру ғылыми және практикалық тұрғыдан тиімді болып табылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Б.С. Смагулова, Екінші айналымдағы сүт шикізатының қайта өңдеудің қалдықсыз технологиясы – Павлодар: Кереку – 2014 – 100 б
2. С.Г. Канарейкина, Комбинированный продукт с использованием сухого кобыльего молока / С.Г. Канарейкина // Коневодство и конный спорт.— 2014.— № 2.- С. 29–31.,
3. К.М. Сабурова Разработка технологии кисломолочных напитков смешанного сырьевого состава, обогащенных биологически активными веществами: дисс на соиск. уч. степень канд. тех. наук: С.Пб,2002-172с.
4. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.6. Технология детских молочных продуктов / соавт. В.В. Кузнецов. — М., 2005. — 506 с.
5. А.В. Якунин, Ю.А. Синявский, Ы.С. Ибраимов Оценка пищевой ценности кобыльего молока и кисломолочных продуктов на его основе и возможности их использования в детском питании. // Вопросы современной педиатрии. 2017; 16 (3): 235–240. doi: 10.15690/vsp.v16i3.1734.
6. Основы биотехнологии продуктов из сырья растительного и животного происхождения: методические указания по выполнению лабораторных работ для направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Сост.: Е.А. Фауст, Т.С. Осина // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2018. – 46 с.
7. М.В. Темербаева Подбор полисахаридного комплекса для стабилизации структуры биоёгурта на основе козьего молока // «Аграрная наука сельскому хозяйству». Алтайский государственный Аграрный университет, 2014. –Т.3. –С. 205-207.
8. Immunomodulatory leads from medicinal plants / P.K. Mukherjee et al // Indian Journal of Traditional Knowledge. – 2014. – № 13(2). – P. 235-256.
9. О.Ю. Николаева Классификация лекарственных средств природного происхождения и травяных сборов для укрепления здоровья в фитотерапии / О.Ю. Николаева // Фармация Казахстана. – 2020. – № 9. – С. 36-40.
10. Л.А. Силантьева Перспективы использования лекарственных трав при производстве молочных продуктов / Л.А. Силантьева, И.Б. Харитоновна Материалы Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность и научное обеспечение развития отечественной индустрии конкурентоспособных пищевых ингредиентов. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 185-187.
11. Фитохимический состав растений *Thymus Serpyllum* L. и исследование антибактериальной активности / Н.А. Дузбаева и др. // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. – 2020. – № 1(130). – С. 68-75.
12. E.R. Vasilevskaya Comparative study of technologies for extraction of biologically active substances from the raw material of animal origin / E.R. Vasilevskaya, M.A. Aryuzina, E.S. Vetrova // Theory and practice of meat processing. – 2021. – vol. 6, № 3. – P. 226-235.
13. Obtaining and estimating the potential of protein nutraceuticals from highly mineralized collagen containing beef raw materials / N.Y. Mezenova et al // Theory and practice of meat processing. – 2021. – Vol. 6, № 1. – P. 10-22.
14. М.В. Темирбаева Разработка технологии биоёгурта для функционального питания на основе козьего молока М. В. Темербаева, Т. К. Бексеитов // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – № 1 (25). – С. 120-126.
15. Е.И. Решетник, Е.А. Уточкина Разработка технологии ферментированного молочно-растительного напитка с функциональными свойствами // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 2. – С. 58-62.
16. О.В. Евдокимова Т.Н. Иванова Влияние заквасочных культур на потребительские свойства йогуртов // Современная наука и инновации. – 2017. – №1. – С. 206-208.
17. Д.А. Сафонов Использование функциональных ингредиентов для производства жевательных кондитерских изделий /Материалы Международной научно - практической конференции «Технологии и продукты здорового питания». – Москва: МГУПП, июнь 6-8, 2005. – С. 193.
18. В.Н. Кривченко, О.В. Шевелёва Кисломолочные продукты: инновационные технологии в производстве // Вестник Сибирского университета потребительской кооперации. – 2013. – № 4. – С. 123-129.

REFERENCES

1. B.S. Smagulova, (2014). Ekinshi aynylmdagy sūt shikizatynyn kaita öndeudin kaldyksyz tekhnologiyasy [Waste-Free Technology for Reprocessing Secondary Milk Raw Materials]. Pavlodar: Kereku. 100 p. (in Kazakh).
2. S.G. Kanareikina, (2014). Kombinirovannyi produkt s ispol'zovaniem sukhogo kobyly'ego moloka [Combined Product Using Dried Mare's Milk]. Konevodstvo i konnyi sport, (2), 29–31. (in Russian).
3. K.M. Saburova, (2002). Razrabotka tekhnologii kislomolochnykh napitkov smeshannogo syr'evogo sostava, obogashchennykh biologicheski aktivnymi veshchestvami [Development of Technology for Fermented Milk Drinks of Mixed Raw Composition Enriched with Biologically Active Substances]. PhD Dissertation. St. Petersburg. 172 p. (in Russian).
4. V.V. Kuznetsov, (Ed.). (2005). Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva. Tekhnologiya i retseptury. T.6. Tekhnologiya detskikh molochnykh produktov [Handbook of the Dairy Technologist. Technology and Formulations. Vol. 6: Technology of Children's Dairy Products]. Moscow. 506 p. (in Russian).
5. A.V. Yakunin, Yu.A. Sinyavskii, & Y.S. Ibraimov, (2017). Otsenka pishchevoi tsennosti

kobyl'ego moloka i kislomolochnykh produktov na ego osnove i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v detskom pitanii [Evaluation of Nutritional Value of Mare's Milk and Fermented Milk Products Based on It and Their Potential Use in Child Nutrition]. *Voprosy sovremennoi pediatrii*, 16(3), 235–240. <https://doi.org/10.15690/vsp.v16i3.1734>. (in Russian).

6. E.A. Faust, & T.S. Osina, (2018). *Osnovy biotekhnologii produktov iz syr'ya rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya: metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh rabot* [Fundamentals of Biotechnology of Products from Plant and Animal Raw Materials: Laboratory Guidelines]. Saratov: Saratovskii GAU. 46 p. (in Russian).

7. M.V. Temerbaeva, (2014). Podbor polisakharidnogo kompleksa dlya stabilizatsii struktury bioiogurta na osnove koz'ego moloka [Selection of a Polysaccharide Complex to Stabilize the Structure of Bioyogurt Based on Goat Milk]. In *Agrarnaya nauka sel'skomu khozyaistvu*, Vol. 3, pp. 205–207. Altai State Agrarian University. (in Russian).

8. P.K. Mukherjee, et al. (2014). Immunomodulatory Leads from Medicinal Plants. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13(2), 235–256.

9. O.Yu. Nikolaeva, (2020). Klassifikatsiya lekarstvennykh sredstv prirodnogo proiskhozhdeniya i travyanykh sborov dlya ukrepleniya zdorov'ya v fitoterapii [Classification of Medicinal Products of Natural Origin and Herbal Collections for Health Improvement in Phytotherapy]. *Farmatsiya Kazakhstana*, (9), 36–40. (in Russian).

10. L.A. Silant'eva, & I.B. Kharitonova, (2015). Perspektivy ispol'zovaniya lekarstvennykh trav pri proizvodstve molochnykh produktov [Prospects for the Use of Medicinal Herbs in Dairy Production]. In *Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Food Security and Scientific Support for the Development of the Domestic Industry of Competitive Food Ingredients"*, St. Petersburg, pp. 185–187. (in Russian).

11. N.A. Duzbaeva, et al. (2020). Fitokhimicheskiy sostav rastenii *Thymus serpyllum* L. i issledovanie antibakterial'noi aktivnosti [Phyto-chemical Composition of *Thymus serpyllum* L. and Study of Antibacterial Activity]. *Vestnik Evraziiskogo natsio-*

nal'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva, 1(130), 68–75. (in Russian).

12. E.R. Vasilevskaya, M.A. Aryuzina, & E.S. Vetrova, (2021). Comparative Study of Technologies for Extraction of Biologically Active Substances from Raw Material of Animal Origin. *Theory and Practice of Meat Processing*, 6(3), 226–235.

13. N.Y. Mezenova, et al. (2021). Obtaining and Estimating the Potential of Protein Nutraceuticals from Highly Mineralized Collagen-Containing Beef Raw Materials. *Theory and Practice of Meat Processing*, 6(1), 10–22.

14. M.V. Temerbaeva, & T.K. Bekseitov, (2017). Razrabotka tekhnologii bioiogurta dlya funktsional'nogo pitaniya na osnove koz'ego moloka [Development of Technology of Bioyogurt for Functional Nutrition Based on Goat Milk]. *Vestnik Omskogo GAU*, 1(25), 120–126. (in Russian).

15. E.I. Reshetnik, & E.A. Utochkina, (2011). Razrabotka tekhnologii fermentirovannogo molochno-rastitel'nogo napitka s funktsional'nymi svoystvami [Development of Technology of Fermented Dairy-Plant Beverage with Functional Properties]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, (2), 58–62. (in Russian).

16. O.V. Evdokimova, & T.N. Ivanova, (2017). Vliyanie zakvasochnykh kul'tur na potrebitel'skie svoystva iogurtov [Influence of Starter Cultures on Consumer Properties of Yogurts]. *Sovremennaya nauka i innovatsii*, (1), 206–208. (in Russian).

17. D.A. Safonov, (2005). Ispol'zovanie funktsional'nykh ingredientov dlya proizvodstva zhevatel'nykh konditerskikh izdelii [Use of Functional Ingredients for the Production of Chewing Confectionery]. In *Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Tekhnologii i produkty zdorovogo pitaniya"*, Moscow: MGUPP, June 6–8, p. 193. (in Russian).

18. V.N. Krivchenko, & O.V. Sheveleva, (2013). Kislomolochnye produkty: innovatsionnye tekhnologii v proizvodstve [Fermented Milk Products: Innovative Technologies in Production]. *Vestnik Sibirskogo universiteta potrebitel'skoi kooperatsii*, (4), 123–129. (in Russian).

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ УГЛЕВОДНО-СБАЛАНСИРОВАННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА

^{1,3} А.Д. НУРМАНОВА* , ^{1,2,3} М.Ж. КИЗАТОВА , ¹ Д.А. ШАЙМЕРДЕНОВА ,
³ А.Б. АБУОВА , ¹ С.С. АНУАРБЕКОВА , ¹ Ж.М. ЧАКАНОВА 

(¹ ТОО «НПП Инноватор», Республика Казахстан, 010000, Астана, ул. Каратал

² НАО Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,
Республика Казахстан, 050012, Алматы, ул. Төле би 94

³ Международный инженерно-технологический университет, Республика Казахстан,
050012, Алматы, пр. Аль-Фараби, 93г/5)

Электронная почта автора-корреспондента: nurmanovaakzharkyn@gmail.com*

В статье представлены результаты научного обоснования технологических подходов к созданию углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий на основе зернового сырья Казахстана. Проведен сравнительный анализ химического состава пшеницы, кукурузы, ячменя и гречихи, изучены перспективы применения экструзионной и биотехнологической модификации зернового сырья, а также функциональных компонентов для регулирования углеводного профиля продукции. Установлено, что пшеница сорта «Айна» характеризуется высокой натурой зерна (812 г/л), содержанием крахмала 49,2 % и белка 13,2 %, кукуруза сорта «Монсанто» — повышенным содержанием крахмала (72,8 %), ячмень сорта «Карабалыкская 150» — содержанием крахмала 61% и протеина 14,6 %, гречиха — содержанием крахмала 68% и протеина 12,5 %. Полученные различия в химическом и углеводном составе исследованных культур обосновывают возможность их комбинирования при последующей разработке хлебобулочных изделий с регулируемым углеводным профилем. Анализ источников позволил установить, что процессы экструзии способствуют изменению структуры крахмала, повышению содержания растворимых пищевых волокон и формированию медленноусвояемых углеводных фракций. Показано, что биотехнологическая модификация, включающая ферментацию и регулируемое действие ферментных систем, обеспечивает контролируемый гидролиз углеводов без избыточного накопления простых сахаров. Выявлено, что использование пектина и пищевых волокон способствует снижению скорости ферментативного гидролиза крахмала и формированию более благоприятного гликемического отклика. На основании анализа современных зарубежных исследований установлено, что использование зернового сырья, богатого функциональными углеводами, а также применение экструзии, гидроколлоидов и биотехнологической модификации является одним из наиболее перспективных направлений разработки функциональных хлебобулочных изделий с углеводно-сбалансированным составом.

Ключевые слова: углеводно-сбалансированные продукты, хлебобулочные изделия, зерновое сырье, β-глюканы, пищевые волокна, экструзия, ферментация, функциональное питание, гликемический индекс.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДӘНДІ ДАҚЫЛ ШИКІЗАТЫ НЕГІЗІНДЕ КӨМІРСУ ТЕҢГЕРІМДЕЛГЕН НАН-БӨЛКЕ ӨНІМДЕРІН ЖАСАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІН ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕУ

^{1,3} А.Д. НУРМАНОВА*, ^{1,2,3} М.Ж. КИЗАТОВА, ¹ Д.А. ШАЙМЕРДЕНОВА,
³ А.Б. АБУОВА, ¹ С.С. АНУАРБЕКОВА, ¹ Ж.М. ЧАКАНОВА

(¹ «Инноватор ҒӨК» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана, Каратал көшесі, 2

² С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті КЕАҚ,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы, Төле би көшесі, 94

³ Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы, Әль-Фараби даңғылы, 93г/5)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: nurmanovaakzharkyn@gmail.com*

Мақалада Қазақстанның дәнді дақыл шикізаты негізінде көмірсу теңгерімделген нан-бөке өнімдерін жасаудың технологиялық тәсілдерін ғылыми негіздеу нәтижелері ұсынылған. Бидай, жүгері, арпа және қарақұмықтың химиялық құрамына салыстырмалы талдау жүргізіліп, дәнді шикізатты

экструзиялық және биотехнологиялық модификациялау мүмкіндіктері, сондай-ақ өнімнің көмірсу профилін реттеуге арналған функционалдық компоненттерді қолдану перспективалары зерттелді. Зерттеу нәтижесінде «Айна» сұрыпты бидайдың дән натурасы жоғары (812 г/л), құрамындағы крахмал мөлшері 49,2 %, ақуыз мөлшері 13,2 % екені анықталды. Крахмал мөлшерімен айрықша орын алатындар келесілерді атауға болады: «Монсанто» сұрыпты жүгері – 72,8%, «Қарабалық 150» сұрыпты арпа-61%, ал ақуыз мөлшері 14,6% құраса, қарақұмықтың крахмал мөлшері - 68%, ақуыз мөлшері 12,5% көрсеткішке ие. Зерттелген дақылдардың химиялық және көмірсулық құрамындағы байқалған айырмашылықтар оларды көмірсулық құрамы реттелетін нан-тоқаш өнімдерін әзірлеу кезінде біріктіру мүмкіндігін негіздейді. Ресми ақпараттарды талдау нәтижесінде экструзия үдерістерінде крахмалдың құрылымының өзгеретіні, еритін тағам талшықтарының мөлшерін арттыртыны және қорытылуы баяу көмірсу фракцияларының қалыптасуына алып келетіні анықталды. Ферментация мен ферменттік жүйелердің сәйкестендірілген әсерін қолданатын биотехнологиялық модификация көмірсулардың кезек-кезеңімен гидролизденуіне жағдай жасап, моно- және дисахаридтердің артық түзілу қаупін төмендейтіні көрсетілді. –Сонымен бірге пектин мен тағамдық талшықтарды енгізу крахмалдың ферментативтік ыдырау қарқынын баяу-латып, аздадағы глюкозалық жауаптың неғұрлым оңтайлы қалыптасуына ықпал ететіні айқындалды. –Заманауи шетелдік ғылыми еңбектерді талдау функционалдық көмірсуларға бай дәнді дақылдарды қолдану, сондай-ақ экс-трузиялық өңдеу, гидроколлоидтарды пайдалану және биотехнологиялық модификация әдістерін енгізу теңгерім-ді көмірсу құрамды нан-тоқаш өнімдерін әзірлеудің басым әрі келешегі зор бағыттарының бірі екенін көрсетті.

Негізгі сөздер: көмірсу теңгерімделген өнімдер, нан-тоқаш өнімдері, дәнді шикізат, β-глюкандар, тағамдық талшықтар, экструзия, ферментация, функционалдық тамақтану, гликемиялық индекс.

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF CARBOHYDRATE-BALANCED BAKERY PRODUCTS BASED ON KAZAKHSTAN'S CEREAL RAW MATERIALS

^{1,3}A.D. NURMANOVA*, ^{1,2,3}M.ZH. KIZATOVA, ¹D.A. SHAIMERDENOVA,
³A.B. ABUOVA, ¹S.S. ANUARBEKOVA, ³ZH.M. CHAKANOVA

¹LLP “Innovator” Research and Production Enterprise, Republic of Kazakhstan,
010000, Astana, Karatal Street, 2

²Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Republic of Kazakhstan,
050012, Almaty, Tole bi str., 94

³International Engineering Technological University, Republic of Kazakhstan,
050012, Almaty, Al-Farabi avenue, 93G/5)

Corresponding author's e-mail: nurmanovaakzharkyn@gmail.com*

This article presents the results of the scientific substantiation of technological approaches to the development of carbohydrate-balanced bakery products based on cereal raw materials cultivated in Kazakhstan. A comparative analysis of the chemical composition of wheat, corn, barley, and buckwheat was conducted, and the prospects for applying extrusion and biotechnological modification of cereal raw materials, as well as functional ingredients for regulating the carbohydrate profile of bakery products, were investigated. The results demonstrated that the wheat variety “Aina” is characterized by a high test weight (812 g/L), starch content of 49.2%, and protein content of 13.2%. The corn variety “Monsanto” exhibited an elevated starch content of 72.8%, while the barley variety “Karabalykskaya 150” contained 61.0% starch and 14.6% protein. Buckwheat was found to contain 68.0% starch and 12.5% protein. The observed differences in the chemical and carbohydrate composition of the studied crops justify the possibility of combining them in the future development of bakery products with a controlled carbohydrate profile. The analysis of scientific literature revealed that extrusion processes contribute to modifications in starch structure, an increase in the content of soluble dietary fiber, and the formation of slowly digestible carbohydrate fractions. Biotechnological modification, including fermentation and the controlled action of enzyme systems, was shown to ensure regulated carbohydrate hydrolysis without excessive accumulation of simple sugars. Furthermore, the use of pectin and dietary fibers was found to reduce the rate of enzymatic starch hydrolysis and promote a more favorable glycemic response. –Based on an analysis of contemporary international research, it was established that the utilization of cereal raw materials rich in

functional carbohydrates, together with the application of extrusion technology, hydrocolloids, and biotechnological modification, represents one of the most promising approaches for the development of functional bakery products with a carbohydrate-balanced composition.

Keywords: carbohydrate-balanced products, bakery products, cereal raw materials, β -glucans, dietary fiber, extrusion, fermentation, functional nutrition, glycemic index.

Введение

В последние десятилетия во всем мире наблюдается устойчивый рост алиментарно-зависимых заболеваний, включая ожирение, сахарный диабет 2 типа, сердечно-сосудистые и метаболические нарушения. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, распространенность ожирения и нарушений углеводного обмена продолжает увеличиваться, что связано с изменением структуры питания населения и ростом потребления продуктов с высоким содержанием быстроусвояемых углеводов [1]. Современные исследования показывают, что не только количество углеводов, но и их качественный состав оказывает существенное влияние на гликемический ответ, развитие инсулино-резистентности и нарушения липидного обмена [2].

В последние годы сформировалась концепция «углеводное качество», согласно которой оценка углеводного профиля пищевых продуктов должна учитывать содержание пищевых волокон, свободных сахаров, резистентного крахмала и медленноусвояемых углеводов [3]. Одним из наиболее распространенных критериев качества углеводов является соотношение «углеводы: пищевые волокна» 10:1, позволяющее характеризовать физиологическую ценность продуктов и их потенциальное влияние на метаболическое здоровье [4].

Хлебобулочные изделия являются продуктами ежедневного потребления и занимают значительное место в рационе населения Казахстана. Однако, традиционный хлеб характеризуется высоким содержанием доступного крахмала и сравнительно низким количеством пищевых волокон, что ограничивает его физиологическую ценность [5]. В связи с этим одним из актуальных направлений современной пищевой промышленности является разработка углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий с улучшенным углеводным профилем [6].

Наиболее перспективным путем в этом направлении, на основе анализа данных источников, признано использование зернового сырья, отличающегося повышенным содержанием функционально значимых углеводных компонентов, в том числе, пищевых волокон. В связи с этим, наибольший интерес представляют ячмень, гречиха и кукуруза, отличающиеся повышенным

содержанием крахмала, пищевых волокон, β -глюканов и сопутствующих биологически активных веществ, что позволяет рассматривать их как сбалансированную зерновую основу для регулирования углеводного профиля хлебобулочных изделий.

Так, ячмень отличается содержанием β -глюканов — водорастворимых полисахаридов, способных повышать вязкость пищевой массы и, тем самым, замедлять ферментативный гидролиз крахмала и диффузию глюкозы [8, 9]. Гречиха же представляет интерес как источник пищевых волокон, фенольных соединений и углеводов с более низкой скоростью усвоения, что характеризует ее как перспективный компонент для производства функциональных хлебобулочных изделий [10, 11]. Кукуруза, в свою очередь, характеризуется высоким содержанием крахмала и может рассматриваться как технологически значимый компонент при моделировании углеводного состава изделий. Таким образом, использование ячменя, гречихи и кукурузы в хлебобулочных изделиях позволяет направленно регулировать соотношения доступных углеводов и пищевых волокон. Следует также учесть, что существенную роль при этом играют и методы технологической обработки сырья, позволяющие дополнительно изменять структуру углеводного комплекса и его доступность для гидролиза. Так, экструзионная обработка позволяет изменять структуру крахмала, регулировать степень его желатинизации и повышать содержание растворимых пищевых волокон [12]. По данным Fang et al. [13], правильно подобранные режимы экструзии способствуют образованию медленноусвояемых и резистентных фракций крахмала.

Не менее важным направлением является биотехнологическая модификация зернового сырья, включающая процессы ферментации и регулируемого действия ферментных систем. Современные исследования показывают, что ферментация способствует снижению содержания фитатов, повышению биодоступности минеральных веществ и изменению структуры углеводного комплекса [14]. Кроме того, образование органических кислот при ферментации способствует ограничению скорости гидролиза крахмала и снижению гликемического ответа [15].

Несмотря на значительное количество исследований в области функционального питания, вопросы научного обоснования выбора зернового сырья Казахстана и технологических подходов к созданию углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий остаются недостаточно изученными.

Целью настоящего исследования явилось научное обоснование выбора зернового сырья и технологических подходов к созданию углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий на основе сырья Казахстана.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись мягкая пшеница сортов «Айна» и «Караганда 31», кукуруза сортов «Монсанто» и «Пионер», ячмень сорта «Карабалыкская 150», а также зелёная гречиха. В качестве функционального компонента рассматривался пектин.

Оценка качества зернового сырья включала определение: влажности по ГОСТу 13586.5-2015 «Зерно. Метод определения влажности»; натуры зерна по ГОСТу 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры»; массы 1000 зерен по ГОСТу 10842-89 «Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян»; содержания крахмала по ГОСТу 10845-98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала»; содержания протеина по ГОСТу 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»; углеводного состава по ГОСТу 29177-91 «Зерно. Методы определения состояния углеводно-амилазного комплекса».

На основании литературных данных и результатов проекта проведен анализ перспектив применения: β -глюканов; пищевых волокон; экструзии; биотехнологической модификации; гидроколлоидов; ферментативного регулирования углеводного комплекса.

Результаты и их обсуждение

Углеводная сбалансированность как основа разработки функциональных хлебобулочных изделий. Современная концепция углеводной сбалансированности предполагает не простое снижение общего содержания углеводов, а формирование оптимального углеводного профиля продукта. Основными критериями являются снижение доли быстроусвояемых сахаров, повышение содержания пищевых волокон, увеличение количества медленноусвояемых углеводов и регулирование доступности крахмала для ферментативного гидролиза.

Для хлебобулочных изделий данный подход особенно важен, поскольку основная доля углеводов представлена крахмалом. Следовательно, задача технологии заключается не в полном ограничении крахмала, а в изменении его структурной организации и скорости гидролиза. Современные исследования показывают, что изменение доступности крахмала может достигаться за счет использования пищевых волокон, β -глюканов, гидроколлоидов, органических кислот и модификации крахмально-белковой матрицы [16].

По данным Skřivan et al. [17], включение зерновых компонентов с высоким содержанием пищевых волокон позволяет снижать гликемический индекс хлебобулочных изделий на 20–30 %. Аналогичные результаты представлены в обзоре Naveed et al. [18], где отмечено, что зерновые и бобовые ингредиенты способны существенно ограничивать скорость повышения уровня глюкозы крови.

Анализ углеводного состава зернового сырья

Установлено, что углеводы являются основным компонентом исследуемых зерновых культур и формируют до 80 % сухой массы зерна. Основными представителями углеводного комплекса являются крахмал, декстрины, клетчатка и простые сахара.

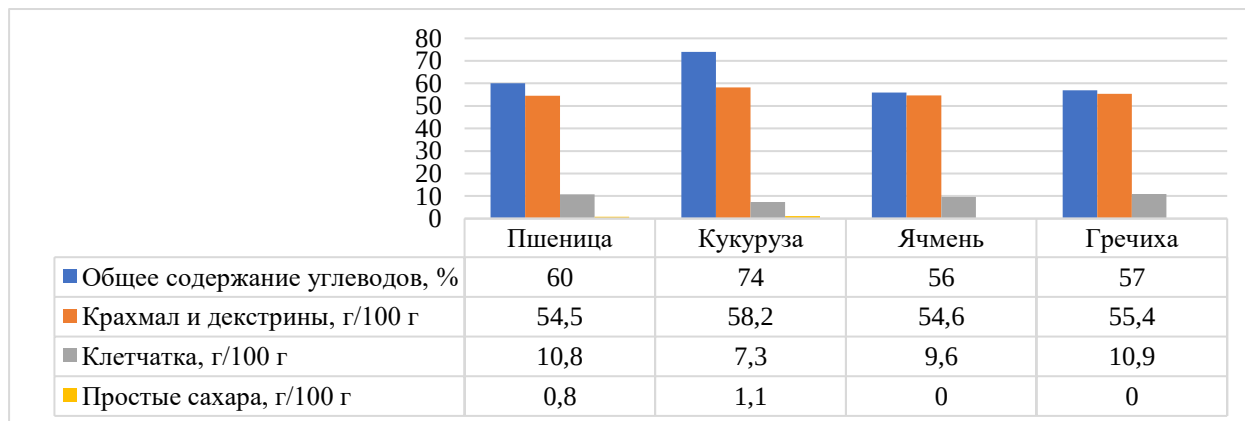


Рисунок 1. Углеводный состав исследуемых зерновых культур

Полученные результаты свидетельствуют о том, что кукуруза характеризуется максимальным содержанием углеводов, тогда как ячмень и гречиха отличаются повышенным содержанием пищевых волокон. Это подтверждает перспективность использования ячменя и гречихи в составе углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий.

Установлено, что для всех исследованных культур характерно преобладание крахмала и декстринов как основных резервных

углеводов. При этом содержание простых сахаров остается сравнительно низким, что является благоприятным фактором при разработке продуктов с регулируемым гликемическим индексом.

Обоснование выбора зернового сырья. На основании комплексной оценки качества зернового сырья были выбраны наиболее перспективные культуры для разработки углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий.

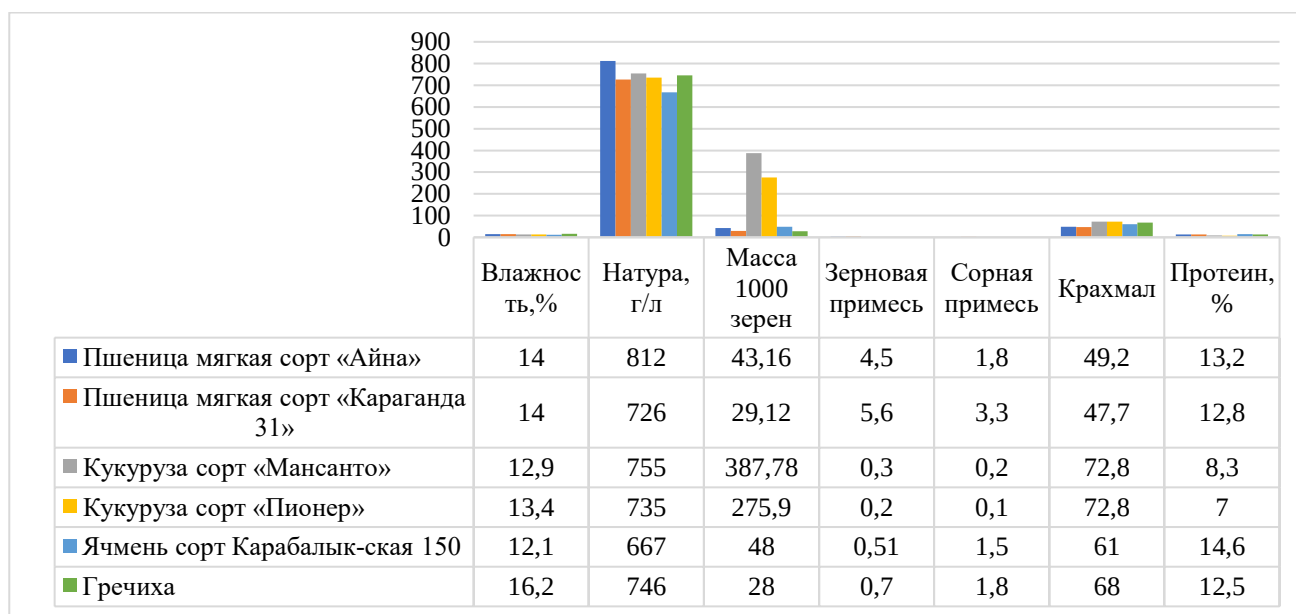


Рисунок 2. Показатели качества исследуемого зернового сырья

Сравнительная характеристика исследованных сортов показала существенные различия их технологических свойств и химического состава. Так, среди образцов мягкой пшеницы более высокими показателями характеризовался сорт «Айна»: натура зерна составила 812 г/л против 726 г/л у сорта «Караганда 31», масса 1000 зерен — 43,16 и 29,12 г соответственно. Содержание крахмала у сорта «Айна» составляло 49,2 %, протеина — 13,2 %, тогда как у сорта «Караганда 31» — 47,7 и 12,8 % соответственно. Кроме того, зерновая и сорная примеси у сорта «Айна» составляли 4,5 и 1,8 %, у сорта «Караганда 31» — 5,6 и 3,3 %. Оценка полученных показателей позволила выбрать пшеницу сорта «Айна» в качестве основного пшеничного сырья для дальнейших исследований.

При сравнении образцов кукурузы содержание крахмала у сортов «Мансанта» и «Пионер» было одинаковым и составляло 72,8 %. В то же время, сорт «Мансанта» характеризовался более высокой натурой — 755 г/л против 735 г/л

у сорта «Пионер», большей массой 1000 зерен — 387,78 против 275,9 г и более высоким содержанием протеина — 8,3 против 7,0 %. Содержание зерновой и сорной примесей у обоих образцов было низким и составляло соответственно 0,3 и 0,2 % для сорта «Мансанта» и 0,2 и 0,1 % для сорта «Пионер». На основании комплекса исследованных показателей для дальнейшей разработки углеводно-сбалансированных продуктов был выбран сорт «Мансанта».

Ячмень сорта «Карабалыкская 150» характеризовался содержанием крахмала 61,0 % и протеина 14,6 %, а гречиха — 68,0 и 12,5 % соответственно. По данным EFSA [19], β-глюканы ячменя способны снижать гликемический ответ при достаточном содержании в продукте. Гречиха же рассматривается как источник пищевых волокон, антиоксидантов и медленно-усвояемых углеводов. Исследования Sofi et al. [20] подтверждают перспективность гречихи для разработки функциональных хлебобулочных изделий.

С учетом особенностей углеводного состава данные культуры представляют интерес как дополнительные компоненты зерновых компо-

зиций при разработке углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий.

Таблица 1. Технологическая роль зерновых культур в формировании углеводной сбалансированности

Культура	Основная технологическая функция
Пшеница	Формирование структуры теста
Кукуруза	Источник крахмала
Ячмень	Источник β -глюканов
Гречиха	Источник пищевых волокон и антиоксидантов

Экструзия как способ регулирования углеводного профиля. Экструзионная обработка является одним из наиболее перспективных методов модификации углеводного комплекса зернового сырья. Установлено, что экструзия обеспечивает термомеханическое воздействие на зерновое сырье, приводящее к изменению структуры крахмала, частичному образованию декстринов и изменению структуры пищевых волокон.

Современные исследования показывают, что правильно подобранные режимы экструзии

способствуют формированию медленноусвояемых и резистентных фракций крахмала [21]. По данным Fang et al. [13], экструзия может повышать содержание растворимых пищевых волокон и улучшать показатели, связанные с гликемическим индексом.

Полученные результаты подтверждают, что экструзия должна рассматриваться не только как технологический процесс, но и как инструмент направленного регулирования углеводного профиля хлебобулочных изделий.

Таблица 2. Технологические подходы к формированию углеводно-сбалансированных изделий

	Механизм действия	Роль в углеводной сбалансированности
Экструзия	Термомеханическая модификация крахмала и пищевых волокон	Изменение доступности крахмала и повышение доли растворимых волокон
Биотехнологическая модификация	Ферментация и регулируемое действие ферментных систем	Управляемый гидролиз углеводов и снижение гликемического отклика
β -глюканы и пищевые волокна	Повышение вязкости пищевой массы	Замедление гидролиза и всасывания глюкозы
Пектин	Гидроколлоидное структурирование теста	Ограничение диффузии глюкозы и улучшение структуры мякиша

Биотехнологическая модификация углеводного комплекса. Биотехнологическая модификация зернового сырья, включающая процессы ферментации и применение ферментных систем, является одним из направлений регулирования углеводного состава хлебобулочных изделий. Анализ литературных данных показал, что ферментация приводит к частичной перестройке углеводного комплекса зерна, сопровождающейся гидролизом части крахмала и некрахмальных полисахаридов, накоплением органических кислот и снижением содержания некоторых антипитательных соединений, в том числе, фитатов. Результатом такого воздействия являются изменения не только химического состава сырья, но и доступности углеводов для последующего гидролиза в составе конечного продукта. По данным Alkay et al. [22], органические кислоты, образующиеся в процессе ферментации, способны замедлять гидролиз крахмала и, тем самым, снижать скорость повы-

шения концентрации глюкозы в крови после употребления продукта.

При производстве углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий особый интерес представляет контролируемое использование амилолитических ферментов, прежде всего, α -амилазы, которая обеспечивает образование декстринов среднего размера без чрезмерного накопления простых сахаров, тогда как β -амилаза способствует более интенсивному накоплению мальтозы. И именно применение α -амилазы рассматривается как более предпочтительный способ регулирования углеводной сбалансированности, поскольку он позволяет регулировать доступность углеводов, не переводя значительную часть крахмала в простые сахара. То есть, для целей настоящей работы предпочтительна биотехнологическая модификация углеводного комплекса, направленная не на максимальное расщепление углеводов, а на управляемое изменение их структуры и скорости гидролиза.

Использование пектина в составе углеводно-сбалансированных изделий

В качестве одного из перспективных функциональных компонентов для разработки углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий выбран пектин. Анализ данных исследований по применению пектина в данном направлении показывает, что его использование представляет интерес как с технологической, так и с физиологической точки зрения. Пектин способен повышать влагоудерживающую способность теста, способствовать формированию более однородной структуры мякиша и стабилизировать пористость готовых изделий. Кроме того, для производства углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий представляет интерес способность пектина за счет гидроколлоидных свойств оказывать влияние на доступность крахмала для ферментативного гидролиза.

Кроме того, пектин способен ограничивать скорость гидролиза крахмала и диффузию глюкозы. По данным Qi et al. [23], добавление пектина в состав хлеба снижает перевариваемость крахмала и способствует улучшению углеводного профиля продукции.

Заключение

Проведенное сравнительное исследование зернового сырья позволило сделать обоснованный выбор компонентов для дальнейшей разработки углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий. Среди исследованных образцов мягкой пшеницы преимущество имел сорт «Айна»: натура составила 812 г/л, масса 1000 зерен — 43,16 г, содержание крахмала — 49,2 %, протеина — 13,2 %, тогда как для сорта «Караганда 31» данные показатели составляли соответственно 726 г/л, 29,12 г, 47,7 и 12,8 %. Из двух исследованных образцов кукурузы для дальнейших исследований выбран «Монсанто», характеризовавшийся при одинаковом с «Пионером» содержании крахмала 72,8 % более высокой натурой (755 против 735 г/л), массой 1000 зерен (387,78 против 275,9 г) и содержанием протеина (8,3 против 7,0 %).

Сравнительный анализ углеводного состава исследованных культур показал, что общее содержание углеводов составляло 60 % в пшенице, 74 % в кукурузе, 56 % в ячмене и 57 % в гречихе. Содержание крахмала и декстринов находилось в пределах 54,5–58,2 г/100 г, а клетчатки — 7,3–10,9 г/100 г. Наибольшее содержание клетчатки установлено в гречихе — 10,9 г/100 г и пшенице — 10,8 г/100 г, тогда как максимальное общее содержание углеводов отмечено в кукурузе — 74 %. Содержание прос-

тых сахаров составляло 0,8 г/100 г в пшенице и 1,1 г/100 г в кукурузе; в исследованных образцах ячменя и гречихи простые сахара используемым методом не выявлены.

Выбранные зерновые культуры внесут вклад в получение углеводно-сбалансированных хлебобулочных продуктов. Так, пшеницу сорта «Айна» целесообразно рассматривать как структурообразующую основа у хлебобулочных изделий, кукурузу — как источник крахмала, а ячмень и гречиху — как компоненты для регулирования содержания пищевых волокон и функционально значимых углеводных фракций. На основании собственных экспериментальных данных и анализа современных исследований обоснована целесообразность дальнейшего сочетания выбранного зернового сырья с технологической модификацией углеводного комплекса — экструзией, ферментацией и применением гидроколлоидов. Полученные результаты являются основой для следующего этапа работы — разработки и экспериментальной оценки рецептур углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий.

Финансирование

Работа выполнена в рамках грантового финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по проекту ИРН AP26104701 «Разработка инновационных технологий производства углеводно-сбалансированных хлебобулочных продуктов».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva, 2024.
2. Frontiers in Nutrition. 2025 Feb 13;12: 1458353. doi: 10.3389/fnut.2025.1458353. Effect of dietary glycemic index on insulin resistance in adults without diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. Yu-Ting Yu, Yu-Hsiang Fu, Yi-Hsien Chen, Yu-Wei Fang, Ming-Hsien Tsai..
3. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care 26(4):p 358-363, July 2023. | DOI: 10.1097/MCO.0000000000000933. New metrics of dietary carbohydrate quality. Denise Tan, Adam Drewnowski, Kim-Anne.
4. Lancet. 2019, Feb 2;393(10170):434-445. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31809-9. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. Andrew Reynolds, Jim Mann, John Cummings, Nicola Winter, Evelyn Mete
5. Applied Sciences. 2024, 14(14), 6070; <https://doi.org/10.3390/app14146070>. Glycaemic index of bakery products and possibilities of its optimization. Pavel Skřivan, Marcela Sluková, Andrej Sinica, Roman Bleha, Ivan Švec, Evžen Šárka, Veronika Pourová.
6. Food Chemistry: X. Volume 24, 30 Decem-

ber 2024. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101959>. Glycemic impact of cereal and legume-based bakery products: Implications for chronic disease management. Hiba Naveed, Waleed Sultan, Kanza Aziz Awan, Aysha Imtiaz, Sanabil Yaqoob, Fahad Al-Asmari, Ahmad Faraz, Jian-Ya Qian, Aanchal Sharma, Robert Mugabi, Saqer S. Alotaibi, Gulzar Ahmad Nayik.

7. The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-d-glucans as functional food ingredients. Charles S. Brennan, Louise J. Cleary. Journal of Cereal Science. July 2005, Pages: 1-13, Volume 42, Issue.

8. Cereal β-glucans in diet and health. Peter J. Wood. 10.1016/j.jcs.2007.06.012. Journal of Cereal Science. November 2007, Pages: 230-238, Volume 46, Issue 3

9. Nutrients. 2025 Jan 24;17(3):430. doi: 10.3390/nu17030430. High β-glucan whole grain barley reduces postprandial glycemic response in healthy adults-part one of a randomized controlled trial. Julianne A Kellogg, Pablo Monsivais, Kevin M Murphy, Martine M Perrigue. DOI: 10.3390/nu17030430

10. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. G Bonafaccia, M Marocchini, I Kreft. 10.1016/S0308-8146(02)00228-5. Food Chemistry. January 2003, Pages: 9-15, Volume 80, Issue 1

11. Food Science and Nutrition. 2025 May 26;13(6):e4697. doi: 10.1002/fsn3.4697. Effect of buckwheat-containing bread on postprandial glycemia, appetite, palatability, and gastrointestinal well-being. Khoulou Begum, Imran Khan, Mohammed H Al-Rizeiqi, Stuart K Johnson, Ali Madi Almajwal..

12. Extrusion Cooking (Second Edition). Cereal Grains Processing. 2020, Pages 415-443. Extrusion Cooking. Chapter 13 - Impacts of extrusion processing on nutritional components in cereals and legumes: Carbohydrates, proteins, lipids, vitamins, and minerals. Paridhi Gulati, Sandrayee Brahma, Devin J. Rose. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815360-4.00013-4>.

13. Food Hydrocolloids. Volume 160, Part 1, March 2025. Impact of eight extruded starchy whole grains on glycemic regulation and fecal microbiota modulation. Fang Fang, Yu-Xin He, Hao-Qiang Wang, Yan-Li Zhang, Ya-dong Zhong, Xiao-Tian Hu, Shao-Ping Nie, Ming-Yong Xie, Jie-Lun Hu. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110756>

14. Potential of sourdough for healthier cereal products. Trends in Food Science and Technology. Volume 16, Issue number 1-3, 2005. Kati Katina, E. Arendt, Kirsi-Helena Liukkonen, Karin Autio, Laura Flander, Kaisa Poutanen.

15. Frontiers in Nutrition. Nutrition and Metabolism. Volume 10 - 2023 | <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1230043>. Does sourdough bread provide clinically relevant health benefits?. Vera D'Amico, Michael Gänzle, Lisa Call, Benjamin Zwirzitz, Heinrich Grausgruber, Stefano D'Amico, Fred Brouns.

16. Nutrients. 2022 Apr 2;14(7):1485. doi: 10.3390/nu14071485. A new carbohydrate food quality

scoring system to reflect dietary guidelines: an expert panel report. Adam Drewnowski, Matthieu Mailliot, Yanni Papanikolaou, Julie Miller Jones, Judith Rodriguez, Joanne Slavin, Siddhartha S Angadi, Kevin B Comerford.

17. Glycaemic index of bakery products and possibilities of its optimization. Pavel Skřivan, Marcela Sluková, Andrej Sinic, Roman Bleha, Ivan Švec, Evžen Šárka, Veronika Pourová. Applied Sciences. 2024, 14(14), 6070; <https://doi.org/10.3390/app14146070>

18. Food Chemistry: X. 2024 Nov 1;24:101959. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101959. Glycemic impact of cereal and legume-based bakery products: Implications for chronic disease management. Hiba Naveed, Waleed Sultan, Kanza Aziz Awan, Aysha Imtiaz, Sanabil Yaqoob, Fahad Al-Asmari, Ahmad Faraz, Jian-Ya Qian, Aanchal Sharma, Robert Mugabi, Saqer S Alotaibi, Gulzar Ahmad Nayik

19. Beta-glucans from oats or barley and reduction of postprandial glycaemic responses: Modification of an authorised health claim pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006 following a request in accordance with Article 19 of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Dominique Turck, Torsten Bohn, Montaña Cámara, Jacqueline Castenmiller, Stefaan de Henauw, Karen-Ildico Hirsch-Ernst, Angeles Jos, Alexandre Maciuk, Inge Mangelsdorf, Breige McNulty, Androniki Naska, Kristina Pentieva, Frank Thies, Ines Drenjančević, Ionut Craciun, Thibault Fiolet, Alfonso Sian. 19 September 2025 <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9630>

20. Food Science and Nutrition. 2022 Dec 22;11(5):2256–2276. doi: 10.1002/fsn3.3166. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. Sajad Ahmad Sofi, Naseer Ahmed, Asmat Farooq, Shafiya Rafiq, Sajad Majeed Zargar, Fozia Kamran, Tanveer Ali Dar, Shabir Ahmad Mir, B N Dar, Amin Mousavi Khaneghah

21. A review of the changes produced by extrusion cooking on the bioactive compounds from vegetal sources. Silvia Mironeasa, Ionica Coțovanu, Costel Mironeasa, Mădălina Ungureanu-Iuga. Antioxidants 2023, 12(7), 1453; <https://doi.org/10.3390/antiox12071453>.

22. Exploring the nutritional impact of sourdough fermentation: its mechanisms and functional potential. Zuhail Alkay, Fereshteh Falah, Hasan Cankurt, Enes Dertli. Foods 2024, 13(11), 1732; <https://doi.org/10.3390/foods13111732>

23. Possible interaction between pectin and gluten alters the starch digestibility and texture of wheat bread. Kaixin Qi, Senbin Cao, Cheng Li. International Journal of Biological Macromolecules. 2024, Volume 269, Part 1. 10.1016/j.ijbiomac.2024.131907.

EFFECT OF MOLECULAR HYDROGEN BARBOTAGE AND FUNCTIONAL ADDITIVES ON THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF KATYK

ZH. KALIBEKYZY , K.S. BEKBAYEV , SH.K. ZHAKUPBEKOVA ,
A.A. MELISSOVA* , A.D. DAIYRBEKOVA , A.M. MURATBAYEV 

(«Shakarim University» NJSC, Republic of Kazakhstan, 071412, Semey, Glinka str., 20 A)

Corresponding author e-mail: aknurmellisova@gmail.com*

The physicochemical, microbiological and technological stability indicators of katyk enriched with molecular hydrogen were investigated in this study. The research objects included control katyk, katyk treated with molecular hydrogen, katyk enriched with functional additives, and samples where molecular hydrogen and functional components were applied together. Molecular hydrogen was introduced into the product by bubbling H_2 gas with a purity of 99.99% at a flow rate of 0.5–1.0 L/min for 7 minutes at 4–10 °C. During storage, active acidity (pH), water activity, oxidation–reduction potential (ORP), color parameters and microbiological indicators were determined. The obtained results showed that the combined application of molecular hydrogen and functional additives slowed down the acidification process of the product and contributed to maintaining pH stability. At the end of storage, the pH value of the control sample decreased to 3.52, while in the combined treatment sample it remained at 4.13. Water activity results indicated stabilization of the moisture state. ORP analysis demonstrated the formation of a reducing environment in H_2 -treated samples: the values were recorded in the negative range (approximately from –150 to –350 mV), unlike the control samples with positive ORP values, indicating a decrease in the intensity of oxidative processes. Microbiological analysis showed that the combined treatment reduced the amount of Enterobacteriaceae, yeasts and molds while maintaining lactic acid bacteria. In this sample, Enterobacteriaceae reached $5.90 \pm 0.95 \log_{10}$ CFU/g, yeasts and molds were $6.10 \pm 0.30 \log_{10}$ CFU/g, and lactic acid bacteria were maintained at $6.65 \pm 0.20 \log_{10}$ CFU/g. The results confirm that the combination of molecular hydrogen bubbling and functional additives is a promising approach for improving the storage stability and quality characteristics of katyk.

Keywords: molecular hydrogen, katyk, barbotage, antioxidant activity, lactic acid bacteria, functional additives, storage stability.

МОЛЕКУЛАЛЫҚ СУТЕКПЕН БАРБОТАЖДАУДЫҢ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ ҚАТЫҚТЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ

Ж. КАЛИБЕКҚЫЗЫ, К.С. БЕКБАЕВ, Ш.К. ЖАКУПБЕКОВА,
А.А. МЕЛИСОВА*, А.Д. ДАЙЫРБЕКОВА, А.М. МУРАТБАЕВ

(«Шәкәрім Университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы,
071412, Семей қ., Глинка көш., 20А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aknurmellisova@gmail.com*

Жұмыста молекулалық сутекпен байытылған қатықтың физика-химиялық, микробиологиялық және технологиялық тұрақтылық көрсеткіштері зерттелді. Зерттеу нысандары ретінде бақылау қатығы, молекулалық сутекпен өңделген қатық, функционалдық қоспалармен байытылған үлгі және молекулалық сутек пен функционалдық компоненттер бірге қолданылған қатық үлгілері алынды. Молекулалық сутек өнімге 99,99% тазалықтағы H_2 газын 0,5–1,0 л/мин жылдамдықпен 7 минут бойы 4–10 °C температура аралығында барботаждау арқылы енгізілді. Сақтау барысында белсенді қышқылдық (pH), су белсенділігі, тотығу-тотықсыздану потенциалы (ORP), түстік параметрлері және микробиологиялық көрсеткіштері анықталды. Алынған нәтижелер молекулалық сутек пен функционалдық қоспаларды бірге қолдану өнімнің қышқылдану процесін баяулатып, pH көрсеткішінің тұрақтылығын сақтауға ықпал ететінін көрсетті. Сақтау соңында бақылау үлгісінде pH 3,52 деңгейіне дейін төмендесе, біріктірілген өңдеу үлгісінде бұл көрсеткіш 4,13 деңгейінде сақталды. Су белсенділігінің нәтижелері өнімдегі ылғал күйінің тұрақтануын көрсетті. ORP талдауы H_2 өңделген үлгілерде тотықсыздандырғыш ортаның

қалыптасқанын анықтады: көрсеткіштер теріс диапазонда (шамамен -150 -ден -350 мВ-қа дейін) тіркеліп, бақылау үлгілерінің оң ORP мәндерінен ерекшеленді, бұл тотығу процестерінің баяулағанын көрсетеді. Микробиологиялық талдау нәтижесінде біріктірілген өңдеу *Enterobacteriaceae*, ашытқылар мен зеңдердің мөлшерін төмендетіп, сүтқышқылды бактерияларды сақтауға мүмкіндік бергені анықталды. Аталған үлгіде *Enterobacteriaceae* мөлшері $5,90 \pm 0,95 \log_{10}$ КОЕ/г, ашытқылар мен зеңдер $6,10 \pm 0,30 \log_{10}$ КОЕ/г, ал сүтқышқылды бактериялар $6,65 \pm 0,20 \log_{10}$ КОЕ/г құрады. Зерттеу нәтижелері молекулалық сутекпен барботаждау мен функционалдық қоспаларды бірге қолдану қатықтың сақтау тұрақтылығын арттыру және сапалық көрсеткіштерін жақсарту үшін перспективалы әдіс екенін көрсетті.

Негізгі сөздер: молекулалық сутек, қатық; барботаж, антиоксиданттық белсенділік, сүтқышқылды бактериялар, функционалдық қоспалар, сақтау тұрақтылығы.

ВЛИЯНИЕ БАРБОТАЖА МОЛЕКУЛЯРНЫМ ВОДОРОДОМ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКУЮ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ КАТЫКА

Ж. ҚАЛИБЕКҚЫЗЫ, К.С. БЕКБАЕВ, Ш.К. ЖАКУПБЕКОВА,
А.А. МЕЛІСОВА*, А.Д. ДАЙЫРБЕКОВА, А.М. МУРАТБАЕВ

(НАО «Шәкәрім Университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул.Глинки 20А)

Электронная почта автора-корреспондента: aknurmellisova@gmail.com*

В работе исследованы физико-химические, микробиологические и технологические показатели стабильности катыка, обогащенного молекулярным водородом. Объектами исследования являлись контрольный катык, катык, обработанный молекулярным водородом, образец с функциональными добавками, а также катык с совместным применением молекулярного водорода и функциональных компонентов. Молекулярный водород вводился путем барботаж газом H_2 чистотой 99,99% со скоростью 0,5–1,0 л/мин в течение 7 минут при температуре 4–10 °С. В процессе хранения определяли активную кислотность (рН), активность воды, окислительно-восстановительный потенциал (ORP), цветовые параметры и микробиологические показатели. Полученные результаты показали, что совместное применение молекулярного водорода и функциональных добавок замедляет процесс подкисления продукта и способствует сохранению стабильности рН. В конце хранения значение рН контрольного образца снизилось до 3,52, тогда как в комбинированном образце сохранялось на уровне 4,13. Показатели активности воды свидетельствовали о стабилизации состояния влаги. Анализ ORP показал формирование восстановительной среды в образцах, обработанных H_2 : значения находились в отрицательном диапазоне (примерно от -150 до -350 мВ), в отличие от контрольных образцов с положительными значениями ORP, что указывает на снижение интенсивности окислительных процессов. Микробиологический анализ показал, что комбинированная обработка снижала количество *Enterobacteriaceae*, дрожжей и плесени при хранении молочнокислых бактерий. В данном образце количество *Enterobacteriaceae* составило $5,90 \pm 0,95 \log_{10}$ КОЕ/г, дрожжей и плесени — $6,10 \pm 0,30 \log_{10}$ КОЕ/г, а молочнокислых бактерий — $6,65 \pm 0,20 \log_{10}$ КОЕ/г. Полученные данные подтверждают, что сочетание барботаж молекулярным водородом и функциональных добавок является перспективным методом повышения стабильности хранения и улучшения качества катыка.

Ключевые слова: молекулярный водород, катык, барботаж, антиоксидантная активность, молочнокислые бактерии, функциональные добавки, стабильность хранения.

Introduction

In recent years, molecular hydrogen (H_2) has been considered as a promising functional agent for the food industry due to its high diffusion capacity, selective antioxidant properties and potential role in stabilizing product quality. Molecular hydrogen is being increasingly actively studied in the agri-food chain “from farm to product”, but it is precisely in the dairy industry that the evidence

base is still limited and at the stage of formation. At the same time, from a regulatory point of view, hydrogen is permitted for use in food systems in the EU as the food additive E949 according to the Quantum satis principle, and in 2025 EFSA reaffirmed the absence of safety concerns in existing applications [1, 2].

The growing interest in the use of molecular hydrogen in the food industry is associated with its

pronounced antioxidant properties and its ability to inhibit oxidative processes, which are the main cause of food spoilage. Hydrogen has been proven to reduce oxidative damage to lipids, proteins and other biomolecules, which directly affects the preservation of the organoleptic and functional characteristics of food [3].

The scientific literature presents several main approaches to introducing molecular hydrogen into food systems, including direct dissolution in gas, high-pressure saturation, obtaining hydrogen-rich water (HRW) by electrolysis, and the use of nanobubble technologies [4]. However, the effectiveness of these methods varies significantly. Traditional dissolution methods are characterized by low H_2 content due to high volatility and limited solubility, which reduces the reproducibility of the technological effect [5]. In contrast, technologies based on the formation of nanobubbles ensure stable distribution of gas in the liquid phase and long-term preservation of its functional properties [5]. It has been proven that the introduction of gases, including H_2 , CO_2 and N_2 , can significantly affect the structural, mechanical and physicochemical properties of food systems, especially complex colloidal matrices such as milk [6].

The effect of hydrogen is primarily associated with the selective reduction of oxidative stress and participation in the regulation of redox homeostasis. For dairy products, this is especially important, since the quality of milk, cheese, yogurt and powdered milk ingredients largely depends on lipid oxidation, the preservation of volatile aromatic compounds and the stability of bioactive components. Consequently, scientific interest in H_2 in the dairy industry is determined not only by the idea of creating a “functional product”, but also by the possibility of managing quality and shelf life without strict chemical preservatives [7–9].

Three main directions for the use of hydrogen are being formed in the dairy industry. The first direction is associated with the use of hydrogen-rich water (HRW) in the feeding or watering of dairy animals to change the composition and biological value of milk. The second is the direct introduction of hydrogen into the food system or technological environment as a factor affecting oxidative processes, sensory properties and product preservation. The third is the use of H_2 in packaging and storage, where it is considered as a potential component of a modified gas atmosphere [10, 11].

Unlike many studies devoted to the use of hydrogen for post-harvest storage, some experimental studies show its ability to affect

microbial processes in food systems. The introduction of hydrogen into milk increases the acid formation of *Streptococcus thermophilus* by 10% and the reducing activity of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Bulgaricus* by 13.7%, which leads to faster acid accumulation and enhanced fermentation. This makes it possible to consider hydrogen not only as a factor for stabilizing quality, but also as a tool for controlling biotechnological processes, opening up new prospects for its use in the development of functional food products [12].

The use of molecular hydrogen (H_2) and hydrogen-enriched water makes it possible to significantly improve food products. The addition of 2–4% H_2 to packaging and the use of hydrogen water reduce the formation of biogenic amines and the content of heavy metals; thus, HRW is a “green” technology that makes it possible to control the level of heavy metals [13].

The use of molecular hydrogen in dairy products is considered one of the new technological approaches aimed at increasing the storage stability of the product. It was found that storing fresh cheese samples in a reducing gas atmosphere containing 4% H_2 made it possible to extend their shelf life [14].

Studies conducted on high-milk-fat products also confirm the role of hydrogen gas in stabilizing quality. In the study by Koyuncu and Batur, samples of thick cream stored in a gas atmosphere of 96% N_2 + 4% H_2 showed lower rates of oxidation, lipolysis and microbiological growth compared with the control sample [15].

These data provide grounds for considering molecular hydrogen as a promising factor aimed at stabilizing the quality of dairy products and extending their shelf life.

In recent years, the concept of “hydrogen-assisted food processing” has emerged, which considers hydrogen as a new technological factor capable of being integrated into various stages of food production. As part of this approach, hydrogen is used in fermentation, drying, cooling and packaging processes, including modified atmosphere technologies that make it possible to regulate oxidation-reduction processes and increase product stability.

Despite significant progress in the study of molecular hydrogen in food systems, its use in the dairy industry remains limited. In particular, there are no systematic studies aimed at assessing the effect of H_2 on the structural-mechanical properties of dairy products, the stability of protein aggregates and fermentation processes. In addition,

the issues of scaling hydrogen introduction technologies and integrating them into existing production lines have not been sufficiently studied.

In this regard, a promising direction is the development of scientifically based technological solutions for the use of molecular hydrogen in the dairy and related food industries, including the creation of functional products with improved antioxidant properties and extended shelf life.

Some studies have shown that molecular hydrogen H_2 has antioxidant and anti-inflammatory effects. In the European Union, molecular hydrogen is permitted to be added to food (E949) without limitation (quantum satis), no daily limit is specified, and it is recognized as having no side effects in food use. Currently, the use of hydrogen in terms of maintaining food quality and extending shelf life is beginning to be recognized as an important method.

There are still very few published studies on the use of molecular hydrogen in the food industry. Since the enrichment of food products with hydrogen is a relatively new direction, it increases the relevance of the study. Therefore, this work aimed to comprehensively study the physico-chemical, microbiological and antioxidant properties of kатык enriched with molecular hydrogen.

Materials and methods

Materials: pasteurized cow's milk, protein precipitate of buttermilk, dry milk whey, soy concentrate, flaxseed cake, molecular hydrogen source.

Treatment with molecular hydrogen was carried out by the barbotage method. Hydrogen gas (H_2 , purity 99.99%) was supplied to the product at a rate of 0.5–1.0 L/min.

The barbotage duration was 7 minutes, and the time parameter was strictly controlled. The treatment temperature was maintained within the range of 4–10 °C.

This treatment method was aimed at changing the oxidation-reduction state of the product and increasing its antioxidant properties. After treatment, the samples were immediately hermetically sealed and placed under storage conditions.

The active acidity of the product was determined by the potentiometric method. Measurements were carried out using Hanna HI3221 and Thermo Scientific Lab Star PH111 devices.

The instruments were calibrated with pH 4.01 and 7.00 buffer solutions. The measurement accuracy was ± 0.01 . After the electrode was immersed in the sample, the stabilized value was recorded within 1–2 minutes.

Measurements were carried out during storage at 0, 24, 48 and 72 hours.

Water activity was determined by the hygrometric method using a Smart Water Activity Meter HD-6 device.

The measurement temperature was $25.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$, and the accuracy was ± 0.003 . The samples were equilibrated for 20–30 minutes beforehand.

The indicators were determined in order to assess storage dynamics.

Oxidation–reduction potential (ORP) was determined using a Hanna HI3221 meter equipped with a platinum electrode and an Ag/AgCl reference electrode.

The stabilized value was recorded within 30–60 seconds, and the results were expressed in millivolts (mV). ORP values were determined to assess changes in the antioxidant status of the samples during storage.

Color parameters were determined according to the CIELAB system using a HunterLab MiniScan EZ spectrophotometer.

Measurements were carried out under the conditions of a D65 light source, a 10° observer angle and an 8 mm aperture. Each sample was measured three times, and the average value was calculated.

Microbiological analysis was carried out according to standard methods. Samples were taken in an amount of 5 g, homogenized in 45 mL of peptone water, and decimal dilutions were prepared in the range of 10^{-1} – 10^{-6} .

The detected microorganisms:

- Enterobacteriaceae – on MacConkey agar, $37 \pm 1^\circ\text{C}$, 24 hours;
- Yeasts and molds – $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 3–5 days;
- Lactic acid bacteria – on MRS agar, $37 \pm 1^\circ\text{C}$, 48–72 hours.

The results were presented in $\log_{10}$ CFU/g units.

Results and discussion

Dynamics of changes in pH indicators

Sample 1 – control sample (kатык);

Sample 2 – kатык subjected to barbotage treatment with molecular hydrogen;

Sample 3 – kатык with functional additives added (protein precipitate of buttermilk, dry milk whey, soy concentrate, flaxseed cake and table salt);

Sample 4 – kатык subjected to barbotage treatment with molecular hydrogen and introduced functional additives (protein precipitate of buttermilk, dry milk whey, soy concentrate, flaxseed cake and table salt).

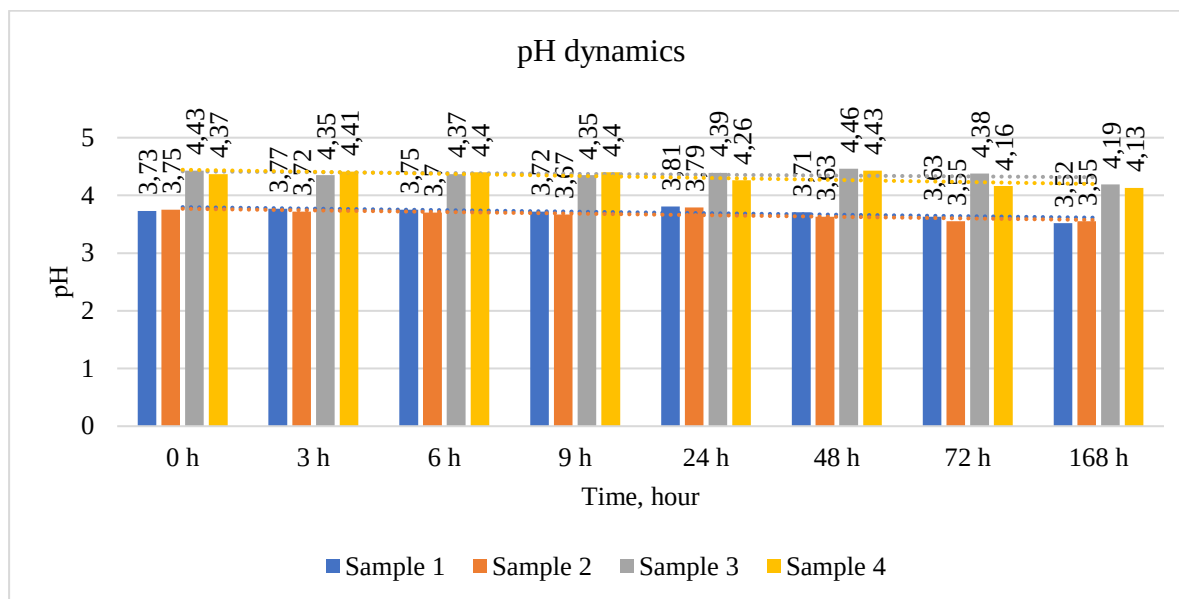


Figure 1. Dynamics of changes in pH indicators in katyk samples depending on storage time

The dynamics of changes in pH indicators (Figure 1) showed that in all studied samples they changed depending on storage time. At the initial stage (0 h), the pH values of the samples were recorded in the range of 3.7–4.5, confirming that the product was characterized by an acidic environment. During the first 24 hours, a gradual decrease in pH indicators was observed in all samples, with values decreasing to approximately 3.7–3.9, which indicates the active course of acidification processes. In the subsequent stages, especially at 48 hours, the lowest pH values were observed; in the control samples this decrease was more pronounced and reached approximately 3.5–3.7. In the samples barbotaged with hydrogen, the decrease in pH proceeded more slowly and was found to be maintained at a relatively

stable level. Starting from 72 hours, a tendency toward stabilization of pH indicators was observed, especially in the sample with functional additives introduced and treated with hydrogen, where the pH values were maintained at a high level (approximately 4.0–4.1), indicating a slowdown in the acidification rate. At the final stage of storage (168 h), although the pH slightly decreased in all samples, the general pattern was preserved: the lowest values were recorded in the control samples, while the highest values were recorded in the sample treated with hydrogen and supplemented with additives. In general, the obtained results prove that the combined effect of molecular hydrogen and functional additives slows down acidification processes in the product and increases pH stability.

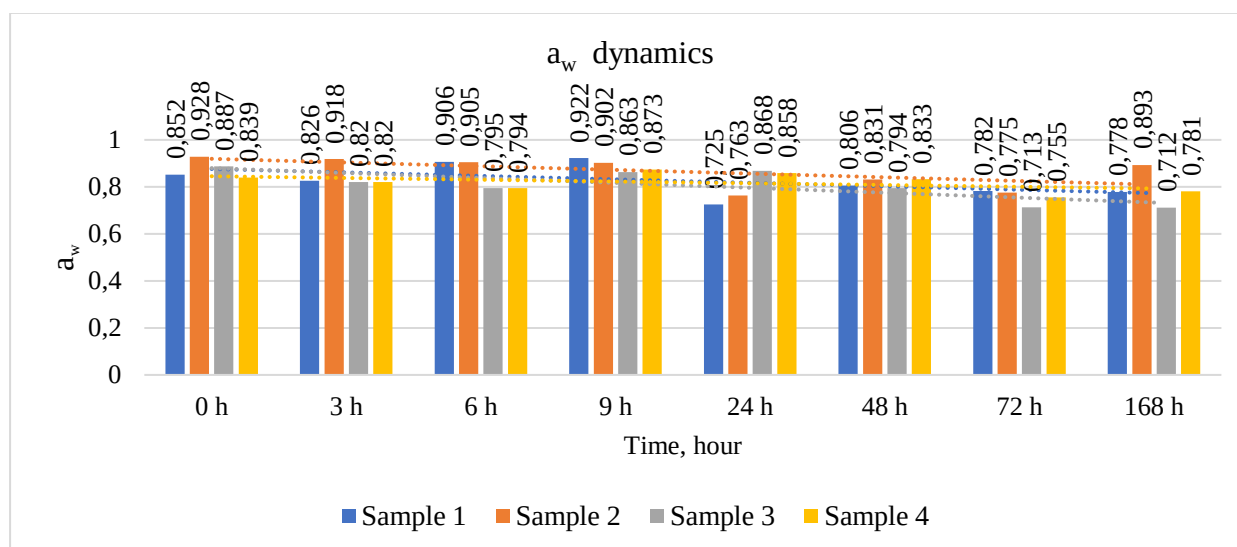


Figure 2. Dynamics of changes in water activity (a_w) in katyk samples depending on storage time

Dynamics of changes in water activity

The dynamics of changes in water activity (aw) (Figure 2) showed a decreasing trend in all studied samples as storage time increased. At the initial stage, aw values were recorded at a high level, approximately in the range of 0.80–0.95, which characterizes the high moisture content of the product. In the control sample (Sample 1), the aw indicator gradually decreased during storage from an initial level of approximately 0.90–0.92 to 0.75–0.78 at 72 hours, after which a slight increase was observed at 168 hours. In the sample barbotaged with hydrogen (Sample 2), aw values were initially at the highest level and gradually decreased during storage to approximately 0.85–0.80; however, at the final stage, a tendency toward an increase was observed again. In the sample with

functional additives introduced (Sample 3), water activity decreased significantly, reaching the lowest values between 24 and 72 hours (approximately 0.68–0.75), which is explained by an increase in bound water and compaction of the structure. In the sample treated with hydrogen and supplemented with additives (Sample 4), aw indicators changed more steadily, remaining approximately within the range of 0.72–0.82, and the rate of decrease was observed to be slower compared with the other samples. In general, as storage time increased, a decrease in water activity was recorded in all samples, while the combined use of molecular hydrogen and functional additives ensured the stability of aw indicators and showed an effective impact on regulating the moisture state of the product.

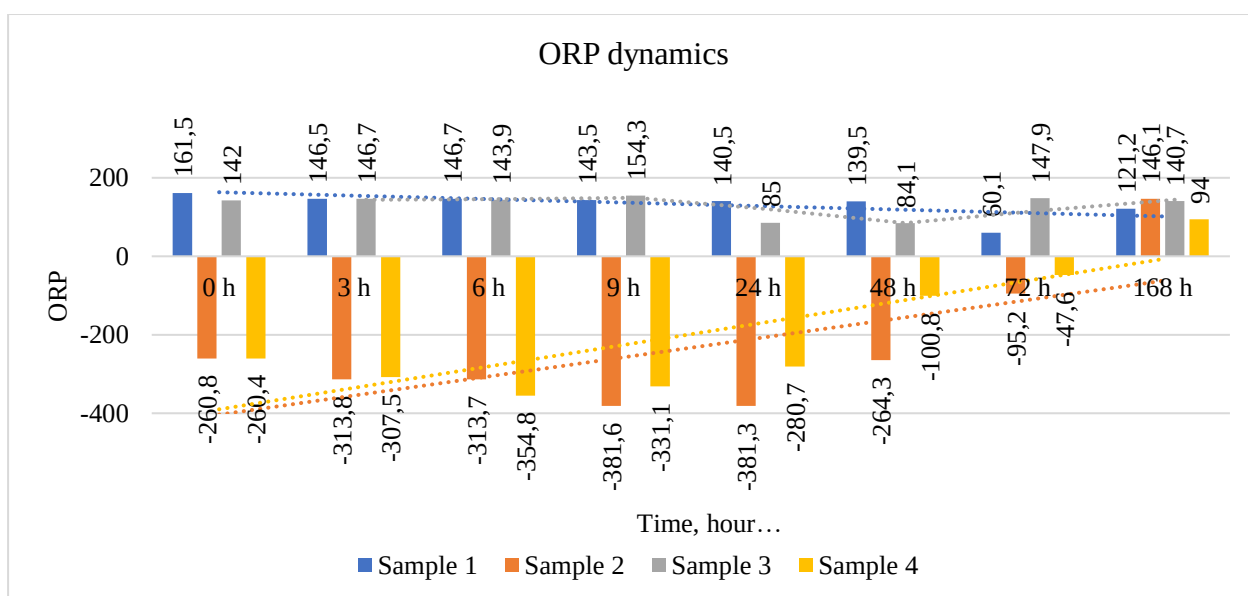


Figure 3. Dynamics of changes in ORP in katyk samples depending on storage time

The dynamics of changes in oxidation–reduction potential (ORP) (Figure 3) demonstrated significant differences among the studied samples. In the control sample (Sample 1), the initial ORP value was recorded at approximately +150 mV and gradually decreased during storage, reaching about +50 mV after 72 hours, followed by an increase again at 168 hours. In the sample containing functional additives (Sample 3), ORP values remained within the positive range throughout the entire storage period; although a decrease was observed between 24 and 48 hours, the values subsequently increased and reached approximately +130–150 mV during 72–168 hours.

In contrast, the hydrogen-bubbled samples (Sample 2 and Sample 4) exhibited negative ORP values from the initial stage, indicating the

formation of a reducing environment. In Sample 2, the ORP value initially was approximately –150 mV, decreased to around –350 mV during storage, and then gradually increased, approaching the positive range by 168 hours. In Sample 4, ORP values showed relatively stable fluctuations, varying from approximately –200 mV to –100 mV, and increased to about +90 mV at the final stage.

Overall, although changes in ORP values were observed in all samples with increasing storage time, the molecular hydrogen-treated samples maintained a reducing environment for a longer period, indicating a slowdown of oxidative processes and demonstrating their enhanced antioxidant stability.

Changes in color indicators

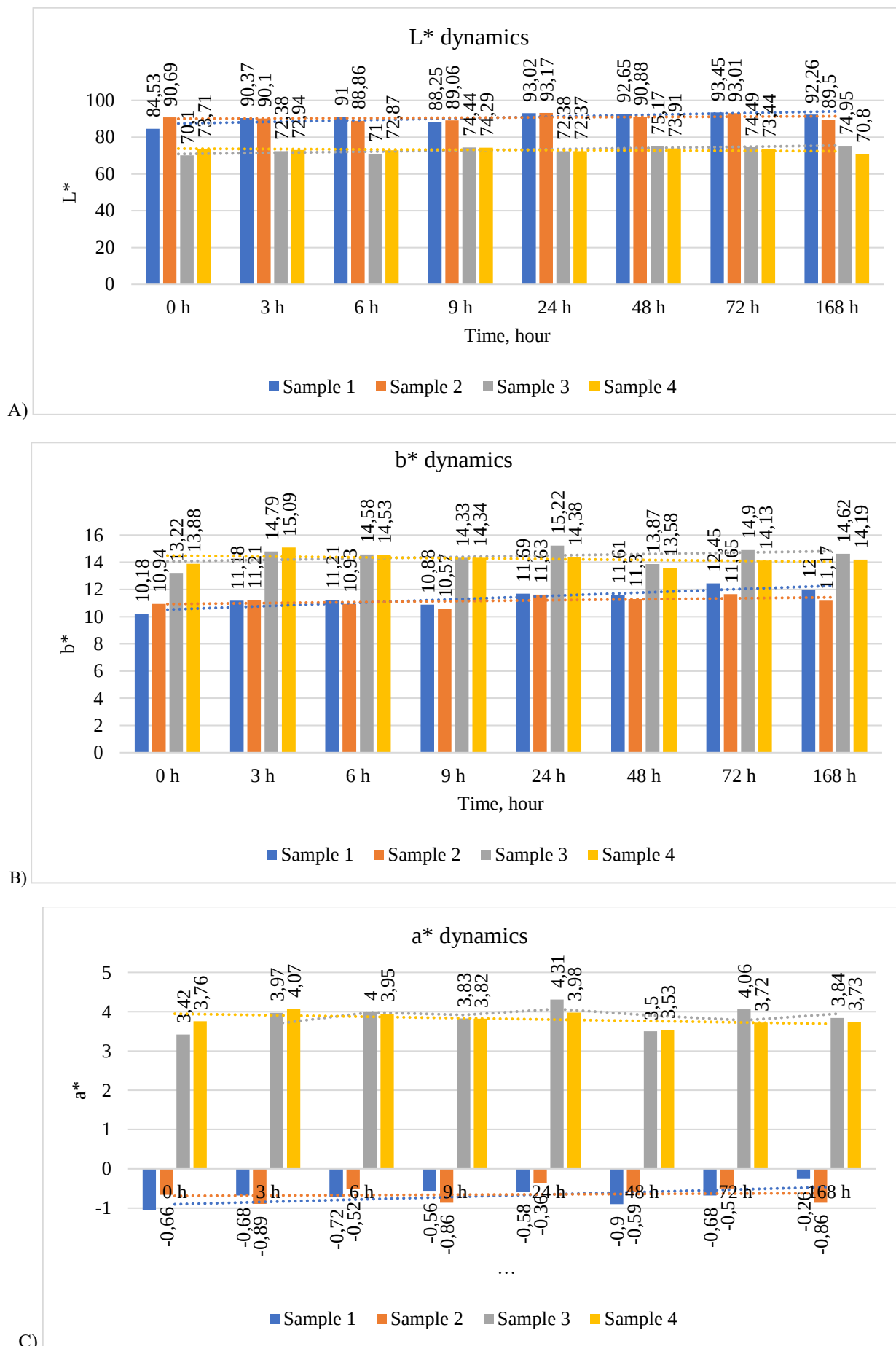


Figure 4. Changes in color indicators (L, a, b*) of katyk samples depending on storage time

The dynamics of changes in color parameters (L^* , a^* , b^*) (Figure 4) showed clear differences between the studied samples. The L^* indicator showed a gradual decreasing trend in all samples as storage time increased: in the control sample, it decreased from approximately 96 to 85; in the hydrogen-treated sample, from 94 to 86; while in the sample with functional additives introduced, this indicator decreased more markedly, from 85 to 70, and in the sample treated with hydrogen and additives, it decreased from 83 to 72. The a^* indicators remained positive in all samples and showed an increasing trend with some fluctuations during storage: in the control sample, they were recorded in the range of 2.5–3.2; in the hydrogen-

treated sample, 2.8–3.5; in the sample with functional additives introduced, 3.5–4.5; and in the combined sample, 3.2–4.2. The b^* indicators were also characterized by high values in all samples and showed a gradual increasing trend over time: in the control sample, they changed within the range of 9–12; in the hydrogen-treated sample, 10–13; in the sample with functional additives introduced, 13–16; and in the combined sample, 12–15. In general, during storage, a decrease in lightness and an intensification of the yellow-reddish hue were observed in all samples, which was found to be associated with the course of physicochemical changes and structural transformations.

Table 1. Comparative characteristics of microbiological indicators in katyk samples ($\log_{10}$ CFU/g)

Indicator	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
Enterobacteriaceae	$6,24 \pm 1,15$	$6,05 \pm 1,05$	$6,15 \pm 1,10$	$5,90 \pm 0,95$
Yeasts and molds	$6,70 \pm 0,45$	$6,45 \pm 0,40$	$6,50 \pm 0,42$	$6,10 \pm 0,30$
Lactic acid bacteria	$6,35 \pm 0,20$	$6,55 \pm 0,25$	$6,45 \pm 0,22$	$6,65 \pm 0,20$

Microbiological indicators

The results of the conducted study showed that the microbiological indicators of katyk samples changed depending on the treatment methods used.

For Enterobacteriaceae (MacConkey), the indicator in the control samples was determined at the level of $6.24 \pm 1.15 \log$ CFU/g, while in the samples treated by barbotage with molecular hydrogen, this value decreased to $6.05 \pm 1.05 \log$ CFU/g. In the samples with functional additives introduced, the indicator remained at the level of $6.15 \pm 1.10 \log$ CFU/g, while in the samples where additives and hydrogen were used together, the lowest value was recorded – $5.90 \pm 0.95 \log$ CFU/g. The obtained results show that the combined use of molecular hydrogen and functional additives contributes to a decrease in the number of opportunistic microflora.

For yeasts and molds (GFM), $6.70 \pm 0.45 \log$ CFU/g was determined in the control samples, while in the hydrogen-treated samples the indicator decreased to $6.45 \pm 0.40 \log$ CFU/g. In the samples with additives, this value was $6.50 \pm 0.42 \log$ CFU/g, while when additives and hydrogen were used together, it was recorded at the level of $6.10 \pm 0.30 \log$ CFU/g. This indicates that molecular hydrogen and functional additives may affect the reduction of the intensity of microbial contamination.

For lactic acid bacteria (MRS), $6.35 \pm 0.20 \log$ CFU/g was determined in the control samples. In the hydrogen-treated samples, this indicator increased to $6.55 \pm 0.25 \log$ CFU/g, while in the samples with functional additives introduced it was at the level of $6.45 \pm 0.22 \log$ CFU/g. In the samples where additives

and hydrogen were used together, the highest amount of lactic acid bacteria was recorded – $6.65 \pm 0.20 \log$ CFU/g. This indicates the possible favorable effect of the studied treatment methods on the vital activity of beneficial microflora.

In general, it was found that barbotage with molecular hydrogen and the use of functional additives affected the changes in the microbiological indicators of katyk, contributing to a decrease in opportunistic microorganisms and molds and to the maintenance of the number of lactic acid bacteria at a relatively high level.

Conclusions

The results of the conducted study showed that the method of barbotage with molecular hydrogen has a positive effect on the physicochemical, microbiological and technological stability indicators of katyk. Especially in the sample where molecular hydrogen and functional additives were used together, the rate of product acidification slowed down, and the pH indicator remained at a higher level at the end of storage compared with the control sample. This is explained by the strengthening of the buffer system in the katyk matrix, the effect of functional components and the ability of molecular hydrogen to change the oxidation-reduction environment.

Changes in water activity indicators showed that functional additives contribute to moisture binding in the product structure. Components such as protein precipitate of buttermilk, dry milk whey, soy concentrate and flaxseed cake increase the dry matter content of the product and make it possible to improve structural stability. When used together with molecular

hydrogen, this effect contributed to the stabilization of the moisture state of the product during storage.

The analysis of oxidation–reduction potential (ORP) confirmed the effect of molecular hydrogen on the formation of a reducing environment in kатыk. Samples treated with H₂ showed significantly lower ORP values compared with the control sample, with values shifting into the negative range during storage. This indicates a decrease in oxidative processes in the product matrix. The maintenance of a reduced oxidation–reduction environment may contribute to improved antioxidant stability, slower quality deterioration, and better preservation of the functional properties of the fermented dairy product.

In terms of color indicators, a decrease in the L* value and an increase in the b* indicator were observed in the samples with functional additives introduced. This is associated with the natural color of plant-based components and an increase in the proportion of dry matter in the product composition. Therefore, functional additives are an important technological factor that, along with increasing the nutritional value of the product, also affects its appearance.

The results of microbiological analysis showed that the combined use of molecular hydrogen and functional additives contributed to a relative decrease in opportunistic and microflora. In the combined treatment sample, the amounts of Enterobacteriaceae and yeasts and molds were lower compared with the control sample, while the number of lactic acid bacteria was maintained at a high level. This indicates that molecular hydrogen may have a positive effect on the microbiological balance in kатыk and supports the viability of beneficial microflora.

In general, the combined use of the molecular hydrogen barbotage method with functional additives was evaluated as an effective technological solution that makes it possible to increase the storage stability of kатыk, regulate the acidification process, maintain the number of beneficial lactic acid bacteria and improve the quality indicators of the product. This method is promising for improving traditional fermented dairy products in a functional direction.

Funding information

This research was funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant No. BR24992914).

REFERENCES

1. D. Alwazeer et al. Molecular hydrogen: a sustainable strategy for agricultural and food production challenges // *Frontiers in Food Science and Technology*. 2024. T. 4., <https://doi.org/10.3389/frfst.2024.1448148>
2. EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF) et. all Re-evaluation of oxygen (E 948) and hydrogen (E 949) as food additives. // *EFSA J*. 2025. T. 23, № 8. C. e9595. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9595>
3. U. Akbar et al. Hydrogen assisted technologies in food processing, preservation and safety: A comprehensive review // *Food Control*. 2025. T. 178. C. 111535. DOI:10.1016/j.foodcont.2025.111535
4. W. Dai et al. Recent advances in hydrogen-rich water (HRW): Preparation technologies, functional properties, and applications in the food industry // *Trends in Food Science & Technology*. 2026. T. 175. C. 105876.
5. S. Ohta Molecular Hydrogen as a Novel Antioxidant. 2015. C. 289–317.
6. L. Zhao et al. Hydrogen Nanobubble Water: A Good Assistant for Improving the Water Environment and Agricultural Production // *J. Agric. Food Chem*. 2023. T. 71, № 33. C. 12369–12371. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c04582
7. H.J. Clarke et al. Oxidative Quality of Dairy Powders: Influencing Factors and Analysis // *Foods*. 2021. T. 10, № 10. C. 2315. <https://doi.org/10.3390/foods10102315>
8. M.M. Ceylan и др. Evaluation of the impact of hydrogen-rich water on the quality attribute notes of butter // *Journal of Dairy Research*. 2022. T. 89, № 4. C. 431–439. DOI: 10.1017/S0022029922000681
9. D. Alwazeer, T. Engin Moleküler Hidrojenin Gıda Teknolojilerinde Kullanımı // *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2022. T. 10, № 7. C. 1205–1213. DOI: 10.24925/turjaf.v10i7.1205-1213.5100
10. M. Zor et al. Use of Hydrogen-Rich water in rice milk preparation improves the nutritional and sensory properties of product // *Food Chem*. 2024. T. 437. C. 137821. DOI:10.1016/j.foodchem.2023.137821
11. G. Russell, A. Nenov, J.T. Hancock How Hydrogen (H₂) Can Support Food Security: From Farm to Fork // *Applied Sciences*. 2024. T. 14, № 7. C. 2877. DOI:10.3390/app14072877
12. M. Bulut, D. Alwazeer, Y. Tunçtürk Effects of the Incorporation of Hydrogen and Nitrogen into Milk on the Reducing and Acidification Capacities of Yoghurt Bacteria // *J. Food Process. Preserv*. 2023. T. 2023. C. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2023/7462909>
13. The Application of Hydrogen in Food Processes Enhances Product Safety // *TURSTEP*. — 2023.
14. D. Alwazeer, K. Tan, B. Örs Reducing atmosphere packaging as a novel alternative technique for extending shelf life of fresh cheese. // *J. Food Sci. Technol*. 2020. T. 57, № 8. C. 3013–3023. DOI: 10.1007/s13197-020-04334-4
15. M. Koyuncu, S. Batur The Effects of Modified Atmosphere Packaging on the Quality Properties of Water Buffalo Milk's Concentrated Cream // *Molecules*. 2023. T. 28, № 3. C. 1310. DOI: 10.3390/molecules28031310

EDS ANALYSIS OF THE MAIN MINERAL AND ORGANOGENIC ELEMENTS OF ASHED CAMEL MILK AND ITS DERIVED PRODUCTS

¹G.E. TURLYBEKOVA , ¹N.S. KHANZHAROV* ,
²V.A. POTAPOV , ¹B. ABDIZHAPPAROVA 

(¹M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,
160012, Shymkent, 5 Tauke Khan Avenue

²State Biotechnological University, Ukraine, 61002, Kharkiv, 44 Alchevskikh Street)

Corresponding author e-mail: khanzharov_n@mail.ru*

The article presents an EDS analysis of ash from camel milk and its derived products. Based on the results of the EDS analysis, the composition of the main mineral and organogenic elements in ash from camel milk, cottage cheese, kurt, and whey has been determined. The mass fractions of the main macro- and microelements contained in these products - sodium, potassium, calcium, phosphorus, magnesium, chlorine - as well as organogenic elements such as oxygen and carbon have been identified. The elemental composition of camel milk and derivatives obtained in the autumn and winter seasons has been compared, and the influence of feed and physiological factors on the formation of the elemental profile has been determined. Changes during technological processing of camel milk into fermented milk products have also been analyzed, and their functional significance for human body has been assessed. The experimental data indicate a high level of mineralization of the produced products, which determines their nutritional and biological value. Overall, the obtained research results substantiate the feasibility of using camel milk and its processed products in functional and therapeutic-preventive nutrition for various population groups.

Keywords: camel milk, cottage cheese, whey, kurt, mineral and organogenic elements.

EDS-АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОЗОЛЁННОГО ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА И ПРОИЗВОДНЫХ ПРОДУКТОВ

¹Г.Е. ТУРЛЫБЕКОВА, ¹Н.С. ХАНЖАРОВ,
²В.А. ПОТАПОВ, ¹Б. АБДИЖАППАРОВА

(¹Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Республика Казахстан,
160012, г.Шымкент, пр.Тауке хана 5

²Государственный биотехнологический университет, Украина,
61002, г. Харьков, ул. Алчевских, 44)

Электронная почта автора-корреспондента: khanzharov_n@mail.ru

В статье проведён EDS-анализ озоленного верблюжьего молока и его производных продуктов. По результатам проведённого EDS-анализа определён состав основных минеральных и органических элементов озоленного верблюжьего молока, творога, курта и молочной сыворотки. Определены массовые доли входящих в эти продукты основных макро- и микроэлементов - натрия, калия, кальция, фосфора, магния, хлора и органических элементов - кислорода и углерода. Проведено сравнение элементного состава верблюжьего молока и продуктов, полученных в осенний и зимний сезоны, и на этой основе выявлено влияние кормовых и физиологических факторов на формирование элементного профиля. Также проведён анализ изменений в процессе технологической переработки верблюжьего молока в кисломолочные продукты и проведена оценка их функциональной значимости для организма человека. Экспериментальные данные свидетельствуют о высоком уровне минерализации вырабатываемых продуктов, что обуславливает их пищевую и биологическую ценность. В совокупности полученные результаты исследований обосновывают целесообразность использования верблюжьего молока и продуктов его переработки в составе функционального и лечебно-профилактического питания различных слоёв населения.

Ключевые слова: верблюжье молоко, творог, сыворотка, курт, минеральные и органические элементы.

КҮЛДЕНДІРІЛГЕН ТҮЙЕ СҮТІ МЕН ОДАН АЛЫНҒАН ӨНІМДЕРДІҢ НЕГІЗГІ МИНЕРАЛДЫҚ ЖӘНЕ ОРГАНОГЕНДІК ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ EDS-ТАЛДАУЫ

¹Г.Е. ТҰРЛЫБЕКОВА, ¹Н.С. ХАНЖАРОВ,
²В.А. ПОТАПОВ, ¹Б. АБДИЖАППАРОВА

(¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы,
160012, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5

²Мемлекеттік биотехнологиялық университеті, Украина,
61002, Харьков қаласы, Алчевский көшесі, 44)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: khanzharov_n@mail.ru

Мақалада күлдендірілген түйе сүті мен оның туындыларының EDS-талдауы жүргізілді. ЭДС талдауының нәтижелеріне сүйене отырып, күлдендірілген түйе сүтінің, сүзбенің, құрттың және сарысудың негізгі минералды және органогенді элементтерінің құрамы анықталды. Бұл өнімдердегі негізгі макро- және микроэлементтердің – натрий, калий, кальций, фосфор, магний, хлордың – және органогенді элементтердің – оттегі мен көміртектің – массалық үлестері анықталды. Күзгі және қысқы маусымдарда алынған түйе сүті мен оның туындыларының элементтік құрамы салыстырылды, сондай-ақ жем мен физиологиялық факторлардың элементтік профильдің қалыптасуына әсері анықталды. Түйе сүтін ашытылған сүт өнімдеріне технологиялық өңдеу кезіндегі өзгерістер де талданды және олардың адам ағзасы үшін функционалдық маңыздылығы бағаланды. Тәжірибелік деректер алынған өнімдердің минералдану деңгейінің жоғары екенін көрсетеді, бұл олардың тағамдық және биологиялық құндылығын анықтайды. Жалпы алғанда, алынған зерттеу нәтижелері түйе сүті мен оның өңделген өнімдерін халықтың әртүрлі топтары үшін функционалды және емдік тамақтануда пайдаланудың орындылығын дәлелдейді.

Негізгі сөздер: түйе сүті, сүзбе, сарысу, құрт, минералдық және органогендік элементтер.

Introduction

Amid the steady growth of alimentary-dependent diseases, including mineral metabolism disorders, osteoporosis, cardiovascular and metabolic conditions, the development of scientifically based approaches to creating functional foods has become particularly relevant [1, 2]. According to data from the World Health Organization, deficiencies of essential macro- and microelements remain one of the leading causes of decreased quality of life of the population and the growth of chronic pathologies [3]. In this regard, a priority area of modern food science is the search for natural sources of nutrients with high bioavailability and physiological activity [4].

Camel milk is of particular interest, as in recent years it has been considered as a promising raw material for the production of functional and therapeutic-preventive food products.

Unlike cow's milk, camel milk is characterized by a specific ratio of proteins, lipids, mineral and organogenic substances, as well as resistance to adverse climatic conditions of raw material production [5, 6].

Studies show that its chemical profile is largely determined by the adaptive characteristics of animals to arid zones, which is reflected in the electrolyte composition and the level of mineralization of the product.

The mineral composition of milk plays a key role in formation of its biological value. Macronutrients such as calcium, phosphorus, potassium, sodium, magnesium, and chlorine are involved in maintaining the structural integrity of bone tissue, regulating water-electrolyte balance, transmitting nerve impulses, and promoting enzymatic processes [7-9].

At the same time, milk processing to produce cottage cheese and its products, yogurt, whey, and other products is accompanied by a redistribution of mineral components between fat, protein, and aqueous fractions, which can significantly change their quantitative ratios and physiological significance.

Despite the existence of publications on the chemical composition of camel milk, systematic data on the transformation of the mineral profile in the production of traditional products (cottage cheese, curd) and whey, especially taking into account seasonal factors in the southern regions of Kazakhstan, are fragmentary. Meanwhile, the feeding season is a determining factor in the variability of the elemental composition of animal-derived dairy products [10-12].

The absence of systematic data limits the possibility of scientific substantiation of regulatory indicators of quality and safety, as well as the development of new functional products based on

these raw materials [13, 14]. In addition, without assessing the mineral composition of milk and its processed products, it is difficult to analyze their functional significance [15].

In this regard, the purpose of the present study is to conduct a comparative analysis of the mineral and organogenic composition of camel milk obtained during the autumn and winter milking periods and of its processed products, with an assessment of the impact of technological operations on the redistribution of macro- and microelements.

The scientific novelty of the work lies in the comparative analysis of the mineral and organogenic profile of several types of products obtained from the same type of raw material, taking into account the influence of technological factors. The practical significance of the study lies in the possibility of using the data obtained in the development of new types of functional dairy products [16].

Thus, the presented work corresponds to the current priorities of food science development and is aimed at expanding scientific understanding of camel milk as a promising source of physiologically significant mineral elements.

Materials and research methods

The studies were conducted using camel milk samples and dairy products obtained from Bactrian two-humped camels. To identify the influence of diet and climatic conditions on the formation of the mineral and organogenic profile of the studied foods, the method of comparative analysis of camel milk samples and dairy products produced in autumn and winter, was used.

To ensure a unified methodological approach and controlled experimental conditions, all analytical studies have been conducted at the accredited Structural and Biochemical Materials Testing Laboratory of M. Auezov South Kazakhstan University.

The elemental composition has been determined by energy dispersive X-ray spectrometry (EDS). Modern highly sensitive equipment has been employed to ensure the reliability of the quantitative assessment of macro- and microelements and organogenic elements. The EDS analysis was performed using a JEOL JSM-6490LV scanning electron microscope equipped with the INCA Energy elemental analysis system and the HKL-Basic structural data processing module. The use of this hardware and software package ensured the correct identification and quantification of the studied elements of ashed camel milk and its processed products with a high

degree of accuracy. The technical characteristics of the equipment contributed to the increased sensitivity of the method and ensured the reproducibility and reliability of the results obtained.

The objects of the study were camel milk obtained during the autumn and winter milking periods, as well as products of its processing: cottage cheese, whey, kurd.

The raw materials were obtained from the “Bagdat” farm located in the Suzak district of the Turkestan region (Republic of Kazakhstan). Sampling was carried out in the autumn and winter periods, which made it possible to assess the influence of the seasonal factor on the formation of the mineral and organogenic profile and physicochemical parameters of the studied products.

The milk was characterized by a homogeneous consistency, white color with a slight creamy tint, and a specific taste and aroma.

Cottage cheese was produced by the method of acid coagulation of proteins, followed by separation of whey and self-pressing. Its consistency is dense and spreadable; the color was white with a creamy tint; the taste was clean and fsour-milk.

Curd whey was a transparent liquid of light yellow color with a slightly acidic taste.

Kurt was produced by thermal evaporation of the fermented milk mass, followed by molding and drying. The product was characterized by a dense structure.

Collected milk samples were transported to the laboratory in hermetically sealed containers at a temperature of $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$. Before analysis, the milk was thoroughly mixed until a homogeneous state was achieved.

Cottage cheese was homogenized; kurt was preliminary crushed to a powder-like state to ensure the representativeness of the sample portion.

Curd whey was filtered through a paper filter to remove mechanical impurities.

The studies included preliminary ashing of the studied samples in a muffle furnace at a temperature of $500-550^\circ\text{C}$ until light gray ash was obtained, followed by determination of their elemental composition by using energy dispersion spectrometry.

The results and their discussion

The study analyzed the mineral and organogenic composition of natural camel milk obtained during autumn and winter milking periods, as well as the cottage cheese, kurt and

whey produced from it, were analyzed. The results make it possible to trace the changes in the mineral composition during technological processing of the raw material.

In order to determine the influence of seasonal factors, changes in the quantitative amounts of mineral and organogenic elements were evaluated, and their dynamics and differences were systematized. The mineral content of camel milk and products obtained from it in winter period

was compared with the amount of minerals in these products in the autumn period.

The results of the study of the mineral composition of camel milk and its products are presented in Tables 1 and 2. The microstructure and EMF spectra of the mineral and organogenic composition of camel milk ash and cottage cheese are shown in Figures 1a and 1b, and curd ash and curd whey from camel milk are shown in Figures 2a and 2b, respectively.

Table 1. Comparative indicators of the mineral and organogenic composition of camel milk and cottage cheese obtained from it in the autumn and winter milking periods

1.	2. Element	3. Content of the element, %			
		4. Camel milk		5. Cottage cheese	
		6. autumn 7. period	8. winter 9. period	10. autumn 11. period	12. winter 13. period
14.	15. Na	16. 9.48	17. 5.66	18. 9.63	19. 22.93
20.	21. Mg	22. 1.15	23. 1.02	24. 0.83	25. 0.60
26.	27. P	28. 8.22	28. 5.90	30. 10.92	31. 5.23
32.	33. K	34. 11.39	35. 16.71	36. 7.36	37. 3.28
38.	39. Ca	40. 10.89	41. 10.60	42. 12.79	43. 5.18
44.	45. Cl	46. 16.02	47. 15.43	48. 13.26	49. 37.77
50.	51. C	52. 10.13	53. 13.80	54. 13.19	55. 7.33
56.	57. O	58. 32.46	59. 30.87	60. 32.02	61. 17.68

Based on the data presented in Table 1, a comparative analysis of the mineral and organogenic composition of camel milk and cottage cheese obtained from it was carried out. The results of the study showed that the elemental profile of both the raw materials and the finished product changes significantly under the influence of seasonal factors and processing. The observed differences are, on the one hand, caused by changes in the diet of animals and climatic conditions, and, on the other hand, by the physicochemical processes occurring during milk coagulation and whey separation.

First and foremost, the dynamics of sodium content deserves special attention. According to the data, its proportion in milk was 9.48% in the autumn period, decreasing to 5.66% in winter. In contrast, cottage cheese shows a marked increase, rising from 9.63% in autumn to 22.93% in winter. This divergent trend indicates the leading role of the technological factor: during coagulation process, part of the moisture is removed, and soluble salts become concentrated in the protein clot. Consequently, the high concentration of sodium in the final product is due not so much to seasonal fluctuations as to the effect of dehydration and redistribution of mineral components during processing.

Magnesium levels show a consistent

decreasing trend: in milk, from 1.15% in autumn to 1.02% in winter, in cottage cheese - from 0.83% to 0.60%. Considering the water-soluble nature of magnesium, the majority of it passes into the whey phase. Thus, the reduction of magnesium content in cottage cheese is mainly due to the technological separation of phases, rather than the influence of seasonal conditions.

Phosphorus distribution is characterized by a more complex pattern. In milk, its concentration decreases from 8.22% in autumn to 5.90% in winter, reflecting seasonal influence. At the same time, an increase to 10.92% is observed in autumn cottage cheese, which indicates the binding of phosphorus to casein micelles and its accumulation in the protein fraction. The winter decrease in phosphorous content in cottage cheese to 5.23% correlates with the reduction of the initial element content in milk. Therefore, the dynamics of phosphorus is determined by a combination of seasonal changes and the degree of its incorporation into the protein-mineral complex.

The potassium content confirms its predominant localization in the aqueous phase of milk: 11.39% in autumn and 16.71% in winter. In cottage cheese, the indicators are significantly lower (7.36% and 3.28%, respectively), which is due to the transfer of potassium into whey during coagulation. Thus, the decrease in potassium

concentration in the dense product is a direct consequence of the technological separation of the liquid phase.

The analysis of calcium indicates the comparative stability of the protein-mineral complex. In milk, its content remains almost unchanged (10.89% in autumn and 10.60% in winter). In autumn cottage cheese, the concentration increases to 12.79%, which confirms the strong bond of calcium with casein. In winter cottage cheese, the indicator decreases to 5.18%.

Among the organogenic elements, oxygen remains in camel milk because after ashing (under insufficient oxygen), the organic portion is removed, but remains in the form of "mineral components" in the composition of oxides and phosphates. The dynamics of changes in oxygen content in camel milk in autumn and winter are insignificant - 32.46% and 30.87%, respectively. And there is a strong decrease in cottage cheese - 32.02% and 17.68%, respectively. The strong decrease in oxygen content in cottage cheese produced in winter is due to the fact that when it is heated to 500-600 ° C, there are fewer inorganic mineral compounds containing oxygen. In this case, these are oxides of calcium, magnesium and potassium.

Similarly, the changes in carbon content can be explained in the same way, since carbon in camel milk and its produced products remains due to lack of oxygen during ashing. The dynamics of the changes in carbon content is similar to the dynamics of changes in oxygen and amount to 10.13% for camel milk in autumn, 13.80% in winter, and 13.19% and 7.33% for cottage cheese, respectively. The similarity of oxygen and carbon changes is quite logical and can be explained by the fact that they occur together, for example, as part of oxides.

The maximum concentration of chlorine was recorded in winter cottage cheese (37.77%), while the minimum value was recorded in autumn milk (16.02%). Seasonal fluctuations are insignificant in milk (16.02% → 15.43%), but a sharp increase is observed in cottage cheese in winter. This fact correlates with the growth of sodium, since both elements form an electrolytic pair. Therefore, the simultaneous increase in Na and Cl reflects a change in the ion balance in winter and confirms the influence of the feeding factor.

Thus, a comparison of the autumn and winter periods demonstrates that seasonal changes are most reflected in the sodium-chloride complex, whereas calcium remains a relatively stable component.

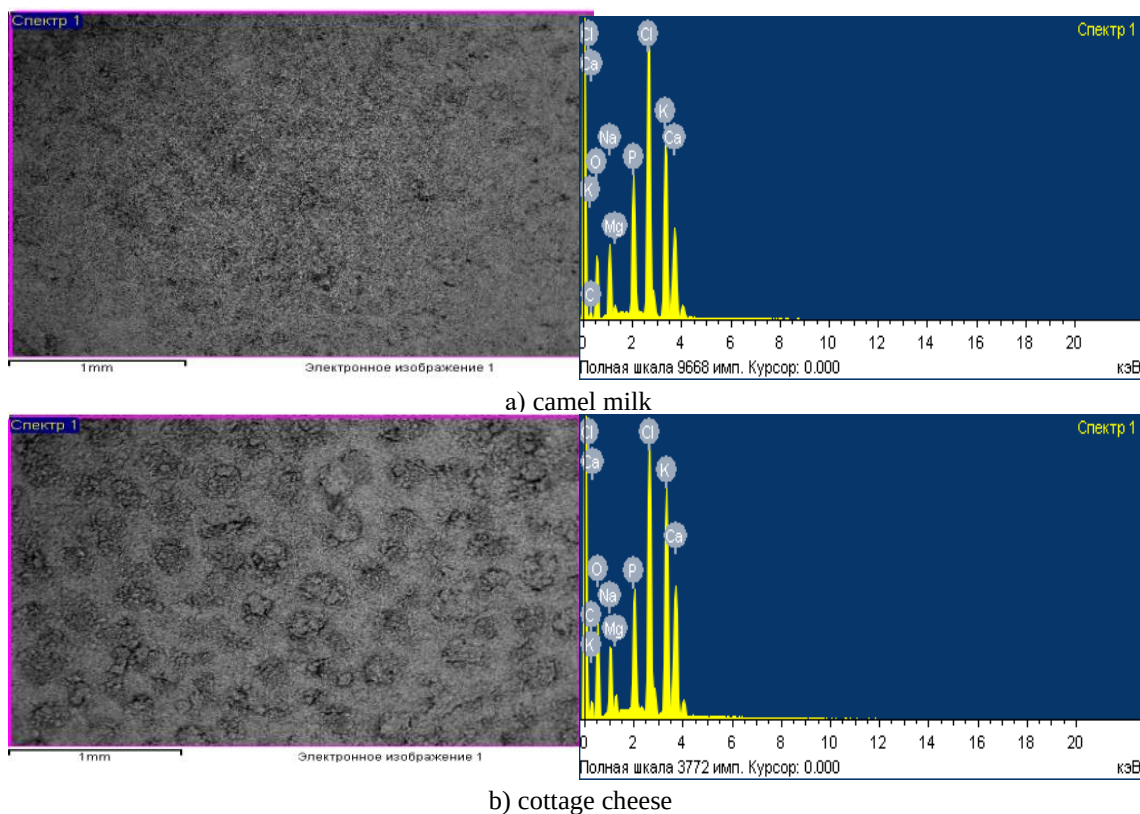


Figure 1. Microstructure and EDS spectra of the elemental composition of ash of camel milk and cottage cheese in the winter period

The mineral and organogenic composition of experimental samples of kurt and whey in the

autumn and winter periods is presented in Table 2.

Table 2. Comparative indicators of the elements of the mineral and organogenic composition of kurt and whey from camel milk in the autumn and winter periods.

№	Element	Content of the element, %			
		Kurt		Whey	
		autumn period	winter period	autumn period	winter period
1	Na	14.63	23.10	6.30	7.55
2	Mg	0.30	0.53	0.84	0.74
3	P	4.82	5.50	9.21	8.47
4	K	2.88	3.48	17.15	16.62
5	Ca	4.72	4.91	10.63	9.67
6	Cl	21.75	35.78	17.70	19.64
7	C	32.76	7.87	8.56	11.02
8	O	17.98	18.82	29.62	26.30

Based on the presented data, a comparative analysis of the mineral and organogenic composition of kurt and whey obtained from camel milk in the autumn and winter periods was also carried out. It has been established that both the seasonal factor and individual technological operations (fermentation, coagulation, separation, drying, etc.) have a direct effect on the redistribution of elements between the protein, aqueous, and fatty phases.

The dynamics of changes in the sodium content in these products demonstrate a clear seasonal dependence: in kurt, its content increases from 14.63% in autumn to 23.10% in winter, while in whey it increases from 6.30% to 7.55%, respectively. This increase is explained by a change in the electrolyte composition of the original milk and by the concentration of salts during dehydration and salting.

A similar trend is typical for chlorine: in kurt the indicator increases from 21.75% to 35.78%, in whey - from 17.70% to 19.64%. The parallel growth of Na and Cl confirms the preservation of their ionic relationship during the processing process.

Magnesium is characterized by lower concentrations: in kurt - 0.30-0.53%, in whey - 0.84-0.74%. Since magnesium belongs to water-soluble cations, its main part remains in whey, which reflects the phase-specific distribution.

Phosphorus shows a predominant localization in whey (9.21% and 8.47%), whereas in kurt its proportion is 4.82-5.50%. This confirms that phosphorus is mainly associated with the protein and aqueous phases and practically does not transfer into the fat system.

Calcium, functionally related to phosphorus,

is concentrated in the protein product: in kurt, its content increases from 4.72% to 4.91%, while in whey it decreases from 10.63% to 9.67%.

Potassium in whey is 17.15% and in winter - 16.62%, while in kurt its concentration is significantly lower - 2.88 and 3.48 %, respectively. This confirms that the stage of serum separation determines the main migration direction of potassium, as a typical water-soluble element.

The dynamics of changes in the oxygen content in the soil is not significant - 17.98% in autumn and 18.82% in winter. The oxygen content in the serum is higher, respectively, 29.62% and 26.30%. A significant increase in the oxygen content in the serum is due to the fact that the "heavier elements" of minerals remain more in the extract, which has a higher density compared to the serum, and oxygen, which has a lower molecular weight, passes into the serum.

Thus, the results obtained lead to the conclusion that the formation of the mineral profile of camel milk processing products is determined by the combined influence of seasonal variability of raw materials and specific technological operations. Calcium and phosphorus are mainly concentrated in protein products, potassium and magnesium in whey, but in winter the proportion of salts increases. The revealed patterns are of practical importance for assessing the nutritional value and functional orientation of the products obtained.

Consequently, the formation of the mineral profile of each product is the result of a complex interaction of the seasonal factor and specific technological operations (coagulation, separation, salting and dehydration). The revealed patterns are of practical importance, since they make it possible

to differentiate camel milk processing products according to their nutritional and functional orientation.

The results of the present study, reflecting the seasonal transformation of the mineral profile of camel milk and its processed products, are generally consistent with the findings reported in the contemporary scientific literature. At the same time, their comparative analysis shows that the data obtained not only confirm the known patterns, but also allow for a more precise interpretation of the mechanisms of macronutrient redistribution under the simultaneous influence of seasonal and technological factors. To substantiate this position, it is necessary to compare the identified patterns with the results of key publications in recent years.

A critical review by Gaukhar Konuspayeva, Bernard Faye, and Mohammed Bengoumi systematized data on the mineral composition of

camel milk in various natural and climatic zones. The authors identified three stable characteristics: an increased content of Na and Cl compared to cow's milk, relative stability of Ca, and pronounced variability of K and Mg depending on the season and feeding conditions [17].

The results obtained in the present study confirm these observations but also reveal their functional dynamics. In particular, the increase in Na and Cl in winter period is observed not only in the raw milk, but is also intensified after coagulation and dehydration. Thus, seasonal changes in the electrolyte balance act as a initial factor, whereas technological processing performs as a concentration mechanism. In other words, the natural variability is not smoothed by processing technology; rather, it becomes more pronounced due the reduction of moisture content and the redistribution of phases.

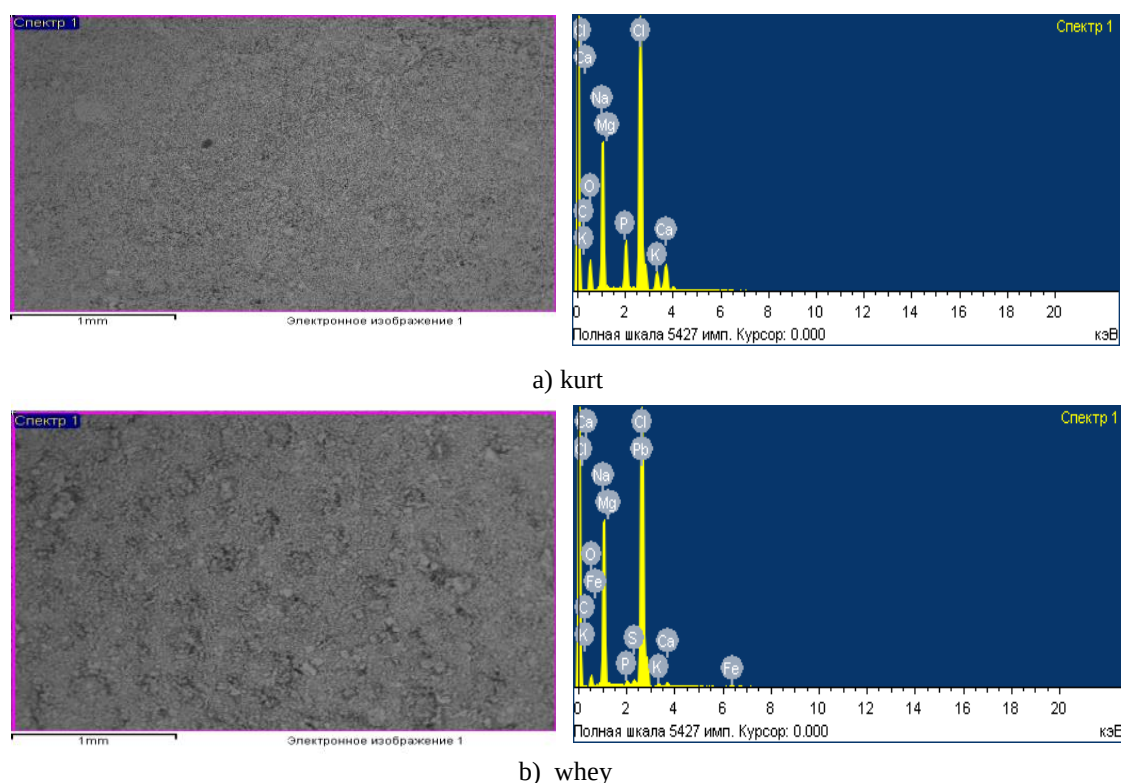


Figure 2. Microstructure and EDS spectra of the elemental composition of ash of kurt and camel milk whey in winter.

The behavior of calcium is of particular importance. While the review by G. Konuspayeva emphasizes its relative physiological stability, the present study additionally demonstrates that during processing, calcium is selectively accumulated in dense protein structures (such as cottage cheese, kurt) and simultaneously decreased in whey during the winter period [18]. Thus, the theoretical model describing the association of calcium with casein

micelles receives experimental confirmation at the level of specific processed products. This makes it possible to move from a purely biochemical explanation to a technologically verified pattern.

The regional specificity of the mineral composition of camel milk in Kazakhstan is examined in detail in the study of Aidana Yessenova et al.. The authors established a relationship between the electrolyte profile and

natural and climatic conditions, noting an increase in Na and Cl in arid regions while Ca and P remain relatively stable [19].

The data obtained for the Turkestan region fully confirm this pattern: the winter period is accompanied by an increase in the concentration of Na and Cl, reflecting the adaptation of animals to changes in feeding regimes and water-salt metabolism. However, the principal distinction of this study lies in the fact that the analysis is not limited to raw milk. The further evolution of these changes in processed products has also been traced.

Thus, an increase in Na in milk in winter (up to 13.77%) leads to its further concentration in cottage cheese (22.93%) and maximum values in whey (36.30%). Consequently, a causal chain is formed: a change in the electrolyte composition under the influence of the seasonal factors protein coagulation and moisture separation a relative increase in the proportion of dissolved salts.

Thus, the technological stage enhances the natural variability, acting as a multiplier of the seasonal effect. In previous Kazakh studies, such a sequence of processes was not systematically analyzed.

In the study by E.A. Gabrilyants et al., devoted to camel cheese technology, it was shown that coagulation promotes the accumulation of calcium and phosphorus in the cheese clot, while water-soluble elements are mainly transferred to the whey. An increase in sodium content after processing was also noted [20].

The results of the present study are fully consistent with these conclusions, but expand their interpretation. First, the accumulation of Ca was confirmed not only in cottage cheese (an analog of cheese), but also in kurt, indicating the preservation of the calcium-phosphate complex under different degrees of dehydration. Second, a predominant accumulation of K and Mg in whey was recorded, which reflects their water-soluble nature and explains the decrease in their proportion in dense products. Third, it is shown that the increase in Na is not solely a consequence of technological processing, but rather results a preliminary seasonal shift in the composition of raw materials.

Consequently, while the study by E.A. Gabrilyants focused on a single coagulated product, the present study demonstrates the universality of the element redistribution mechanism across various technological models - coagulation (cottage cheese), dehydration (kurt), separation (whey). This allows the identified patterns to be considered systemic for dairy matrices.

A comparative analysis of the literature shows that most studies focus either on the characteristics of raw milk or on one type of processed product without taking into account seasonal dynamics. In contrast, in the present study:

- four objects were studied simultaneously (milk, cottage cheese, kurt, whey);
- a seasonal comparison was carried out (autumn–winter);
- the method of energy dispersion spectrometry was employed to quantify the elemental and organogenic composition.

Particularly illustrative is the identified relationship between the structural organization of the product and its mineral profile. Dense protein systems accumulate Ca and P due to their incorporation in the casein complex; while whey concentrates water-soluble cations (K, Mg, and partly Na).

Thus, the results of the study allow for the development of an integrated model of seasonal and technological transformation of the mineral composition. First, the season establishes the initial electrolyte background of milk; then coagulation and phase separation redistribute the elements; finally, dehydration enhances their relative concentration in the dry matter. It is precisely the sequence of these interconnected processes that determines the final nutritional profile of each product.

Consequently, the data obtained not only confirm the findings of contemporary studies but also complement them with an experimentally substantiated concept of the interaction between biological and technological factors in shaping the mineral status of camel dairy products.

Conclusion

The conducted EDS analysis of the major mineral and organogenic elements in ashed camel milk and its derivative products in the autumn and winter periods revealed patterns of their seasonal and technological transformation.

It has been established that the concentration of sodium and chlorine increases in winter, which is caused by changes in the diet of animals and affects all processed products. Protein coagulation promotes the accumulation of calcium and phosphorus in cottage cheese, while potassium and magnesium are mainly transferred to whey.

Consequently, the mineral profile is shaped under the combined influence of natural (seasonal) and technological factors. From a practical perspective, this allows products to be differentiated according to their functional orientation: cottage cheese as a source of calcium and phosphorus; whey as a carrier of water-soluble mineral elements; kurt as a product with pronounced osmotic properties.

The data obtained expand the understanding of the seasonal variability of the mineral composition and can be applied in the development of functional and therapeutic and preventive dairy products with a targeted nutritional focus.

REFERENCES

1. H. Abduku, G.M. Eshetu Physico-chemical properties and technological characteristics of camel milk in comparison with other dairy breeds: an overview // *Journal of Dairy Production, Food and Home Economics*. – 2024. – Vol. 43, № 1. – P. 1–7. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-303>.
2. O. Al-Hajj, R. Lajnaf, Z. Jrad, M.A. Alshunniyaber, H.A. Jahrami, M.F. Serag El-Din Comparison of ethanol stability and chemical composition of camel milk from five samples // *Animals*. – 2022. – Vol. 12, № 5. – P. 615. <https://doi.org/10.3390/ani12050615>.
3. D. Baig, L. Sabikhi, Y. Khetra, P.A. Shelke Technological challenges in production of camel milk cheese and ways to overcome them – A review // *International Dairy Journal*. – 2022. – P. 105344. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105344>.
4. I.A. Bakry et al. A comprehensive review of the composition, nutritional value, and functional properties of camel milk fat // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 9. – P. 2158. – URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/9/2158>.
5. Z. Bilal, A. Kondybayev, A. Ospanova, H. Tormo, S. Akhmetsadykova, F. Amutova, B. Faye, G. Konuspayeva Volatile organic compounds of camel milk and shubat across Kazakhstan's regions, seasons, and breeds // *Heliyon*. – 2024. – Vol. 10, №15. – e35365. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35365>.
6. S. Elhassa, H. Osman, I. El Zubeir Micro-mineral composition of camel milk // *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*. – 2023. – P. 18–27. <https://jeas.agropublishers.com/2023/01/micro-mineral-composition-of-camel-milk/>.
7. I. Fguiri et al. Camel milk-clotting using plant extracts as a substitute to commercial rennet // *Journal of Chemistry*. – 2021. – Vol. 2021. – Article 6680246.
8. A. Freye et al. Analysis of the nutritional composition of milk of the Bahraini camel (*Camelus dromedarius*): the content of fatty acids, minerals, phenolic compounds and antioxidants // *Arabic Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 2024, vol. 31, №1, pp. 604-613. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/25765299.2024.2426294>.
9. S. Seyiti, A. Kelimu, G. Yusufu Bactrian camel milk: chemical composition, bioactivities, processing techniques, and economic potential in China // *Molecules*. – 2024. – Vol. 29, №19. – 4680. <https://doi.org/10.3390/molecules29194680>.
10. Г.А. Кожабекова, Р.Б. Мухтарханова, А.У. Шингисов Исследование качественного состава комбинированного молока // *Вестник Алматинского технологического университета*. – 2022. – №1. – С. 49–53. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-49-53>.
11. К.С. Кулажанов, Ф.Т. Диханбаева, Э.Ж. Жаксыбаева, А.Б. Есенова, Г.Е. Есіркеп Характеристика текстурного профиля творожной массы из верблюжьего молока для геродиетики // *Вестник Алматинского технологического университета*. – 2021. – №4. – С. 16–22. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2021-4-16-22>.
12. A.B. Rakhmatulina, A.B. Abuova, F.T. Dikhanybayeva Main characteristics of camel milk and vitamin composition of shubat // *Agriculture*. – 2024. – P. 167. <https://vestnik.korkyt.kz/wp-content/uploads/2024/04/Agriculture-2024-1-68-1>.
13. C. Liu et al. Exploration and analysis of the composition and mechanism of efficacy of camel milk // *Food Bioscience*. – 2023. – Vol. 53. – Article 102564.
14. A. Musa et al. Evaluation of nutrients composition, minerals, vitamins and bioactive components of camel and cow milk sold in Katsina Metropolis // *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology*. – 2022. – Vol. 10, № 1. – P. 46–51.
15. M.S. Muthukumaran et al. A comprehensive review on health benefits, nutritional composition and processed products of camel milk // *Food Reviews International*. – 2023. – Vol. 39, № 6. – P. 3080–3116. <https://doi.org/10.1080/87559129.2023>.
16. D. Patel, S. Pinto, M. Pal. A comprehensive review on the properties of camel milk and milk products. – 2022. <https://www.hillpublisher.com/UploadFile/202206/20220617140513.pdf>.
17. G. Konuspayeva, B. Faye, M. Bengoumi Mineral composition of camel milk: a critical review // *Animal Frontiers*. – 2022. – Vol. 12, № 4. – P. 52–60. <https://doi.org/10.1093/af/vfac044>.
18. G. Konuspayeva, B. Faye Camel milk products: innovations, limitations and opportunities // *Food Production, Processing and Nutrition*. – 2023. – Vol. 3, №1. – Article 1. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00130-7>.
19. A. Yessenova, F. Dikhanybayeva, E. Asembayeva, D. Nurmukhanbetova, E. Zhaxybayeva Regional features of camel milk composition and properties in the Republic of Kazakhstan // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. – 2024. – Vol. 18. – P. 425–438. <https://doi.org/10.5219/1952>.
20. E.A. Gabrilyants, R.S. Alibekov, G.E. Orymbetova Development of camel milk cheese technology and research of qualitative characteristics // *Foods and Raw Materials*. – 2023. – Vol. 4. – P. 69–78. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.193>.

REFERENCES

1. H. Abduku, G.M. Eshetu Physico-chemical properties and technological characteristics of camel milk in comparison with other dairy breeds: an overview // *Journal of Dairy Production, Food and Home Economics*. – 2024. – Vol. 43, № 1. – P. 1–7. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-303>.
2. O. Al-Hajj, R. Lajnaf, Z. Jrad, M.A. Alshunniyaber, H.A. Jahrami, M.F. Serag El-Din Comparison of ethanol stability and chemical composition of camel

milk from five samples // *Animals*. – 2022. – Vol. 12, № 5. – P. 615. <https://doi.org/10.3390/ani12050615>.

3. D. Baig, L. Sabikhi, Y. Khetra, P.A. Shelke Technological challenges in production of camel milk cheese and ways to overcome them – A review // *International Dairy Journal*. – 2022. – P. 105344. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105344>.

4. I.A. Bakry et al. A comprehensive review of the composition, nutritional value, and functional properties of camel milk fat // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 9. – P. 2158. – URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/9/2158>.

5. Z. Bilal, A. Kondybayev, A. Ospanova, H. Tormo, S. Akhmetsadykova, F. Amutova, B. Faye, G. Konuspayeva Volatile organic compounds of camel milk and shubat across Kazakhstan's regions, seasons, and breeds // *Heliyon*. – 2024. – Vol. 10, №15. – e35365. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35365>.

6. S. Elhassa, H. Osman, I. El Zubeir Micro-mineral composition of camel milk // *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*. – 2023. – P. 18–27. <https://jeas.agropublishers.com/2023/01/micro-mineral-composition-of-camel-milk/>.

7. I. Fguiri et al. Camel milk-clotting using plant extracts as a substitute to commercial rennet // *Journal of Chemistry*. – 2021. – Vol. 2021. – Article 6680246.

8. A. Freye et al. Analysis of the nutritional composition of milk of the Bahraini camel (*Camelus dromedarius*): the content of fatty acids, minerals, phenolic compounds and antioxidants // *Arabic Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 2024, vol. 31, №1, pp. 604-613. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/25765299.2024.2426294>.

9. S. Seyiti, A. Kelimu, & G. Yusufu, Bactrian Camel Milk: Chemical Composition, Bioactivities, Processing Techniques, and Economic Potential in China. // *Molecules*. – 2024. – Vol. 29, №19. – 4680. <https://doi.org/10.3390/molecules29194680>.

10. G.A. Kozhabekova, R.B. Muhtarhanova, A.U. SHingisov Issledovanie kachestvennogo sostava kombinirovannogo moloka [Study of the qualitative composition of combined milk] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. No1. (2022): pp. 49–53. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-49-53>. (In Russian).

11. K.S. Kulazhanov, F.T. Dihanbaeva, E.Zh. Zhaksybaeva, A.B. Esenova, G.E. Esirkep Harakteristika teksturnogo profilya tvorozhnoj massy iz

verblyuzh'ego moloka dlya gerodietiki [Textural profile characteristic of the curd mass from camel milk for gero diet] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. No4. (2021): pp. 16–22. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2021-4-16-22>. (In Russian).

12. A.B. Rakhmatulina, A.B. Abuova, F.T. Dikhanybayeva Main characteristics of camel milk and vitamin composition of shubat // *Agriculture*. – 2024. – S.167 <https://vestnik.korkyt.kz/wp-content/uploads/2024/04/Agriculture-2024-1-68-1>.

13. C. Liu et al. Exploration and analysis of the composition and mechanism of efficacy of camel milk // *Food Bioscience*. – 2023. – Vol. 53. – Article 102564.

14. A. Musa et al. Evaluation of nutrients composition, minerals, vitamins and bioactive components of camel and cow milk sold in Katsina Metropolis // *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology*. – 2022. – Vol. 10, №1. – P. 46–51.

15. M.S. Muthukumaran et al. A comprehensive review on health benefits, nutritional composition and processed products of camel milk // *Food Reviews International*. – 2023. – Vol. 39, №6. – P. 3080–3116. <https://doi.org/10.1080/87559129.2023>

16. D. Patel, S. Pinto, M.A Pal comprehensive review on the properties of camel milk and milk products. – 2022. <https://www.hillpublisher.com/UpFile/202206/20220617140513.pdf>.

17. G. Konuspayeva, B. Faye Camel milk products: innovations, limitations and opportunities. *Food Production, Processing and Nutrition*.-2023.- Vol.3.-№1.-Article 1. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00130-7>.

18. G. Konuspaeva, B. Faye, Mohammed Bengumi, Mineral composition of camel milk: a critical review, *Animal Frontiers*.-2022.Volume 12. №4, -p. 52-60. <https://doi.org/10.1093/af/vfac044>.

19. A. Yessenova, F. Dikhanybayeva, E. Asembayeva, D. Nurmukhanbetova, E. Zhaxybayeva Regional features of camel milk composition and properties in the Republic of Kazakhstan // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. – 2024. – Vol. 18. – P. 425–438. <https://doi.org/10.5219/1952>.

20. E.A. Gabrilyants, R.S. Alibekov, G.E. Orymbetova Development of camel milk cheese technology and research of qualitative characteristics // *Foods and Raw Materials*. – 2023. – Vol. 4. – P. 69–78. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.193>.

NATURAL COMPOUNDS IN PRODUCTS OF PLANT AND ANIMAL ORIGIN

¹K.ZH. SYMAN* , ²A.ZH. BERDENKULOVA , ³G.K. TULINDINOVA ,
²R.B. ZHANDAVLETOVA , ³N.P. KOROGOD 

⁽¹⁾ Abai Kazakh National Pedagogical University, 050010, 13 Dostyk Ave., Almaty, Republic of Kazakhstan

⁽²⁾ Korkyt Ata Kyzylorda University, 120014, 29A Aiteke bi St., Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

⁽³⁾ Alkey Margulan Pavlodar Pedagogical University, 140003, 60 Olzhabay batyr St., Pavlodar, Republic of Kazakhstan)

Corresponding author's e-mail: k.syman@mail.ru*

Natural compounds of animal and plant origin play a key role in maintaining human health and preventing diseases. Camel milk and sea buckthorn *Hippophae rhamnoides* are traditional food products and medicinal remedies with a unique composition and therapeutic properties. The aim of this work was a comprehensive study of the natural compounds in camel milk from Bactrian and Dromedary camels in the village of Nura (Ili District), as well as a comparative analysis of the biochemical composition of large-fruited and dessert varieties of sea buckthorn from the highland region of the village of Narynkol (Raiymbek District), Almaty Region. The scientific novelty lies in obtaining new data on the natural compounds of camel milk (proteins, fats, lactose, protein fractions, amino acids) and sea buckthorn (vitamins, antioxidants, flavonoids, carotenoids, organic acids, sugars, serotonin, omega fatty acids), considering species and varietal characteristics. An analysis of the chemical composition, protein fractions, and amino acids of the milk was conducted. In sea buckthorn, vitamins, antioxidants, flavonoids, carotenoids, organic acids, sugars, and serotonin were determined. The main natural compounds identified in camel milk were: proteins (3,4-5,2%), fats (5,8-7,3%), lactose (4,6-5,0%). Electrophoresis revealed casein fractions (α s, β , γ , δ) and whey proteins (immunoglobulins, serum albumin, α -lactalbumin, lactoferrin, lysozyme). Amino acid analysis showed a high content of essential amino acids (38,56-39,41 g/100 g protein). In sea buckthorn, a high content was found for vitamins C (up to 297 mg/100g), E (6,9-8,3 mg/100g), A (as carotenoids up to 55,3 mg/100g); flavonoids (265-346 mg/100g); phenolic compounds (600-795 mg/100g); carotenoids (20,0-55,3 mg/100g); organic acids (1,5-3,2%); sugars (9,6-15,0%); serotonin (0,8-1,2 mg/100g). Differences were revealed between large-fruited (high content of carotenoids, sugars) and dessert (high content of vitamin C, balanced sugar-acid index) varieties. For the first time, a detailed analysis of the natural compounds of camel milk and sea buckthorn was conducted, identifying species and varietal characteristics of their accumulation. The results can be used in the development of functional food products and biologically active supplements.

Keywords: natural compounds, camel milk, proteins, casein, lactoferrin, lysozyme, amino acids, sea buckthorn, vitamins, flavonoids, carotenoids, serotonin, omega fatty acids.

ӨСІМДІКТЕР ЖӘНЕ ЖАНУАР ТЕКТІ ӨНІМДЕРДЕГІ ТАБИҒИ ҚОСЫЛЫСТАР

¹Қ.Ж. СЫМАН*, ²А.Ж. БЕРДЕНҚУЛОВА, ³Г.К. ТУЛИНДИНОВА,
²Р.Б. ЖАНДАВЛЕТОВА, ³Н.П. КОРОГОД

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

⁽²⁾ Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, 120014, Әйтеке би көшесі, 29А,
Қызылорда, Қазақстан Республикасы

⁽³⁾ Ө. Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті,
140003, Олжабай батыр көшесі, 60, Павлодар, Қазақстан Республикасы)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: k.syman@mail.ru

Жануар және өсімдік тектес табиғи қосылыстар адам денсаулығын сақтауда және аурулардың алдын алуда маңызды рөл атқарады. Түйе сүті мен шырғанақ *Hippophae rhamnoides* дәстүрлі тағам өнімдері және емдік қасиеттері бар бірегей құрамға ие дәрілік заттар болып табылады. Ғылыми зерттеудің мақсаты, негізгі бағыттары мен идеялары. Бұл жұмыстың мақсаты Нұра ауылы (Іле ауданы) бактериандары мен дромедарларының түйе сүтіндегі табиғи қосылыстарды кешенді зерттеу, сондай-ақ Алматы облысының Нарынқол ауылында (Райымбек ауданы) өсетін ірі жемісті және десертті шырғанақ сорттарының биохимиялық құрамына салыстырмалы талдау жасау болды. Жұмыстың ғылыми және практикалық

маңыздылығының қысқаша сипаттамасы. Ғылыми жаңалық түйе сүтінің (ақуыздар, майлар, лактоза, ақуыз фракциялары, аминқышқылдары) және шырғанақтың (витаминдер, антиоксиданттар, флавоноидтар, каротиноидтар, органикалық қышқылдар, қанттар, серотонин) табиғи қосылыстары туралы түрлік және сорттық ерекшеліктерін ескере отырып, жаңа мәліметтер алу болып табылады. Сүттің химиялық құрамына, ақуыз фракцияларына, аминқышқылдарына талдау жүргізілді. Шырғанақта витаминдер, антиоксиданттар, флавоноидтар, каротиноидтар, органикалық қышқылдар, қанттар, серотонин анықталды. Зерттеу жұмысының негізгі нәтижелері мен талдауы, қорытындылары. Түйе сүтінде негізгі табиғи қосылыстар анықталды: ақуыздар (3,4-5,2%), майлар (5,8-7,3%), лактоза (4,6-5,0%). Электрофорез әдісімен казеин фракциялары (α_s , β , χ , γ) және сарысу ақуыздары (иммуноглобулиндер, сарысу альбумині, α -лактальбумин, лактоферрин, лизоцим) анықталды. Аминқышқылдық талдау алмастырылмайтын аминқышқылдарының жоғары мөлшерін көрсетті (38,56-39,41 г/100 г ақуыз). Шырғанақта С дәруменінің (297 мг/100 г дейін), Е дәруменінің (6,9-8,3 мг/100 г), А дәруменінің (каротиноидтар түрінде 55,3 мг/100 г дейін); флавоноидтардың (265-346 мг/100 г); фенолдық қосылыстардың (600-795 мг/100 г); каротиноидтардың (20,0-55,3 мг/100 г); органикалық қышқылдардың (1,5-3,2%); қанттардың (9,6-15,0%); серотониннің (0,8-1,2 мг/100 г) жоғары мөлшері анықталды. Ірі жемісті шырғанақта (каротиноидтардың, қанттардың жоғары мөлшері) және десертті түрінде (С дәруменінің жоғары мөлшері, теңдестірілген қант-қышқыл индексі) сорттары арасындағы айырмашылықтар анықталды. Жүргізілген зерттеудің құндылығы. Алғаш рет түйе сүті мен теңіз шырғанағының табиғи қосылыстарына олардың жинақталуының түрлік және сорттық ерекшеліктерін анықтай отырып, егжей-тегжейлі талдау жүргізілді. Жұмыс нәтижелерінің практикалық маңызы. Нәтижелерді функционалды тағам өнімдері мен биологиялық белсенді қоспаларды әзірлеу кезінде қолдануға болады.

Негізгі сөздер: табиғи қосылыстар, түйе сүті, ақуыздар, казеин, лактоферрин, лизоцим, аминқышқылдары, шырғанақ, дәрумендер, флавоноидтар, каротиноидтар, серотонин, омега-май қышқылдары.

ПРИРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРОДУКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

¹К.Ж. СЫМАН*, ²А.Ж. БЕРДЕНКУЛОВА, ³Г.К. ТУЛИНДИНОВА,
²Р.Б. ЖАНДАВЛЕТОВА, ³Н.П. КОРОГОД

(¹ Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
050010, пр. Достык, 13, Алматы, Республика Казахстан

² Кызылординский университет имени Коркыт Ата, 120014, ул. Айтеке би, 29А,
Кызылорда, Республика Казахстан

³ Павлодарский педагогический университет имени Алькея Маргулана,
140003, ул. Олжабай батыра, 60, Павлодар, Республика Казахстан)
Электронная почта автора-корреспондента: k.syman@mail.ru*

Природные соединения животного и растительного происхождения играют ключевую роль в поддержании здоровья человека и профилактике заболеваний. Верблюжье молоко и облепиха *Hippophae rhamnoides* являются традиционными продуктами питания и лекарственными средствами, обладающими уникальным составом и терапевтическими свойствами. Целью данной работы явилось комплексное исследование природных соединений верблюжьего молока бактрианов и дромедаров из с. Нура (Илийский район), а также сравнительный анализ биохимического состава крупноплодных и десертных сортов облепихи из высокогорного района с. Нарынкол (Райымбекский район) Алматинской области. Научная новизна заключается в получении новых данных о природных соединениях верблюжьего молока (белки, жиры, лактоза, белковые фракции, аминокислоты) и облепихи (витамины, антиоксиданты, флавоноиды, каротиноиды, органические кислоты, сахара, серотонин, омега-жирные кислоты) с учетом видовых и сортовых особенностей. Проведен анализ химического состава, белковых фракций, аминокислот молока. В облепихе определяли витамины, антиоксиданты, флавоноиды, каротиноиды, органические кислоты, сахара, серотонин. В верблюжьем молоке идентифицированы основные природные соединения: белки (3,4-5,2%), жиры (5,8-7,3%), лактоза (4,6-5,0%). Методом электрофореза выявлены фракции казеина (α_s , β , χ , γ) и сывороточные белки (иммуноглобулины, сывороточный альбумин, α -лактальбумин, лактоферрин, лизоцим). Аминокислотный анализ показал высокое содержание незаменимых аминокислот (38,56-39,41 г/100 г белка). В облепихе установлено высокое содержание витаминов С (до 297 мг/100г), Е (6,9-8,3 мг/100г),

А (в виде каротиноидов до 55,3 мг/100г); флавоноидов (265-346 мг/100г); фенольных соединений (600-795 мг/100г); каротиноидов (20,0-55,3 мг/100г); органических кислот (1,5-3,2%); сахаров (9,6-15,0%); серотонина (0,8-1,2 мг/100г). Выявлены различия между крупноплодными (высокое содержание каротиноидов, сахаров) и десертными (высокое содержание витамина С, сбалансированный сахаро-кислотный индекс) сортами. Впервые проведен детальный анализ природных соединений верблюжьего молока и облепихи с выявлением видовых и сортовых особенностей их накопления. Результаты могут быть использованы при разработке функциональных продуктов питания и биологически активных добавок.

Ключевые слова: природные соединения, верблюжье молоко, белки, казеин, лактоферрин, лизоцим, аминокислоты, облепиха, витамины, флавоноиды, каротиноиды, серотонин, омега-жирные кислоты.

Introduction

Natural compounds of animal and plant origin are an inexhaustible source of biologically active substances necessary for maintaining human health and preventing various diseases. Among products of animal origin, camel milk holds a special place – a traditional food product of the peoples of Kazakhstan and Central Asia, possessing a unique composition and medicinal properties [1-5]. Among plant sources, sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*), widely distributed in Kazakhstan, including in the highland regions of the Almaty region (village of Narynkol, Raiymbek District), and long used in folk medicine, deserves special attention [6-17].

Camel milk contains a unique complex of natural compounds that distinguish it from the milk of other farm animals. Sea buckthorn is a powerful natural source of various biologically active substances, the composition of which varies depending on the variety. The aim of this work is a detailed analysis of the natural compounds of camel milk and sea buckthorn, with an emphasis on their qualitative and quantitative composition.

Materials and methods

The objects of the study were 30 samples of camel milk (*Bactrian and Dromedary*) from the village of Nura, Ili District, Almaty Region, as well as samples of *Hippophae rhamnoides* (sea buckthorn) collected in the village of Narynkol, Raiymbek District, Almaty Region.

Milk was collected during the active lactation period (June–August). Sea buckthorn fruits were collected at the stage of full biological maturity. All studies were performed in triplicate.

Camel milk sampling was carried out into sterile containers. Transportation was carried out at a temperature of +4 °C. Analysis was performed within 24 hours after collection. Before analysis, samples were homogenized. If necessary, centrifugation was performed to separate the fat phase.

Sea buckthorn fruits were cleaned of impurities, washed with distilled water, and dried at a temperature not exceeding 40 °C to constant weight. Samples were ground to a powdery state.

Determination of the chemical composition of camel milk. The mass fraction of protein was determined by the Kjeldalhi method in accordance with GOST 23327-98. Results were expressed as percentages.

The mass fraction of fat was determined by the acid-butyrometric method (Gerber method). Lactose was determined by the refractometric method. Fractional composition of proteins. Casein was isolated from milk by isoelectric precipitation at pH 4,6.

Fractional composition was determined by polyacrylamide gel electrophoresis. The α -, β -, χ -, and γ -fractions of casein were isolated. Whey proteins were studied after separation of the casein fraction. Identification was carried out by comparison with marker proteins. Amino acid composition. Proteins were subjected to acid hydrolysis (6N HCl, 110°C, 24 hours).

Quantitative determination of amino acids was carried out by ion exchange chromatography. Results were expressed in g/100 g protein. The content of macro- and microelements was determined by atomic absorption spectrophotometry after sample mineralization.

Methods for studying sea buckthorn. Vitamin C was determined by the titrimetric method.

Tocopherols and carotenoids were determined by the spectrophotometric method.

Flavonoids and phenolic compounds were determined by the Folin–Ciocalteu method and the complexation method with aluminum chloride.

Antioxidant activity was assessed spectrophotometrically. Organic acids and sugars were determined by high-performance liquid chromatography. The sugar-acid index was calculated as the ratio of the sum of sugars to the sum of organic acids.

The fatty acid composition of sea buckthorn oil was determined by gas chromatography.

Statistical analysis. Results are presented as mean value and standard deviation ($M \pm SD$). Statistical significance of differences was determined using Student's t-test. Differences were considered significant at $p < 0,05$.

Results and discussion

Natural compounds of camel milk. Basic nutrients (macronutrients). Camel milk contains a

complex of basic nutrients, the quantitative content of which varies depending on the animal species (Table 1).

Table 1. Content of basic nutrients in camel milk (%)

Indicator	Bactrian	Dromedary
Proteins	4,0-4,1 (up to 5,2 in bulk)	3,2-3,4 (up to 4,2 in bulk)
Fats	6,2-6,6 (up to 7,3 in bulk)	5,3-5,6 (up to 6,9 in bulk)
Lactose	4,6	4,6

Camel milk proteins are represented by complete proteins containing the full spectrum of essential amino acids. The protein content in Bactrian milk (4,0-4,1%) is higher than in Dromedary milk (3,2-3,4%), which corresponds to literature data on the higher nutritional value of Bactrian milk [1]. In bulk milk, the protein content reaches 5,2% in Bactrians and 4,2% in Dromedaries, which is associated with the presence of highly productive animals in the herd and the characteristics of the lactation period [2-4].

Camel milk fats are characterized by a high content (5,8-7,3%), significantly exceeding that of cow's milk (3,5-4,5%). Camel milk fat contains valuable fatty acids, including polyunsaturated ones, and is characterized by small fat globules, which facilitates its absorption. Bactrian milk contains more fat (6,2-6,6%) than Dromedary milk (5,3-5,6%), and in bulk milk these indicators reach 7,3% and 6,9%, respectively.

Lactose is the main carbohydrate in camel milk. Its content (4,6%) is close to that of cow's milk (4,7-4,9%). An important feature is the absence of β -lactoglobulin, the main allergenic protein in cow's milk, which makes camel milk a hypoallergenic product [18-23].

Protein fractions. Camel milk proteins are represented by two main groups: caseins (80-85% of total protein) and whey proteins (15-20%). The casein complex of camel milk is characterized by high heterogeneity. Using agar gel electrophoresis, casein was separated into 10 fractions with the following quantitative content: α s-casein – 39,7%, β -casein – 36,9%, χ -casein – 20,6%, γ -casein – 2,9% [18].

Polyacrylamide gel electrophoresis revealed significantly higher heterogeneity of the casein complex and interspecific differences. Bactrian milk casein was separated into 21 fractions, including:

β -casein – 9 fractions (Rf 0,05-0,39), total content 32,5%.

α s-casein – 7 fractions (Rf 0,45-0,70), total content 42,2%.

χ -casein – 3 fractions (Rf 0,72-0,82), total content 19,7%.

γ -casein – 2 fractions (Rf 0,97-0,98), total content 5,6%.

Dromedary milk casein was separated into 17 fractions (4 fractions less), indicating breed differences in protein composition [19, 20].

Whey proteins of camel milk are represented by 8-9 fractions. Using marker proteins, the following were identified:

Immunoglobulins (Rf 0,09-0,11) – provide immunological protection.

Serum albumin (Rf 0,15-0,18) – transport function.

α -lactalbumin (Rf 0,92-0,93) – participates in lactose synthesis.

Lactoferrin – an iron-binding glycoprotein with antimicrobial, antiviral, immunomodulatory, and antitumor activity. The content of lactoferrin in camel milk (0,02-2,1 g/L) is higher than in cow's milk (0,02-0,5 g/L), which gives it unique therapeutic properties [5,18].

Lysozyme – an enzyme that destroys bacterial cell walls, providing bactericidal properties of milk. The content of lysozyme in camel milk (0,00015-0,005 g/L) is significantly higher than in cow's milk (trace amounts) [20].

Lactoperoxidase – an enzyme with antibacterial properties, part of the body's natural defense system.

Whey proteins also show interspecific differences: 9 fractions were identified in Bactrian milk, and 8 fractions in Dromedary milk [18-20].

Amino acid composition. Amino acid analysis showed a high content of essential amino acids in camel milk proteins (Table 2).

Table 2. Amino acid composition of camel milk proteins (g/100 g protein)

Amino Acid	Casein	Whey Proteins
Lysine	6,67	6,89
Threonine	5,59	5,77
Valine	6,30	6,42
Methionine	2,92	2,87
Isoleucine	4,67	4,65
Leucine	8,41	8,66
Phenylalanine	3,09	3,04
Tryptophan	1,18	1,18
Essential amino acids (sum)	38,56	39,41
Histidine	2,67	2,70
Arginine	3,79	3,81
Partially essential (sum)	6,46	6,51
Aspartic acid	6,24	6,14
Serine	6,19	5,69
Glutamic acid	13,30	6,14
Proline	5,80	5,38
Glycine	3,80	3,30
Tyrosine	2,30	2,20
Non-essential (sum)	43,59	40,97

Camel milk contains a complex of macro- and microelements: calcium (120-150 mg/100g), phosphorus (80-110 mg/100g), potassium (150-180 mg/100g), sodium (50-70 mg/100g), magnesium (10-15 mg/100g), iron (0,2-0,5 mg/100g), zinc (0,4-0,6 mg/100g), copper, manganese, selenium. A special feature is the high content of iron and zinc in a readily available form [18].

The vitamin composition includes vitamins A (0,03-0,05 mg/100g), E (0,1-0,2 mg/100g), C (5-10 mg/100g), B1 (0,05 mg/100g), B2 (0,06-0,18

mg/100g), B12, PP. The vitamin C content in camel milk (up to 10 mg/100g) is significantly higher than in cow's milk (1-2 mg/100g) [20].

As a result of a comparative study of large-fruited and dessert varieties of sea buckthorn from the village of Narynkol, a high content and significant variability of natural compounds were found depending on the variety.

Sea buckthorn is a multivitamin plant containing a complex of water- and fat-soluble vitamins (Table 3).

Table 3. Vitamin content in fruits of different sea buckthorn varieties (mg/100g)

Vitamin	Large-fruited varieties <i>Velikan</i>	Dessert varieties <i>Lyubimaya</i>
Vitamin C (ascorbic acid)	82-156	up to 297
Vitamin E (tocopherols)	6,9-8,3	7,0-8,0
Carotenoids (provitamin A)	20,0-55,3	10,7-25,0
Vitamin K	0,8-1,2	0,8-1,0
B vitamins: B1 (thiamine)	0,03-0,05	0,03-0,05
B2 (riboflavin)	0,04-0,06	0,04-0,06
B6 (pyridoxine)	0,7-0,8	0,7-0,8
B9 (folates)	0,02-0,03	0,02-0,03

Vitamin C is the dominant vitamin in sea buckthorn. The ascorbic acid content varies from 82 to 297 mg/100g, which significantly exceeds that of lemon (40-50 mg/100g) and most other fruit and berry crops [12]. The highest vitamin C content (up to 297 mg/100g) was noted in dessert varieties [8]. The high vitamin C content determines the immunomodulatory, antioxidant, and general strengthening properties of sea buckthorn.

Vitamin E (tocopherols) is represented by a

complex of isomers with antioxidant activity. The vitamin E content in sea buckthorn fruits is 6,9-8,3 mg/100g, making sea buckthorn one of the richest plant sources of this vitamin [13].

Tocopherols protect cell membranes from oxidative damage and participate in the regulation of reproductive function.

Carotenoids (provitamin A) are a group of fat-soluble pigments that give sea buckthorn fruits their characteristic orange color. The carotenoid content

varies from 10,7 to 55,3 mg/100g, with large-fruited varieties characterized by maximum accumulation of carotenoids (55,3 mg/100g) [8]. The main carotenoids of sea buckthorn are β -carotene, γ -carotene, lycopene, zeaxanthin, and lutein. Carotenoids possess antioxidant properties, are precursors of vitamin A,

and support vision and immunity.

Phenolic compounds are one of the most important groups of biologically active substances in sea buckthorn, determining its antioxidant, anti-inflammatory, and capillary-strengthening properties (Table 4).

Table 4. Content of phenolic compounds in sea buckthorn fruits (mg/100g)

Compound group	Large-fruited varieties <i>Velikan</i>	Dessert varieties <i>Lyubimaya</i>
Flavonoids (sum)	265-320	300-346
- including quercetin	45-60	50-70
- including isorhamnetin	80-100	90-120
- including kaempferol	30-40	35-45
Phenolic acids	105-150	130-170
Total phenolic compounds	600-720	650-795

Flavonoids are represented by glycosides of quercetin, isorhamnetin, and kaempferol. The flavonoid content varies from 265 to 346 mg/100g, with dessert varieties characterized by higher values [12]. Sea buckthorn flavonoids exhibit vitamin P activity, strengthen capillary walls, and have antioxidant, anti-inflammatory, and choleretic effects.

Phenolic acids (caffeic, ferulic, salicylic, ellagic) are present in amounts of 105-170 mg/100g and possess antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties [14].

The antioxidant activity of sea buckthorn fruits, correlating with the content of phenolic compounds and vitamin C, varies depending on the variety. Varieties with a high content of vitamin C and flavonoids exhibit the highest antioxidant activity. It was found that the antioxidant activity of alcohol fractions is 1,3-1,7 times higher than that of aqueous fractions [14].

The carbohydrate-acid complex determines the taste qualities of the fruits and their nutritional value (Table 5).

Table 5. Sugar and organic acid content in sea buckthorn fruits (%)

Indicator	Large-fruited varieties <i>Velikan</i>	Dessert varieties <i>Lyubimaya</i>
Total sugars	9,6-15,0	8,0-12,0
- fructose	4,5-7,0	4,0-6,0
- glucose	4,0-6,5	3,5-5,5
- sucrose	1,0-1,5	0,5-1,0
Organic acids 1	1,5-2,5	2,0-3,2
Sugar-acid index	3,8-6,0	2,5-4,0

Sugars are represented mainly by fructose and glucose, the content of which varies from 8,0 to 15,0% [13]. Large-fruited varieties are characterized by a higher sugar content (9,6-15,0%), which determines their sweet taste and suitability for processing.

Organic acids (malic, citric, oxalic, succinic, quinic) are present in amounts of 1,5-3,2%. Dessert varieties are distinguished by a higher content of organic acids (2,0-3,2%), which, combined with an optimal sugar content, provides a balanced sweet-sour taste and a high sugar-acid index – an important indicator of the taste qualities of the fruit [8].

Sea buckthorn oil is a unique product containing a complex of fatty acids and fat-soluble biologically active substances.

A unique feature of sea buckthorn is the presence in the fruits of serotonin (5-hydro-

xytryptamine), a neurotransmitter known as the "happiness hormone". The serotonin content is 0,8-1,2 mg/100g [7]. Serotonin regulates emotional state, appetite, sleep, and participates in the regulation of vascular tone and intestinal peristalsis. The presence of serotonin determines the mild antidepressant effect of sea buckthorn products.

Sea buckthorn contains a complex of macro- and microelements (mg/100g): potassium (150-200), calcium (20-30), magnesium (25-35), phosphorus (15-25), iron (1-2), zinc (0,5-1,0), copper (0,1-0,2), manganese (0,3-0,5), boron (0,1-0,2) [13].

The conducted studies revealed clear differences in the accumulation of natural compounds between large-fruited and dessert varieties of sea buckthorn (Table 6).

Table 6. Comparative characteristics of natural compounds in large-fruited and dessert sea buckthorn varieties

Natural compounds	Large-fruited varieties <i>Velikan</i>	Dessert varieties <i>Lyubimaya</i>
sugars	High content (9,6-15,0%)	Moderate content (8,0-12,0%)
Organic acids	Moderate content (1,5-2,5%)	Increased content (2,0-3,2%)
Sugar-acid index	High (3,8-6,0)	Balanced (2,5-4,0)
Vitamin C	Medium (82-156 mg/100g)	High (up to 297 mg/100g)
Carotenoids	High (20,0-55,3 mg/100g)	Medium (10,7-25,0 mg/100g)
Flavonoids	265-320 mg/100g	300-346 mg/100g
Phenolic compounds	600-720 mg/100g	650-795 mg/100g
Antioxidant activity	High	Very High
Fruit size	Large (1.1-1.4 g)	Medium
Yield	High (up to 5.2 kg/bush)	Medium
Purpose	Processing (juice, oil)	Fresh consumption, functional foods

Large-fruited varieties are characterized by a high content of carotenoids (up to 55,3 mg/100g), sugars (up to 15,0%), large fruits (weight up to 1,4 g), and high yield [8]. These varieties are most suitable for obtaining juice, oil, and various types of processing.

Dessert varieties are distinguished by a high content of vitamin C (up to 297 mg/100g), a balanced sugar-acid index, and an increased content of flavonoids and phenolic compounds, which ensures their high taste qualities and antioxidant activity [8,12,14]. These varieties are optimal for fresh consumption and the production of functional food products aimed at boosting immunity and antioxidant protection.

Conclusion

Camel milk contains a unique complex of natural compounds, including complete proteins with a high content of essential amino acids (38,56-39,41 g/100 g protein), easily digestible fats (5,8-7,3%), lactose (4,6-5,0%), a wide range of protein fractions – caseins (α , β , χ , γ -fractions) and whey proteins (immunoglobulins, serum albumin, α -lactalbumin, lactoferrin, lysozyme, lactoperoxidase) [1-5, 18-20]. Interspecific differences were revealed: Bactrian milk is characterized by a higher content of protein and fat, as well as a larger number of casein fractions (21 versus 17 in Dromedaries) and whey proteins (9 versus 8). The high biological value of camel milk proteins is confirmed by the amino acid score exceeding 100% for six of the eight essential amino acids [22].

Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) is a source of various natural compounds: vitamins (C up to 297 mg/100g, E 6,9-8,3 mg/100g, carotenoids up to 55,3 mg/100g, K, B group), flavonoids (265-346 mg/100g), phenolic compounds (600-795 mg/100g), organic acids (1,5-3,2%), sugars (8,0-15,0%), serotonin (0,8-1,2 mg/100g) [6-10,12-23]. Varietal differences were revealed: large-fruited varieties are characterized by a high content of

carotenoids and sugars, while dessert varieties are characterized by a high content of vitamin C and a balanced sugar-acid index [8,12-14].

The obtained data can be used in the development of functional food products and biologically active supplements based on camel milk and sea buckthorn, considering their species and varietal characteristics.

REFERENCES

1. К.А. Кудабаев, Состав и свойства верблюжьего молока. //Молочная промышленность, по. 3 (2015): 45-48.
2. С.Г. Херасков, Верблюжье молоко и его переработка. Алма-Ата: Кайнар, 1969.
3. С.М. Терентьев, Молочная продуктивность верблюдиц. //Вестник сельскохозяйственной науки, по. 8 (1965): 32-36.
4. А.П. Бестужев, Химический состав молока верблюдиц. //Труды Казахского НИИ животноводства 12 (1968): 78-85.
5. А. Баймуханов, Современное состояние верблюдоводства в Казахстане. //Аграрная наука, по. 5 (2018): 23-27.
6. B.Singh, and K. Peter. "Indian Sea Buckthorn." In New Age Herbs, 29-54. New Delhi: Springer, 2018.
7. О.В. Тринеева, Комплексное исследование содержания и специфического профиля биологически активных веществ плодов облепихи крушиновидной. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016.
8. T.Z. Moskalets, A.H. Vovkohon, N.P. Pelekhaty, O.B. Ovezmyradova, and V.M. Pelekhatyi. "Sea buckthorn: new promising varieties and using their berries for the manufacture of functional products." Ukrainian Journal of Ecology 11, no. 2 (2021): 137-143. https://doi.org/10.15421/2021_90
9. СТ РК 978-2001 «Экстракты из растительного сырья. Технические условия». Астана: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Республики Казахстан, 2001.
10. М.А. Рудая, О.В. Тринеева, А.А. Гудкова, А.И. Сливкин and И.А. Даньшина. Изучение диагностических признаков плодов облепихи различных

сортів. //Фармація 66, no. 7 (2017): 11-15.

11. О.В. Тринеева, А.А. Гудкова, and М.А. Рудая. Применение люминесцентной микроскопии в анализе анатомо-диагностических признаков плодов облепихи крушиновидной. //Разработка и регистрация лекарственных средств 9, no. 1 (2020): 23-28.

12. T. Vdovina, O. Lagus, A. Vinokurov, Z. Aimenova, and A. Sumbembayev. Assessment of Biochemical Composition of Fruits of Hippophae rhamnoides (Elaeagnaceae juss.), Viburnum opulus (Viburnaceae raf.) and Lonicera caerulea subsp. altaica (Caprifoliaceae juss.). Metabolites 15, no. 4 (2025): 256. <https://doi.org/10.3390/metabo15040256>

13. I. Sandu, A. Macari, N. Netreba, O. Boeştean, E. Sandulachi, and I. Dianu. Prospects for using sea buckthorn berries for healthy food production. In Euro-Aliment, 10th ed., 69. Galaţi: Galaţi University Press, 2021.

14. Л.П. Нилова, and С.М. Малютенкова. Антиоксидантные комплексы облепихи крушиновидной (Hippophae rhamnoides L.) Северо-запада России. //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, (2021). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2>

15. О.В. Тринеева, Н.С. Шикунова, А.А. Мальцева, and А.И. Сливкин. Исследование микроскопических признаков высушенных плодов облепихи крушиновидной. //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, no. 4 (2014): 135-139.

16. О.В. Тринеева, А.И. Сливкин, and И.А. Самылина. Исследования по разработке проектов фармакопейных статей на плоды и масло облепихи крушиновидной. //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, no. 3 (2016): 126-133.

17. А.С. Никитина, Л.А. Логвиненко, Н.В. Никитина, and С.А. Нигарян. Морфометрическое и гистохимическое исследование травы Melissa лекарственной из коллекции никитского ботанического сада. //Фармация и фармакология 6, no. 6 (2018): 504-534.

18. O.A. Alhaj, and H.A. Al-Kanhal. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. International Dairy Journal 20, no. 12 (2010): 811-821.

19. G. Konuspayeva, B. Faye, and G. Loiseau. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. Journal of Food Composition and Analysis 22, no. 2 (2009): 95-101.

20. E.I. El-Agamy, The challenge of cow milk protein allergy. Small Ruminant Research 68, no. 1-2 (2007): 64-72.

21. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего белка. Москва: Госстандарт России, 1998.

22. L. Zhang, J. Song, L. Kong, et al. The strategies and techniques of drug discovery from natural products. Pharmacology & Therapeutics 216 (2020): 107686. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107686>

23. M. Sorokina, and C. Steinbeck. Review on

natural products databases: where to find data in 2020. Journal of Cheminformatics 12 (2020): 20. <https://doi.org/10.1186/s13321-020-00424-9>

REFERENCES

1. K.A. Kudabaev Sostav i svoistva verbyuzh'ego moloka [Composition and Properties of Camel Milk] // Molochnaya promyshlennost'. – 2015. – No. 3. – P. 45–48. (in Russian).

2. S.G. Kheraskov Verbyuzh'e moloko i ego pererabotka [Camel Milk and Its Processing]. – Alma-Ata: Kainar, 1969. (in Russian).

3. S.M. Terent'ev Molochnaya produktivnost' verbyudits [Milk Productivity of She-Camels] // Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – 1965. – No. 8. – P. 32–36. (in Russian).

4. A.P. Bestuzhev Khimicheskii sostav moloka verbyudits [Chemical Composition of Camel Milk] // Trudy Kazakhskogo NII zhivotnovodstva. – 1968. – Vol. 12. – P. 78–85. (in Russian).

5. A. Baimukhanov Sovremennoe sostoyanie verbyudovodstva v Kazakhstane [Current State of Camel Breeding in Kazakhstan] // Agrarnaya nauka. – 2018. – No. 5. – P. 23–27. (in Russian).

6. B. Singh, Peter K. Indian Sea Buckthorn // In: New Age Herbals. – New Delhi: Springer, 2018. – P. 29–54.

7. O.V. Trineeva Kompleksnoe issledovanie sodержaniya i spetsificheskogo profilya biologicheskii aktivnykh veshchestv plodov oblepikhi krushinovidnoi [Comprehensive Study of the Content and Specific Profile of Biologically Active Substances of Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides) Fruits]. – Voronezh: VSU Publishing House, 2016. (in Russian).

8. T.Z. Moskalets, A.H. Vovkohon, N.P. Pelekhaty, O.B. Ovezmyradova, V.M. Pelekhatyi Sea buckthorn: new promising varieties and using their berries for the manufacture of functional products // Ukrainian Journal of Ecology. – 2021. – Vol. 11. – No. 2. – P. 137–143. https://doi.org/10.15421/2021_90

9. ST RK 978–2001. Ekstrakty iz rastitel'nogo syr'ya. Tekhnicheskie usloviya [Extracts from Plant Raw Materials. Technical Specifications]. – Astana: Committee for Standardization, Metrology and Certification of the Republic of Kazakhstan, 2001. (in Russian).

10. M.A. Rudaya, O.V. Trineeva, A.A. Gudkova, A.I. Slivkin, I.A. Dan'shina Izuchenie diagnosticheskikh priznakov plodov oblepikhi razlichnykh sortov [Study of Diagnostic Characteristics of Sea Buckthorn Fruits of Different Varieties] // Farmatsiya. – 2017. – Vol. 66. – No. 7. – P. 11–15. (in Russian).

11. O.V. Trineeva, A.A. Gudkova, M.A. Rudaya Primenenie lyuminestsentnoi mikroskopii v analize anatomo-diagnosticheskikh priznakov plodov oblepikhi krushinovidnoi [Application of Luminescent Microscopy in the Analysis of Anatomical and Diagnostic Features of Sea Buckthorn Fruits] // Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv. – 2020. – Vol. 9. – No. 1. – P. 23–28. (in Russian).

12. T. Vdovina, O. Lagus, A. Vinokurov, Z. Aimenova, A. Sumbembayev Assessment of Biochemical Composition of Fruits of Hippophae rhamnoides, Viburnum opulus and Lonicera caerulea subsp. altaica // *Metabolites*. – 2025. – Vol. 15. – No. 4. – Article 256. <https://doi.org/10.3390/metabo15040256>
13. I. Sandu, A. Macari, N. Netreba, O. Boeştean, E. Sandulachi, I. Dianu Prospects for using sea buckthorn berries for healthy food production // In: *Euro-Aliment*. 10th ed. – Galaţi: Galaţi University Press, 2021. – P. 69.
14. L.P. Nilova, S.M. Malyutenkova Antioksidantnye komplekсы oblepikhi krushinovidnoi (Hippophae rhamnoides L.) severo-zapada Rossii [Antioxidant Complexes of Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) of the North-West of Russia] // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. – 2021. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2> (in Russian).
15. O.V. Trineeva, N.S. Shikunova, A.A. Mal'tseva, A.I. Slivkin Issledovanie mikroskopicheskikh priznakov vysushennykh plodov oblepikhi krushinovidnoi [Study of Microscopic Features of Dried Sea Buckthorn Fruits] // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*. – 2014. – No. 4. – P. 135–139. (in Russian).
16. O.V. Trineeva, A.I. Slivkin, I.A. Samylina Issledovaniya po razrabotke proektov farmakopeinykh statei na plody i maslo oblepikhi krushinovidnoi [Studies on the Development of Pharmacopoeial Monographs for Sea Buckthorn Fruits and Oil] // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*. – 2016. – No. 3. – P. 126–133. (in Russian).
17. A.S. Nikitina, L.A. Logvinenko, N.V. Nikitina, S.A. Nigaryan Morfometricheskoe i gistokhimicheskoe issledovanie travy melissy lekarstvennoi iz kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada [Morphometric and Histochemical Study of Melissa officinalis Herb from the Collection of the Nikitsky Botanical Garden] // *Farmatsiya i farmakologiya*. – 2018. – Vol. 6. – No. 6. – P. 504–534. (in Russian).
18. O.A. Alhaj, H.A. Al-Kanhal Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk // *International Dairy Journal*. – 2010. – Vol. 20. – No. 12. – P. 811–821.
19. G. Konuspayeva, B. Faye, G. Loiseau The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2009. – Vol. 22. – No. 2. – P. 95–101
20. E.I. El-Agamy The challenge of cow milk protein allergy // *Small Ruminant Research*. – 2007. – Vol. 68. – No. 1–2. – P. 64–72.
21. GOST 23327–98. Moloko i molochnye produkty. Metod izmereniya massovoi doli obshchego belka [Milk and Milk Products. Method for Determination of Total Protein Content]. – Moscow: Gosstandart Rossii, 1998. (in Russian).
22. L. Zhang, J. Song, L. Kong, et al. The strategies and techniques of drug discovery from natural products // *Pharmacology & Therapeutics*. – 2020. – Vol. 216. – Article 107686. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107686>
23. M. Sorokina, C. Steinbeck Review on natural products databases: where to find data in 2020 // *Journal of Cheminformatics*. – 2020. – Vol. 12. – Article 20. <https://doi.org/10.1186/s13321-020-00424-9>

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

М.А. ИОСИФОВ *  , А.М. ТАЕВА  , Г.Д. ШАМБУЛОВА 

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: m1khaylo@mail.ru*

В статье представлены результаты комплексного исследования влияния различных методов термической обработки на качество рыбных полуфабрикатов, изготовленных из малоценных видов рыб. Актуальность работы обусловлена необходимостью рационального использования недостаточно освоенных водных биоресурсов в условиях сокращения запасов ценных промысловых видов, а также расширения ассортимента доступной и функционально полноценной рыбной продукции. Объектом исследования являлись рыбные полуфабрикаты, приготовленные с применением запекания в духовом шкафу, обработки в пароконвектомате, традиционной жарки и варки на пару. Дополнительно изучалось влияние пищевых добавок — экстракта розмарина и цитрата натрия — на антиоксидантные свойства, физико-химические и микробиологические показатели изделий. Оценка качества проводилась по органолептическим показателям (вкус, запах, цвет, консистенция, внешний вид), активности водо- и жирорастворимых антиоксидантов, показателям pH, кислотному числу жира и количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Установлено, что способ термической обработки оказывает существенное влияние на формирование потребительских свойств рыбных полуфабрикатов. Наиболее высокие органолептические оценки получили жареные и запечённые изделия, тогда как минимальные значения характерны для продукции, приготовленной на пару. Использование добавок не привело к улучшению сенсорных характеристик и в ряде случаев сопровождалось их незначительным снижением. Вместе с тем добавки способствовали снижению кислотного числа жира и сохранению жирорастворимых антиоксидантов, что свидетельствует о замедлении окислительных процессов. Микробиологический анализ показал наибольшую эффективность добавок при интенсивных режимах термической обработки.

Ключевые слова: рыбные полуфабрикаты; малоценные виды рыб; термическая обработка; органолептические показатели; физико-химические свойства; антиоксидантные добавки; экстракт розмарина; срок хранения.

ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ МЕН ТАҒАМДЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ БАЛЫҚ ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАРЫНЫҢ ТҰТЫНУШЫЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

М.А. ИОСИФОВ*, А.М. ТАЕВА, Г.Д. ШАМБУЛОВА

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы қ., Толе би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электронды поштасы: m1khaylo@mail.ru

Мақалада құнды емес балық түрлерінен жасалған балық жартылай фабрикаттарының сапасына термиялық өңдеудің әртүрлі әдістерінің әсерін кешенді зерттеу нәтижелері келтірілген. Жұмыстың өзектілігі бағалы кәсіптік балық түрлері қорларының қысқаруы, сондай-ақ қол жетімді және функционалды толыққанды балық өнімдерінің ассортиментін кеңейту жағдайында жеткіліксіз игерілген су биоресурстарын ұтымды пайдалану қажеттілігіне байланысты. Зерттеу нысаны неште пісіру, бу конвектоматында өңдеу, дәстүрлі қуыру және бұмен пісіру арқылы дайындалған балық жартылай фабрикаттары болды. Сонымен қатар, тағамдық қоспалардың — розмарин сығындысы мен натрий цитратының-өнімнің антиоксиданттық қасиеттеріне, физико-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Сапаны бағалау органолептикалық көрсеткіштер (дәмі, иісі, түсі, консистенциясы, сыртқы түрі), суда және майда еритін антиоксиданттардың белсенділігі, pH көрсеткіштері, майдың қышқылдық мөлшері және мезофильді аэробты және факультативті - анаэробты

микроорганизмдердің саны бойынша жүргізілді. Термиялық өңдеу әдісі балық жартылай фабрикаттарының тұтынушылық қасиеттерін қалыптастыруға айтарлықтай әсер ететіні анықталды. Ең жоғары органолептикалық бағалауды қуырылған және пісірілген өнімдер алды, ал минималды мәндер буға пісірілген өнімдерге тән. Қоспаларды қолдану сенсорлық өнімділіктің жақсаруына әкелмеді және кейбір жағдайларда олардың аздап төмендеуімен бірге жүрді. Сонымен қатар, қоспалар майдың қышқылдық мөлшерін азайтуға және майда еритін антиоксиданттардың сақталуына ықпал етті, бұл тотығу процестерінің баяулауын көрсетеді. Микробиологиялық талдау қарқынды термиялық өңдеу режимдерінде қоспалардың ең жоғары тиімділігін көрсетті.

Негізгі сөздер: балық жартылай фабрикаттары; төмен құнды балық түрлері; термиялық өңдеу; органолептикалық көрсеткіштер; физика-химиялық қасиеттері; антиоксидантты қоспалар; розмарин сығындысы; сақтау мерзімі.

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT AND FOOD ADDITIVES ON THE CONSUMER PROPERTIES OF FISH SEMI-FINISHED PRODUCTS

M.A. IOSSIFOV*, A.M. TAYEVA, G.D. SHAMBULOVA

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's e-mail: m1khaylo@mail.ru*

The article presents the results of a comprehensive study of the effect of various heat treatment methods on the quality of semi-finished fish products made from low-value fish species. The relevance of the work is due to the need for rational use of underutilized aquatic biological resources in the context of declining stocks of valuable commercial species, as well as the expansion of the range of affordable and functionally complete fish products. The object of the study was semi-finished fish products prepared by baking in an oven, processing in a steam convection oven, traditional frying, and steaming. In addition, the effect of food additives—rosemary extract and sodium citrate—on the antioxidant properties, physicochemical and microbiological indicators of the products was studied. Quality was assessed based on organoleptic indicators (taste, smell, color, consistency, appearance), the activity of water- and fat-soluble antioxidants, pH, acid value of fat, and the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. It has been established that the heat treatment method has a significant impact on the formation of the consumer properties of semi-finished fish products. Fried and baked products received the highest organoleptic ratings, while steamed products received the lowest ratings. The use of additives did not improve sensory characteristics and in some cases was accompanied by a slight decrease in them. At the same time, additives contributed to a decrease in the acid number of fat and the preservation of fat-soluble antioxidants, which indicates a slowdown in oxidative processes. Microbiological analysis showed that additives were most effective under intensive heat treatment conditions.

Keywords: semi-finished fish products; low-value fish species; heat treatment; organoleptic indicators; physicochemical properties; antioxidant additives; rosemary extract; shelf life.

Введение

Производство рыбных полуфабрикатов занимает важное место в пищевой промышленности, обеспечивая потребительский рынок продукцией высокой пищевой и биологической ценности. Рыбные полуфабрикаты обладают значительным потенциалом для удовлетворения растущего спроса населения на здоровое и сбалансированное питание. Их ценность обусловлена содержанием легкоусвояемого белка, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ.

В условиях сокращения промысловых запасов ценных видов рыб особую актуаль-

ность приобретает использование малоценных и недостаточно освоенных видов водных биоресурсов. Их применение позволяет не только расширить сырьевую базу отрасли, но и создать полуфабрикаты с приемлемыми органолептическими и технологическими свойствами, доступной себестоимостью и высоким пищевым потенциалом. Рациональное использование малоценных видов способствует повышению эффективности переработки водных биоресурсов, снижению отходов и обеспечению продовольственной безопасности [1].

На качество готовых изделий влияет не только вид рыбного сырья, но и выбранный метод термической обработки, который

определяет физико-химические, органолептические и микробиологические показатели, а также срок хранения продукции [2].

Цель исследования заключается в изучении воздействия различных методов термической обработки на органолептические, физико-химические характеристики и срок хранения рыбных полуфабрикатов из малоценных видов рыб.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: провести аналитический обзор особенностей малоценных видов рыбы и обосновать их использование в качестве сырья для производства рыбных полуфабрикатов; рассмотреть методы термической обработки рыбной продукции, охарактеризовать их технологические особенности и влияние на качество сырья; исследовать изменения органолептических и физико-химических свойств рыбных полуфабрикатов, вызванные различными способами термической обработки; установить характер влияния различных методов термической обработки на продолжительность хранения продукции и изменение её качественных характеристик.

Характеристика малоценным видам рыб. По состоянию ихтиофауны малых водоемов Алматинской области (Балхашский водоём) насчитано 21 видов рыб. Одними из самых распространённых можно считать следующие виды: лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), азиатско-европейский карась *Carassius auratus* (Bloch, 1872) [3].

Размеры леща составляют 25–45 см при массе 0,5–1,5 кг. Средняя продолжительность жизни вида достигает 12–14 лет. Лещ характеризуется стайным поведением и относится к бентофагам, потребляющим донные организмы [4].

У карася наблюдается гиногенетическая форма размножения: популяции могут состоять исключительно из самок, которые инициируют развитие икры при нересте с самцами других карповых видов (таких как сазан, золотой карась или линь). Продолжительность жизни достигает 14–15 лет, при средней — около 7–10 лет. Максимальная зарегистрированная длина тела — около 45 см, масса может превышать 1 кг [5].

Плотва относится к отряду карпообразных. По строению у плотвы удлинённое туловище. Длина может достигать 30 см, масса до 2 кг. Спина окрашена в чёрный цвет, а бока и брюшко имеют серебристый цвет. Тело

покрыто циклоидной чешуей. Отличительная черта плотвы — радужная оболочка глаза с оранжевой окраской и красным пятном в её верхней части [6].

Методы термической обработки. В технологии производства рыбных изделий широко применяются различные методы термической обработки, оказывающие существенное влияние на формирование потребительских и качественных характеристик готовой продукции. Выбор способа теплового воздействия определяет изменения структуры, консистенции и сочности изделия.

Жарка — традиционный вид термообработки продукта, смысл которого заключается в обжаривании продукта в малом количестве масла. Варка на водяной бане также является одним из традиционных видов термообработки, при котором на продукт воздействуют водяным паром. Является более щадящим методом обработки.

Запекание — это термическая обработка горячим воздухом в духовом шкафу. По сравнению с варкой в воде, при этом виде термической обработки готовая продукция имеет более нежную консистенцию из-за низких потерь сока и жира [7].

Один из видов технологического оборудования это пароконвектомат, который способен работать в разных режимах: режим «конвекция» — нагрев за счёт воздушных ТЕНов, «Конвекция + пар» — это нагрев за счёт одновременной работы воздушных ТЭНов и водяного пара, и др [8].

В связи с этим возникает необходимость комплексного изучения влияния различных методов термической обработки на качество рыбных полуфабрикатов из малоценных видов рыбы.

Пищевые добавки. Антиоксиданты — это вещества, которые ингибируют окисление ненасыщенных жирных кислот и препятствуют ухудшению качества пищевых продуктов. Использование антиоксидантов позволяет исключить окисление в продуктах питания и следственно продлить срок хранения [9].

Экстракт розмарина характеризуется высокой антиоксидантной активностью, что обусловлено значительным содержанием фенольных соединений. Наличие данных соединений определяет выраженные антиоксидантные и антимикробные свойства экстракта, что свидетельствует о перспективности его применения в технологии пищевых продуктов в качестве натурального консерванта [10].

Цитрат натрия оказывает влияние на регуляцию кислотности пищевого сырья, обеспечивая смещение pH в зону, благоприятную для структурных изменений белковых компонентов. Это способствует усилению их гидратации и повышению способности системы удерживать влагу. Его использование обусловлено необходимостью стабилизации функционально-технологических свойств продукции [11].

Материалы и методы

Объектом исследования послужили рыбные изделия, обработанные различными видами термической обработки такими как: запекание в духовом шкафу, обработка в пароконвектомате, традиционная жарка и варка на водяной бане. А также влияние пищевых добавок на антиоксидантные свойства изделий.

Рыбные полуфабрикаты хранили при температуре +5 °C в течение 7 суток в герметичных пищевых контейнерах. Такой режим обеспечивал минимизацию микробиологических и окислительных процессов и позволял сохранить исходные свойства сырья. После хранения полуфабрикаты подвергались различными способами термической обработки.

Один из образцов готовили в духовом шкафу при температуре 200 °C в течение 20 минут до равномерного пропекания и образования лёгкой румяной корочки. Готовность контролировалась визуально и по внутренней температуре продукта, которая не должна была быть ниже 72 °C.

Другой образец обрабатывали в комбинированном режиме конвекции и пара при температуре 180 °C с влажностью 40 % на протяжении 18 минут. Такой способ позволял снизить пересушивание изделия и сохранить его сочность благодаря более мягкому воздействию тепла.

Жарку полуфабрикатов проводили на растительном масле при температуре 170–180 °C по 5 минут с каждой стороны до образования золотистой корочки, при этом готовность определяли также визуально.

Приготовление на пару осуществлялось при температуре 100 °C в течение 20 минут. Этот метод минимально воздействует на

продукт механически и термически, что способствует сохранению влаги, хотя цвет и внешний вид изделия формируются менее выражено.

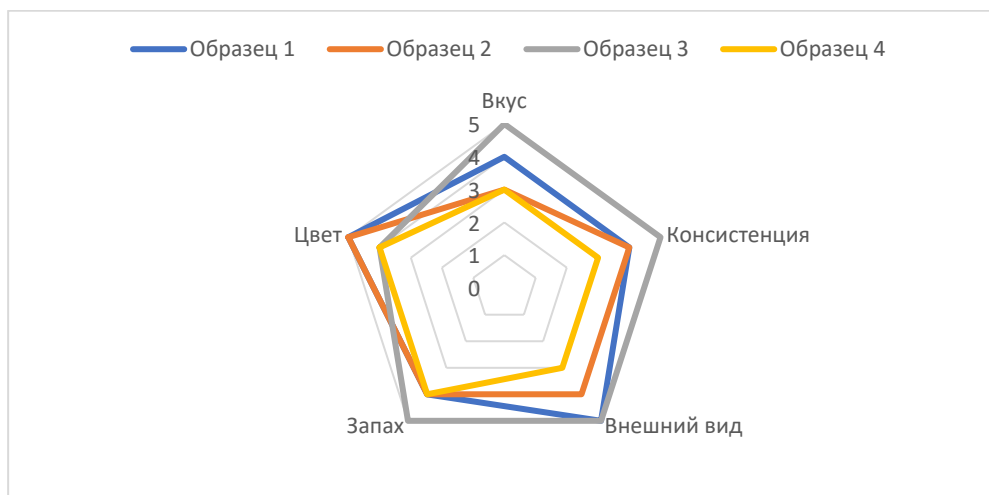
Образцы были отобраны и доставлены в лабораторию, где проводились испытания согласно требованиям ГОСТ Р 54037-2010, ГОСТ Р 55480-2013, ГОСТ 10444.15-94. Определялись водорастворимые и жирорастворимые антиоксиданты, водородный показатель (pH) а также количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [12-14].

Органолептическую оценку рыбных изделий проводили по основным сенсорным показателям: вкус, запах, цвет, консистенция и внешний вид. Испытания выполняли дегустационной комиссией в составе 5–7 человек. Перед оценкой изделия охлаждали до температуры подачи 20–22 °C. Каждый образец предъявляли экспертам в закодированном виде, без указания способа обработки и наличия добавок, что исключало субъективное влияние.

Оценивание проводили по пятибалльной шкале, где 5 — показатель, соответствующий высокому качеству, 3 — удовлетворительному уровню, 1–2 — выраженные недостатки. Каждый проверяющий выставлял индивидуальные оценки, после чего рассчитывали среднее значение по каждому показателю для образцов с добавками и без. Результаты использовали для сравнительного анализа влияния добавок и способов термической обработки на органолептические свойства изделий [15].

Результаты и их обсуждение

По результатам органолептической оценки рыбных изделий без добавок получили следующие показатели: наиболее высокую среднюю оценку получили жареные изделия 4,8 балла. Запечённые изделия характеризовались несколько более низким уровнем органолептических показателей 4,4 балла. Изделия, приготовленные в пароконвектомате, получили среднюю оценку 4,0 балла, тогда как минимальные значения отмечены у изделий, приготовленных на пару 3,4 балла. Полученные результаты отражены на рисунке 1.

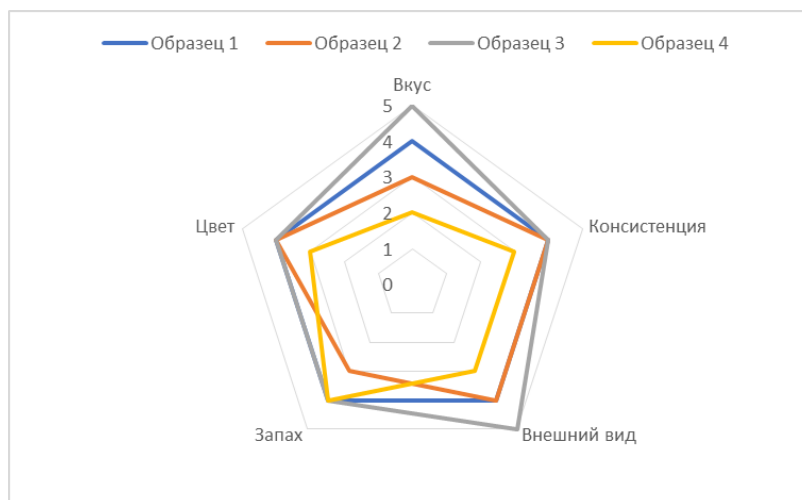


Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 1. Сравнительный анализ органолептических свойств рыбных изделий без добавок

В целом добавки не улучшили органолептические свойства изделий и в некоторых случаях привели к их небольшому снижению. Наиболее стабильными к воздействию добавок оказались жареные и запечённые изделия,

тогда как паровые технологии (пароконвектомат и приготовление на пару) проявили большую чувствительность: вкусовое восприятие и внешний вид ухудшились сильнее.



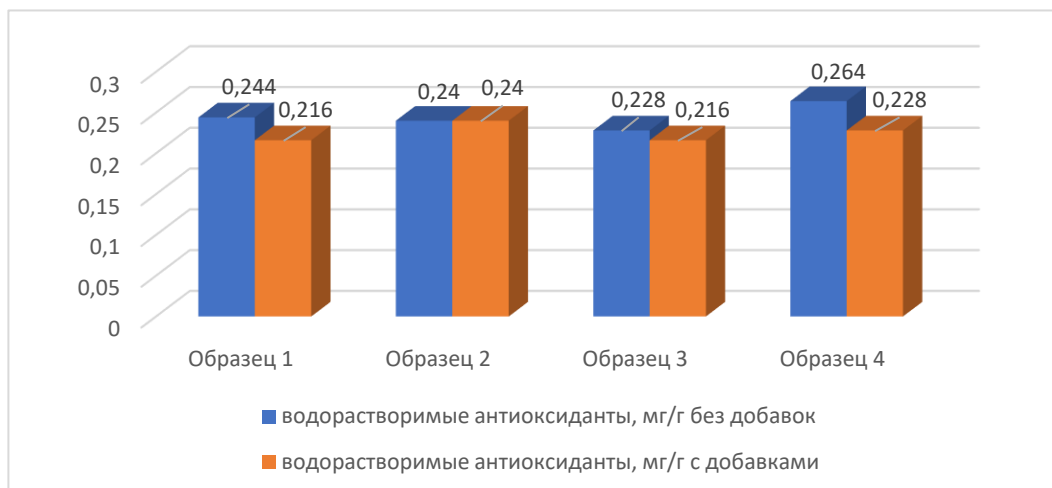
Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 2. Сравнительный анализ органолептических свойств рыбных изделий с добавками

По итогам органолептической оценки изделий с цитратом натрия и экстрактом розмарина получили следующие значения. Наблюдается снижение суммарных органолептических показателей. Средняя оценка жареных изделий составила 4,4 балла, запечённых 4,0 балла, изделий, приготовленных в пароконвектомате 3,6 балла, а изделий, приготовленных на пару 3,0 балла.

Снижение органолептической оценки по

сравнению с контрольными образцами составило 0,4 балла для жареных и запечённых изделий и 0,4 балла для изделий, приготовленных в пароконвектомате и на пару, что отражено на рисунке 2. Наиболее выраженное снижение показателей отмечено у изделий, приготовленных на пару, что может быть связано с меньшей интенсивностью вкусоароматических характеристик и цвета при щадящем режиме термической обработки.

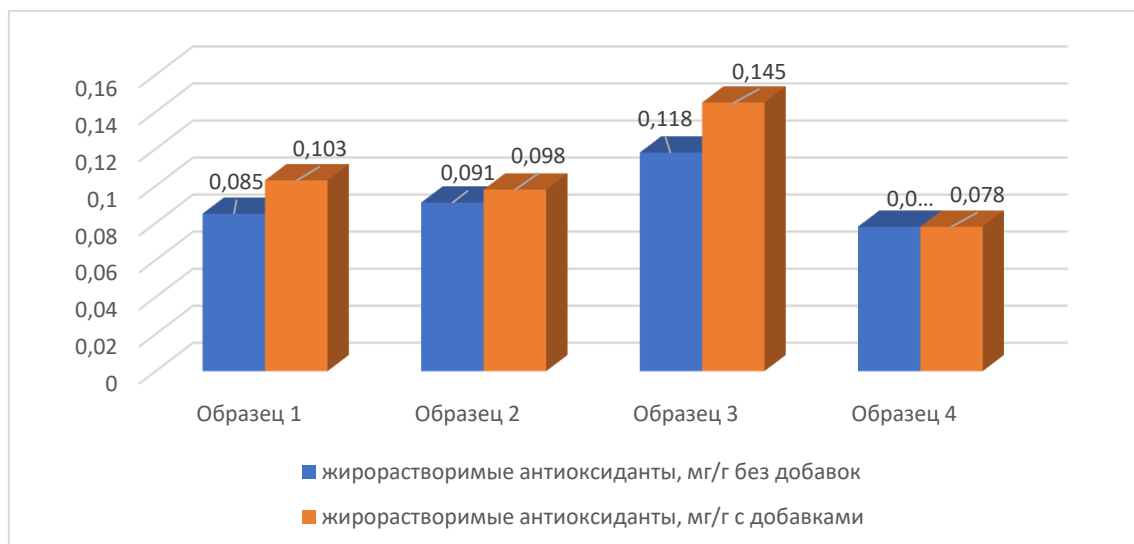


Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 3. Активность водорастворимых антиоксидантов рыбных изделий, приготовленных с использованием различных видов термической обработки.

Содержание водорастворимых антиоксидантов в образцах после термообработки различается в зависимости от способа приготовления. В большинстве случаев в изделиях с добавками значения несколько ниже, что связано с частичным разрушением или вымы-

ванием водорастворимых соединений при нагреве. Интенсивные методы обработки такие как запекание и жарка приводят к большему снижению показателей, более щадящие – к меньшим изменениям.

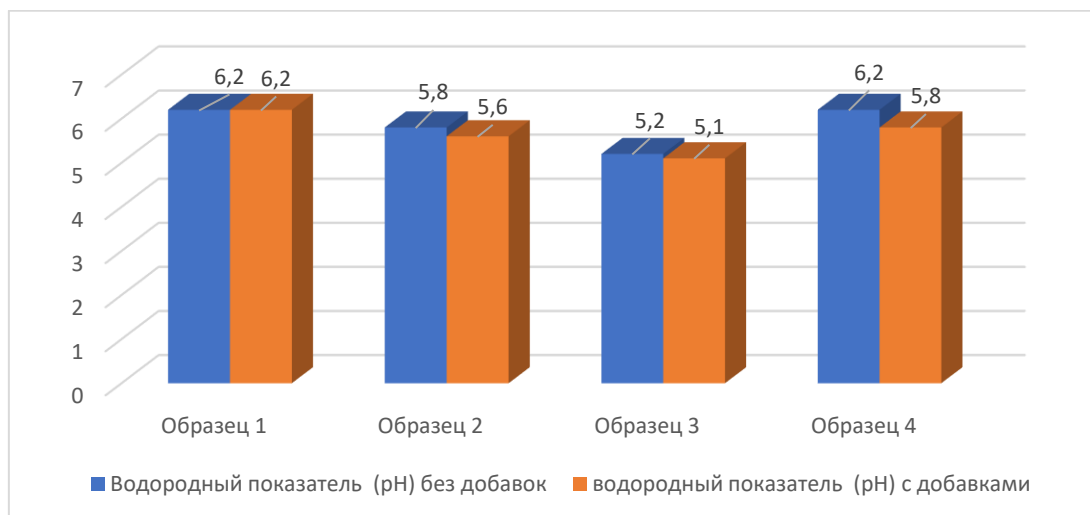


Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 4. Активность жирорастворимых антиоксидантов рыбных изделий, приготовленных с использованием различных видов термической обработки.

Жирорастворимых антиоксидантов в образцах с добавками в большинстве случаев выше, чем в образцах без добавок. Это объясняется тем, что соединения экстракта розмарина лучше сохраняются в липидной среде и проявляют более выраженную антиокси-

дантную активность при термической обработке, особенно при жарке и запекании. В отдельных случаях значения совпадают, что связано с меньшей чувствительностью жирорастворимых антиоксидантов к мягким режимам приготовления [16].

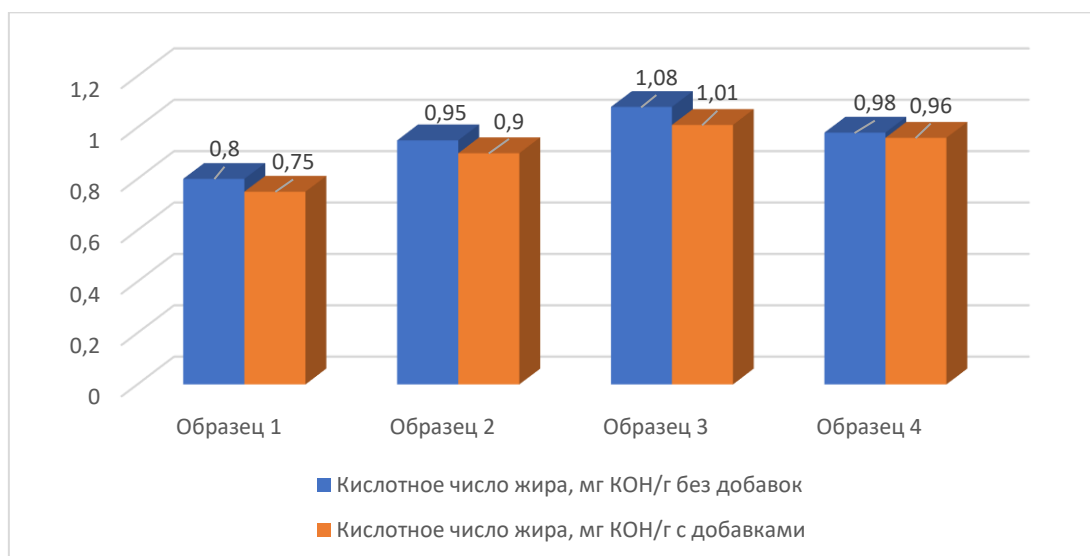


Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 5. Водородный показатель рыбных изделий, приготовленных с использованием различных видов термической обработки.

Значения водородного показателя (pH) в образцах с добавками незначительно снижаются по сравнению с контролем, за исключением запечённых изделий, где значения совпадают. Такое уменьшение pH связано

с влиянием прежде всего экстракта розмарина. Наиболее заметное снижение наблюдается при приготовлении на пару из-за мягких условий обработки, при которых кислотные компоненты добавки сохраняются лучше.

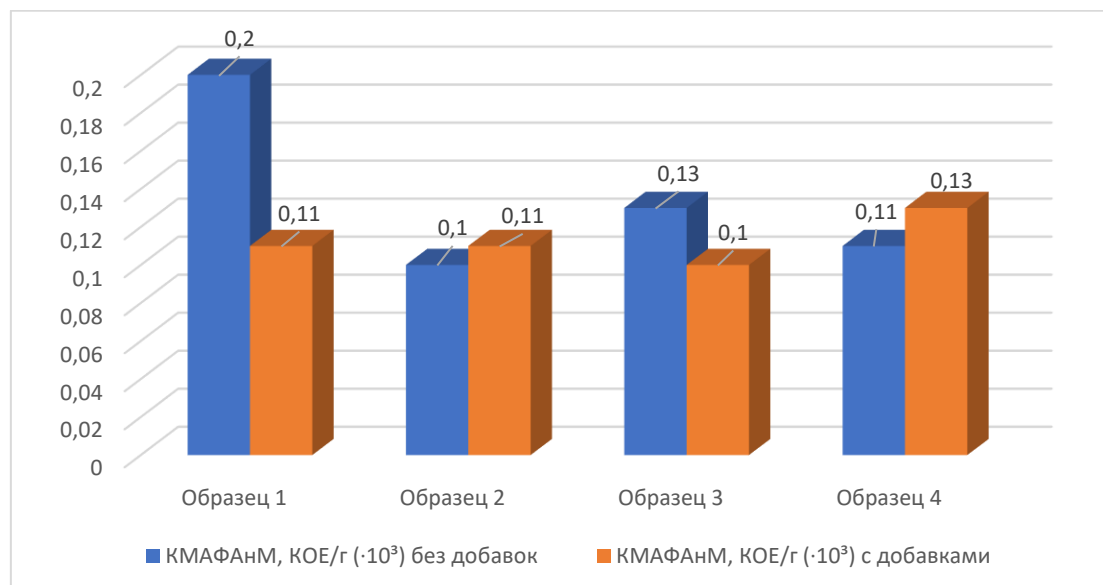


Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 6. Кислотное число рыбных изделий, приготовленных с использованием различных видов термической обработки.

Кислотное число жира во всех образцах с добавками немного ниже по сравнению с контролем. Это свидетельствует о меньшей интенсивности гидролиза липидов и снижении накопления свободных жирных кислот. До-

бавки, особенно экстракт розмарина, замедляют процессы окисления и распада жиров, поэтому кислотное число уменьшается независимо от способа термической обработки.



Образец 1 – запечённые рыбные изделия; образец 2 – рыбные изделия, приготовленные в пароконвектомате; образец 3 – рыбные изделия жареные; образец 4 – рыбные изделия, приготовленные на пару.

Рисунок 7. Микробиологические показатели рыбных изделий, приготовленных с использованием различных видов термической обработки.

В запечённых и жареных изделиях показатели КМАФАнМ ниже при использовании добавок. Эти способы обработки отличаются более высокой температурой и меньшей влажностью, поэтому антиоксидантные и антимикробные компоненты экстракта розмарина проявляют себя эффективнее и дополнительно снижают уровень остаточной микрофлоры.

Напротив, в изделиях из пароконвектомата и приготовленных на пару показатели слегка выше, чем в контроле. Мягкие режимы с высокой влажностью снижают выраженность антимикробного действия добавок: частично компоненты могут переходить в конденсат, а выживаемость микрофлоры в таких условиях выше. Поэтому разница менее выражена и в некоторых случаях наблюдается небольшое повышение значений.

Заключение

В результате проведённого исследования установлено, что вид термической обработки и использование цитрата натрия и экстракта розмарина по-разному влияют на качество рыбных изделий. Наилучшие органолептические показатели продемонстрировали жареные и запечённые образцы, тогда как изделия, приготовленные на пару, получили минимальные оценки. Добавки не улучшили сенсорные свойства, а в ряде случаев привели к их незначительному снижению, особенно при паровой обработке.

Физико-химический анализ показал, что добавки способствуют сохранению жирорастворимых антиоксидантов и снижению кислотного числа жира, что указывает на замедление окислительных процессов. При этом водорастворимые антиоксиданты сильнее разрушаются при интенсивных режимах нагрева. Активная кислотность образцов с добавками незначительно снижается.

Микробиологические показатели подтверждают эффективность добавок преимущественно в условиях высокой температуры и низкой влажности, тогда как при мягких режимах их антимикробное действие выражено слабее.

Таким образом, применение данных добавок оправдано прежде всего для жареных и запечённых рыбных изделий, где достигается оптимальное сочетание качества, безопасности и стабильности продукта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Racioppo, Angela, Barbara Speranza, Daniela Campaniello, Milena Sinigaglia, Maria Rosaria Corbo, and Antonio Bevilacqua. "Fish Loss/Waste and Low-Value Fish Challenges: State of Art, Advances, and Perspectives." *Foods* 10, no. 11 (2021): 2725. <https://doi.org/10.3390/foods10112725>
2. Bhat, F. Zuhair, D. James Morton, Alaa El-Din A. Bekhit, Sunil Kumar, and Hina F. Bhat. "Thermal Processing Implications on the Digestibility of Meat, Fish and Seafood Proteins." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20, no. 5

(2021): 4519-4547. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12802>.

3. Э.Б. Кожабаяева Состав ихтиофауны малых водоемов Алматинской области (Балхашский бассейн) / Э.Б. Кожабаяева, Ф.Т. Амирбекова, Б.И. Абилов // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2019. – № 3 (102).

4. А.А. Чемагин, Размерно-весовые характеристики леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в условиях Нижнего Иртыша / А.А. Чемагин, Е.Л. Либерман. — Текст: электронный // Современные проблемы науки и образования. — 2017. — № 1. — С. 125. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28401281>

5. Е.Л. Либерман, Некоторые размерно-весовые характеристики массовых видов рыбного населения Нижнего Иртыша / Е.Л. Либерман, А.А. Чемагин. — Текст: электронный // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. — 2017. — № 2. — С. 64–69. — DOI 10.24143/2073-5529-2017-2-64-69. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-raz-merno-vesovye-harakteristiki-massovyh-vidov-rybno-go-naseleniya-nizhnego-irtysha>

6. Д.К. Овчинников, Биологические особенности сибирской плотвы и ее ветеринарно-санитарная оценка / Д.К. Овчинников, В.В. Гречко, Е.Н. Кулинич. — Текст: электронный // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. — 2024. — № 1 (46). — С. 26–33. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-osobennosti-sibirskoy-plotvy-i-ee-veterinarno-sanitarnaya-otsenka>

7. Л.М. Сарлыбаева, Теоретические основы обработки пищевого сырья [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Л.М. Сарлыбаева, А.Н. Аралбаева, 2018. - 288 с.

8. Д.С. Иванов Применение пароконвекционных печей для обеспечения питанием курсантов в Кузбасском институте Федеральной службы исполнения наказаний / Д.С. Иванов // Теория и практика социогуманитарных наук. — 2018. — № 1. — С. 104–110.

9. В.В. Киселёва, Экстракты розмарина — перспективы использования в качестве антиоксидантов / В.В. Киселёва. — Текст : электронный // Пищевая индустрия. — 2017. — № 4 (34). — С. 46. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30280094>

10. С.А. Аль-Сухайми, З.А. Оленева, А.Д. Тошев Оценка антиоксидантной и антимикробной активности экстрактов мяты перечной, имбиря и розмарина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024. Т. 86, № 2. С. 182-188. doi:10.20914/2310-1202-2024-2-182-188

11. И.С. Патракова, Влияние цитрата натрия и пониженного содержания соли на свойства фарша из мяса птицы / И.С. Патракова, В.Д. Логачева. — Текст : электронный Холодильная техника и биотехнологии: сборник тезисов II национальной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 02–04 декабря 2020 года. —

Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. — С. 129–130. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44439164>

12. ГОСТ Р 54037–2010. Продукты пищевые. Методы определения антиоксидантной активности. — Введ. 2012-01-01. — М.: Стандартинформ, 2011.

13. ГОСТ Р 55480–2013. Продукты пищевые. Методы определения содержания антиоксидантов. — Введ. 2015-01-01. — М.: Стандартинформ, 2014.

14. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. — Введ. 1996-01-01. — М.: Издательство стандартов, 1995.

15. ГОСТ 8756.1–2017. Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы органолептической оценки. — Введ. 01.01.2019. — М.: Стандартинформ, 2019.

16. Babiker, E. Elfadil, Y. Fahad Al-Juhaimi, Ebru Sandal Tanriverdi, Mehmet Musa Özcan, Isam A. Mohamed Ahmed, Kashif Ghafoor, and Ibrahim A. Almusallam. “Effect of Rosemary Extracts on Stability of Sunflower Oil Used in Frying.” *Journal of Oleo Science* 69, no. 9 (2020): 985-992.

REFERENCES

1. T.Sh. Sharmanov Pitaniye – vazhneyshiy faktor zdorov'ya cheloveka [Nutrition – the Most Important Factor of Human Health]. – *Almaty: Alash*, 2010. – 11 p. (In Russian).

2. V.M. Zimnyakov Sostoyaniye proizvodstva khleba i khlebobulochnykh izdeliy v Rossii [The State of Bread and Bakery Production in Russia] // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. – 2022. – Vol. 9, No. 4. – P. 87–92. (In Russian).

3. R.A. Fedorova, V.S. Volkov Perspektivy ispol'zovaniya dikorastushchego rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve funktsional'nykh konditerskikh izdeliy [Prospects for the Use of Wild-Growing Plant Raw Materials in the Production of Functional Confectionery Products] // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2016. – No. 43. – P. 49–52. (In Russian).

4. M.A. Yanova, L.G. Ermosh, A.V. Prisukhina, A.V. Lar'kina, A.V. Onikienko, E.N. Oleynikova Razrabotka tekhnologii bulochnogo izdeliya s chernosmorodinyym poroshkom kak zamorozhennogo polufabrikata [Development of a Technology for a Bakery Product with Blackcurrant Powder as a Frozen Semi-Finished Product] // *Vestnik KrasGAU*. – 2023. – No. 7. – P. 228–234. (In Russian).

5. I.A. Bakin et al. Ispol'zovanie vtorichnykh resursov yagodnogo syr'ya v tekhnologii konditerskikh i khlebobulochnykh izdeliy [Use of Secondary Resources of Berry Raw Materials in the Technology of Confectionery and Bakery Products] // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. – 2017. – Vol. 45, No. 2. – P. 5–12. (In Russian).

6. I.A. Bakin, A.S. Mustafina, P.N. Lunin Izuchenie khimicheskogo sostava yagod chernoy smorodiny v protsesse pererabotki [Study of the

Chemical Composition of Blackcurrant Berries during Processing] // Vestnik KrasGU. – 2015. – No. 6. – P. 159–162. (In Russian).

7. M.Yu. Akimov, V.N. Makarov, E.V. Zhbanova Role of Fruits and Berries in Providing Human with Vital Biologically Active Substance. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2019. – Vol. 33, No. 2. – P. 56–60.

8. P.K. Gar'kina, D.S. Pshenitsyn Fruktovoe i ovoshchnoe syr'yo v tekhnologii khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy [Fruit and Vegetable Raw Materials in the Technology of Bakery and Flour Confectionery Products] // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. – 2022. – Vol. 9, No. 3. – P. 12–18. (In Russian).

9. M.S.L. Ferreira, M.C.P. Santos, T.M.A. Moro, et al. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. J Food Sci Technol. – 2015. – Vol. 52. – P. 822–830.

10. V.M. Kodentsova, D.V. Risnik, E.M. Serba, I.M. Abramova, E.N. Sokolova, E.R. Kryuchkova, L.V. Rimareva Perspektivy kompleksnoy pererabotki yagod chernoy smorodiny [Prospects for the Comprehensive Processing of Blackcurrant Berries] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2024. – No. 3. (In Russian).

11. L.A. Makhaeva, G.K. Selezneva Ispol'zovanie poroshka oblepikhi v muchnykh konditerskikh izdeliyakh [Use of Sea Buckthorn Powder in Flour Confectionery Products] // Vestnik KrasGAU. – 2017. – No. 6. – P. 79–85. (In Russian).

12. T.L. Sheveleva Vliyanie vneseniya produktov pererabotki oblepikhi na kachestvo pshenichnogo tsel'nosernovogo khleba [Effect of Adding Sea Buckthorn Processing Products on the Quality of

Whole-Wheat Bread] // Vestnik KrasGAU. – 2021. – No. 11. – P. 247–253. (In Russian).

13. S.S. Alekseeva, S.V. Solomakha, N.L. Namumova Primenenie poroshka iz sublimirovannoy oblepikhi v retsepe ture khlebobulochnykh izdeliy [Use of Freeze-Dried Sea Buckthorn Powder in the Formulation of Bakery Products] // Vestnik Kamchat GTU. – 2021. – No. 56. – P. 6–17. (In Russian).

14. A. Khakimzhanov, D. Shansharova, D. Abdraimova, L. Hrivna, V. Sotnicova Developing an assortment of bakery products in Kazakhstan from the stand-point of healthy eating. – 2014. – Vol. 8, No. 6. – P. 6–10.

15. E.P. Viktorova et al. Issledovanie vliyaniya pishchevoy dobavki «Poroshok grushevyy» na kachestvo i svoystva pshenichnoy muki [Study of the Effect of the Food Additive “Pear Powder” on the Quality and Properties of Wheat Flour] // Novye tekhnologii. – 2018. – No. 2. – P. 18–23. (In Russian).

16. O.V. Fedoseeva, E.P. Viktorova, T.A. Shakh-ray, O.L. Vershinina, A.N. Matvienko Razrabotka retseptury i tekhnologii khlebobulochnogo izdeliya, obogashchennogo pishchevoy dobavkoy «Poroshok grushevyy» [Development of the Formulation and Technology of a Bakery Product Enriched with the Food Additive “Pear Powder”] // Nauchnye trudy KubGU. – 2018. – No. 11. – P. 100–107. (In Russian).

17. M.B. Sultankul, D.B. Abdraimova, D.A. Shansharova, B.Zh. Muldabekova Issledovanie vliyaniya fruktovo-yagodnogo syr'ya na tekhnologicheskie svoystva muchnykh konditerskikh izdeliy [Study of the Effect of Fruit and Berry Raw Materials on the Technological Properties of Flour Confectionery Products] // Vestnik ATU. – 2025. – No. 4. – P. 165–175. (In Russian).

СТЕВИЯ КОНЦЕНТРАТТАРЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ФУНКЦИОНАЛДЫ СУСЫНДАРДЫҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

¹С.Ш. АСРАНДИНА* , ²А.К. КЕКИБАЕВА , ¹С.Д. АТАБАЕВА ,
¹С.С. КЕНЖЕБАЕВА , ¹Г. ДОҚТЫРБАЙ 

(¹Экология және биоресурстар тұрақтылығы ҒЗИ, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Әл-Фараби даңғылы, 71

²Алматы технологиялық университеті 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Толе би көш, 100)
Автор-корреспонденттің электронды почтасы: asaltanat@yandex.ru*

Қазіргі заманғы нутрициология мен тағам биотехнологиясының басты басымдықтарының бірі – халықтың тұтыну рационындағы қант мөлшерін азайту және өнімдердің функционалдық құндылығын арттыру болып табылады. Ұсынылған зерттеудің мақсаты – құрамындағы қантты азайту және тағамдық құндылығын арттыру үшін сусындарға стевия концентраттарын қолдану мүмкіндігін зерттеу. Мақалада Stevia rebaudiana Bertoni өсімдігінің концентраттарымен байытылған функционалды сусындарды әзірлеу және олардың сапасын кешенді бағалау нәтижелері ұсынылған. Зерттеу барысында стевия жапырақтарынан биологиялық белсенді заттарды бөліп алудың түрлі әдістері салыстырылып, 40% және 80% этанолды қолдана отырып жүргізілген сатылы экстракцияның жоғары тиімділігі дәлелденді. Су-спирттік сығындылар мен олардың негізіндегі концентраттарды алу технологиялық схемасы көрсетілген. Органолептикалық көрсеткіштерді сақтай отырып, сусындар құрамындағы қант мөлшерін 50%-ға төмендетудің технологиялық мүмкіндігі негізделді. Тәжірибелік үлгілерде аскорбин қышқылының мөлшері бақылау нұсқаларымен салыстырғанда 2,5-3 есе артып, 14,1 мг/100 мл-ге жетті. Микробиологиялық және токсикологиялық зерттеулер өнімнің толық қауіпсіздігін, ал 6 айлық мониторинг оның сақтау кезіндегі тұрақтылығын растады. Стевия концентраттарымен байытылған әзірленген сусындар қазіргі нутрициология талаптарына сай келетін бәсекеге қабілетті функционалды өнімдер болып табылады.

Негізгі сөздер: стевия, функционалды сусындар, қант мөлшерін азайту, экстракция, антиоксиданттық белсенділік, сақтау мерзімі.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ, ОБОГАЩЕННЫХ КОНЦЕНТРАТАМИ СТЕВИИ

¹С.Ш. АСРАНДИНА*, ²А.К. КЕКИБАЕВА, ¹С.Д. АТАБАЕВА,
¹С.С. КЕНЖЕБАЕВА, ¹Г. ДОҚТЫРБАЙ

(¹НИИ Устойчивости экологии и биоресурсов, Казахский национальный университет
имени Аль-Фараби 050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 71

²Алматинский технологический университет
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: asaltanat@yandex.ru*

Одним из ключевых приоритетов современной нутрициологии и пищевой биотехнологии является снижение содержания сахара в рационе населения и повышение функциональной ценности продуктов питания. Целью представленного исследования является изучение возможности применения концентратов стевии в напитках для снижения содержания сахара в их составе и повышения пищевой ценности. В статье представлены результаты разработки функциональных напитков, обогащенных концентратами Stevia rebaudiana Bertoni и комплексная оценка их качества. В ходе исследования проведено сравнение различных методов экстракции биологически активных веществ из листьев стевии, доказана высокая эффективность

ступенчатой экстракции с использованием 40% и 80% этанола. Приведена технологическая схема получения водно-спиртовых экстрактов и концентратов на их основе. Обоснована технологическая возможность снижения содержания сахара в напитках на 50% при сохранении высоких органолептических показателей. Установлено, что содержание аскорбиновой кислоты в опытных образцах в 2,5-3 раза выше, чем в контрольных, и составляет 14,1 мг/100 мл. Микробиологические и токсикологические исследования подтвердили полную безопасность продукта, а 6-месячный мониторинг доказал его стабильность при хранении. Разработанные напитки, обогащённые концентратами стевии, являются конкурентоспособными функциональными продуктами, соответствующим требованиям современной нутрициологии.

Ключевые слова: стевия, функциональные напитки, снижение сахара, экстракция, антиоксидантная активность, срок хранения.

STUDY OF QUALITY INDICATORS OF FUNCTIONAL BEVERAGES ENRICHED WITH STEVIA CONCENTRATES

¹S.SH. ASRANDINA*, ²A.K. KEKIBAEVA, ¹S.D. ATABAYEVA,
¹S.S. KENZHEBAYEVA, ¹G. DOKTYRBAY

(¹ Research Institute of Ecological Sustainability and Bioresources Al-Farabi Kazakh National University 71 Al-Farabi Ave., Almaty 050040, Republic of Kazakhstan

²Almaty Technological University 100 Tole bi St., Almaty 050012, Republic of Kazakhstan)

Corresponding author's e-mail: asaltanat@yandex.ru*

One of the key priorities of modern nutrition science and food biotechnology is to reduce the sugar content in the population's diet and to increase the functional value of food products. The aim of the presented study is to explore the possibility of using stevia concentrates in beverages to reduce their sugar content and enhance their nutritional value. The article presents the results of developing functional beverages enriched with Stevia rebaudiana Bertoni concentrates and a comprehensive assessment of their quality. The study compared various methods for extracting biologically active substances from stevia leaves, demonstrating the high efficiency of sequential extraction using 40% and 80% ethanol. A technological scheme for obtaining water-alcohol extracts and concentrates based on them is provided. The technological possibility of reducing sugar content in beverages by 50% while maintaining high sensory properties was justified. Ascorbic acid content in the experimental samples was found to be 2.5-3 times higher than in the control samples, reaching 14.1 mg/100 mL. Microbiological and toxicological studies confirmed the complete safety of the product, and 6-month monitoring proved its stability during storage. The developed drinks, enriched with stevia concentrates, are competitive functional products that meet the requirements of modern nutrition science.

Keywords: stevia, functional beverages, sugar reduction, extraction, antioxidant activity, shelf life.

Kіpіcne

Қазіргі заманғы нутрициология мен тағам биотехнологиясының басты басымдықтарының бірі – халықтың тұтыну рационындағы қант мөлшерін азайту және өнімдердің функционалдық құндылығын арттыру болып табылады [1]. Тәтті сусындарды шамадан тыс қолдану метаболикалық синдромның, семіздіктің және екінші типті қант диабетінің жаһандық деңгейде белең алуына әкелетін негізгі факторлардың бірі екені белгілі [2-4]. Халықаралық диабет федерациясының (IDF) деректері бойынша, 2021 жылы әлемде қант диабетімен ауыратын адамдар саны

537 миллионға жеткен болса, 2045 жылға қарай бұл көрсеткіш 783 миллион адамға жетеді деп болжануда [5, 6]. Осыған байланысты, табиғи, төмен калориялы тәттілендіргіш – *Stevia rebaudiana* Bertoni өсімдігін пайдалану ерекше маңызға ие [7].

Стевия тек табиғи тәттілендіргіш ғана емес, сонымен қатар құрамындағы дитерпенді гликозидтер мен полифенолды қосылыстардың арқасында өнімге жоғары антиоксиданттық және биологиялық белсенді қасиеттер береді [8, 9]. Мұндай функционалдық өнімдерді әзірлеу БҰҰ-ның Тұрақты даму мақсаттарына толық үндеседі

[10]; атап айтқанда, ол халықтың салауатты өмір салтын қамтамасыз етуге (ТДМ 3) және өндірістің тұрақты әрі экологиялық тиімді үлгілеріне көшуге (ТДМ 12) тікелей ықпал етеді [11, 12].

Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде жерсіндірілген стевия шикізаты негізінде импортты алмастыратын функционалдық өнімдерді әзірлеу – отандық ғылым мен өндіріс үшін өзекті мәселе болып табылады [13]. Алайда, стевия концентраттарының спецификалық дәмдік ерекшеліктерін технологиялық тұрғыдан реттеу және олардың сусындар жүйесіндегі тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселелері әлі де болса тереңірек зерттеуді қажет етеді [14, 15].

Зерттеу мақсаты. әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің агробиологиялық станциясында өсірілген стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) концентраттарын қолдана отырып, қант мөлшері 50%-ға төмендетілген функционалдық сусындардың рецептурасын ғылыми негіздеу, олардың сапалық көрсеткіштері мен сақтау мерзімі ішіндегі физика-химиялық және микробиологиялық тұрақтылығын кешенді түрде бағалау.

Әдістеме. Зерттеу нысандары ретінде әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің агробиостанциясында өсірілген *Stevia rebaudiana* Bertoni жапырақтары, сондай-ақ қара және көк шай сығындылары пайдаланылды. Бақылау нысандары (эталондар) ретінде отандық нарықтағы стандартты сипаттамаларға ие, қант негізіндегі шай сусындары (коммерциялық үлгілер) алынды.

Технологиялық регламент бойынша кептірілген (10-12% ылғалдылық) және ұнтақталған (3-5 мм, IKA A 11) шикізат дистильденген сумен және этанолдың (40%, 80%, 40/80%) түрлі концентрацияларымен экстракцияланды. Процесс статикалық (16-18 сағ) және динамикалық (1,5-2 сағ) режимдерде жүргізіліп, алынған сығындылар роторлы буландырғышта (*Heidolph Laborota 4000*, 40-50 °C) және су моншасында (90 °C) концентрленді.

Функционалды сусындарды әзірлеуде қант мөлшерін 50%-ға (80 г/л-ден 40 г/л-ге дейін) азайту және жетіспейтін тәттілік деңгейін стевия концентраттарымен алмастыру әдісі қолданылды. Үлгілердің базалық құрамына лимон және аскорбин қышқылдары (0,25 г/л), шай экстракттары (0,8 г/л) мен хош иістендіргіштер (киви, құлпынай) енгізілді.

Органолептикалық талдау ГОСТ ISO 6658 бойынша 25 сарапшының қатысуымен 5 балдық шкала бойынша жүргізілді. Физика-химиялық тал-

дауда рН деңгейі – потенциометриялық, тығыздық – пикнометриялық, құрғақ заттар мен қанттар мөлшері – рефрактометриялық әдістермен анықталды. Аскорбин қышқылы йодометриялық титрлеу арқылы өлшенді. Микробиологиялық көрсеткіштер (КМАФАнМ, БГКП, зендер) КО ТР 021/2011 бойынша, ал токсикалық элементтер (Pb, Cd, As, Hg) атомдық-абсорбциялық спектроскопия (ГОСТ 33824-2-16) әдісімен талданды. Өнім тұрақтылығы 6 ай бойы 4 °C температурада сақтау арқылы зерттелді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Зерттеу нысаны ретінде әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің агробиологиялық станциясында өсірілген *Stevia rebaudiana* Bertoni өсімдігінің жапырақтары қолданылды. Биомассаны дайындау технологиялық регламентке сәйкес келесі кезеңдерді қамтыды: табиғи жағдайда (көлеңкеде) 25-28 °C температурада кептіру және ылғалдылығы 10-12% деңгейіне жеткенше сақтау. Экстракция тиімділігін арттыру және диффузиялық процестерді жеделдету мақсатында жапырақтар зертханалық диірменде (IKA A 11 Basic Analytical Mill, Германия) 3-5 мм өлшемге дейін ұнтақталды. Бұл өлшем шикізаттың меншікті беттік ауданын оңтайландырып, еріткіштің жасушаішілік құрылымдарға енуін жеңілдетеді.

Стевия құрамындағы дитерпенді гликозидтер мен полифенолды қосылыстардың максималды шығымын қамтамасыз ету үшін экстрагенттердің әсері салыстырмалы түрде зерттелді. Тәжірибелер статикалық (16-18 сағат) және динамикалық (1,5-2 сағат) жағдайларда жүргізілді. Экстрагент ретінде дистильденген су және этанолдың судағы ерітінділері (40% және 80%) қолданылды. Спирттік ерітінділермен шикізатты өңдеу жеке және сатылы түрде жүргізілді.

Зерттеу нәтижесінде, сатылы экстракциялау әдісі (бірінші кезеңде 40% этанол, екінші кезеңде 80% этанол) ең жоғары тиімділікті көрсетті. Атап айтқанда, этанолдың сулы ерітінділерін (40% және 80%) сатылы түрде қолдану экстрактивті заттардың шығымын дистильденген сумен салыстырғанда ондаған есе арттыруға мүмкіндік берді (1-кесте).

Стевия сығындыларын алу тиімділігін талдау барысында еріткіштің табиғаты биологиялық белсенді заттардың шығымына айтарлықтай әсер ететіні анықталды. Дистильденген сумен салыстырғанда, 40% және 80% этанолды қолдана отырып жүргізілген сатылы экстракция әдісі экстрактивті заттардың максималды концен-

трациясын қамтамасыз етті. Бұл этанолдың гликозидтер мен полифенолды қосылыстарды жасуша құрылымынан бөліп алудағы жоғары диффузиялық қабілетімен байланысты. Сатылы экстракциялау әдісінің жоғары тиімділігі қолданылған еріткіштердің полярлық қасиеттерінің өзгеруімен түсіндіріледі. Бірінші кезеңде қолданылған 40% этанол жасуша қабырғасының гидратациясын қамтамасыз етіп, суда жақсы еритін қосылыстардың (полифенолдар, органикалық

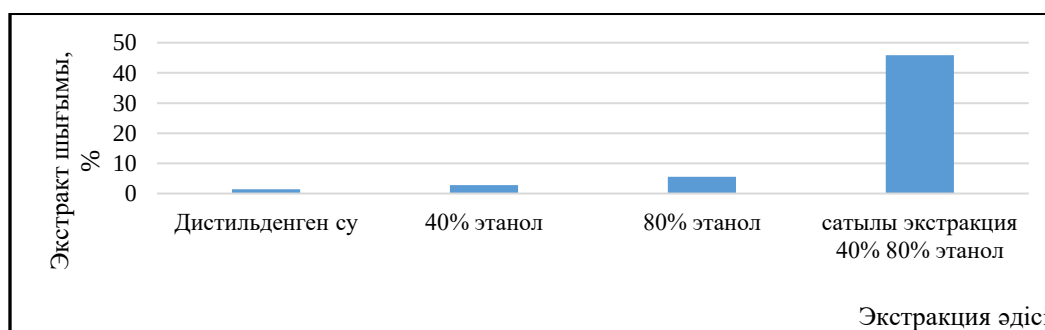
қышқылдар, кейбір гликозидтер) бөлінуін жеңілдетеді. Екінші кезеңдегі 80% этанол ерітіндісі салыстырмалы түрде полярлығы төмен дитерпенді гликозидтерді (стевиозид, ребаудиозид А және басқа туындылар) тиімді экстракциялауға мүмкіндік береді. Осылайша, еріткіш концентрациясының сатылы өзгеруі шикізат құрамындағы әртүрлі химиялық табиғаты бар биологиялық белсенді заттардың толық шығуына жағдай жасайды.

Кесте 1. Стевия экстракттарының шығымы

Көрсеткіштер	Варианттар			
	Су	40% этанол	80% этанол	40 / 80% этанол
Стевияның құрғақ ұнтағы, г	20/10	20/10	20/10	20/10
Экстрагент көлемі, мл	300	300	300	300
**Алынған экстракт массасы, г	0,278±0,005 / 0,139±0,002	0,556±0,009 / 0,278±0,004	1,112±0,03 / 0,557±0,01	9,0505±0,25 / 4,289±0,1
Экстракт шығымы, %	1,39	2,78	5,56 / 5,57	45,25 / 42,86
Ескерту ** көрсетілген мәндер сәйкесінше 20 г және 10 г шикізаттан алынған экстракт массалары көрсетілген.				

1-ші кестеде көрсетілгендей, экстрагент түрі мен экстракция әдісі биологиялық белсенді заттардың шығымына айтарлықтай әсер етеді. Деректерді графикалық талдау (1-сурет) сатылы экстракцияның (45,25%) басқа әдістерден 8-32

есе тиімді екенін айқын көрсетеді. Бұл спирт концентрациясының кезең-кезеңімен өзгеруіне байланысты заттардың максималды диффузиясымен түсіндіріледі.

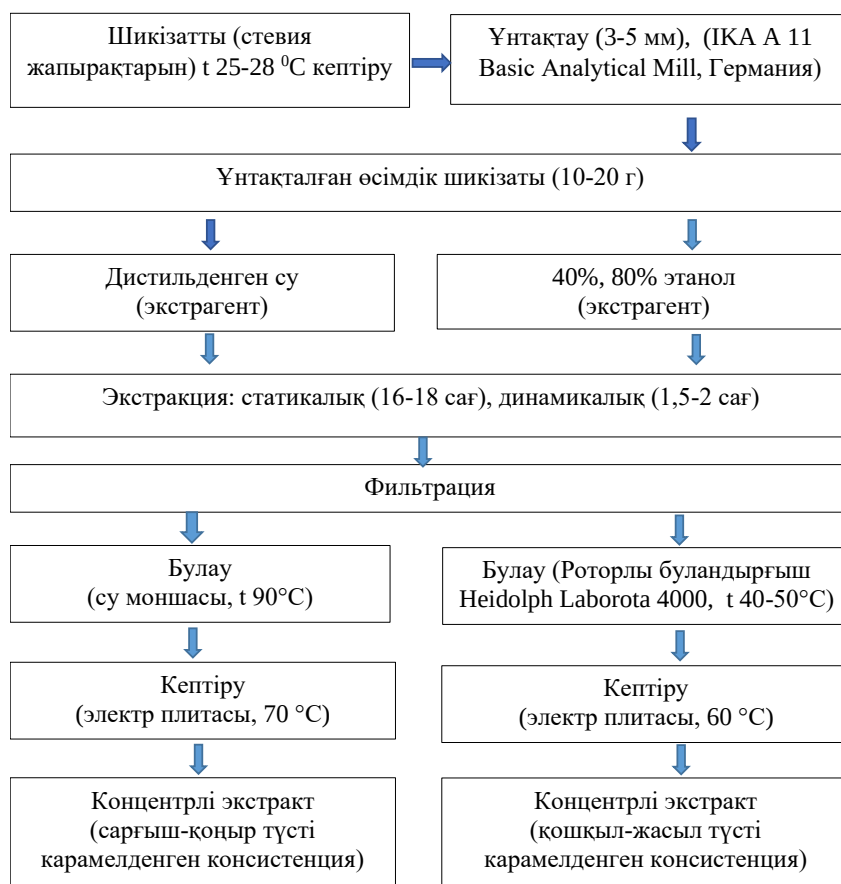


Сурет 1. Экстрагент түріне байланысты стевия экстракттары шығымының динамикасы

Зерттеу нәтижесінде сатылы экстракциялау әдісі (бірінші кезеңде 40% этанол, екінші кезеңде 80% этанол) ең жоғары тиімділікті көрсетті. 1-суретте көрініп тұрғандай, этанолдың сулы ерітінділерін сатылы түрде қолдану экстрактивті заттардың шығымын дистильденген сумен салыстырғанда ондаған есе арттыруға мүмкіндік берді. Бұл құбылыс стевия құрамындағы дитерпенді гликозидтер мен флавоноидтардың полярлығына және олардың сулы-

этанолды ортада ерігіштік коэффициентінің жоғары болуымен түсіндіріледі

Сулы сығындылар 70-90 °C температурада буландырылса, этанолды сығындылардың термиялық деградациясын болдырмау үшін роторлы буландырғышта 40-50 °C деңгейінде концентрленді. Нәтижесінде қошқыл-жасыл және сарғыш-қоңыр түсті, карамель тәрізді консистенциялы, стевияға тән айқын тәтті дәмі бар табиғи концентраттар алынды (1-ші сурет).



Сурет 1. Стевия экстракттарын алудың оңтайландырылған технологиялық сызба-нұсқасы

Зерттеу жұмысының келесі кезеңінде стевия сығындысымен байытылған функционалды сусындардың рецептураларын модельдеу көзделді. Функционалды сусындардың рецептурасын әзірлеу барысында органолептикалық көрсеткіштердің сақталуына, өнімнің функционалдық бағыттылығына және құрам тұрақтылығына басымдық берілді. Бақылау нысандары (эталондар) ретінде отандық нарықтағы стандартты сипаттамаларға ие, қант негізіндегі коммерциялық шай сусындары (құлпынай қосылған қара шай және киви қосылған көк шай үлгілері) таңдалды. Бұл үлгілерді пайдалану стевиямен байытылған жаңа өнімнің бәсекеге қабілеттілігін және тұтынушылық сұранысқа сәйкестігін объективті бағалауға мүмкіндік берді [16].

Рецептураларды модельдеу кезінде сахароза мөлшерін 50%-ға төмендету өнімнің калориялылығын едәуір азайтты [17]. Сенсорлық бағалау нәтижелері көрсеткендей, этанолды концентраттар мен көк шай негізіндегі рецептуралардың үйлесімділігі

жоғары (4,0-4,15 балл). Бұл стевияның спецификалық «шөп» дәмінің этанолды экстракция мен шай құрамындағы таниндердің әсерінен ішінара бүркеленуіне (маскировка) байланысты. Жасыл шай негізіндегі үлгілердің жоғары органолептикалық бағалануы оның құрамындағы катехиндер, таниндер және ұшқыш ароматты қосылыстардың болуымен байланысты. Бұл қосылыстар стевия гликозидтерінің ұзақ сақталатын тәттілік әсерін теңестіріп, өсімдік тектес спецификалық дәмді төмендетеді. Сонымен қатар, жасыл шайдың жеңіл хош иістік профилі стевия концентратымен үйлесімді сенсорлық жүйе қалыптастырады.

Зерттеудің әдістемелік ерекшелігі – барлық үлгілер үшін (бақылау және тәжірибелік) базалық ингредиенттер мөлшерінің тұрақты сақталуында. Бұл стевия экстракттарының сусынның сапасына әсерін нақты айқындауға жағдай жасады. Сусындардың негізгі рецептуралық құрамы 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2. Функционалды сусындардың негізгі құрамы

№	Ингредиент	Мөлшері, г/л	Технологиялық қызметі
1	Лимон қышқылы	1,4	Қышқылдандыру, дәмді реттеу
2	Аскорбин қышқылы	0,25	Антиоксиданттық қасиет
3	Шай экстракты (қара / көк)	0,8	БЫЗ көзі, хош иіс беру
4	Ароматизаторлар (құлпынай, киви)	0,1	Органолептикалық профильді түзету

Тәжірибелік үлгілерді модельдеудегі негізгі айырмашылық – сахароза мөлшерін 50 %-ға (80 г-нан 40 г-ға дейін) азайту және жетіспейтін тәттілік деңгейін стевияның түрлі концентраттарымен толтыру болды. Барлығы 12 түрлі модификацияланған үлгі дайындалды. Өзірленген функционалды сусындардың сапасын кешенді бағалау мақсатында 25 сарапшының қатысуымен 5 балдық шкала бойынша профильдік әдіспен органолептикалық талдау жүргізілді. Сараптама барысында өнімнің тұтынушылық құндылығын айқындайтын келесі көрсеткіштер

ескерілді: сыртқы түрі (мөлдірлігі), иісі (хош иісі), дәмі және соңғы дәмдік әсері (послевкусие).

Талдау нәтижелері көрсеткендей, этанолды (40% және 80%) сығындылар негізіндегі үлгілер ең жоғары балл жинады (4,0-4,15 балл). Стевияның өзіне тән спецификалық шөп дәмін бүркемелеуде көк шай негізіндегі рецептуралар ерекше тиімділік көрсетті. Сонымен қатар, тәжірибелік үлгілердегі сахароза мөлшерінің 50%-ға азаюы өнімнің диеталық бағытын және төмен калориялылығын ғылыми тұрғыдан негіздейді (3-кесте).

Кесте 3. Бақылау және тәжірибелік үлгілердің тәттілендіргіш компоненттері бойынша сипаттамасы

№	Үлгілер	Қант мөлшері, г	Стевия экстракты, г	
			шикізат, 20 г	шикізат, 10 г
1	Бақылау (қара шай)	80	-	-
2	Бақылау (көк шай)	80	-	-
3	Тәжірибе № 1 (дис.су негізіндегі)	40	0,278±0,005	0,139±0,002
4	Тәжірибе № 2 (40% этанол)	40	0,556 ±0,009	0,278±0,004
5	Тәжірибе № 3 (80% этанол)	40	1,112± 0,03	0,557±0,01
6	Тәжірибе № 4 (40/80% этанол)	40	9,0505±0,25	4,289±0,1

Ескерту: Барлық үлгілерде дистильденген судың жалпы көлемі 1000 мл-ге дейін жеткізілді. Негізгі ингредиенттер (лимон қышқылы, аскорбин қышқылы, шай экстракты және ароматизаторлар) мөлшері 2-кестеге сәйкес тұрақты сақталды.

Кестеде көрсетілгендей, тәжірибелік үлгілердегі сахарозаның үлесі бақылау нұсқаларымен салыстырғанда 50%-ға төмендетілді. Тәттілік деңгейін теңестіру үшін енгізілген стевия экстракттарының мөлшері қолданылған экстрагенттің табиғатына тікелей байланысты болды. Атап айтқанда, этанолдың түрлі концентрациялары (40%, 80% және сатылы 40/80%) негізінде алынған сығындылардың мөлшері сулы экстрактқа қарағанда айтарлықтай жоғары екендігі байқалды. Бұл этанолдың стевия жапырақтарындағы дитерпенді гликозидтер мен басқа да экстрактивті заттарды бөліп алудағы жоғары еріткіштік қабілетін тағы да растайды. Мұндай тәсіл әртүрлі химиялық табиғаты бар стевия концентраттарының сусынның жалпы физика-химиялық жүйесіне әсерін жеке-жеке бағалауға мүмкіндік берді.

Өзірленген функционалды сусындардың

сапалық сипаттамаларын бағалау мақсатында олардың физика-химиялық параметрлеріне кешенді талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сусындардың физикалық қасиеттері қолданылған стевия экстракттарының концентрациясы мен экстрагенттің табиғатына тікелей байланысты болды (4-ші кесте).

Сусындардың антиоксиданттық әлеуетін зерттеуде тәжірибелік үлгілердің айқын артықшылығы дәлелденді [18]. Аскорбин қышқылының мөлшері коммерциялық үлгілермен салыстырғанда 2,5-3 есе артып, 14,1 мг/100 мл деңгейіне жетті. Бұл көрсеткіш стевия концентраттарының құрамындағы табиғи антиоксиданттардың есебінен өнімнің функционалдық құндылығын арттырады. Сонымен қатар, тәжірибелік үлгілердегі сахароза мөлшерінің азаюы өнімнің диеталық бағытын айқындады.

Кесте 4. Функционалдық сусындардың физикалық және химиялық көрсеткіштері

№	Үлгі	Шай түрі	pH	Тығыздығы (г/мл)	Электр-өткізгіштігі (мСм/см)	Құрғақ заттарының массалық үлесі, %	Қанттардың массалық үлесі, %
1	Бақылау	қара	3,3	1,035±0,023	0,52±0,009	13,56±0,37	9,3±0,26
2	Бақылау	көк	3,5	1,030±0,019	0,50±0,008	12,03±0,28	9,0±0,15
3	Су экстракты	қара	3,5	1,033±0,021	0,51±0,007	6,0 ±0,20	1,5±0,026
4		көк	3,5	1,031±0,017	0,50±0,006	5,50 ±0,18	1,3±0,02
5	40 %	қара	3,5	1,040±0,029	0,55±0,009	7,0± 0,22	3,8±0,041
6	этанол	көк	3,5	1,038±0,027	0,54±0,007	6,0 ±0,20	3,6±0,039
7	80 %	қара	3,5	1,045±0,025	0,57±0,011	7,20 ±0,23	4,1±0,03
8	этанол	көк	3,5	1,043±0,02	0,56±0,01	6,40 ±0,19	3,9±0,045
9	40/80 %	қара	3,5	1,048±0,026	0,60±0,015	7,61±0,25	4,7±0,05
10	этанол	көк	3,5	1,046±0,023	0,59±0,012	6,52±0,18	4,5±0,03

Зерттеу барысында барлық тәжірибелік үлгілерде pH деңгейі 3,3-3,5 диапазонында тұрақты сақталды (4-кесте), бұл өнімнің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етумен қатар, функционалдық компоненттердің тұрақтылығына қолайлы жағдай жасайды. pH көрсеткішінің бұл деңгейі сусынның сапасын сақтаудағы шешуші фактор болып табылады. Ғылыми деректерге сәйкес, аскорбин қышқылы ($pK_{a1} = 4,17$) pH 3,0-4,0 диапазонындағы қышқылды ортада ең жоғары төзімділік көрсетеді, өйткені бұл жағдайда оның автототығу жылдамдығы минималды деңгейде болады [21-25]. Ортаның pH көрсеткіші 4,0-ден жоғарылағанда, дәруменнің дегидроаскорбин қышқылына дейін тотығуы бірнеше есе жеделдейді. Сондықтан таңдалған pH 3,5 мәні антиоксиданттардың 6 ай бойы жоғары деңгейде (86,5%) сақталуына мүмкіндік береді.

Сусындардың тығыздығы мен электрөткізгіштігі сығындылардың концентрациясы жоғарылаған сайын артатыны байқалды. Ең жоғары электрөткізгіштік мәні (0,60 мСм/см) 40/80% этанол экстрактісі қосылған үлгіде тіркелді, бұл өсімдік шикізатынан бөлінген гликозидтер мен минералды компоненттер иондарының жоғары мөлшерімен түсіндіріледі.

Зерттеудің маңызды бөлігі сусындардың диеталық қасиеттерін ғылыми негіздеу мақсатында жүргізілген құрғақ заттар мен қанттардың массалық үлесін талдау болды. Тәжірибелік үлгілерде жалпы құрғақ заттардың мөлшері бақылау үлгілерімен салыстырғанда қара шай негізіндегі сусындарда 44%-ға, көк шайда 46%-ға төмендегені

анықталды. Мұндай айтарлықтай төмендеу сахароза мөлшерінің азаюымен және стевия гликозидтерінің молекулалық массасының төмендігімен байланысты болды. Қант мөлшерінің төмендеуі технологиялық тұрғыдан стевиядағы стевизид және ребаудиозид А сияқты дитерпенді гликозидтердің сахарозамен салыстырғанда айтарлықтай жоғары тәттілік қабілетіне (сахарозадан 200–300 есе тәтті) негізделген. Сондықтан сахароза мөлшерін 50%-ға төмендету кезінде сусынның қажетті тәттілік деңгейін сақтау мүмкін болды. Бұл тәсіл өнімнің энергетикалық құндылығын азайтып, оны калориясы төмен функционалды сусын ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Бақылау үлгілеріндегі қанттың массалық үлесі 9,0-9,3% болса, стевия экстракттарымен байытылған нұсқаларда бұл көрсеткіш 1,3-4,7% аралығында ауытқитыны байқалды. Бұл көрсеткіштер әзірленген өнімдердің төмен калориялылығын және метаболизмдік бұзылыстары (семіздік, қант диабеті) бар адамдардың тамақтануына жарамдылығын растайды.

Сусынның функционалдық бағытын айқындайтын негізгі көрсеткіш – антиоксиданттық белсенділік деңгейі аскорбин қышқылының мөлшері бойынша бағаланды (5-ші кесте). Зерттеу нәтижесінде стевия экстракттарын қосу антиоксиданттар концентрациясын айтарлықтай арттыратыны дәлелденді. Ең жоғары көрсеткіш (14,1 мг/100 мл) 40/80% этанол экстрактісі мен көк шай негізіндегі үлгіде тіркелді, бұл бақылау үлгілерімен салыстырғанда шамамен 2,5-3 есе жоғарылайтыны байқалды.

Кесте 5. Аскорбин қышқылының мөлшері (мг/100 мл)

№	Үлгі	Шай түрі	Аскорбин қышқылының мөлшері (мг/100 мл)	pH көрсеткіші
1	Бақылау	қара	4,5±0,05	3,3
2	Бақылау	көк	5,5±0,07	3,5
3	Дис.су экстракты	қара	7,8±0,09	3,5
4		көк	8,8±0,23	3,5
5	40 %	қара	10,2±0,27	3,5
6	этанол	көк	11,3±0,29	3,5
7	80 %	қара	11,5±0,31	3,5
8	этанол	көк	12,7±0,35	3,5
9	40/80 %	қара	13,1±0,37	3,5
10	этанол	көк	14,1±0,41	3,5

5-кестедегі деректер көрсеткендей, аскорбин қышқылының ең жоғары мөлшері (14,1 мг/100 мл) №10 үлгіде байқалды. Бұл нәтиже ортаның төмен pH көрсеткішімен (3,3-3,5) тікелей байланысты. Сонымен қатар, тәжірибелік үлгілердегі аскорбин қышқылы мөлшерінің жоғары болуы тек қышқыл орта тұрақтылығымен ғана емес, стевия концентраттарының құрамындағы табиғи фенолдық қосылыстардың антиоксиданттық әсерімен де түсіндіріледі. Полифенолдар бос радикалдарды байланыстырып, аскорбин қышқылының тотығу процесін баяулатады. Нәтижесінде витамин С сақтау барысында жоғары тұрақтылық көрсетіп, функционалдық сусындардың антиоксиданттық потенциалын арттырады.

Қауіпсіздік мониторингі барлық әзірленген сусындардың микробиологиялық және токсикологиялық тұрғыдан қауіпсіз екенін, ауыр металдардың мөлшері рұқсат етілген шекті концентрациядан бірнеше есе төмен екенін көрсетті [19]. 6 ай бойы 4 °C температурада сақтау барысында сусындардың pH деңгейі мен органолептикалық сипаттамалары тұрақты сақталды, бұл таңдалған технологиялық шешімдердің тиімді-

лігін айғақтайды.

Функционалдық сусындардың санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкестігін және биологиялық тұрақтылығын бағалау мақсатында кешенді микробиологиялық зерттеулер жүргізілді. Өнімнің қауіпсіздігін сипаттайтын көрсеткіштер ретінде ТС2 санатындағы өнімдерге қойылатын нормативтік талаптар негізге алынды.

Зерттеу барысында өнімнің қауіпсіздік деңгейін айқындайтын келесі индикаторлық топтар талданды:

✓ Жалпы микробтар саны (КМАФАнМ): өнімнің жалпы санитарлық-гигиеналық жағдайының сипаттамасы;

✓ Ішек таяқшалары тобының бактериялары (БГКП): технологиялық циклдің гигиеналық тазалық индикаторы;

✓ Ашытқылар мен зең саңырауқұлақтары: өнімнің микробиологиялық бұзылуға төзімділік өлшемі;

✓ Анаэробты бактериялар (N-ACB және ТАБ): термиялық өңдеу тиімділігі мен биологиялық тұрақтылықтың негізгі көрсеткіші.

Микробиологиялық талдау нәтижелері 6-шы кестеде келтірілген.

Кесте 6. Сусындардың микробиологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Нормативтік құжат (категория ТС2)	Нақты көрсеткіштер	
		Бақылау	Тәжірибелік варианттар
Жалпы микробтар саны	≤ 100 КОЕ/10 г	өсуі байқалмады	өсуі байқалмады
Ашытқылар мен зең	≤ 5 КОЕ/100 см ³	табылған жоқ	табылған жоқ
БГКП	100 мл-де рұқсат етілмейді	табылған жоқ	табылған жоқ
ТАБ	100 мл-де рұқсат етілмейді	табылған жоқ	табылған жоқ
N-ACB	100 мл-де рұқсат етілмейді	табылған жоқ	табылған жоқ

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, барлық функционалдық сусын үлгілерінде патогенді және шартты-патогенді микроорганизмдердің өсуі байқалған жоқ. Бұл деректер әзірленген технологиялық регламенттің (стерилизациялау және қайнату шарттары) тиімділігін және өнімнің тұтыну үшін толықтай қауіпсіз екендігін айғақтайды. Сонымен қатар, ТАБ пен N-АСВ көрсеткіштерінің болмауы өнімнің сақтау мерзімі ішіндегі микробиологиялық тұрақтылығын қамтамасыз ететінін айғақтайды.

Функционалды сусындардың сапасы мен қауіпсіздігі тек олардың органолептикалық және

биологиялық қасиеттерімен ғана емес, сонымен қатар құрамында токсикалық элементтердің, әсіресе ауыр металдардың болмауымен айқындалады. Ауыр металдар адам ағзасында жинақталу (биоаккумуляция) қабілетіне ие болып, түрлі созылмалы патологиялардың дамуына себеп болуы мүмкін. Осыған байланысты, әзірленген сусын үлгілеріндегі қорғасын (Pb), кадмий (Cd), мышьяк (As) және сынап (Hg) мөлшеріне деструктивті талдау жүргізілді. Зерттеу барысында жоғары сезімтал аналитикалық әдістер қолданылды (7-кесте).

Кесте 7. Функционалды сусындар құрамындағы ауыр металдарды анықтау

Токсикалық элементтер	Нақты көрсеткіш, мг/кг	Нормативтік деңгей (ШРК)	Зерттеу әдістемесі (НҚ)
Қорғасын (Pb) мг/кг	анықталған жоқ	0,3	ГОСТ33824-2-16
Кадмий (Cd) мг/кг	анықталған жоқ	0,03	ГОСТ33824-2-16
Сынап (Hg) мг/кг	анықталған жоқ	0,005	МУ 08/47/168
Мышьяк (As) мг/кг	анықталған жоқ	0,01	ГОСТ 30178-96

Кестеде көрсетілгендей, барлық зерттелген үлгілерде (бақылау және тәжірибелік) ауыр металдардың концентрациясы қолданылған әдістердің сезімталдық шегінен төмен болды. Бұл нәтижелер өндірісте пайдаланылған өсімдік шикізатының (стевия жапырақтары) экологиялық тазалығын және технологиялық процестің барлық санитарлық-гигиеналық нормаларға толық сәйкестігін дәлелдейді. Осылайша, әзірленген функционалды сусындар химиялық тұрғыдан қауіпсіз өнім ретінде сипатталады, бұл олардың нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін және тұтынушылық сенімін арттырудың негізгі факторы болып табылады.

Зерттеу жұмысының соңғы сатысында функционалды сусындардың сақтау мерзімі мен

сапалық тұрақтылығын негіздеу көзделді. Функционалды сусындардың коммерциялық және тұтынушылық тартымдылығын айқындайтын маңызды көрсеткіш – олардың сақтау мерзімі ішіндегі сапалық параметрлерінің тұрақтылығы болып табылады. Осы мақсатта өнім үлгілеріне 6 ай бойы тоңазытқыш жағдайында (4 °C температурада) мониторинг жүргізілді.

Сенсорлық және физика-химиялық көрсеткіштердің динамикасы бойынша сақтау мерзімі аяқталғаннан кейін (6 айдан соң) жүргізілген органолептикалық талдау нәтижелері сусындардың дәмдік және эстетикалық қасиеттерінің жоғары деңгейде сақталғанын көрсетті (8-кесте).

Кесте 8. Функционалдық сусындардың органолептикалық көрсеткіштері (6 ай бойы сақталған)

№	Үлгі	Шай түрі	Дәмі	Хошиісі	Түсі	Консистенциясы	Жалпы баға	Қосымша мәлімет
1	Бақылау	қара	4,5±0,11	4,4±0,10	4,6±0,10	4,5±0,09	4,5±0,10	дәмі сәл жұмсарған, бөтен дәм жлқ
2	Бақылау	көк	4,4±0,09	4,5±0,08	4,4±0,09	4,4±0,10	4,42± 0,09	жеңіл, сергітетін дәм
3	Дис.су	қара	3,8±0,09	4,0±0,1	4,1±0,12	3,9±0,11	3,95±0,10	хош иісі тұрақты, түсі аздап өзгерген
4	Экстрактысы	көк	3,9±0,10	4,1±0,09	4,2±0,11	4,0±0,10	4,05±0,09	хош иісті, тұрақты
9	40/80 % этанол	қара	3,7±0,10	3,9±0,08	4,0±0,09	3,4±0,11	3,75±0,10	дәмі аздап жұмсарған, сұйылту қажет
10		көк	3,8±0,09	4,0±0,09	4,2±0,10	3,5±0,10	3,88±0,09	түсі мен дәмі тұрақты 1:3, 1:5 есе сұйылту қажет

Барлық үлгілерде рН деңгейінің (3,3-3,5) өзгеріссіз қалуы құрамдас компоненттердің химиялық инерттілігін және гидролиз процестерінің болмауын айғақтайды. Тығыздық көрсеткіштерінің маргиналды ауытқуы (0,001-0,002 г/мл) сусындарда тұнба түзілу немесе булану сияқты деструктивті құбылыстардың жүрмегенін

дәлелдейді. Зерттеу барысында қант мөлшерінің бастапқы мәннен аздап төмендеуі байқалды (9-кесте). Бұл құбылыс ұзақ сақтау кезіндегі минималды биохимиялық трансформациялармен және көмірсулардың сулы гидролизімен түсіндіріледі.

Кесте 9. Сусындардың физикалық және химиялық көрсеткіштері (6 ай сақталған)

№	Үлгі	Шай түрі	рН	Тығыздығы (г/мл)	Электрөткізгіш-тігі (мСм/см)	Қанттардың массалық үлесі, %
1	Бақылау	қара	3,3	1,034±0,022	0,51±0,008	9,2±0,25
2	Бақылау	көк	3,5	1,029±0,017	0,49±0,007	8,7±0,16
3	80 % этанол	қара	3,5	1,043±0,023	0,56±0,010	1,48±0,023
4		көк	3,5	1,041±0,019	0,55±0,010	1,29±0,019
9	40/80 %	қара	3,5	1,046±0,025	0,59±0,014	4,6±0,045
10	этанол	көк	3,5	1,044±0,021	0,58±0,011	4,4±0,029

9-кестедегі 6 айлық сақтау мерзіміндегі деректер сусынның жоғары тұрақтылығын көрсетті. рН мәнінің 6 ай бойы өзгеріссіз қалуы (3,5) рецептурадағы стевия гликозидтері мен лимон қышқылының буферлік әсерімен түсіндіріледі. Дәл осы тұрақтылық сақтау мерзімі соңында да аскорбин қышқылы мен басқа да антиоксиданттардың функционалдық белсенділігін (86,5% сақталу деңгейі) қамтамасыз етті.

Сонымен қатар, функционалдық компоненттер мен биологиялық қауіпсіздіктің тұрақтылығы зерттелді. Сусындардың функционалдық құндылығын айқындайтын аскорбин қышқылының мөлшері сақтау уақытында табиғи деградация салдарынан аздап төмендегенімен, тәжірибелік үлгілерде бақылау нұсқаларына қарағанда жоғары деңгейде сақталды. Ең жоғары тұрақтылық 40/80% этанол сығындысымен байытылған сусындарда байқалды (12,2 мг/100 мл), бұл өнімнің антиоксиданттық потенциалын ұзақ мерзімде сақтауға мүмкіндік береді.

Микробиологиялық талдау нәтижелері 6 айлық мерзім соңында да барлық үлгілердің санитарлық-гигиеналық талаптарға толық сәйкестігін растады. Жалпы микробтар саны белгіленген шектен аспады, ал патогенді микроорганизмдер, ашытқылар мен зең саңырауқұлақтары анықталған жоқ. Қорыта айтқанда, 6 айлық мониторинг нәтижелері әзірленген функционалды сусындардың органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық тұрғыдан тұрақты екендігін дәлелдеп, оларды өндіріске енгізудің ғылыми негіздемесі болып табылады.

Қорытынды

Жүргізілген кешенді зерттеулердің нәтижелері отандық шикізат – *Stevia rebaudiana* Bertoni өсімдігінің концентраттары негізінде функционалдық бағыттағы сусындарды әзірлеудің ғылыми және практикалық маңыздылығын толықтай дәлелдейді. Зерттеу барысында алынған негізгі ғылыми тұжырымдар келесідей жинақталды:

✓ Экстракция технологиясын оңтайландыру – стевия жапырақтарынан биологиялық белсенді заттарды бөліп алуда 40% және 80% этанолды қолдана отырып жүргізілген сатылы экстракциялау әдісі ең жоғары тиімділікті көрсетті. Бұл әдіс дистильденген сумен салыстырғанда экстрактивті заттардың шығымын ондаған есе арттыруға мүмкіндік берді.

✓ Рецептураны модельдеу – органолептикалық талдау нәтижесінде сусындар құрамындағы сахароза мөлшерін 50%-ға (80 г/л-ден 40 г/л-ге дейін) азайтудың технологиялық мүмкіндігі негізделді. 25 сарапшының қатысуымен жүргізілген бағалау этанолды сығындылар (4.0-4.15 балл) мен көк шай негізіндегі рецептуралардың дәмдік үйлесімділігі жоғары екенін растады.

✓ Функционалдық және диеталық құндылық – тәжірибелік үлгілерде қант мөлшерінің 1,3-4,7% аралығына дейін төмендеуі өнімнің төмен калориялылығын және диеталық бағытын айқындады. Сонымен қатар, аскорбин қышқылының концентрациясы бақылау үлгілерімен салыстырғанда 2,5-3 есе артып, 14,1 мг/100 мл-ге жетті,

бұл өнімнің жоғары антиоксиданттық белсенділігін дәлелдейді.

✓ Қауіпсіздік көрсеткіштері – микробиологиялық талдаулар мен токсикологиялық зерттеулер (ауыр металдарды анықтау) барлық үлгілердің ТС2 санатындағы өнімдерге қойылатын нормативтік талаптарға толық сәйкестігін және тұтынушы үшін қауіпсіздігін айғақтады.

✓ Сақтау тұрақтылығы – 6 ай бойы 4 °C температурада жүргізілген мониторинг сусындардың физика-химиялық жүйесі мен органолептикалық профилінің тұрақтылығын көрсетті. Тіпті сақтау мерзімі аяқталғанда да, функционалдық компоненттердің (витамин С) жоғары деңгейде сақталуы тандалған технологияның сенімділігін растайды.

Жалпы алғанда, әзірленген стевиямен байытылған сусындар заманауи нутрициология талаптарына сай келетін, бәсекеге қабілетті функционалдық өнім болып табылады [20].

Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы – *Stevia rebaudiana* Bertoni жапырақтарынан алынған табиғи концентраттарды пайдалану арқылы қант мөлшері төмендетілген, антиоксиданттық қасиеті жоғары функционалды сусындар өндіру технологиясының ғылыми негізделуінде. Ұсынылған технология отандық өсімдік шикізатын тиімді пайдалануға, табиғи тәттілендіргіштер негізінде жаңа буындағы диеталық өнімдер ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді. Әзірленген рецептуралар тағам өнеркәсібі кәсіпорындарында функционалды сусындар өндірісін ұйымдастыру кезінде қолданылуы мүмкін. Алдағы зерттеулерде стевия концентраттарын алу процесін ультрадыбыстық, ферментативтік және мембраналық технологиялар арқылы интенсификациялау, биологиялық белсенді қосылыстардың нақты құрамын хроматографиялық әдістермен анықтау, сондай-ақ өнімнің сақтау тұрақтылығын өндірістік жағдайда бағалау жоспарланады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеулер ҚР ҰҚМ қаржыландыратын ИРН № AP26199175 «Функционалдық қасиеттері жақсартылған мамандандырылған сусындарды дайындау үшін стевияның селекциялық линияларын зерттеу» ғылыми жобасы аясында жүргізілді. Мүдделер қақтығысы жоқ.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium; 2021. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>
2. D. Lovic, A. Piperidou, I. Zografou. The Growing Epidemic of Diabetes Mellitus // *Curr Vasc Pharmacol*. 2020; 18(2): 104-109. DOI: 10.2174/1570161117666190405165911
3. И.И. Дедов, М.В. Шестакова, О.К. Викулова Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра за период 2010-2022 гг. // *Сахарный диабет*. 2023; 26(2): 104-123. DOI: 10.14341/DM13035
4. А.У. Нуртазина, Г.К. Кошпесова Ожирение, сахарный диабет и артериальная гипертензия - глобальные проблемы современного общества // *Наука и Здравоохранение*. 2021; 23(5): 149-160. DOI: 10.34689/SH.2021.23.5.017
5. А.Ш. Сейдинова, И.А. Ишигов, А.Ж. Абылай-улы Эпидемиология сахарного диабета в мире и Республике Казахстан // *Вестник КазНМУ*. 2018; (1): 250-253.
6. Ю.М. Громова, А.А. Бова Сахарный диабет и COVID-19: смертельный альянс двух пандемий // *Военная медицина*. 2021; (2): 102-110. DOI: 10.51922/2074-5044.2021.2.102
7. S. Asrandina, Z. Chundetova, S. Atabayeva Study of morphogenetic and physiological responses of *Stevia rebaudiana* to colchicine treatment in an in vitro micropropagation system and ex vitro adaptation // *Engineered Science*. 2025; Vol. 37. Article 1814.
8. J. Ahmad Antidiabetic potential of *Stevia rebaudiana* extracts: Modulation of glucose uptake and insulin signaling pathways // *Journal of Ethnopharmacology*. 2022; 285: 114862. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114862
9. D. Granato Functional beverages: A review on technological, sensory, and health-related aspects // *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 102: 252-264. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.05.019
10. D.J. McClements Next-generation functional beverages: Bioactive compounds, sustainability, and AI-driven formulation // *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 116: 1-14. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.07.002
11. Евразийская экономическая комиссия. Технический регламент ТР ЕАЭС 044/2017 «О безопасности специализированной пищевой продукции». 2021. Available from: <http://www.eurasiancommission.org>
12. S. Ceunen, J.M.C. Geuns. Chemistry and analysis of steviol glycosides: Recent advances and future trends // *Molecules*. 2021; 26(11): 3215. DOI: 10.3390/molecules26113215

13. J.C. Ruiz-Ruiz Stevia rebaudiana Berton: Antioxidant capacity and biological activity // *Antioxidants*. 2020; 9(2): 153. DOI: 10.3390/antiox9020153

14. R. Lemus-Mondaca Stevia rebaudiana Berton and its effects in chronic diseases: A review // *Phytotherapy Research*. 2019; 33(10): 2562-2577. DOI: 10.1002/ptr.6393

15. M. Carakostas, L. Curry, A. Boileau, D. Bruck Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A // *Food and Chemical Toxicology*. 2008; 46: S1-S10. DOI: 10.1016/j.fct.2008.05.003

16. I. Prakash Stevia rebaudiana as a natural sugar replacer in bakery products: Technological and sensory challenges // *Food Chemistry*. 2021; 362: 130162. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130162

17. В.А. Тутельян Функциональные напитки в питании современного человека // *Вопросы питания*. 2020; 89(5): 56-63. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10060

18. M. Plaza Nanoencapsulation of functional ingredients for enhanced bioavailability and stability // *Foods*. 2021; 10(5): 1024. DOI: 10.3390/foods10051024

19. H. Chen Personalized nutrition: AI-driven approaches for functional food development // *Nature Food*. 2022; 3(7): 485-493. DOI: 10.1038/s43016-022-00547-y

20. N. Martins Sustainable sourcing of functional ingredients from agro-industrial waste // *Trends in Biotechnology*. 2023; 41(1): 45-58. DOI: 10.1016/j.tibtech.2022.06.006

21. A. Asiye, S.M. Tuba, A. Erdal. Kinetic Study for Ascorbic Acid Degradation, Hydroxymethylfurfural and Furfural Formations in Orange Juice // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2021. – Vol. 102. – P. 103996. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.103996

22. T. Lukas, P. Michele, M. Karen, T. Stephan, S. Dominik, C. Bruno, T. Florian. W. Bernd, S. Petr Liquid-jet photoemission spectroscopy as a structural tool: site-specific acid-base chemistry of vitamin C // *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2024, 26, 19673-19684. DOI: 10.1039/D4CP01521E

23. H.P. Diego, J.S. Francisco, G. Alberto, S.F. Pablo, G.V. Cristina. Kinetic modelling of anthocyanins and vitamin C degradation in a maqui-citrus beverage during storage for different sweeteners and pasteurization treatments *LWT Food Science and Technology*. Volume 199, 1 May 2024, 116082 DOI:10.1016/j.lwt. 2024. 116082

24. D. Njus, P.M. Kelley, Y.J. Tu, H.B. Schlegel Ascorbic acid: The chemistry underlying its antioxidant properties // *Free Radical Biology and Medicine*. – 2020. – Vol. 159. – P.37-43. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed. 2020.07.013

25. M.L. Saftic, N. Birkic, V. Miletic, R. Antolovic, D. Stanfel, K. Wittine. Antioxidant Activity, Stability in Aqueous Medium and Molecular Docking/

Dynamics Study of 6-Amino- and N-Methyl-6-amino-L-ascorbic Acid // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24, No. 2. – 1410. DOI: 10.3390/ijms 24021410

REFERENCES

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium, 2021. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>

2. D. Lovic, A. Piperidou, I. Zografou. The growing epidemic of diabetes mellitus. *Current Vascular Pharmacology*, vol. 18, no. 2, pp. 104–109, 2020. DOI: 10.2174/1570161117666190405165911.

3. I.I. Dedov, M.V. Shestakova, O.K. Vikulova Sakharnyi diabet v Rossiiskoi Federatsii: dinamika epidemiologicheskikh pokazatelei po dannym Federal'nogo registra za period 2010–2022 gg. [Diabetes mellitus in the Russian Federation: dynamics of epidemiological indicators according to the Federal Register for 2010–2022]. *Sakharnyi diabet*, vol. 26, no. 2, pp. 104–123, 2023. DOI: 10.14341/DM13035. (In Russian)

4. A.U. Nurtazina, G.K. Koshpesova. Ozhirenie, sakharnyi diabet i arterial'naya gipertenziya – global'nye problemy sovremennogo obshchestva. [Obesity, diabetes mellitus and arterial hypertension as global problems of modern society]. *Nauka i Zdravookhranenie*, vol. 23, no. 5, pp. 149–160, 2021. DOI: 10.34689/SH.2021.23.5.017. (In Russian)

5. A.Sh. Seidinova, I.A. Ishigov, A.Zh. Abilaiuly. Epidemiologiya sakharnogo diabeta v mire i Respublike Kazakhstan. [Epidemiology of diabetes mellitus in the world and the Republic of Kazakhstan]. *Vestnik KazNMU*, no. 1, pp. 250–253, 2018. (In Russian)

6. Yu.M. Gromova, A.A. Bova. Sakharnyi diabet i COVID-19: smertel'nyi al'yans dvukh pandemii. [Diabetes mellitus and COVID-19: the deadly alliance of two pandemics]. *Voennaya meditsina*, no. 2, pp. 102–110, 2021. DOI: 10.51922/2074-5044.2021.2.102. (In Russian)

7. S. Asrandina, Z. Chumetova, S. Atabayeva. Study of morphogenetic and physiological responses of Stevia rebaudiana to colchicine treatment in an in vitro micropropagation system and ex vitro adaptation. *Engineered Science*, vol. 37, article 1814, 2025.

8. J. Ahmad. Antidiabetic potential of Stevia rebaudiana extracts: Modulation of glucose uptake and insulin signaling pathways. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 285, article 114862, 2022. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114862.

9. D. Granato. Functional beverages: A review on technological, sensory, and health-related aspects. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 102, pp. 252–264, 2020. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.05.019.

10. D.J. McClements. Next-generation functional beverages: Bioactive compounds, sustainability, and AI-driven formulation. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 116, pp. 1–14, 2021. DOI: 10.1016/

j.tifs.2021.07.002.

11. Evraziiskaya ekonomicheskaya komissiya. Tekhnicheskii reglament TR EAES 044/2017 «O bezopasnosti spetsializirovannoi pishchevoi produktsii». [Technical Regulation TR EAEU 044/2017 “On the Safety of Specialized Food Products”]. 2021. Available from: <http://www.eurasiancommission.org>. (In Russian)

12. S. Ceunen, J.M.C. Geuns. Chemistry and analysis of steviol glycosides: Recent advances and future trends // *Molecules*. 2021; 26(11): 3215. DOI: 10.3390/molecules26113215

13. J.C.Ruiz-Ruiz. Stevia rebaudiana Bertoni: Antioxidant capacity and biological activity // *Antioxidants*. 2020; 9(2): 153. DOI: 10.3390/antiox9020153

14. R. Lemus-Mondaca Stevia rebaudiana Bertoni and its effects in chronic diseases: A review // *Phytotherapy Research*. 2019; 33(10): 2562-2577. DOI: 10.1002/ptr.6393

15. M. Carakostas, L. Curry, A. Boileau, D. Bruck. Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A // *Food and Chemical Toxicology*. 2008; 46: S1-S10. DOI: 10.1016/j.fct.2008.05.003

16. I. Prakash Stevia rebaudiana as a natural sugar replacer in bakery products: Technological and sensory challenges // *Food Chemistry*. 2021; 362: 130162. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130162.

17. V.A. Tutel'yan Funktsional'nye napitki v pitanii sovremennogo cheloveka. [Functional beverages in modern human nutrition]. *Voprosy pitaniya*, vol. 89, no. 5, pp. 56–63, 2020. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10060. (In Russian)

18. M. Plaza Nanoencapsulation of functional ingredients for enhanced bioavailability and stability // *Foods*. 2021; 10(5): 1024. DOI: 10.3390/foods10051024

19. H. Chen Personalized nutrition: AI-driven approaches for functional food development // *Nature Food*.

2022; 3(7): 485-493. DOI: 10.1038/s43016-022-00547-y

20. N. Martins. Sustainable sourcing of functional ingredients from agro-industrial waste // *Trends in Biotechnology*. 2023; 41(1): 45-58. DOI: 10.1016/j.tibtech.2022.06.006

21. A. Asiye, S.M. Tuba, A. Erdal. Kinetic Study for Ascorbic Acid Degradation, Hydroxymethylfurfural and Furfural Formations in Orange Juice // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2021. – Vol. 102. – P. 103996. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.103996

22. T. Lukas, P. Michele, M. Karen, T. Stephan, S. Dominik, C. Bruno, T. Florian. W. Bernd. S. Petr. Liquid-jet photoemission spectroscopy as a structural tool: site-specific acid–base chemistry of vitamin C // *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2024, 26, 19673-19684. DOI: 10.1039/D4CP01521E

23. H.P. Diego, J.S. Francisco, G. Alberto, S.F. Pablo, G.V. Cristina. Kinetic modelling of anthocyanins and vitamin C degradation in a maqui-citrus beverage during storage for different sweeteners and pasteurization treatments *LWT Food Science and Technology*. Volume 199, 1 May 2024, 116082 DOI:10.1016/j.lwt.2024.116082

24. D. Njus, P.M. Kelley, Y.J. Tu, H.B. Schlegel Ascorbic acid: The chemistry underlying its antioxidant properties // *Free Radical Biology and Medicine*. – 2020. – Vol. 159. – P.37-43. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.07.013

25. M.L. Saftic, N. Birkic, V. Miletic, R. Antolovic, D. Stanfel, K. Wittine. Antioxidant Activity, Stability in Aqueous Medium and Molecular Docking/Dynamics Study of 6-Amino- and N-Methyl-6-amino-L-ascorbic Acid // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24, No. 2. – 1410. DOI: 10.3390/ijms24021410

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КОЛБАСНОГО ХЛЕБА ИЗ КОНИНЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

¹У.Ч. ЧОМАНОВ , ¹Г.С. КЕНЕНБАЙ ,
²А.К. БОРИБАЙ* , ²Ж.К. ТОКАНОВА 

(¹ТОО «Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, Серкебаева 62,

²Международный инженерно-технологический университет, Республика Казахстан, Алматы 050060, пр. Аль-Фараби, 89/21 (пр. Аль-Фараби 93Г/5)

Электронная почта автора-корреспондента: assembr@mail.ru*

В статье представлены результаты разработки рецептуры колбасного хлеба на основе конины с добавлением растительных компонентов — моркови, картофеля и тыквы. Цель исследования заключалась в разработке рецептуры комбинированного мясорастительного продукта и оценке влияния внесения 20 и 30% растительного сырья на его физико-химические и органолептические показатели. В ходе исследования проведено сравнение контрольного образца, изготовленного без добавления растительных компонентов, и двух опытных вариантов. Установлено, что введение растительного сырья способствует увеличению массовой доли влаги и содержания пищевых волокон, а также снижению массовой доли жира в готовом продукте. Содержание клетчатки в опытных образцах составило около 5% при внесении 20% растительного сырья и около 8% при внесении 30%. По результатам органолептической оценки наиболее высокие показатели среди опытных образцов получены для варианта с 20% растительного сырья. Полученные данные подтверждают перспективность использования моркови, картофеля и тыквы при разработке комбинированных мясорастительных продуктов на основе конины и могут быть использованы при совершенствовании рецептур мясных изделий. Результаты исследования также демонстрируют возможность улучшения пищевой ценности продукта без существенного ухудшения его основных потребительских свойств.

Ключевые слова: колбасный хлеб, конина, растительные ингредиенты, пищевая ценность, органолептика.

ӨСІМДІК ҚОСПАЛАРЫН ҚОСА ОТЫРЫП, ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ДАЙЫНДАЛҒАН ЕТ НАНЫНЫҢ РЕЦЕПТУРАСЫН ӘЗІРЛЕУ

¹У.Ч. ЧОМАНОВ, ¹Г.С. КЕНЕНБАЙ,
²Ә.Қ. БОРИБАЙ*, ²Ж.К. ТОКАНОВА

(¹«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты»

ЖШС, Қазақстан Республикасы, Серкебаев к-сі 62, Алматы қ., 050010,

²Халықаралық инженерлік – технологиялық университет, Қазақстан Республикасы, Алматы, 050060, әл-Фараби даңғылы, 89/21 әл-Фараби даңғылы 93Г/5)

Автор-корреспонденттің электронды почтасы: assembr@mail.ru*

Мақалада сәбіз, картоп және асқабақ сияқты өсімдік текті компоненттер қосылған жылқы еті негізіндегі шұжық нанының рецептурасын әзірлеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты – құрамдастырылған ет-өсімдік өнімінің рецептурасын әзірлеу және өсімдік текті шикізатты 20 және 30% мөлшерінде қосудың дайын өнімнің физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштеріне әсерін бағалау. Зерттеу барысында өсімдік компоненттері қосылмаған бақылау үлгісі және екі тәжірибелік нұсқа салыстырылды. Өсімдік текті шикізатты енгізу өнімдегі ылғалдың массалық үлесі мен тағамдық талшықтар

мөлшерінің артуына, сонымен қатар майдың массалық үлесінің төмендеуіне ықпал ететіні анықталды. Тәжірибелік үлгілердегі тағамдық талиықтар мөлшері өсімдік шикізаты 20% қосылғанда шамамен 5%, ал 30% қосылғанда шамамен 8% құрады. Органолептикалық бағалау нәтижелері бойынша тәжірибелік үлгілер арасында ең жоғары көрсеткіштер 20% өсімдік шикізаты қосылған нұсқада анықталды. Алынған нәтижелер жылқы еті негізіндегі құрамдастырылған ет-өсімдік өнімдерін өндіруде сәбіз, картоп және асқабақты пайдаланудың перспективалылығын көрсетеді және ет өнімдерінің рецептурасын жетілдіруде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері өнімнің негізгі тұтынушылық қасиеттерін айтарлықтай төмендетпей, оның тағамдық құндылығын арттыру мүмкіндігін көрсетеді.

Негізгі сөздер: ет наны, жылқы еті, өсімдік тектес қоспалар, тағамдық құндылық, органолептикалық қасиеттер.

DEVELOPMENT OF A HORSEMEAT SAUSAGE LOAF FORMULATION WITH THE ADDITION OF PLANT-BASED COMPONENTS

¹U.CH. CHOMANOV, ¹G.S. KENENBAY,
²A.K. BORIBAY*, ²ZH.K. TOKANOVA

(¹Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP,
238 Serkebayev Street 62, Almaty, 050010,

² International University of Engineering and Technology, Kazakhstan, Almaty,
050060, 89/21 Al-Farabi avenue, 93G/5 Al-Farabi avenue)

Email address of the corresponding author: assembr@mail.ru*

The article presents the results of developing a sausage loaf formulation based on horse meat with the addition of plant-derived ingredients, including carrot, potato, and pumpkin. The aim of the study was to develop a formulation for a combined meat–plant product and to evaluate the effects of incorporating 20 and 30% plant raw materials on the physicochemical and organoleptic properties of the final product. A control sample without plant ingredients and two experimental formulations were compared. The incorporation of plant raw materials was found to increase the moisture content and dietary fiber level while reducing the fat content of the finished product. The dietary fiber content reached approximately 5% in the sample containing 20% plant raw materials and approximately 8% in the sample containing 30%. According to the organoleptic evaluation, the experimental sample containing 20% plant raw materials demonstrated the most favorable sensory characteristics. The obtained results confirm the potential of using carrot, potato, and pumpkin in the development of combined meat–plant products based on horse meat and may contribute to the improvement of meat product formulations. The findings also demonstrate the possibility of enhancing the nutritional value of the product without substantially compromising its key consumer properties.

Keywords: sausage loaf, horsemeat, plant ingredients, nutritional value, organoleptic properties.

Введение

В современном пищевом производстве растёт интерес к комбинированным продуктам, объединяющим животное и растительное сырьё. Мясные изделия с растительными ингредиентами позволяют повысить пищевую ценность (за счёт пищевых волокон, витаминов и биологически активных веществ растительного происхождения), улучшить органолептические свойства продукта, а также снизить себестоимость производства [1, 2]. Конина является традиционным диетическим мясом: она содержит ~21–22 г полноценного белка

и лишь ~4–5 г жира в расчёте на 100 г сырого мяса [2], богата минеральными элементами, в том числе железом (~3,8 мг/100 г), и витамином В₁₂ (~3,0 мкг/100 г) [2]. Благодаря высокой пищевой и биологической ценности конина представляет интерес как сырьё для разработки комбинированных мясных продуктов.

Растительные компоненты – морковь, картофель и тыква – дополняют рецептуру колбасного хлеба ценными питательными веществами. Морковь содержит значительное количество β-каротина (~8285 мкг/100 г) и порядка 2,8 г пищевых

волокон на 100 г [3]. Картофель – богатый источник углеводов (крахмала, до 15 г/100 г) и клетчатки (~2,1 г/100 г), а также содержит витамин С (до 20 мг/100 г) [3]. Тыква характеризуется высоким содержанием воды и также служит источником пищевых волокон [4, 5]. Введение растительного сырья обогащает продукт витаминами, антиоксидантами и другими биологически активными веществами растительного происхождения [1, 3], что положительно отражается на пищевой ценности изделия.

Важно подчеркнуть, что качество и вкусо-ароматические свойства колбасных хлебов с растительными ингредиентами во многом зависят от вида растительного компонента и способа его подготовки. Термически обработанные овощи (например, бланшированная морковь, отварной картофель) лучше интегрируются в мясной фарш, обеспечивая однородную структуру продукта [6]. Специи и приправы помогают сбалансировать вкус и аромат: например, добавление чеснока, перца, тмина традиционно улучшает вкусо-ароматический профиль колбас и хорошо сочетается с овощными нотами [7]. При правильно подобранной рецептуре присутствие моркови или других растительных ингредиентов может почти не ощущаться потребителем: продукт сохраняет характерный мясной вкус с оттенком специй и привлекательный цвет. Растительные ингредиенты также влияют на окраску и внешний вид изделия. Морковь и тыква придают батону колбасного изделия аппетитный оранжево-розовый оттенок, тогда как бесцветные наполнители (картофель) при больших дозах могут разбавлять интенсивность мясного цвета, делая его более бледным [8]. Поэтому долю нейтральных по цвету компонентов обычно ограничивают или компенсируют добавлением натуральных красителей (паприки, свёклы и др.) [8]. В целом, при умеренной дозировке (до ~20%) растительные ингредиенты не оказывают негативного влияния на органолептические свойства мясных изделий; напротив, отмечено повышение сочности, появление интересных нюансов вкуса и улучшение цветовой гаммы продукта.

Картофель традиционно применяется в мясных технологиях в виде крахмалсодержащих добавок (картофельная мука, пюре) для повышения выхода и улучшения консистенции. Так, введение ~3–5% картофельной муки в колбасный фарш усиливает способность удерживать влагу и жир, повышая сочность готового продукта [4]. Одним из ключевых требований при обогащении мясных

продуктов растительным сырьём является сохранение привлекательных вкусо-ароматических свойств. Сочетание конины с растительными компонентами представляет перспективное направление при разработке комбинированных мясных продуктов. Конина характеризуется высокой пищевой ценностью, а морковь, картофель и тыква являются источниками пищевых волокон и других компонентов растительного происхождения. Введение овощного сырья может оказывать влияние на пищевую ценность, влагоудерживающие свойства и органолептические характеристики готового продукта [9–14].

Ранее проведённые исследования подтверждают эффективность обогащения мясных продуктов овощами. Например, добавление моркови и редиса в варёные колбасные изделия (колбаски из индейки) улучшает сочность продукта и его общую органолептическую приемлемость по сравнению с контролем. Включение тыквенного пюре в рецептуру куриных сосисок приводит к достоверному снижению содержания жира и белка при одновременном повышении массовой доли влаги и клетчатки в продукте [14]. Эти данные подтверждают целесообразность использования растительного сырья для повышения питательной ценности и качества мясных изделий. Однако комбинирование конины с овощными компонентами до сих пор изучено недостаточно, что определяет актуальность и новизну данного исследования.

Цель исследования — разработать рецептуру колбасного хлеба на основе конины с добавлением растительных компонентов и экспериментально оценить влияние количества моркови, картофеля и тыквы на физико-химические и органолептические показатели готового продукта

Задачи исследования:

1. Обосновать выбор сырья для колбасного хлеба функционального назначения (конина как высокопитательное мясное сырьё; овощи как источник клетчатки, витаминов и антиоксидантов).
2. Разработать рецептуры колбасного хлеба с различной долей растительного компонента и приготовить контрольные и опытные образцы.
3. Провести анализ химического состава, показателей качества и дегустационную оценку образцов колбасного хлеба.
4. Определить оптимальную долю растительного сырья, обеспечивающую обогащение продукта без снижения его органолептических свойств.

Материалы и методы исследований

Для приготовления колбасного хлеба использовали мясное сырьё — конину первого сорта, растительное сырьё (морковь, картофель, тыкву), нитритную соль, воду и специи (чёрный перец, базилик, паприку). Нитритную соль применяли в соответствии с разработанной рецептурой продукта. Специи использовали для формирования вкуса, аромата и цвета готового изделия, а воду — для обеспечения необходимой консистенции и сочности. Выбор ингредиентов был направлен на получение колбасного хлеба с заданными физико-химическими и органолептическими характеристиками.

Анализ качества колбасного хлеба включал определение химического состава (влаги, белок, жир, зола, клетчатка) по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 33319-2015 [15], ГОСТ 25011-2017 [16], ГОСТ 23042-2015 [17], ГОСТ 31727-2012

[18] и ГОСТ 31675-2012 [19] соответ-ственно. Определение pH проводили по ГОСТ 33314-2015[20], активность воды - по ГОСТ ISO 21807-2014 [21]. Органолептическую оценку осуществляли по ГОСТ 9959-2015 [22] с применением 9-балльной шкалы (оцениваемые параметры: внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус).

Для проведения физико-химических анализов использовали прибор Series 300 Food Analyser (FOSS Analytical, Дания), предназначенный для экспресс-оценки химического состава мяса и мясных продуктов методом ближней инфракрасной спектроскопии. Активность воды в образцах колбасного хлеба определяли на приборе AQUALAB 4TE (Decagon Devices, США). Влажность продукта измеряли с использованием анализатора влажности AND MX-50 (A&D Company, Япония), работающего по принципу термogrавиметрического анализа (рис. 1).



а) Проведение измерений влажности на AND MX-50

б) Измерение активности воды на AQUALAB 4TE

в) Физико-химические анализы на Series 300 Food Analyzer

Рисунок 1. Оборудование для определения физико-химических показателей колбасного хлеба

Литературный обзор

Современные исследования показывают, что включение растительных компонентов, в частности пищевых волокон, положительно влияет на технологические и потребительские свойства мясных изделий. Обогащение мясных продуктов диетической клетчаткой улучшает водоудерживающую способность, снижает потери при тепловой обработке и повышает выход готового продукта [23, 24]. Добавление растительных волокон также способствует обогащению

изделий минералами и витаминами при одновременном снижении содержания жира [23-25].

Введение овощных добавок, таких как тыква и морковь, повышает питательную ценность, обогащая продукты витаминами, клетчаткой и минеральными веществами [26, 27].

Современные тенденции мясопереработки ориентированы на снижение содержания насыщенных жиров и соли при одновременном обогащении рецептур функциональными ингредиентами [28-30].

Исследования последних лет подтверждают, что умеренное добавление растительных волокон (1–3%) улучшает текстуру, влагосвязывание и выход мясных изделий без ухудшения органолептических свойств. Работы Richards и соавт. (2024) показали, что введение до 3% морковного жмыха повышает выход и водоудерживающую способность котлет, а добавка тыквенного масла (Corroia и соавт., 2025) улучшает антиоксидантную стабильность и вкус сырокопчёных колбас [31,32].

Таким образом, растительные ингредиенты, в частности морковь и тыква, способствуют улучшению текстуры, пищевой ценности и технологических характеристик мясных изделий, что подтверждает перспективность их применения при разработке комбинированных

мясных продуктов.

Результаты исследований и их обсуждение

На основе подобранных ингредиентов была разработана рецептура колбасного хлеба. В качестве основных компонентов использовали мясное сырьё, растительное сырьё (картофель, морковь, тыква) воду, нитритную соль, а также специи (чёрный перец, базилик, паприка). Для сравнения был приготовлен контрольный вариант и два опытных образца с различной долей мясного и растительного сырья (Табл. 1). Введение пряностей было направлено на улучшение органолептических характеристик (вкус, аромат, цвет), а также на повышение функциональных свойств продукта.

Таблица 1. Рецептура колбасного хлеба

Показатель	Контрольный образец	Опыт 1-20%	Опыт 2-30%
Мясное сырьё, г	470	400	350
Растительное сырьё, г	-	100	150
Вода, г	30	-	-
Соль (нитритная), г	10	10	10
Чёрный перец, г	2	2	2
Базилик, г	2	1	1
Паприка, г	-	-	1

Таблица 1 демонстрирует рецептурный состав контрольного и опытных образцов колбасного хлеба. Отличия заключаются во введении растительного сырья и изменении количества пряностей.

В контрольном образце растительное сырьё отсутствовало. В опытном образце 1 содержание растительного сырья составляло 20%, а в опытном образце 2 - 30% от массы мясорастительной основы. Соотношение мясного и растительного сырья составляло соответственно 400:100 г и 350:150 г. В качестве растительного сырья использовали смесь мор-

кови, картофеля и тыквы.

Для опытных образцов использована свежееубойная конина (односортное мясо лошади), полученная из туш конюшенного разведения. Мясо было прокручено через мясорубку с отверстиями Ø5 мм.

Ингредиенты тщательно перемешивали до гомогенного состояния. Из полученного фарша формовали продолговатые «хлебцы» массой ~500 г, которые запекали при 180 °С до достижения внутренней температуры 75–80 °С. Готовые изделия охлаждали и упаковывали в вакуумные пакеты для оценки качества (рис. 2).



Рисунок 2. Готовый колбасный хлеб, упакованный в вакуумный пакет

Физико-химические показатели

Результаты анализа основных компонентов и показателей качества приведены в таблице 2.

Добавление растительного сырья значительно повлияло на состав колбасного хлеба.

Таблица 2. Физико-химические показатели колбасного хлеба (в процентах от массы продукта, средние значения)

Показатели	Контроль	Опыт 1-20%	Опыт 2 –30%
Влага, %	61,5	69,1	72,1
Белок, %	19,0-19,5	15-16	13
Жир, %	17	15	13
Зола, %	2,0	2,5	3,0
Клетчатка, %	0	~5	~8
pH	5,8	5,9	6,0
a_w	0,97	0,92	0,94

Как видно из таблицы 2, опытные образцы с растительными ингредиентами имеют большую влажность по сравнению с контролем: у образца с 30% растительного сырья массовая доля влаги достигла ~72%, что существенно выше 61,5% у контроля. Это связано с тем, что растительные компоненты – особенно пищевые волокна – способны удерживать воду в продукте и повышать его влагоёмкость. Добавление растительного сырья в мясной фарш повышает водосвязывающую способность и снижает потери воды при термообработке, благодаря чему выход готового продукта увеличивается. Наши результаты подтверждают это: потери при запекании опытных образцов были меньше, влажность – выше, а выход готового продукта – больше, чем у контрольного [12].

Одновременно с ростом влажности наблюдается значительное снижение доли жира в обогащённых образцах. Контрольный колбасный хлеб содержал около 17% жира, тогда как образец с 30% растительного сырья – порядка 13% жира. Это закономерно, поскольку часть мясного сырья (вместе с животным жиром) заменяется нежирным

растительным компонентом. Кроме того, даже оставшийся животный жир в присутствии растительных ингредиентов распределяется иначе: пищевые волокна и растительные белки могут частично эмульгировать жир и снижать его выход на поверхность, способствуя более равномерному распределению и удержанию жира внутри продукта [12]. Тем самым достигается снижение фактической жирности продукта – важный положительный эффект с точки зрения диетологии.

Доля белка в образцах изменилась менее существенно. У контрольного образца массовая доля белка - 19%, тогда как у опытных – около 16%. Небольшое снижение относительного содержания белка в опытах объясняется двумя факторами: во-первых, за счёт повышенной влажности общее содержание сухих веществ несколько «разбавлено» водой; во-вторых, растительное сырьё, как правило, содержит меньше белка (в пересчёте на массу продукта), чем высокобелковое мясо.

Во всех образцах использовали одинаковое количество нитритной соли — 10 г на рецептурную закладку, поэтому различия в массовой доле золы

между образцами были незначительными

В контрольном образце клетчатка практически отсутствовала. При введении растительного сырья её содержание увеличилось примерно до 5% в образце с 20% растительного компонента и до 8% в образце с 30%. Полученные данные свидетельствуют о закономерном увеличении содержания клетчатки по мере повышения доли овощного сырья. Одновременно в опытных образцах отмечалось снижение массовой доли жира по сравнению с контролем [13].

Показатели pH и активности воды

Измерения pH показали, что все образцы имеют слабокислую, близкую к нейтральной реакцию (pH около 5,8–6,0). Существенных различий между контрольным и опытными образцами не выявлено: добавление растительного сырья не привело к заметному сдвигу pH. Небольшое повышение pH в опытных вариантах (до ~6,0) можно объяснить тем, что растительные ингредиенты могли иметь нейтральный или чуть более высокий собственный pH и слегка снизили общую кислотность мясной системы. Однако в целом все образцы находятся в типичном диапазоне pH варёных мясных продуктов (5,7–6,1), что соответствует несброженным, некимым продуктам.

Активность воды (a_w) оказалась высокой у всех исследованных образцов, но имелась интересная тенденция: образцы с добавками растительного сырья имели немного более низкую a_w , чем контрольный. Так, для контрольного образца $a_w \approx 0,97$, тогда как в образце с 30% растительного сырья $a_w \approx 0,94$, а с 20% – около 0,92 (при температуре измерения 25 °C). Хотя опытные образцы содержат больше общей влаги,

часть этой воды связана матриксом пищевых волокон и белков и менее доступна для микроорганизмов, что и отражается в незначительном снижении активности воды. Иными словами, растительные пищевые волокна «связывают» влагу, понижая её свободную (активную) часть. Значения активности воды опытных образцов были ниже по сравнению с контролем, что может быть связано со связыванием части влаги компонентами растительного сырья. В настоящем исследовании pH и активность воды рассматривались как физико-химические характеристики продукта. Микробиологические показатели и срок хранения не определялись [14].

Органолептическая оценка

По данным исследования, органолептические свойства колбасного хлеба (конина с растительными добавками) оценивались дегустаторами по 9-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 9959–2015. Оценивались пять параметров: внешний вид, цвет на разрезе, консистенция, вкус и аромат.

Ниже приведены средние баллы для контрольного образца (0% растительного сырья) и двух опытных образцов – с 20% и 30% добавления растительного сырья соответственно:

- Внешний вид: контроль – 9 баллов; опыт 1 (20%) – 9; опыт 2 (30%) – 8
- Консистенция: контроль – 9; опыт 1 (20%) – 8; опыт 2 (30%) – 7
- Вкус: контроль – 9; опыт 1 (20%) – 8; опыт 2 (30%) – 7
- Аромат: контроль – 9; опыт 1 (20%) – 8; опыт 2 (30%) – 7

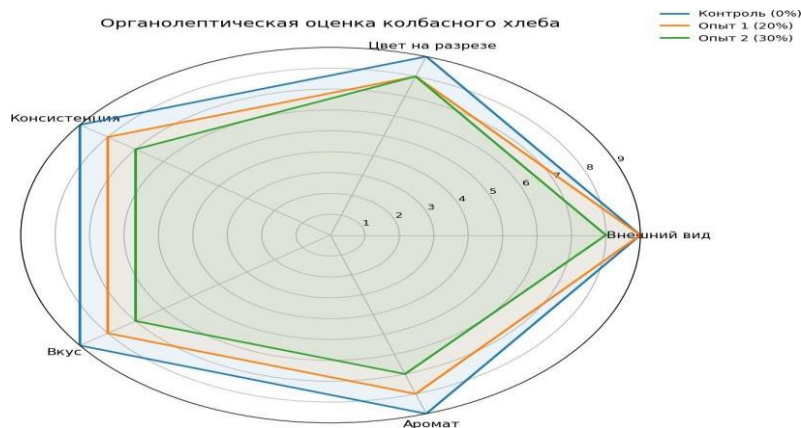


Рисунок 3. Радарная диаграмма, сравнивающая средние дегустационные оценки контрольного образца колбасного хлеба (0% растительных ингредиентов), опытного образца 1 (20% растительного сырья) и опытного образца 2 (30% растительного сырья) по пяти органолептическим показателям

Из диаграммы видно, что контрольный образец получил максимально высокие оценки по всем критериям (в основном 9 баллов, то есть «отлично»). Образец с 30% растительного сырья имеет более низкие показатели: внешний вид и цвет оценены в 8 баллов, а консистенция, вкус и аромат – в 7 баллов (заметно мягче текстура и слабее мясной вкус/аромат по сравнению с контролем). Образец с 20% растительного сырья сохраняет высокое качество – внешний вид не уступает контролю (9 баллов), прочие свойства оценены около 8 баллов, что лишь незначительно ниже, чем у контрольного продукта. Таким образом, умеренная доля растительных компонентов (~20%) практически не снижает органолептические свойства колбасного хлеба, тогда как более высокая доля (30%) приводит к некоторому ухудшению консистенции, сочности, вкуса и аромата.

Заключение

В результате исследования разработаны рецептуры колбасного хлеба на основе конины с добавлением 20 и 30% растительного сырья. Установлено, что введение моркови, картофеля и тыквы оказывает влияние на физико-химические и органолептические показатели готового продукта.

В опытных образцах по сравнению с контролем отмечено увеличение массовой доли влаги и клетчатки и снижение содержания жира. В образце с 20% растительного сырья содержание клетчатки составляло около 5%, а при увеличении доли растительного компонента до 30% — около 8%.

Органолептическая оценка показала, что образец с 20% растительного сырья характеризовался наиболее высокими показателями среди опытных вариантов и по большинству характеристик лишь незначительно уступал контрольному образцу. Увеличение доли растительного сырья до 30% сопровождалось снижением оценок консистенции, вкуса и аромата.

Таким образом, на основании совокупности исследованных физико-химических и органолептических показателей рациональной для разработанной рецептуры является доля растительного сырья 20%. Полученные результаты могут быть использованы при разработке комбинированных мясорастительных продуктов на основе конины.

Микробиологические показатели и их изменение в процессе хранения в настоящей работе не исследовались, поэтому обоснование срока годности требует проведения отдельных микробиологических исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. FitAudit. “Конина, сырая. Химический состав, пищевая ценность, БЖУ.” Accessed August 29, 2025. <https://fitaudit.ru/food/148069>.
2. FitAudit. “Картофель, сырой. Химический состав, пищевая ценность, БЖУ.” Accessed August 29, 2025. <https://fitaudit.ru/food/121505>.
3. FitAudit. “Кабачок, сырой. Химический состав, пищевая ценность, БЖУ.” Accessed August 29, 2025. <https://fitaudit.ru/food/121980>.
4. L.F. Yakubova, and N.A. Velichko. 2024. “Использование портулака огородного для обогащения мясных рубленых изделий.” Вестник КрасГАУ 3: 262–268. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-3-262-268>.
5. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Малые производства колбасных изделий: Сырьё для колбас. Rome: FAO, 1991. Accessed August 29, 2025. <https://www.fao.org/4/x6556e/x6556e02.htm>.
6. D. Pino, 2011. “Насколько питательна конина? Другое красное мясо.” KQED Science. Updated September 20, 2015. Accessed August 29, 2025. <https://www.kqed.org/quest/11438/how-nutritious-is-horse-the-other-red-meat>.
7. G.T. Zhumanova, M.A. Shadrin, A.A. Grunina, B.A. Sultonov, and V.N. Yakunina. 2021. “Результаты исследований полуфабрикатов из конины с использованием белковых обогащителей после тепловой обработки.” IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 677 (3): 032038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032038>.
8. C.O. Gill, 2005. “Безопасность и стабильность хранения конины для потребления человеком.” Meat Science 71 (3): 506–513. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.030>.
9. A. Litwinchuk, M. Florek, P. Skaletsky, and Z. Litwinchuk. 2008. “Химический состав и физико-химические свойства конины.” Мышечные продукты 19 (3): 223–236. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2008.00117.x>.
10. M.N.K. Reddy, M.S. Kumar, G.B. Reddy, N. Krishnaiah, and N.A. Reddy. 2020. “Устойчивость при хранении индюшиных колбас с морковью и редисом в условиях охлаждённого хранения.” International Journal of Chemical Studies 8 (4): 1054–1058. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4o.10091>.
11. F.A. Zargar, S. Kumar, Z.F. Bhat, and P. Kumar. 2014. “Влияние тыквы на качественные характеристики и сохранность куриных сосисок при аэробной упаковке.” SpringerPlus 3: 39. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-39>.
12. S. Lee, K. Cho, S.-K.-Ch. Chong, H. Chong, Yu.-S. Choi, and S. Chong. 2023. “Современные стратегии повышения качества мясных продуктов.” Journal of Animal Science and Technology 65 (5): 895–911. <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e94>.
13. S.I. Balyabina, V.N. Khramova, and I.V. Mgebrishvili. 2016. “Анализ эффективности добавления растительных ингредиентов в мясной продукт.” Известия Нижневолжского агроуниверси-

тетского комплекса 4 (44): 132–137. Accessed August 29, 2025. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-dobavleniya-rastitelynyh-ingredientov-v-myasnoy-produkt>.

14. FTC International. 2024. “Водная актив-ность и pH: ключ к стабильности пищевых продуктов.” January 24. Accessed August 29, 2025. <https://www.ftcinternational.com/water-activity-and-ph/>.

15. ГОСТ 33319-2015. Продукты пищевые. Методы определения влаги. Москва: Стандартинформ, 2016.

16. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. Москва: Стандартинформ, 2018.

17. ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. Москва: Стандартинформ, 2016.

18. ГОСТ 31727-2012. Продукты пищевые. Методы определения золы. Москва: Стандартинформ, 2013.

19. ГОСТ 31675-2012. Продукты пищевые. Методы определения клетчатки. Москва: Стандартинформ, 2013.

20. ГОСТ 33314-2015. Продукты пищевые. Методы определения углеводов. Москва: Стандартинформ, 2016.

21. ГОСТ ISO 21807-2014. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Определение активности воды. Москва: Стандартинформ, 2015.

22. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия отбора проб и подготовка проб. Москва: Стандартинформ, 2016.

23. M.-M. Ciobanu, D.-R. Manoliu, M.C. Ciobataru, E.-I. Flocea, and P.-C. Boișteanu. 2025. “Dietary Fibres in Processed Meat: A Review on Nutritional Enhancement, Technological Effects, Sensory Implications and Consumer Perception.” *Foods* 14 (9): 1459. PMID: 40361546.

24. M. Karwowska, P. Skwarek, E. Solska, A. Nowaczyk, A. Goławski, P. Wojtaś, and D. M. Stasiak. 2025. “Safety, Sensory Quality and Nutritional Value of Hybrid Meat Products Made from Turkey Meat and Red Beans Preserved with a Bioprotective Culture.” *Molecules* 30 (3): 691. <https://doi.org/10.3390/mole-cules30030691>.

25. R. Ashakayeva, B. Assenova, G. Tumeneva, A. Nurgazezova, G. Zhumanova, Zh. Atambayeva, A. Baikadamova, II Dmitrii, and A. Dautova. 2022. “A Pumpkin-Based Emulsion Gel as a Texture Improvement of Mixed Horsemeat Semi-Smoked Sausages.” *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods11244114>.

26. M. Kozhakhliyeve, S. Dragoev, Y. Uzakov, and A. Nurgazezova. 2018. “Improving of the Oxidative Stability and Quality of New Functional Horse Meat Delicacy Enriched with Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides) Fruit Powder Extracts or Seed Kernel Pumpkin (Cucurbita pepo L.) Flour.” *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences* 70 (1): 132–140. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2018.01.18>.

27. N. Abilmazhinova, A. Tayeva, B. Jetpis-

bayeva, M. Kozhakhliyeve, et al. 2024. “The Influence of Natural Antioxidants on the Quality and Storage Capacity of Semi-Finished Horse Meat Products.” *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* 18: 755–775. <https://doi.org/10.5219/1997>.

28. E.S. Inguglia, Z. Zhang, B.K. Tiwari, and J. P. Kerry. 2023. “Addressing Clean Label Trends in Commercial Meat Processing: Strategies, Challenges and Insights from Consumer Perspectives.” *Meat Science* 202: 109197. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109197>.

29. Cegińska, A. 2020. “‘Clean Label’ as One of the Leading Trends in the Meat Industry in the World and in Poland – A Review.” *World Scientific News* 140: 220–230. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14172.87685>.

30. M. Henchion, and S. McCarthy. 2023. “Opportunities and Challenges of Hybrid Meat Products: A Viewpoint.” *International Journal of Food Science & Technology* 59 (11): 8693–8702. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16529>.

31. J.J. Schouteten, X. Gellynck, and S. Smet. 2023. “Meat Hybrids – An Assessment of Sensorial Aspects, Consumer Acceptance and Nutritional Characteristics.” *Frontiers in Nutrition* 10: 9941143. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.9941143>.

32. J. Richards, A. Lammert, J. Madden, A. Cahn, I. Kang, and S. Amin. 2024. “Addition of Carrot Pomace to Enhance the Physical, Sensory, and Functional Properties of Beef Patties.” *Foods* 13 (23): 3910. <https://doi.org/10.3390/foods13233910>.

REFERENCES

1. FitAudit. “Konina, syraia. Khimicheskiy sostav, pishchevaya tsennost', BZhU” [Horse Meat, Raw. Chemical Composition, Nutritional Value, Protein, Fat and Carbohydrates]. Accessed August 29, 2025. <https://fitaudit.ru/food/148069>. (In Russian).

2. FitAudit. “Kartofel', syroy. Khimicheskiy sostav, pishchevaya tsennost', BZhU” [Potato, Raw. Chemical Composition, Nutritional Value, Protein, Fat and Carbohydrates]. Accessed August 29, 2025. <https://fitaudit.ru/food/121505>. (In Russian).

3. FitAudit. “Kabachok, syroy. Khimicheskiy sostav, pishchevaya tsennost', BZhU” [Zucchini, Raw. Chemical Composition, Nutritional Value, Protein, Fat and Carbohydrates]. Accessed August 29, 2025. <https://fitaudit.ru/food/121980>. (In Russian).

4. L.F. Yakubova, and N.A. Velichko. 2024. “Ispol'zovanie portulaka ogorodnogo dlya obogashcheniya myasnykh rublenykh izdeliy” [Use of Garden Purslane for Enrichment of Chopped Meat Products]. *Vestnik KrasGAU* 3: 262–268. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-3-262-268>. (In Russian).

5. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Malye proizvodstva kolbasnykh izdeliy: Syr'yo dlya kolbas* [Small-Scale Sausage Production: Raw Materials for Sausage]. Rome: FAO, 1991. Accessed August 29, 2025. <https://www.fao.org/4/x6556e/x6556e02.htm>. (In Russian).

6. D. Pino, 2011. “Naskol'ko pitatel'na konina? Drugoe krasnoe myaso” [How Nutritious Is Horse? The

Other Red Meat]. KQED Science. Updated September 20, 2015. Accessed August 29, 2025. <https://www.kqed.org/quest/11438/how-nutritious-is-horse-the-other-red-meat>. (In Russian).

7. G.T. Zhumanova, M.A. Shadrin, A.A. Grunina, B.A. Sultonov, and V.N. Yakunina. 2021. “Rezultaty issledovaniy polufabrikatov iz koniny s ispol'zovaniem belkovykh obogatiteley posle teplovo obrabotki” [Results of Studies of Horse Meat Semi-Finished Products Using Protein Enrichers after Heat Treatment]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 677 (3): 032038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032038>. (In Russian).

8. C.O. Gill. 2005. “Bezopasnost' i stabil'nost' khraneniya koniny dlya potrebleniya chelovekom” [Safety and Storage Stability of Horse Meat for Human Consumption]. Meat Science 71 (3): 506–513. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.030>. (In Russian).

9. A. Litwinchuk, M. Florek, P. Skaletsky, and Z. Litwinchuk. 2008. “Khimicheskiy sostav i fiziko-khimicheskie svoystva koniny” [Chemical Composition and Physicochemical Properties of Horse Meat]. Myasnye produkty 19 (3): 223–236. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2008.00117.x>. (In Russian).

10. M.N.K. Reddy, M.S. Kumar, G.B. Reddy, N. Krishnaiah, and N.A. Reddy. 2020. “Ustoychivost' pri khraneni indyushinykh kolbas s morkov'yu i redisom v usloviyakh okhlazhdennoy khraneniya” [Storage Stability of Turkey Sausages with Carrot and Radish under Refrigerated Storage Conditions]. International Journal of Chemical Studies 8 (4): 1054–1058. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4o.10091>. (In Russian).

11. F.A. Zargar, S. Kumar, Z.F. Bhat, and P. Kumar. 2014. “Vliyaniye tykvy na kachestvennyye kharakteristiki i sokhrannost' kurinykh sosiskok pri aerobnoy upakovke” [Effect of Pumpkin on Quality Characteristics and Shelf Life of Chicken Sausages under Aerobic Packaging]. SpringerPlus 3: 39. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-39>. (In Russian).

12. S. Lee, K. Cho, S.-K.-Ch. Chong, H. Chong, Yu.-S. Choi, and S. Chong. 2023. “Sovremennyye strategii povysheniya kachestva myasnykh produktov” [Current Strategies for Improving the Quality of Meat Products]. Journal of Animal Science and Technology 65 (5): 895–911. <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e94>. (In Russian).

13. S.I. Balyabina, V.N. Khranova, and I.V. Mgebrishvili. 2016. “Analiz effektivnosti dobavleniya rastitel'nykh ingredientov v myasnoy produkt” [Analysis of the Effectiveness of Adding Plant Ingredients to Meat Products]. Izvestiya Nizhnovolzhskogo agrouni-versitetskogo kompleksa 4 (44): 132–137. Accessed August 29, 2025. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-dobavleniya-rastitelnykh-ingredientov-v-myasnoy-produkt>. (In Russian).

14. FTC International. 2024. “Vodnaya aktivnost' i pH: klyuch k stabil'nosti pishchevykh produktov” [Water Activity and pH: Key to Food Stability]. January 24. Accessed August 29, 2025.

<https://www.ftcinternational.com/water-activity-and-ph/>. (In Russian).

15. GOST 33319-2015. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya vlagi [Food Products. Methods for Determination of Moisture]. Moscow: Standartinform, 2016. (In Russian).

16. GOST 25011-2017. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya belka [Meat and Meat Products. Methods for Determination of Protein]. Moscow: Standartinform, 2018. (In Russian).

17. GOST 23042-2015. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya zhira [Meat and Meat Products. Methods for Determination of Fat]. Moscow: Standartinform, 2016. (In Russian).

18. GOST 31727-2012. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya zoly [Food Products. Methods for Determination of Ash]. Moscow: Standartinform, 2013. (In Russian).

19. GOST 31675-2012. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kletchatki [Food Products. Methods for Determination of Fiber]. Moscow: Standartinform, 2013. (In Russian).

20. GOST 33314-2015. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya uglevodov [Food Products. Methods for Determination of Carbohydrates]. Moscow: Standartinform, 2016. (In Russian).

21. GOST ISO 21807-2014. Mikrobiologiya pishchevykh produktov i kormov dlya zhivotnykh. Opredelenie aktivnosti vody [Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs. Determination of Water Activity]. Moscow: Standartinform, 2015. (In Russian).

22. GOST 9959-2015. Myaso i myasnye produkty. Obshchie usloviya otbora prob i podgotovka prob [Meat and Meat Products. General Conditions for Sampling and Sample Preparation]. Moscow: Standartinform, 2016. (In Russian).

23. M.-M. Ciobanu, D.-R. Manoliu, M. C. Ciobataru, E.-I. Flocea, and P.-C. Boișteanu. 2025. “Dietary Fibres in Processed Meat: A Review on Nutritional Enhancement, Technological Effects, Sensory Implications and Consumer Perception.” Foods 14 (9): 1459. PMID: 40361546.

24. M. Karwowska, P. Skwarek, E. Solska, A. Nowaczyk, A. Goławski, P. Wojtaś, and D. M. Stasiak. 2025. “Safety, Sensory Quality and Nutritional Value of Hybrid Meat Products Made from Turkey Meat and Red Beans Preserved with a Bioprotective Culture.” Molecules 30 (3): 691. <https://doi.org/10.3390/molecules30030691>.

25. R. Ashakayeva, B. Assenova, G. Tumeneva, A. Nurgazezova, G. Zhumanova, Zh. Atambayeva, A. Baikadamova, II Dmitrii, and A. Dautova. 2022. “A Pumpkin-Based Emulsion Gel as a Texture Improvement of Mixed Horsemeat Semi-Smoked Sausages.” Foods. <https://doi.org/10.3390/foods11244114>.

26. M. Kozhakhliyeva, S. Dragoev, Y. Uzakov, and A. Nurgazezova. 2018. “Improving of the Oxidative Stability and Quality of New Functional Horse Meat Delicacy Enriched with Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides) Fruit Powder Extracts or Seed Kernel Pumpkin (Cucurbita pepo L.) Flour.” Comptes rendus

de l'Académie bulgare des Sciences 70 (1): 132–140. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2018.01.18>.

27. N. Abilmazhinova, A. Tayeva, B. Jetpisbayeva, M. Kozhakhliyeva, et al. 2024. “The Influence of Natural Antioxidants on the Quality and Storage Capacity of Semi-Finished Horse Meat Products.” *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* 18: 755–775. <https://doi.org/10.5219/1997>.

28. E.S. Inguglia, Z. Zhang, B.K. Tiwari, and J. P. Kerry. 2023. “Addressing Clean Label Trends in Commercial Meat Processing: Strategies, Challenges and Insights from Consumer Perspectives.” *Meat Science* 202: 109197. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109197>.

29. A. Cegielka, 2020. “‘Clean Label’ as One of the Leading Trends in the Meat Industry in the World and in Poland – A Review.” *World Scientific News* 140:

220–230.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14172.87685>.

30. M. Henchion, and S. McCarthy. 2023. “Opportunities and Challenges of Hybrid Meat Products: A Viewpoint.” *International Journal of Food Science & Technology* 59 (11): 8693–8702. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16529>.

31. J.J. Schouteten, X. Gellynck, and S. Smet. 2023. “Meat Hybrids – An Assessment of Sensorial Aspects, Consumer Acceptance and Nutritional Characteristics.” *Frontiers in Nutrition* 10: 9941143. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.9941143>.

32. J. Richards, A. Lammert, J. Madden, A. Cahn, I. Kang, and S. Amin. 2024. “Addition of Carrot Pomace to Enhance the Physical, Sensory, and Functional Properties of Beef Patties.” *Foods* 13 (23): 3910. <https://doi.org/10.3390/foods13233910>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ МЯСА, РЕАЛИЗУЕМОГО НА РЫНКАХ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

М. ТАСҚЫН , К.А. КАЗАЕВ , Ж.Н. УВАНИСКАНОВА* ,
А.Ю. МИРОНЕНКО , А.Ш. ШАРИПБАЕВА 

(Казахская академия питания, Республика Казахстан, 050008, Алматы, Клочкова 66)

Электронная почта автора-корреспондента: zhuldyz.uvaniskanova@mail.com*

В статье представлена сравнительная оценка пищевой ценности говядины, баранины и конины, реализуемых на рынках двух регионов Казахстана: Западного региона (Атырауская область) и Восточного Казахстана (территория Рудного Алтая). Установлены определенные межрегиональные различия: мясо Западного Казахстана характеризуется повышенным содержанием белка, кальция, фосфора и железа, тогда как продукция Восточного региона отличается более высоким содержанием внутримышечного жира, цинка, марганца и витамина Е. Наиболее ценным по уровню белка мясом является говядина Западного Казахстана ($24,21 \pm 0,21$ %). Наибольшее количество жира содержит баранина Восточного Казахстана ($4,91 \pm 0,09$ %). Среди исследуемых видов мяса наиболее калорийной оказалась говядина ($132,1-133,4$ ккал/100г). В образцах Западного региона содержание кальция достигает $22,4 \pm 0,7$ мг/100 г (конина), фосфора $130,6 \pm 3,9$ мг/100 г (говядина), железа $2,55 \pm 0,08$ мг/100 г (говядина). В Восточном регионе зафиксированы более высокие концентрации цинка (до $3,13 \pm 0,09$ мг/100 г в конине) и марганца (до $0,110 \pm 0,003$ мг/100 г в говядине и конине). Также зафиксировано повышенное содержание α -токоферола в конине Восточного Казахстана ($0,765 \pm 0,023$ мг/100 г), тогда как баранина Западного Казахстана отличается высоким уровнем витамина В₃ ($11,040 \pm 0,331$ мг/100 г). Полученные данные свидетельствуют о существенном влиянии региональных природно-геохимических условий на формирование нутритивного профиля мясной продукции и позволяют рекомендовать говядину, баранину и конину к включению в повседневный рацион для покрытия потребностей в протеине, макро- и микроэлементах и витаминах. Результаты могут быть использованы при разработке регионально адаптированных рекомендаций по рациональному и лечебно-профилактическому питанию, а также в системе контроля качества и безопасности пищевых продуктов.

Ключевые слова: Казахстан, мясная продукция, пищевая ценность, микроэлементы, витамины.

БАТЫС ЖӘНЕ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН НАРЫҚТАРЫНДА ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМА

М. ТАСҚЫН, К.А. КАЗАЕВ, Ж.Н. УВАНИСКАНОВА*,
А.Ю. МИРОНЕНКО, А.Ш. ШАРИПБАЕВА

(Қазақ тағамтану академиясы, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ., Клочков көш., 66)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zhuldyz.uvaniskanova@mail.com *

Мақалада Қазақстанның екі өңірі Батыс Қазақстан (Атырау облысы) және Шығыс Қазақстан (Рудный Алтай аумағы) нарықтарында сатылатын сиыр, қой және жылқы етінің тағамдық құндылығына салыстырмалы бағалау жүргізілген. Аймақтар арасындағы елеулі айырмашылықтар анықталды: Батыс Қазақстандағы ет ақуыз, кальций, фосфор және темір мөлшерінің жоғары болуымен сипатталады, ал Шығыс аймақтағы етте бұлшықет ішіндегі май, мырыш, марганец және Е дәрумені мөлшері жоғары болды. Ақуыз мөлшері бойынша ең жоғары көрсеткіш ($24,21 \pm 0,21$ %) Батыс Қазақстан сиыр етінде анықталды. Майдың ең жоғары мөлшері ($4,91 \pm 0,09$ %) Шығыс Қазақстан қой етінде тіркелді. Зерттелген ет түрлерінің ішінде ең жоғары энергетикалық құндылық ($132,1-133,4$ ккал/100 г) сиыр етінде байқалды. Батыс өңір үлгілерінде кальций мөлшері жылқы етінде $22,4 \pm 0,7$ мг/100 г-ға, фосфор сиыр етінде $130,6 \pm 3,9$ мг/100 г-ға, ал темір мөлшері сиыр етінде $2,55 \pm 0,08$ мг/100 г-ға дейін жетті. Шығыс өңірде мырыштың (жылқы етінде $3,13 \pm 0,09$ мг/100 г дейін) және марганецтің (сиыр және жылқы етінде $0,110 \pm 0,003$ мг/100 г дейін) жоғары концентрациялары анықталды. Сондай-ақ Шығыс Қазақстанның жылқы етінде α -

токоферолдың жоғары мөлшері ($0,765 \pm 0,023$ мг/100 г), ал Батыс Қазақстанның қой етінде В₃ дәруменінің жоғары деңгейі ($11,040 \pm 0,331$ мг/100 г) тіркелді. Алынған мәліметтер аймақтық табиғи және геохимиялық жағдайлардың ет өнімдерінің тағамдық профилін қалыптастыруға елеулі әсер ететінін көрсетеді және ақуыз, макро- және микроэлементтер мен дәрумендерге деген қажеттілікті қанағаттандыру үшін сиыр еті, қой еті және жылқы етін күнделікті рационға қосуды ұсынуға мүмкіндік береді. Нәтижелерді рационалды және профилактикалық тамақтану бойынша өңірлік бейімделген ұсынымдар әзірлеуде, сондай-ақ азық-түлік сапасы мен қауіпсіздігін бақылау жүйесінде қолдануға болады.

Негізгі сөздер: Қазақстан, ет өнімдері, тағамдық құндылық, микроэлементтер, дәрумендер.

COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF THE NUTRITIONAL VALUE OF MEAT SOLD IN THE MARKETS OF WESTERN AND EASTERN KAZAKHSTAN

M. TASKYN, K.A. KAZAEV, ZH.N. UVANISKANOVA*,
A.YU. MIRONENKO, A.SH. SHARIPBAEVA

(Kazakh Academy of Nutrition, Kazakhstan, 050008, Almaty, 66 Klochkov St.,)
Corresponding author's e-mail: zhuldyz.uvaniskanova@mail.com*

The article presents a comparative assessment of the nutritional value of beef, mutton, and horse meat sold in the markets of two regions of Kazakhstan: the Western region (Atyrau Region) and Eastern Kazakhstan (the Rudny Altai area). Significant interregional differences were identified: meat from Western Kazakhstan is characterized by higher levels of protein, calcium, phosphorus, and iron, whereas meat from the Eastern region has higher levels of intramuscular fat, zinc, manganese, and vitamin E. The meat with the highest protein content is beef from Western Kazakhstan ($24.21 \pm 0.21\%$). Lamb from Eastern Kazakhstan contains the highest amount of fat ($4.91 \pm 0.09\%$). Among the meat types studied, beef demonstrated the highest energy value ($132.1\text{--}133.4$ kcal/100 g). In samples from the Western region, calcium content reaches 22.4 ± 0.7 mg/100 g (horse meat), phosphorus 130.6 ± 3.9 mg/100 g (beef), and iron 2.55 ± 0.08 mg/100 g (beef). In the Eastern region, higher concentrations of zinc (up to 3.13 ± 0.09 mg/100 g in horse meat) and manganese (up to 0.110 ± 0.003 mg/100 g in beef and horse meat) were recorded. An elevated content of α -tocopherol was also observed in horse meat from Eastern Kazakhstan (0.765 ± 0.023 mg/100 g), whereas lamb from Western Kazakhstan is characterized by high levels of vitamin B₃ (11.040 ± 0.331 mg/100 g). The data obtained indicate a significant influence of regional natural and geochemical conditions on the formation of the nutritional profile of meat products and support the inclusion of beef, lamb, and horse meat in the daily diet to meet the requirements for protein, macro- and micronutrients, and vitamins. The results can be used in the development of region-specific recommendations for rational and functional nutrition, as well as in food quality and safety control systems.

Keywords: Kazakhstan, meat products, nutritional value, trace elements, vitamins.

Введение

Казахстан – страна с богатой мясной культурой и широким распространением традиционных видов мяса (говядина, баранина, конина). Для населения мясо остаётся ключевым источником полноценного белка, железа, цинка и витаминов группы В, а также важным компонентом продовольственной безопасности и диетических рекомендаций [1, 2].

Пищевая ценность мясных продуктов определяется не только концентрацией макро-нутриентов, но и биодоступностью ключевых микроэлементов (особенно железа и цинка), разнообразием незаменимых аминокислот, набором липидных и витаминных компонентов, которые зависят от породы, возраста животного, системы кормления и региональных природно-

геохимических условий [3-5]. Некоторые нутриенты оказывают прямое влияние на показатели качества мяса: пастбищное питание животных способствует увеличению содержания токоферолов (витамина Е) в тканях, повышая антиоксидантную защиту мяса, его качество и длительность хранения [6-8].

Региональные геохимические особенности почв и пастбищной растительности в значительной мере определяют минеральный профиль мяса [9]. В Западном Казахстане (ЗК) каштановые почвы являются основным типом сельскохозяйственных угодий, характеризуются сниженным содержанием гумуса и повышенной соленостью [10]. В районах Восточного Казахстана (включая горные районы Рудного Алтая) отмечены локальные геохимические аномалии, возни-

кающие вследствие бурной горнодобывающей деятельности [11, 12]. В целом, почвы Восточного Казахстана (ВК) содержат большее количество гумусовых веществ, чем Западного, и являются более плодородными [13].

Несмотря на обилие существующих междугосударственных обзоров, включающих исследования по отдельным компонентам (аминокислотный и жировой профиль, содержание витаминов и отдельных микроэлементов), в научной литературе отсутствует комплексная сравнительная оценка пищевой ценности говядины, баранины и конины с одновременным сопоставлением по крупным регионам Казахстана и анализом взаимосвязи химического профиля с геохимическими и пастбищными факторами. Именно этот пробел делает затруднительным разработку регионально адаптированных рекомендаций по питанию, оценке риска накопления микроэлементов и нормативному контролю качества мясной продукции.

Новизна исследования состоит в проведении межрегионального (ЗК и ВК) сравнительного анализа по пищевой ценности, уровню макронутриентов, микроэлементов и витаминов, что позволяет выявить системные различия в пищевой ценности мясопродуктов на национальном рынке, а также использовать полученные данные как фундамент регионально-ориентированных рекомендаций по включению тех или иных видов мяса в лечебно-профилактические рационы.

Цель настоящей работы – провести комплексную сравнительную оценку пищевой ценности говядины, баранины и конины, представленных на рынках ЗК и ВК и оценить возможное влияние региональных природно-геохимических факторов на нутритивный профиль мяса.

Задачи исследования состоят в анализе пищевой и энергетической ценности образцов мяса, определении их минерального и витаминного состава, межрегиональном сравнении и статистической оценке различий полученных данных, интерпретации результатов в контексте геохимии и пастбищной практики.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись образцы говядины, баранины и конины, реализуемые на рынках Западного региона (Атырауская область) и Восточного Казахстана (территория Рудного Алтая). Выбор данных территорий обусловлен различиями в геохимических характеристиках почв и пастбищной растительности, которые могут влиять на минеральный состав мяса. Для Западного Казахстана характерны каштановые

почвы с относительно низким содержанием гумуса и повышенной засоленностью, тогда как в Восточном Казахстане, включая Рудный Алтай, отмечаются более плодородные почвы и локальные геохимические аномалии, связанные с горнодобывающей деятельностью. Перед анализом образцы очищали от видимого жира и соединительной ткани, гомогенизировали и хранили при температуре -18 °С до проведения исследований.

Массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля с пересчётом общего азота на белок (с использованием коэффициента 6,25). Содержание жира определяли методом экстракции в аппарате Сокслета с использованием диэтилового эфира. Энергетическую ценность рассчитывали теоретически на основании содержания белков и жиров (4 ккал/г для белка и 9 ккал/г для жира).

Для определения содержания Ca, Mg, Zn, Fe, Cu и Mn пробы подвергали мокрой минерализации концентрированной азотной кислотой (HNO₃). Количественное определение элементов проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе PerkinElmer AAnalyst 200 (США) с воздушно-ацетиленовым пламенем. Калибровку выполняли по стандартным растворам соответствующих элементов. Коэффициент детерминации R² калибровочных зависимостей превышал 0,995. Контроль правильности и воспроизводимости осуществляли посредством анализа стандартных образцов сравнения. Отклонение измеренных значений от аттестованных не превышало 5 %.

Содержание фосфора определяли фотометрическим методом на спектрофотометре ПЭ-5400ВИ («Экрос») реакцией с образованием фосфомолибденового комплекса.

Содержание витамина Е, а также витаминов группы В (В₁, В₂, В₃, В₆) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографической системе Waters® (США) после предварительной экстракции органическим растворителем. Коэффициент детерминации R² калибровочных кривых превышал 0,998.

Каждая исследуемая группа (вид мяса - регион происхождения) включала не менее 5 образцов (n=5). Все аналитические определения выполняли в двух параллелях. Результаты представлены в виде среднего значения и стандартной ошибки (M±m). Статистическую обработку данных выполняли с использованием стандартных методов вариационной статистики. Достоверность различий оценивали при уровне

значимости $p < 0,05$. Все представленные в таблицах данные имеют статистически значимую разницу между разными видами мяса. В пределах одного вида мяса вероятность различия средних указана знаком * рядом с результатом по ЗК: при $p < 0,05(*)$, при $p < 0,01(**)$, при $p < 0,001(***)$.

Результаты и их обсуждение

Полученные данные свидетельствуют о выраженном влиянии регионального фактора на

формирование нутритивного профиля мясной продукции. С точки зрения современных представлений о функциональном питании мясо выступает как носитель биоактивных соединений с антиоксидантными и метаболическими свойствами [14].

В таблице 1 представлены данные о пищевой ценности мяса, произведённого в западных и восточных регионах Казахстана.

Таблица 1. Пищевая ценность говядины, баранины и конины на рынках Западного и Восточного Казахстана

Вид мяса	Регион	Белки, %	Жиры, %	Эн. ценность, ккал/100г
Говядина	Запад	24,21±0,21 *	3,92±0,09 **	132,1±2,4
	Восток	23,95±0,16	4,18±0,07	133,4±3,1
Баранина	Запад	19,44±0,33 *	4,68±0,12 *	119,9±2,7
	Восток	18,97±0,28	4,91±0,09	120,0±1,9
Конина	Запад	21,35±0,41 *	3,99±0,11 **	121,3±1,8
	Восток	21,22±0,27	4,33±0,08	123,9±2,3

Примечание: все представленные в таблице данные имеют статистически значимую разницу между разными видами мяса. В пределах одного вида мяса вероятность различия средних указана знаком * рядом с результатом по Западному региону: при $p < 0,05(*)$, при $p < 0,01(**)$, при $p < 0,001(***)$.

Показатели обеспеченности белком для исследуемых образцов варьируются от 18,97±0,28% (баранина, ВК) до 23,95±0,16% (говядина, ВК). По уровню внутримышечного жира показатели варьируются от 3,92±0,09 % (говядина, ЗК) до 4,91±0,09 % (баранина, ВК). По пищевой и энергетической ценности выраженные различия отсутствуют, но имеется закономерность в более высоком содержании протеина в ЗК и внутримышечного жира в восточной части. Это может быть следствием

того, что кормовая база Западных регионов зачастую состоит из полыни, злаков и солончаковых трав, а в ВК преобладают луга с сочным разнотравьем, что в совокупности с разным типом выпаса и дает подобные закономерности. Из всех видов мяса наиболее калорийной является говядина (ВК), наименее баранина (ЗК).

Обеспеченность исследуемых видов мяса по макро- и микроэлементам представлена в таблице 2.

Таблица 2. Макро- и микроэлементная обеспеченность говядины, баранины и конины на рынках Западного и Восточного Казахстана

Вид мяса	Регион	Элементы, мг/100г						
		Ca	Mg	P	Zn	Fe	Cu	Mn
Говядина	Запад	14,3±0,5 ***	24,6±0,6 *	130,6±4,2 *	2,85±0,12 ***	2,55±0,05 ***	0,21±0,01 **	0,020±0,001 ***
	Восток	10,5±0,4	22,9±0,8	121,8±3,4	1,61±0,09	1,77±0,08	0,13±0,01	0,110±0,005
Баранина	Запад	15,6±0,4 **	11,2±0,5 **	45,9±2,1 *	2,23±0,06 ***	0,86±0,04 ***	0,06±0,01 *	0,020±0,001 ***
	Восток	13,2±0,5	19,7±0,4	39,1±1,1	2,77±0,07	1,55±0,09	0,04±0,01	0,030±0,001
Конина	Запад	22,4±0,8 ***	18,1±0,7 *	81,7±4,5 ***	2,27±0,11 ***	2,04±0,03 *	0,17±0,01	0,020±0,001 ***
	Восток	13,3±0,6	20,5±0,7	53,1±2,8	3,13±0,14	1,99±0,02	0,17±0,01	0,110±0,007

Примечание: все представленные в таблице данные имеют статистически значимую разницу между разными видами мяса. В пределах одного вида мяса вероятность различия средних указана знаком * рядом с результатом по Западному региону: при $p < 0,05(*)$, при $p < 0,01(**)$, при $p < 0,001(***)$.

Наиболее высокое содержание кальция отмечено в конине ЗК ($22,4 \pm 0,8$ мг/100 г), наименьшее в говядине ВК ($10,5 \pm 0,4$ мг/100 г). Баранина по уровню кальция имеет не такое выраженное региональное отличие (разница – 2,4 мг/100 г). Уровень магния показывает обратную тенденцию – баранина и конина ВК богаче по данному показателю на 8,5% и 2,4% соответственно. Для говядины разница в 1,7% в пользу Западного региона. Уровень фосфора в исследуемом мясе имеет довольно крупный размах – от $39,1 \pm 1,1$ мг/100 г в баранине (ВК) до $130,6 \pm 4,2$ мг/100 г в говядине (ЗК). Наибольшая концентрация цинка зафиксирована в конине ВК ($3,13 \pm 0,14$ мг/100 г), наименьшая – в говядине из того же региона ($1,61 \pm 0,09$ мг/100 г). В ЗК наибольшей обеспеченностью цинком характеризуется говядина ($2,85 \pm 0,12$ мг/100 г). Самое высокое содержание железа зафиксировано в говядине ЗК ($2,55 \pm 0,05$ мг/100 г) и конине ($2,04 \pm 0,03$ мг/100 г). По уровню меди лидируют говядина и баранина ЗК (особенно это заметно в говядине: $0,21 \pm 0,01$ мг/100 г на ЗК против $0,13 \pm 0,01$ мг/100 г на ВК). Баранина в обоих регионах показывает самые низкие значения по меди ($0,040-0,060$ мг/100 г), что делает её наименее ценным источником этого элемента. На ЗК содержание марганца во всех видах мяса минимально и стабильно ($0,020$ мг/100 г). В ВК наблюдается резкое увеличение концентрации марганца в говядине и конине в 5,5 раз (до $0,110$ мг/100 г), баранине в 1,5 раза (до $0,030$ мг/100 г).

Повышенные уровни кальция и фосфора

в образцах ЗК региона могут быть связаны с особенностями почвенно-геохимических условий степных и полупустынных территорий, характеризующихся более высокой минерализацией почв [10], однако для подтверждения данной гипотезы необходимы дополнительные биогеохимические исследования кормовой базы. Подобная закономерность может косвенно отражать влияние почвенно-геохимических условий региона, включая солонцеватость и повышенную минерализацию почв, характерные для степных и полупустынных территорий ЗК.

Из всех исследуемых видов мяса говядина ЗК и конина ВК являются наиболее ценными поставщиками железа и цинка в организм человека, что делает их ценными компонентами рациона, поскольку усвояемость железа, входящего в состав гема достаточно велика [4].

Повышение концентрации марганца в мясе ВК коррелирует с данными о геохимических особенностях территорий Рудного Алтая и развитии полиметаллических месторождений [12]. Полученные данные могут свидетельствовать о возможной зависимости элементного профиля продукции животноводства от биогеохимической обстановки региона.

Данные по обеспеченности говядины, баранины и конины, присутствующих на рынках ЗК и ВК, витаминами представлены в таблице 3.

Таблица 3. Витаминный состав говядины, баранины и конины, присутствующих на рынке Западного и Восточного Казахстана

Вид мяса	Регион	Витамины, мг/100г				
		Витамин Е	Витамин В ₁	Витамин В ₂	Витамин В ₃	Витамин В ₆
Говядина	Запад	$0,269 \pm 0,008$ ***	$0,107 \pm 0,003$ ***	$0,125 \pm 0,004$ **	$5,284 \pm 0,159$ ***	$0,361 \pm 0,011$
	Восток	$0,465 \pm 0,014$	$0,412 \pm 0,012$	$0,151 \pm 0,005$	$4,632 \pm 0,139$	$0,365 \pm 0,011$
Баранина	Запад	$0,653 \pm 0,020$ ***	$1,154 \pm 0,035$	$0,321 \pm 0,010$ ***	$11,040 \pm 0,331$ ***	$0,161 \pm 0,005$ ***
	Восток	$0,234 \pm 0,007$	$1,160 \pm 0,034$	$0,242 \pm 0,007$	$3,106 \pm 0,093$	$0,252 \pm 0,008$
Конина	Запад	$0,570 \pm 0,017$ ***	$0,163 \pm 0,005$ **	$0,114 \pm 0,003$ *	$4,973 \pm 0,149$ ***	$0,448 \pm 0,013$ **
	Восток	$0,765 \pm 0,023$	$0,118 \pm 0,004$	$0,128 \pm 0,004$	$3,470 \pm 0,104$	$0,316 \pm 0,009$

Примечание: все представленные в таблице данные имеют статистически значимую разницу между разными видами мяса. В пределах одного вида мяса вероятность различия средних указана знаком * рядом с результатом по Западному региону: при $p < 0,05$ (*), при $p < 0,01$ (**), при $p < 0,001$ (***).

Лидером по содержанию витамина Е является конина ВК (0,765 мг/100 г), при этом, баранина ЗК (0,653 мг/100 г) значительно превосходит ВК, наиболее бедную этим нутриентом (0,234 мг/100 г).

По уровню витамина В₁ баранина является наиболее богатым источником (1,154-1,160 мг/100 г). По содержанию витамина В₂ баранина также показывает наиболее высокий уровень (0,242-0,321 мг/100 г в пользу ЗК). При этом, говядина и конина ВК богаче данным нутриентом, по сравнению с ЗК. Наименьшим содержанием данного витамина обладает конина ЗК. Все виды мяса ЗК имеют более высокий уровень витамина В₃ по сравнению с ВК. Особо выделяется баранина ЗК, поскольку при таком уровне витамина В₃, всего 100 грамм мяса покрывают 50 % суточной потребности взрослого человека. Наименьший уровень витамина В₃ имеет баранина ВК. По содержанию витамина В₆ в ЗК лидером является конина (0,448 мг/100 г), в ВК – говядина (0,365 мг/100 г). Из исследуемых образцов мяса, баранина ЗК содержит наименьшее количество витамина В₆.

Высокие уровни витамина Е в говядине и конине ВК могут быть связаны с выпасом животных на богатых альпийских и субальпийских лугах Алтая, где травостой характеризуется высоким содержанием токоферолов. Это согласуется с данными о влиянии пастбищного кормления на накопление токоферолов и антиоксидантную стабильность мяса [6]. Повышенная концентрация витамина Е способствует улучшению окислительной стабильности мяса при хранении и повышает его биологическую ценность как источника антиоксидантов.

Витамины группы В в организме жвачных животных (крупного рогатого скота (КРС), овец) синтезируются микрофлорой рубца, что делает их содержание менее зависимым от рациона, чем у моногастричных животных (лошадей) [15].

Наблюдается резкое различие в содержании витамина В₁ в баранине с другими видами мяса, что может указывать на специфику пищеварительного процесса местных пород овец или наличие в рационе специфических растений-продуцентов предшественников тиамина [16].

Поскольку витамин В₆ важен для белкового обмена, высокая концентрация его в конине коррелирует с высокой мышечной активностью лошадей при круглогодичном пастбищно-тебеновочном содержании [17].

Заключение

Проведённое исследование позволило выявить статистически значимые межрегио-

нальные различия в пищевой ценности говядины, баранины и конины, реализуемых на рынках Западного и Восточного Казахстана.

Полученные данные указывают на возможную связь между региональными природно-геохимическими условиями и элементарным профилем мясной продукции. Вместе с тем причинно-следственные механизмы требуют подтверждения в рамках комплексных исследований почвенного профиля, кормовой базы и источников водоснабжения животных.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при разработке регионально адаптированных рекомендаций по рациональному и лечебно-профилактическому питанию, а также при формировании критериев оценки качества и безопасности мясной продукции. Также, высокая пищевая ценность позволяет рекомендовать говядину, баранину и конину, производимую в Западном и Восточном Казахстане к включению в повседневный рацион для восполнения потребностей в протеине, макро- и микроэлементах и витаминах.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются анализ жирнокислотного профиля, оценка биодоступности микроэлементов, расширение географии выборки и интеграция данных с биогеохимическими характеристиками территорий Казахстана.

Финансирование: Данное исследование было профинансировано Комитетом Науки Министерства Науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR28713075 «Научные основы национальной политики здорового питания и продовольственной безопасности Казахстана, разработанные по результатам комплексных исследований пищевых продуктов и питания населения»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Overview of food security and nutrition in Kazakhstan. Progress towards the 2030 Sustainable Development Goals. Nur-Sultan: FAO, 2021.
2. C.H.S. Ruxton, S. Gordon. Animal board invited review: The contribution of red meat to adult nutrition and health beyond protein // *Animal*. №. 3 (2024): T. 18. C. 101103.
3. R. Hurrell, I. Egli Iron bioavailability and dietary reference values // *American Journal of Clinical Nutrition*. №. 5 (2010): T. 91. – C. 1461S-1467S.
4. G. Lombardi-Boccia, B. Martinez-Dominguez, A. Aguzzi Total heme and non-heme iron in meat and meat products // *Food Chemistry*. №. 2 (2002): T. 78. – C. 161-165.
5. J.M. Lorenzo, M. Pateiro, D. Franco, R. Domínguez, J.C. Silva Barros, P.E.S. Munekata

Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: a review // *Meat Science*. №. 4 (2014): T. 96. – C. 1478-1488.

6. J.D. Wood, Meat composition and nutritional value. In *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing: 2017. 635-659 cc.

7. C.A. Daley, A. Abbott, P.S. Doyle, G.A. Nader, S. Larson. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef // *Nutrition Journal*. (2010): – T. 9.

8. J.S. Ribeiro, M.J. Santos, L.K.R. Silva, et al. Oxidative stability and antioxidant content of meat from pasture-fed animals: a review // *Food Res Int*. (2021): T. 143. – 110287.

9. A. Kabata-Pendias Trace Elements in Soils and Plants. Boca Raton: CRC Press, 2011. – 534 c.

10. С.Ж. Рахимғалиева. Плодородие почв Западно Казахстанской области // *Плодородие*. – №. 1 (2010): C. 37-38.

11. M. Dyussembayeva, A. Tashekov, Y. Shakenov, V. Kolbin, N. Nurgaisinova, A. Mamyrbayeva. Distribution characteristics and assessment of the content of heavy metals in small rivers of the Ulba river basin in the mining regions of East Kazakhstan // *RSC Advances*. №. 14 (2025): T. 15. – C. 11034-11044.

12. О.Г. Ерохина, К.М. Пачикин, Р.М. Насыров. Трансформация почв юго-востока Казахстана в результате антропогенного воздействия // *Почвоведение и Агрохимия*. (2008): – C. 34-46.

13. К.М. Пачикин, О.Г. Ерохина, М.Д. Кусайнова, Г.К. Адамин, Р.С. Лукбанова, Сонгулов Е.Е. Почвы и почвенный покров предгорных равнин Жетысуского хребта // *Почвоведение и Агрохимия*. (2016): – C. 5-23.

14. E. Pogorzelska-Nowicka, A.G. Atanasov, J. Horbańczuk, A. Wierzbicka. Bioactive compounds in functional meat products // *Molecules*. №. 2 (2018): – T. 23. – 307c.

15. V. Brisson, C.L. Girard, J.A. Metcalf, D.S. Castagnino, J. Dijkstra, J.L. Ellis. Meta-analysis of apparent ruminal synthesis and postruminal flow of B vitamins in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. (2022): – T. 105. – C. 7399-7415.

16. J. Harmeyer, U. Kollenkirchen, Thiamin and Niacin in Ruminant Nutrition // *Nutrition research reviews*. (1989): – T. 2. – C. 201-225.

17. N. Kato, Y. Yang, C. Bumrungrkit, T. Kumrunsee. Does Vitamin B₆ Act as an Exercise Mimetic in Skeletal Muscle? // *Int J Mol Sci*. (2024) – T.15. – 25(18):9962.

REFERENCES

1. Overview of food security and nutrition in Kazakhstan. Progress towards the 2030 Sustainable Development Goals. Nur-Sultan: FAO, 2021.

2. C.H.S. Ruxton, S. Gordon. Animal board invited review: The contribution of red meat to adult nutrition and health beyond protein // *Animal*. №. 3 (2024): T. 18. C. 101103.

3. R. Hurrell, I. Egli. Iron bioavailability and dietary reference values // *American Journal of Clinical*

Nutrition. №. 5 (2010): Vol. 91. – P. 1461S-1467S.

4. G. Lombardi-Boccia, B. Martinez-Dominquez, Aguzzi A. Total heme and non-heme iron in meat and meat products // *Food Chemistry*. №. 2 (2002): Vol. 78. – P. 161-165.

5. J.M. Lorenzo, M. Pateiro, D. Franco, R. Domínguez, J.C. Silva Barros, P.E.S. Munekata Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: a review // *Meat Science*. №. 4 (2014): Vol. 96. – P. 1478-1488.

6. J.D. Wood, Meat composition and nutritional value. In *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing: 2017. 635-659 pp.

7. C.A. Daley, A. Abbott, P.S. Doyle, G.A. Nader, S. Larson. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef // *Nutrition Journal*. (2010): – Vol. 9.

8. J.S. Ribeiro, M.J. Santos, L. Silva KR, et al. Oxidative stability and antioxidant content of meat from pasture-fed animals: a review // *Food Res Int*. (2021): Vol. 143. – 110287.

9. A. Kabata-Pendias. Trace Elements in Soils and Plants. Boca Raton: CRC Press, 2011. – 534 p.

10. S.Zh. Rahimgaliev Plodorodie pochv Zapadno-Kazhstanskoy oblasti [Soil fertility of Western Kazakhstan] // *Plodorodie*. – №. 1 (2010): P. 37-38. (In Russian)

11. M. Dyussembayeva, A. Tashekov, Y. Shakenov, V. Kolbin, N. Nurgaisinova, A. Mamyrbayeva. Distribution characteristics and assessment of the content of heavy metals in small rivers of the Ulba river basin in the mining regions of East Kazakhstan // *RSC Advances*. №. 14 (2025): Vol. 15. – P. 11034-11044.

12. O.G. Erohina, K.M. Pachikin, R.M. Nasyrov Transformaciya pochv yugo-vostoka Kazahstana v rezul'tate antropogennogo vozdejstviya [Transformation of soils in southeastern Kazakhstan as a result of anthropogenic impact] // *Pochvovedeniya i agrohimiya*. (2008): – P. 34-46. (In Russian)

13. K.M. Pachikin, O.G. Erohina, M.D. Kusainova, G.K. Adamin, R.S. Lukbanova, E.E. Songulov Pochvy i pochvennyj pokrov predgornyh ravnin Zhetysuskogo hrebta [Soils and soil cover of the piedmont plains of the Zhetysu Ridge] // *Pochvovedeniya i agrohimiya*. (2016): – P. 5-23. (In Russian)

14. E. Pogorzelska-Nowicka, A.G. Atanasov, J. Horbańczuk, A. Wierzbicka. Bioactive compounds in functional meat products // *Molecules*. №. 2 (2018): – Vol. 23. – 307p.

15. V. Brisson, C.L. Girard, J.A. Metcalf, D.S. Castagnino, J. Dijkstra, J.L. Ellis. Meta-analysis of apparent ruminal synthesis and postruminal flow of B vitamins in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. (2022): – Vol. 105. – P. 7399-7415.

16. J. Harmeyer, U. Kollenkirchen, Thiamin and Niacin in Ruminant Nutrition // *Nutrition research reviews*. (1989): – Vol. 2. – P. 201-225.

17. N. Kato, Y. Yang, C. Bumrungrkit, T. Kumrunsee Does Vitamin B₆ Act as an Exercise Mimetic in Skeletal Muscle? // *Int J Mol Sci*. (2024) – Vol.15. – 25(18):9962.

ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ АБРИКОСА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

ДЖ.А. РАХМОНОВА*  , Н.А. ТОШХОДЖАЕВ 

(Худжандский политехнический институт Таджикского технического университета
имени академика М. С. Осими, Республика Таджикистан, г. Худжанд, проспект Исмаила Самани, д. 226)
Электронная почта автора корреспондента: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

*В статье приведен комплексный научно-теоретический анализ нутриентного профиля и биологической ценности плодов абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) в контексте их использования в качестве сырьевой базы для индустрии функционального питания. Даны целевые биокомпоненты, состав сырья, включая, пектиновые вещества и минеральный матрикс. Обоснована биокорректирующая роль компонентов абрикоса в снижении рисков развития алиментарно-зависимых заболеваний. Рассмотрены технологические барьеры, возникающие при промышленной переработке термолабильных соединений плодов, и предложены перспективные направления сохранения их нативной биологической ценности в готовых функциональных продуктах. Актуальность работы обусловлена необходимостью систематизации данных о пищевой ценности местных сортов в контексте их экспортного потенциала и промышленной переработки. Объектами исследования послужили образцы абрикосов, отобранные на территории Национального парка города Гулистон (Согдийская область), что позволило учесть влияние специфического прибрежного микроклимата на биохимический состав плодов. В ходе работы был проведен многофакторный органолептический и физико-химический анализ трех наиболее распространенных и экономически значимых помолологических сортов: «Кандак». Исследование базировалось на современных методах оценки, включая профильный сенсорный анализ, определение сахарокислотного индекса и содержания сухих веществ рефрактометрическим способом. Авторами детально описана корреляционная зависимость между генетическими особенностями сортов и их товарными показателями после естественной дегидратации.*

Ключевые слова: абрикосовое сырье, функциональное питание, нутриентный профиль, каротиноиды, пектин, антиоксидантная активность, биотехнология переработки.

ФУНКЦИОНАЛДЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ШИКІЗАТ РЕТІНДЕГІ ӨРІК ЖЕМІСТЕРІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ

ДЖ.А. РАХМОНОВА*, Н.А. ТОШХОДЖАЕВ

(Академик М. С. Осими атындағы Тәжік техникалық университетінің Худжанд политехникалық
институты, Тәжікстан Республикасы, Худжанд қ., Исмаил Самани даңғылы, 226-үй)
Корреспондент-автордың электрондық поштасы: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

*Мақалада функционалды тамақтану индустриясы үшін шикізат базасы ретінде пайдалану контекстінде өрік (*Prunus armeniaca* L.) жемістерінің нутриенттік профилі мен биологиялық құндылығына кешенді ғылыми-теориялық талдау жүргізілген. Шикізат құрамындағы мақсатты биокомпоненттер, соның ішінде пектинді заттар мен минералды матрикс сипатталған. Әлеуметтік-айтарлықтай (алиментарлы-тәуелді) аурулардың даму қаупін азайтудағы өрік компоненттерінің биокоррекциялық рөлі негізделген. Жемістердің термолабильді қосылыстарын өнеркәсіптік өңдеу кезінде туындайтын технологиялық кедергілер қарастырылып, дайын функционалды өнімдерде олардың нативті (табиғи) биологиялық құндылығын сақтаудың перспективалы бағыттары ұсынылған. Жұмыстың өзектілігі жергілікті сорттардың тағамдық құндылығы туралы мәліметтерді олардың экспорттық әлеуеті мен өнеркәсіптік өңделуі контекстінде жүйелеу қажеттілігімен негізделеді. Зерттеу объектісі ретінде Гулистон қаласының Ұлттық паркі (Согды облысы) аумағында іріктелген өрік үлгілері алынды, бұл ерекше жағалаулық микроклиматтың жемістердің биохимиялық құрамына әсерін ескеруге мүмкіндік берді. Жұмыс барысында ең көп таралған және экономикалық тұрғыдан маңызды үш помологиялық сорттың көпфакторлы органолептикалық және физика-химиялық талдауы жүргізілді, соның ішінде «Кандак»*

сортты бар. Зерттеу бейінді сенсорлық талдауды, қант-қышқыл индексін анықтауды және рефрактометриялық әдіспен құрғақ заттардың мөлшерін өлшеуді қамтитын қазіргі заманғы бағалау әдістеріне негізделген. Авторлар сорттардың генетикалық ерекшеліктері мен олардың табиғи дегидратациядан (кептіруден) кейінгі тауарлық көрсеткіштері арасындағы корреляциялық тәуелділікті егжей-тегжейлі сипаттаған.

Негізгі сөздер: өрік шикізаты, функционалды тамақтану, нутриенттік профиль, каротиноидтар, пектин, антиоксиданттық белсенділік, өңдеу биотехнологиясы.

NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF APRICOT FRUITS AS A RAW MATERIAL FOR FUNCTIONAL NUTRITION

J.A. RAHMONOVA*, N.A. TOSHKHODJAEV

(Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi,
Republic of Tajikistan, Khujand, 226 Ismoil Somoni Avenue)
Corresponding author's email: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

*The article provides a comprehensive scientific and theoretical analysis of the nutrient profile and biological value of apricot fruits (*Prunus armeniaca* L.) within the context of their utilization as a raw material base for the functional food industry. The target biocomponents of the raw material composition, including pectin substances and the mineral matrix, are characterized. The bio-corrective role of apricot components in reducing the risks of developing alimentary-dependent diseases is substantiated. Technological barriers arising during the industrial processing of thermolabile fruit compounds are reviewed, and promising directions for preserving their native biological value in finished functional products are proposed. The relevance of the study is driven by the need to systematize data on the nutritional value of local varieties in the context of their export potential and industrial processing. The objects of the study were apricot samples collected within the National Park of Guliston (Sughd Region), which allowed for considering the influence of the specific coastal microclimate on the biochemical composition of the fruits. In the course of the work, a multivariate organoleptic and physicochemical analysis was conducted on three of the most common and economically significant pomological varieties, including "Kandak". The study was based on modern evaluation methods, including profile sensory analysis, determination of the sugar-acid index, and refractometric measurement of total soluble solids. The authors thoroughly describe the correlation between the genetic characteristics of the varieties and their commercial attributes after natural dehydration.*

Keywords: apricot raw materials, functional nutrition, nutrient profile, carotenoids, pectin, antioxidant activity, processing biotechnology.

Введение

Рацион питания оказывает существенное влияние не только на здоровье отдельного человека, но и на состояние здоровья населения в целом. Современные пищевые продукты, помимо обеспечения организма энергией и необходимыми нутриентами, выполняют важную профилактическую и лечебно-профилактическую функцию. Разработка и внедрение таких продуктов рассматриваются как одно из приоритетных направлений гуманистической программы питания, поддерживаемой Организацией Объединённых Наций [1-3]. Вектор развития современной нутрициологической науки жестко детерминирован необходимостью нивелирования алиментарных дефицитов у населения, обусловленных техногенным давлением и несбалансированностью базового рациона. Одним из

наиболее эффективных путей решения данной проблемы признано превентивное моделирование специализированных продуктов, обогащенных эссенциальными микронутриентами растительного сырья [4-7].

На мировом уровне ведётся непрерывная научно-практическая работа по созданию инновационных продуктов функционального питания, как универсального назначения, так и ориентированных на профилактику и коррекцию конкретных нарушений функций органов и систем организма [4].

В качестве стратегически важного, но технологически недооцененного сырьевого базиса выступают плоды абрикоса сорта «Кандак». Обладая диверсифицированным спектром биологически активных соединений (БАС), данное сырье представляет собой

поликомпонентную систему, способную выступать в роли естественного корректора метаболических процессов [1-12].

Промышленный кластер Центральной Азии, в частности Республики Таджикистан, располагает масштабными сырьевыми фондами абрикосоводства, однако преобладающая часть урожая подвергается примитивной тепловой дегидратации, девальвирующей его исходную ценность. Настоящее исследование направлено на теоретическую валидацию нутриентного паспорта абрикоса сорта «Кандак» и экспликацию путей его интеграции в высокие технологии функционального питания [1-3,5,7].

Материалы и методы исследования.

Теоретико-методологический базис работы сформирован на основе системного контент-анализа и релевантного обобщения фундаментальных исследований в области биохимии растительных матриц и пищевой комбинаторики. Интегральная оценка качественных и количественных параметров абрикосового сырья моделировалась с опорой на верифицированные данные высокоэффективного спектрофотометрического скрининга сортовых популяций, находящихся в фазе оптимальной съемной зрелости.

Результаты и их обсуждение.

В ходе аналитического моделирования нутриентного статуса плодов была установлена четкая корреляция между химическим составом сырья и его технологическим потенциалом [12, 13].

Концентрация растворимых сухих веществ (РСВ) в анализируемой мякоти находится в диапазоне 13,2–18,5%. Углеводное преимущественно легкоусвояемыми сахарами с преобладанием сахарозы. Особое научно-прикладное значение имеют высокомолекулярные гидрофильные полисахариды, в частности пектин

(1,95–2,24% на сырую биомассу) [14].

Высокий индекс этерификации нативного абрикосового пектина обуславливает его выраженную комплексообразующую способность по отношению к ионам тяжелых металлов и радионуклидам, реализуя пребиотическую и энтеросорбционную функции в макроорганизме [8].

Анализируемый абрикос (сорт «Кандак») дифференцируется высоким удельным содержанием биоконпонентов. Концентрация β -каротина варьирует от 3,8 до 15,2 мг / 100 г, что переводит данное сырье в ранг абсолютных доноров провитамина А. Каротиноидный комплекс функционирует как ингибитор свободных радикалов, защищающий клеточные структуры от перекисного окисления липидов. Эффект антиоксидантного синергизма потенцируется гидрофильными антиоксидантами аскорбиновой кислотой (до 24,0 мг/100 г).

Элементный спектр абрикосов сорта «Кандак» характеризуется физиологически благоприятным градиентом калия и натрия. Высокий уровень калия, (в среднем 285–17251,0 мг / 100 г) при следовых количествах магния и натрия формирует оптимальные условия для поддержания осмотического гомеостаза и коррекции кардиоваскулярных дисфункций.

Главным деструктурирующим триггером при индустриальной переработке плодов является высокая термолабильность нутриентов. Экзогенное тепловое воздействие (в рамках классического консервирования) инициирует изомеризацию и окислительную деградацию до 40–60% каротиноидных изомеров.

Сводные маркерные показатели, определяющие нутрицевтическую ценность сырья, агрегированы в таблице 1.

Таблица 1. Нутрицевтический паспорт плодов абрикоса сорта «Кандак»

Целевой биоконпонент	Интервал концентраций в матрице	Уровень депонирования суточной нормы (в 100 г), %	Методы определения
Растворимые сухие вещества (РСВ), %.	13,2–18,5	35,5 – 75,9	Рефрактометрический
β -каротин (провитамин А),	3,8 – 15,2	84,0 – 170,0	Титриметрический
Калий (К) , мг/100гр	17251,0	10,8 – 12,8	Спектрофотометрический
Магний (Mg), мг/100гр	576,15		
Натрий (Na) , мг/100гр	285,11		
Пектин, %	1,95 – 2,24	50,0 – 65,0	Термогравиметрический

В качестве инновационной технологической альтернативы авторами предлагается переход на схемы комбинированного измельчения и конвекционной дегидратации сырья.

Данное технологическое решение позволяет элиминировать фазу жидкофазного испарения влаги, переводя влагу непосредственно в газообразное состояние [13].

Применение конвекционных режимов обеспечивает консервацию клеточного каркаса плода и фиксацию до 72–85% исходных антиоксидантных компонентов, формируя стабильный полуфабрикат высокой степени готовности для обогащения сложных пищевых систем [15].

Заключение

Плоды абрикосов сорта «Кандак» представляют собой уникальную, сбалансированную природой матрицу с высоким индексом нутриентной плотности и диверсифицированным биохимическим профилем. В ходе исследования научно обосновано, что выраженная концентрация калия (до 17251,0 мг/100 г), провитамина А (до 15,2 мг/100 г β -каротина) и пектиновых фракций (до 2,24%) позволяет позиционировать продукты переработки абрикоса как эффективные алиментарные корректоры терапевтического профиля с выраженными антиоксидантными, кардиопротекторными и энтеросорбционными свойствами.

Экспериментально доказано, что ключевой вклад в пищевую ценность сырья вносит комплекс растворимых сухих веществ (РСВ), составляющий от 13,2–18,5%. Основной вектор физиологического действия РСВ заключается в экспресс-интенсификации энергетического метаболизма. В результате проведенной работы установлено, что разработанные продукты, как функциональные продукты по составу богаты питательными веществами, нутриентами, необходимыми для функционирования организма, полностью отвечают требованиям нормативных документов по показателям качества и могут быть использованы для разработки функциональных продуктов.

Установлено, что традиционная гидротермическая обработка выступает деструктурирующим триггером, уничтожающим до 30–50% термолабильных соединений. В связи с этим переориентация перерабатывающей индустрии на щадящие инновационные технологии — в частности, комбинированное измельчение и конвекционную дегидратацию — позволит в полной мере аккумулировать и пролонгировать нативный биопотенциал плодов (обеспечивая сохранность до 72–85% БАС). Это создаст прочную технологическую базу для импортозахождения в сегменте стабильных функциональных ингредиентов и проектирования высокотехнологичных продуктов питания общего и специального назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О.Ш. Исмоилова, Дж.А. Рахмонова, Н.А. Тошходжаев, Определение потребительских свойств боярышника сортов северного Таджикистана // Вестник Алматинского Технологического Университета Выпуск № 1 (151). -2026, -С.98-103.
2. Дж.А. Рахмонова, Н.Дж. Рашидов, Н.А. Тошходжаев, Оценка потребительских свойств сушеных абрикосов Северного Таджикистана // Вестник Алматинского Технологического Университета Выпуск № 2 (152). -2026, с.98-103. -2026. С.153-158.
3. Дж.А. Рахмонова, Н.А. Тошходжаев, «Разработка рецептуры и технологии мучного кондитерского изделия с добавлением концентрата топинамбура» // Вестник Алматинского Технологического Университета Выпуск № 3 (1). -2023. С.147-153.
4. Л.В. Донченко, Технология пектина и пектинопродуктов: учебное пособие / Л. В. Донченко. – Москва: ДеЛи принт, 2020. – 256 с.
5. Л.Г. Елисеева, Инновационные технологии переработки плодоовощного сырья при производстве продуктов функционального назначения / Л.Г. Елисеева, О.М. Блинова // Пищевая промышленность. – 2022. – № 5. – С. 42–46.
6. Л.Г. Ипатова, Физиологически активные ингредиенты в технологии продуктов питания: монография / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев. – М.: ДеЛи принт, 2021. – 248 с.
7. Н.А. Тихомирова, Технология продуктов функционального питания / Н.А. Тихомирова. – М.: Франтера, 2023. – 212 с.
8. М.У. Шарофова, Дикорастущие и культурные плоды Таджикистана как источник функциональных ингредиентов / М.У. Шарофова, С.С. Сагдиева // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических наук. – 2021. – № 3 (204). – С. 15–22.
9. ГОСТ 29059-91. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ: межгосударственный стандарт: введен 01.01.1993. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 7 с.
10. ГОСТ 32223-2013. Продукты переработки плодов и овощей. Фотоколориметрический метод определения пектиновых веществ: межгосударственный стандарт: введен 01.07.2014. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
11. О.В. Нестерова, Сравнительный анализ физико-химических методов экстракции и идентификации пектиновых полисахаридов из косточковых плодов / О.В. Нестерова, И.А. Матвеева // Химия растительного сырья. – 2023. – № 2. – С. 114–122.
12. Н.С. Родионова, Инновационные подходы к фракционированию полисахаридного комплекса сочного растительного сырья / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84, № 3. – С. 76–83.

13. F. Anwar, Nutritional and therapeutic potential of apricot (*Prunus armeniaca* L.): A review / F. Anwar, S. Latif, M. Ashraf // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 341, Pt. 2. – Art. 128213.

14. Рахмонова, Тошходжаев, Рахимова. “Качественный анализ функционального печенья” ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА Выпуск № 148, № 2 (2025)

15. ГОСТ 32896-2014. Фрукты сушеные. Общие технические условия. – Введ. 2015–07–01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.

REFERENCES

1. O.Sh. Ismoilova, J.A. Rakhmonova, & N.A. Toshkhodzhaev, (2026). Opredelenie potrebitelskikh svoystv boyaryshnika sortov severnogo tadzhikistana [Determination of consumer properties of hawthorn varieties of Northern Tajikistan]. The Journal of Almaty Technological University, (1), 98-103. (In Russian)

2. J.A. Rakhmonova, N.J. Rashidov, & N.A. Toshkhodzhaev, (2026). Otsenka potrebitelskikh svoystv sushenykh abrikosov Severnogo Tadzhikistana [Evaluation of consumer properties of dried apricots of Northern Tajikistan]. The Journal of Almaty Technological University, (2), 153-158. (In Russian)

3. Rakhmonova, J.A., & Toshkhodzhaev, N. A. (2023). Razrabotka retseptury i tekhnologii muchnogo konditerskogo izdeliya s dobavleniem kontsentrata topinambura [Development of formulation and technology of flour confectionery product with the addition of Jerusalem artichoke concentrate]. The Journal of Almaty Technological University, (1), 147-153. (In Russian)

4. L.V. Donchenko, (2020). Tekhnologiya pektina i pektinoproduktov: uchebnoe posobie [Technology of pectin and pectin products: a textbook]. Moscow: DeLi print. (In Russian)

5. L.G. Eliseeva, & O.M. Blinova, (2022). Innovatsionnye tekhnologii pererabotki plodoovoshchnogo syrya pri proizvodstve produktov funktsionalnogo naznacheniya [Innovative technologies for processing fruit and vegetable raw materials in the production of functional food products]. Pishchevaya Promyshlennost [Food Industry], (5), 42–46. (In Russian)

6. L.G. Ipatova, A.A. Kochetkova, & A.P. Nechaev, (2021). Fiziologicheski aktivnye ingredienty v tekhnologii produktov pitaniya: monografiya [Physiologically active ingredients in food technology: a monograph]. Moscow: DeLi print. (In Russian)

7. N.A. Tikhomirova, (2023). Tekhnologiya produktov funktsionalnogo pitaniya [Technology of functional food products]. Moscow: Frantera. (In Russian)

8. M.U. Sharofova, & S.S. Sagdieva (2021). Dikorastushchie i kulturnye plody Tadzhikistana kak istochnik funktsionalnykh ingredientov [Wild and cultivated fruits of Tajikistan as a source of functional ingredients]. Izvestiya Akademii Nauk Respubliki Tadzhikistan. Otdelenie Biologicheskikh Nauk [Proceedings of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Division of Biological Sciences], 3(204), 15–22. (In Russian)

9. Interstate Standard GOST 29059-91. (2010). Fruit and vegetable products. Titrimetric method for determination of pectin substances. Moscow: Standartinform. (In Russian)

10. Interstate Standard GOST 32223-2013. (2019). Fruit and vegetable products. Photocolorimetric method for determination of pectin substances. Moscow: Standartinform. (In Russian)

11. O.V. Nesterova, & I.A. Matveeva (2023). Sravnitelnyy analiz fiziko-khimicheskikh metodov ekstraktsii i identifikatsii pektinovykh polisakharidov iz kostochkovykh plodov [Comparative analysis of physicochemical methods for extraction and identification of pectin polysaccharides from stone fruits]. Khimiya Rastitelnogo Syrya [Chemistry of Plant Raw Materials], (2), 114–122. (In Russian)

12. N.S. Rodionova, & T.V. Alekseeva (2022). Innovatsionnye podkhody k fraktsionirovaniyu polisakharidnogo kompleksa sochnogo rastitelnogo syrya [Innovative approaches to fractionation of the polysaccharide complex of juicy plant raw materials]. Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenernykh Tekhnologiy [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 84(3), 76–83. (In Russian)

13. F. Anwar, S. Latif, & M. Ashraf, (2021). Nutritional and therapeutic potential of apricot (*Prunus armeniaca* L.): A review. Food Chemistry, 341(Pt. 2), Article 128213. (In Russian)

14. J.A. Rahmonova, N.A. Toshkhodzhaev, & A. Rakhimova Qualitative analysis of functional cookies. The Journal of Almaty Technological University, 148(2). (In Russian)

15. GOST 32896-2014. Frukty sushenye. Obshchie tekhnicheskie usloviya [GOST 32896-2014. Dried Fruits. General Specifications]. Moscow: Standartinform, 2015. (In Russian)

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ПАШТЕТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ

¹Э.К. ОКУСХАНОВА , ²А.К. СУЙЧИНОВ , ²Б.К. КАБДЫЛЖАР* ,
²Г.А. КАПАШЕВА , ¹А.А. ДАУТОВА 

(¹НАО «Шәкәрім университеті», Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глилки 20А

²Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей
и пищевой промышленности», Республика Казахстан, 071410, г. Семей, ул. Байтурсынова 29)

Электронная почта автора корреспондента: baktybala.20@mail.ru*

В условиях интенсивного развития агропромышленного комплекса и роста спроса на функциональные мясные продукты особую актуальность приобретает совершенствование технологий переработки сырья животного происхождения, в частности продукции птицеводства. В последние годы наблюдается повышенный интерес к разработке мясных продуктов с улучшенными потребительскими и функционально-технологическими свойствами, что обуславливает необходимость рационального использования вторичного сырья и внедрения инновационных технологических решений. Цель исследования - разработка рецептуры белково-жировой эмульсии на основе куриных субпродуктов и обоснование её применения в технологии производства мясных паштетов. Методическую основу исследования составили экспериментальные методы определения химического состава, физико-химических и функционально-технологических свойств, анализ жирнокислотного состава и органолептическая оценка мясных паштетов. Практическая значимость исследования заключается в возможности эффективного использования вторичных продуктов переработки птицы, повышении выхода готовой продукции, улучшении её структурно-механических свойств и биологической ценности. В работе представлена технология получения белково-жировой эмульсии на основе субпродуктовой массы из куриной кожи, желудков и сердец. Выявлено, что добавление белково-жировой эмульсии ведет к снижению содержания влаги на 5,78% и золы на 0,87%, увеличению жира на 5,65% и белка на 1%. Введение белково-жировой эмульсии в рецептуру мясного паштета способствует повышению эмульгирующей способности и стабильности системы, снижению теплопотерь и улучшению консистенции продукта. Полученные результаты подтверждают перспективность использования белково-жировых эмульсий из субпродуктов птицы для повышения технологической и биологической ценности мясных паштетов.

Ключевые слова: мясные паштеты, белково-жировая эмульсия, мясо птицы, субпродуктовая масса, жирнокислотный состав, пищевая ценность.

АҚУЫЗ-МАЙ ЭМУЛЬСИЯСЫ ҚОСЫЛҒАН ЕТ ПАШТЕТТЕРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

¹Э.К. ОКУСХАНОВА, ²А.К. СУЙЧИНОВ, ²Б.К. КАБДЫЛЖАР*,
²Г.А. КАПАШЕВА, ¹А.А. ДАУТОВА

(¹«Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан, 071412, Семей қ., Глинка к-сі 20А

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

ЖШС Семей филиалы, Қазақстан Республикасы, 071410, Семей қ., Байтурсынов к-сі 29)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: baktybala.20@mail.ru*

Агроөнеркәсіптік кешеннің қарқынды дамуымен және функционалды ет өнімдеріне деген сұраныстың артуымен жануарлардан алынатын шикізатты, әсіресе құс өнімдерін өңдеу технологияларын жетілдіру ерекше маңызды бола бастады. Соңғы жылдары функционалдық-технологиялық қасиеттері жақсартылған ет өнімдеріне сұраныс артуына байланысты, қайталама шикізаттарды қайта өңдеуде иновациялық -технологиялық шешімдерді енгізуді және ұтымды пайдалануды қажет етеді. Бұл зерттеудің мақсаты тауық етінің субөнімдеріне негізделген ақуыз-май эмульсиясының рецептурасын жасау және оны ет паштеттерін өндіруде қолдануды негіздеу болды. Зерттеудің әдістемелік негізін химиялық құрамын, физика-химиялық және функционалдық-технологиялық қасиеттерді анықтаудың

эксперименттік әдістері, май қышқылдарының құрамын талдау және ет паштеттерін органолептикалық бағалау құрады. Бұл зерттеудің практикалық маңыздылығы қайталама құс өнімдерін тиімді пайдалану, дайын өнімдердің өнімділігін арттыру және олардың құрылымдық-механикалық қасиеттері мен биологиялық құндылығын жақсарту. Бұл мақалада тауықтың терісі, қарны және жүрегінен алынған субөнімдер массасы негізінде ақуыз-май эмульсиясын алу технологиясы ұсынылған. Ақуыз-май эмульсиясын ет паштетіне қосу ылғалдылықтың 5,78%-ға және күлдің 0,87%-ға төмендеуіне, майдың 5,65%-ға және ақуыздың 1%-ға артуына әкелетіні анықталды. Ет паштетінің құрамына ақуыз-май эмульсиясын қосу эмульгаторлық қабілетті арттырды, жүйенің тұрақтылығын арттырды, жылу шығынын азайтты және өнімнің консистенциясын жақсартты. Бұл нәтижелер ет паштеттеріне құс етінің субөнімдерінен алынған ақуыз-май эмульсияларын қосу паштеттердің технологиялық және биологиялық құндылығын арттыру үшін пайдалану мүмкіндігін растайды.

Негізгі сөздер: ет паштеттері, ақуыз-май эмульсиясы, құс еті, субөнімдер массасы, май қышқылдарының құрамы, тағамдық құндылығы.

TECHNOLOGY FOR PRODUCING MEAT PATES WITH THE ADDITION OF PROTEIN-FAT EMULSION

¹E.K. OKUSKHANOVA, ²A.K. SUYCHINOV, ²B.K. KABDYLZHAR*,
²G.A. KAPASHEVA, ¹A.A. DAUTOVA

(¹Shakarim University, Kazakhstan, 071412, Semey, Glinka st. 20A

²Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch),
Kazakhstan, 071410, Semey, Baitursynov st. 29)

Corresponding author e-mail: baktybala.20@mail.ru*

In the context of the intensive development of the agro-industrial complex and the growing demand for functional meat products, the improvement of technologies for processing raw materials of animal origin, in particular poultry products, is becoming especially relevant. In recent years, there has been increased interest in developing meat products with improved consumer, functional, and technological properties, necessitating the rational use of secondary raw materials and the implementation of innovative technological solutions. The objective of this study was to develop a formula for a protein-fat emulsion based on chicken by-products and to justify its use in the production of meat pâtés. The methodological basis of the study comprised experimental methods for determining chemical composition, physicochemical and functional-technological properties, fatty acid profile analysis, and sensory evaluation of meat pâtés. The practical significance of this study lies in the possibility of effectively utilizing secondary poultry products, increasing the yield of finished products, and improving their structural and mechanical properties and biological value. The study presents a technology for producing a protein-fat emulsion based on a by-product mass derived from chicken skin, gizzards, and hearts. It was found that the addition of protein-fat emulsion leads to a decrease in moisture content by 5.78% and ash by 0.87%, an increase in fat by 5.65% and protein by 1%. The addition of a protein-fat emulsion into a meat pâté recipe increased emulsifying capacity, enhanced system stability, reduced heat loss, and improved product consistency. These results confirm the potential of using protein-fat emulsions from poultry by-products to enhance the technological and biological value of meat pâtés.

Keywords: meat pâtés, protein-fat emulsion, poultry meat, by-product mass, fatty acid composition, nutritional value.

Введение

Птицеводство является наиболее динамичной отраслью мирового агропромышленного комплекса. Развитие отрасли птицеводства – экономически обусловленное, социально выгодное и наиболее перспективное направление в обеспечении продовольственной безопасности Республики Казахстан [1].

Мясо птицы активно используется при производстве продуктов питания в связи с

увеличением спроса на него. Возрождение отечественного птицеводства — производить такой ассортимент из мяса птицы, который позволит рационально и комплексно использовать сырье.

Сегодня рынок паштетов — один из наиболее динамично развивающихся сегментов национального продовольственного рынка. Паштетные консервы, расфасованные в оптимально удобную упаковку, пользуются большим спро-

сом у населения [2]. Выработываемые в настоящее время на мясоперерабатывающих предприятиях паштеты представляют собой высококалорийные гомогенизированные консервированные продукты с преимущественным содержанием мяса либо субпродуктов. Современные промышленные технологии паштетов направлены на повышение биологической ценности изделий, разработку рецептур, предназначенных для различных групп населения, расширение ассортимента [3].

Белково-жировые эмульсии позволяют рационально использовать мясное сырье и регулировать потребительские свойства готового продукта. В настоящее время при разработке рецептур белково-жировых эмульсий широко используются белковые добавки, которые хорошо растворяются в водной фазе фарша, обладают высокими эмульгирующими и желирующими свойствами. Эти свойства белка могут придать паштетному фаршу высокую влагосвязывающую, водо- и жирудерживающую способности, позволяющие увеличить объем выработки продукта и повысить показатели его качества [4].

Перспективность применения эмульсионных систем подтверждается результатами ряда современных исследований. Так, авторами разработан эмульсионный гель на основе рапсового масла, коллагена и агара, изучено влияние эмульсионного геля на показатели качества печеночного паштета. Установлено, что частичная замена животного жира гелем способствует снижению содержания насыщенных жирных кислот, энергетической ценности и интенсивности окисления липидов [5].

В другом исследовании было изучено влияние частичной замены животного жира гелеобразной эмульсией на основе конопляного масла и гречневой муки на пищевую ценность паштета. Использование гелеобразной эмульсии способствовало повышению его пищевой ценности – прежде всего за счет улучшения липидного профиля (увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот и омега-3 жирных кислот) [6].

Другими авторами было изучено использование эмульгированного масла канолы в составе мясного паштета. Введение эмульгированного масла повышало выход и влагосодержание продукта, формировало более мягкую и пастообразную текстуру, а при 50%-ной замене животного жира, способствовало повышению устойчивости продукта к окислительным изменениям при хранении [7].

Использование белково-жировых эмульсий на основе витаминизированных купажируемых растительных масел в производстве мясных паштетов рассмотрено в [8]. Внесение разработанной эмульсии позволяет сбалансировать продукт по жирнокислотному и витаминному составу.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что существующие исследования в основном направлены на замену животного жира в мясных паштетах растительными маслами, предварительно эмульгированными жировыми системами или гелеобразными эмульсиями с последующей оценкой пищевой ценности, липидного состава и технологических свойств продукта.

Целью настоящей работы является разработка рецептуры белково-жировой эмульсии на основе куриных субпродуктов и исследование влияния разработанной эмульсии на физико-химические, функционально-технологические свойства, жирнокислотный состав мясного паштета.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились белково-жировая эмульсия, контрольные и опытные образцы мясных паштетов. Мясо птицы, куриные субпродукты и жир говяжий были получены с мясных павильонов города Семей Республики Казахстан.

Определение общего химического состава проводили методом одной навески исследуемой пробы. Метод заключается в последовательном определении в одной навеске продукта содержания влаги, жира, белка и золы с использованием устройства для определения влажности и жирности мясных и молочных продуктов ускоренным методом [9].

Определение активности воды. Определение активности воды (a_w) – с использованием прибора LabTouch-aw (Италия) [10].

Определение pH. Активную кислотность среды (pH) определяли потенциометрическим методом на приборе pH-метр-Seven2Go™, погружением электрода в раствор с фиксацией значения pH на шкале прибора. Раствор (водную вытяжку) готовили из измельченного продукта с водой (в соотношении 1:10). pH измеряли после настаивания в течение 30 минут при температуре 20°C [11].

Определение функционально-технологических свойств. Функционально-технологические свойства фаршевых систем – влагоудерживающая способность (ВУС), жирудерживающая способность (ЖУС), эмульгирующая

способность (ЭС) и стабильность эмульсии (СЭ) определялись по методике, предложенной Тимошенко и соавторами [12].

Определение состава жирных кислот.

Определение жирнокислотного состава основано на предварительной экстракции жира из сырья и пищевых продуктов в соответствии с ГОСТ 34987-2023, определялись на газовым хроматографе “Кристаллюкс 4000М” [13].

Органолептические показатели мясного паштета оценивались в соответствии с требованиями ГОСТ 33741-2015 [14]. Органолептическая оценка проводилась в стандартизированной последовательности: внешний вид, цвет, запах, консистенция и вкус.

Приготовление субпродуктовых масс из куриных субпродуктов

На первоначальном этапе была разработана технология получения субпродуктовой массы из куриных субпродуктов.

Сырьё (куриная кожа, желудки и сердца) поступало в лабораторию в охлаждённом

состоянии ($\leq 4^\circ\text{C}$), проходило визуальный контроль на наличие посторонних включений, дефектов и признаков микробиологического загрязнения и перерабатывалось в день поступления. Желудки подвергались зачистке для удаления внутренней жёлтой кутикулы и остаточного содержимого, после чего тщательно промывались проточной питьевой водой при температуре $10\text{--}15^\circ\text{C}$. Сердца освобождались от видимых сгустков крови, крупных сосудов и избыточной жировой ткани, после чего также промывались. Кожа проверялась на наличие остаточного пера и механических загрязнений и подвергалась аналогичной промывке.

Желудки и сердца дополнительно обрабатывали ультразвуком (60 кГц, 20 мин, 18°C). Подготовленное сырьё отцеживали, затем измельчали на мясорубке (диаметр отверстий 3–5 мм) при температуре продукта не выше 10°C . Из подготовленного сырья было составлено четыре варианта субпродуктовой массы в различных соотношениях по массе (табл. 1).

Таблица 1. Рецептúra разных вариантов субпродуктовой массы

Наименование	Массовая доля, %			
	СМ-1	СМ-2	СМ-3	СМ-4
Куриная кожа	34	50	25	25
Куриные желудки	33	25	50	25
Куриное сердце	33	25	25	50

СМ – субпродуктовая масса

Компоненты смешивали в куттере в течение 1–2 минут до получения однородной пастообразной массы при температуре не выше 12°C . Готовую субпродуктовую массу фасовали в герметичные контейнеры и хранили при $2\text{--}4^\circ\text{C}$ не более 12 часов до проведения последующих анализов и использования в приготовлении эмульсий.

Сравнительный анализ химического состава и функционально-технологических свойств показал, что наиболее предпочтительной смесью для применения в белково-жировых эмульсиях является вариант 4, включающий 25% куриной кожи, 25% желудков и 50% сердец. Данный состав продемонстрировал наибольшую водоудерживающую способность (71,49%) и стабильность эмульсии (60%), что обеспечивает консистенцию продукта, снижение синерезиса и устойчивость к хранению в системе паштета. По сравнению с другими смесями, этот вариант продемонстрировал

наиболее стабильные показатели в условиях переработки, что указывает на его оптимальность в качестве основы для создания однородной и технологически надёжной паштетной эмульсии.

Приготовление белково-жировой эмульсии

Было приготовлено восемь образцов эмульсий типа «масло-в-воде», различающихся по соотношению массы побочных продуктов, растительного масла, воды и крахмала. Перед проведением технологических операций масса побочных продуктов охлаждалась до температуры $2\text{--}4^\circ\text{C}$. Все ингредиенты (субпродуктовая масса, растительное масло, вода, крахмал, пищевая сода и поваренная соль) предварительно взвешивались на откалиброванных лабораторных весах и распределялись по индивидуально промаркированным контейнерам.

Ингредиенты загружали в охлаждённый куттер в следующей последовательности: субпродуктовая масса, соль и сода, сухой крахмал, часть воды, растительное масло (тонкой струёй), затем оставшаяся вода. Смешивание проводили в два этапа: предварительное (20–30 с) и высокоскоростное измельчение (60–90 с) при постоянном контроле температуры не выше 12 °С.

Готовность эмульсии определяли по образованию однородной гладкой пастообразной массы без признаков расслоения. Готовую эмульсию расфасовывали в герметичные емкости и хранили при температуре 2–4 °С в течение 12 часов до выполнения исследований.

В результате сравнительной оценки разработанных 8 видов эмульсий наиболее оптимальным для производства мясного паштета был выбран пятый вариант эмульсии. Данный образец продемонстрировал оптимальный баланс функционально-технологических свойств: его водоудерживающая способность (66,11%) и жирудерживающая способность (82,2%) были статистически значимо выше, чем у вариантов 1, 2 и 7 ($p < 0,05$). Кроме того, вариант 5 показал наибольшую эмульгирующую способность (62%), что превышало

показатели вариантов эмульсии 1, 6 и 7 ($p < 0,05$) и имеет ключевое значение для эффективного связывания масла и формирования устойчивой эмульсионной системы. По совокупности результатов наиболее подходящей для использования в рецептуре паштета была признана эмульсия 5, обеспечивающая оптимальный баланс эмульгирующей способности, водо- и жирудерживания и стабильности системы.

Приготовление мясных паштетов с белково-жировой эмульсией

Технология производства мясного паштета с добавлением белково-жировой эмульсии состоит из приемки, проверки и подготовки сырья и вспомогательных материалов, измельчения сырья, смешивания компонентов, составления смеси, доведения массы до однородной пастообразной консистенции, фасования готовой массы в банки (по 250 мл), укупоривания крышками, стерилизации в автоклаве (режим 20-65-20 / 112 °С, 0,08 МПа), охлаждения, сортировки, упаковки, маркировки и хранения.

Для проведения исследований была разработана технология производства мясного паштета на основе мяса птицы и опытный вариант мясного паштета с добавлением белково-жировой эмульсии (табл. 2).

Таблица 2. Рецепт мясных паштетов

Ингредиент	Контрольный вариант	Опытный вариант
Мясо птицы	60,7	51,1
Печень куриная	17,6	17,6
Жир говяжий	5,3	3,3
Белково-жировая эмульсия	0	12,5
Лук репчатый	6,3	6,3
Морковь	5,7	5,7
Петрушка (корень)	0,6	0,6
Перец чёрный молотый	0,05	0,05
Соль пищевая	1,05	1,05
Бульон	2,7	1,8

Контрольный вариант включал мясо птицы с добавлением куриной печени и жира говяжьего без применения белково-жировой эмульсии. В опытном варианте осуществлялась частичная замена мяса птицы, животного жира и бульона на разработанную эмульсию (субпродуктовая масса – 48%, растительное масло – 18%, вода – 28%, крахмал – 4%, пищевая сода – 1%, соль – 1%).

Статистический анализ. Обработку результатов измерений осуществляли с помощью программы Microsoft Excel 2016. Результаты

анализов были статистически значимы при $p \leq 0,05$. Данные представлены как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение. Все эксперименты проводились в трех повторностях; для каждого показателя рассчитывались средние значения и стандартные отклонения.

Результаты исследований и их обсуждение

На следующем этапе был исследован химический состав мясных паштетов. Результаты показаны в таблице 3.

Таблица 3. Химический состав мясных паштетов

Показатели	Контрольный вариант	Опытный вариант
Влага, %	69,74	63,96
Жир, %	13,37	19,02
Зола, %	3,95	3,08
Белок, %	12,94	13,94

Из результатов видно, что добавление белково-жировой эмульсии ведет к снижению содержания влаги на 5,78% и золы на 0,87%, увеличению жира на 5,65% и белка на 1%.

На следующем этапе были исследованы рН и активность воды мясных паштетов. Определение кислотности и активности воды

мясных паштетов показало, что значения рН находились в диапазоне 6,07–6,17 (табл. 4). В контрольном образце рН составил 6,07 при активности воды 0,9824. Введение белково-жировой эмульсии сопровождалось повышением рН до 6,17 и увеличением активности воды до 0,9890.

Таблица 4. Результаты кислотности и активности воды мясных паштетов

Показатели	Контрольный вариант	Опытный вариант
рН	6,07	6,17
Активность воды	0,9824	0,9890

Результаты показали, что добавление белково-жировой эмульсии лишь незначительно изменяет кислотность фарша, сохраняя рН в физиологически допустимых пределах. Активность воды в образцах мясных паштетов находилась на уровне, характерном для мясных фаршей (0,96–0,99). В опытном образце

активность воды увеличилась, что объясняется высокой долей воды в рецептуре и отсутствием жирового компонента, выполняющего роль влагоизолирующего фактора.

На следующем этапе были исследованы функционально-технологические свойства мясных паштетов (табл. 5).

Таблица 5. Функционально-технологические свойства мясных паштетов

Показатели	Контрольный вариант	Опытный вариант
ВУС, %	68,05	66,43
ЖУС, %	40,2	40,5
ЭС, %	49	52
СЭ, %	51,4	63

Сравнительный анализ функционально-технологических показателей контрольного и опытного вариантов показал, что введение добавки незначительно повлияло на влаго- и жиरोудерживающую способности, однако способствовало повышению стабильности эмульсии.

В опытном варианте влагоудерживающая способность (ВУС) несколько снизилась по сравнению с контролем (с 68,05% до 66,43%). Жиरोудерживающая способность (ЖУС) практически не изменилась и составила 40,5% в опытном образце.

При этом эмульгирующая способность (ЭС) увеличилась с 49% до 52%, а стабильность эмульсии (СЭ) значительно возросла — с 51,4% до 63%, что свидетельствует об улучшении структуры и повышении устойчивости белково-жировой системы в опытном варианте.

На следующем этапе были изучены потери при термической обработке (табл. 6). Анализ технологических показателей показал различия между контрольным и опытным вариантами паштета.

Таблица 6. Потери влаги мясных паштетов после термической обработки

Показатели	Контрольный вариант	Опытный вариант
Масса паштета (г)	279,0	318,1
Масса выделившейся жидкости после охлаждения (г)	253,2	292,8
Теплопотери (%)	9,24	7,95

Масса готового продукта в опытном варианте была выше и составила 318,1 г против 279,0 г в контроле. После термической обработки и охлаждения масса образца также оставалась выше в опытном варианте (292,8 г против 253,2 г).

Теплопотери в опытном образце были ниже и составили 7,95%, тогда как в контрольном варианте — 9,24%. Снижение теплопотерь свидетельствует о более высокой влаго- и жиродерживающей способности системы, что положительно влияет на выход готового

продукта и его экономическую эффективность.

На следующем этапе исследовали жирнокислотный состав мясных паштетов. О биологической ценности мясных паштетов можно судить по сбалансированности жирнокислотного состава липидных компонентов продукта (табл. 7).

Важным критерием биологической и пищевой ценности продуктов является качественный и количественный состав липидов. Основным компонентом липидов являются жирные кислоты.

Таблица 7. Жирнокислотный состав мясных паштетов

Показатели	Контрольный вариант	Опытный вариант
Миристиновая (C14:0)	1,67	2,32
Миристолеиновая (C14:1)	0,28	0,35
Пентадекановая (C15:0)	0,28	0,36
Пальмитиновая (C16:0)	22,07	28,70
Пальмитолеиновая (C16:1)	3,46	3,88
Маргариновая (C17:0)	0,73	0,94
Стеариновая (C18:0)	13,96	17,82
Элаидиновая (C18:1n9t)	1,65	1,41
Олеиновая (C18:1 ц-9)	33,17	29,67
Линолелаидиновая (C18:2n6t)	0,21	0,42
Линолевая (C18:2n6c)	20,52	41,42
гамма-Линоленовая (C18:3n6)	0,14	-
альфа-Линоленовая (C18:3n3)	1,43	1,73
Дигомо-гамма-линоленовая (C20:3n6)	0,11	-
Арахидиновая (C20:4n6)	0,33	0,32

Анализ жирнокислотного состава липидов мясных паштетов показал, что в образцах паштетов отмечается высокое содержание пальмитиновой и линолевой кислот. Значительная доля пальмитиновой кислоты обусловлена преимущественно липидным составом мясного сырья и животных жиров. Высокое содержание линолевой кислоты в опытном варианте может быть обусловлено введением в рецептуру опытного паштета белково-жировой эмульсии, содержащей растительное масло.

В опытном образце отмечено увеличение содержания насыщенных жирных кислот: миристиновой (2,32% против 1,67%), пальмитиновой (28,70% против 22,07%) и стеариновой (17,82% против 13,96%), что привело к общему росту доли насыщенных фракций.

Содержание мононенасыщенных жирных кислот в исследуемых образцах изменялось разнонаправленно. В опытном варианте содержание пальмитолеиновой кислоты увеличилось с 3,46% до 3,88%, тогда как доля олеиновой кислоты снизилась с 33,17% до 29,67%, что указывает на существенную трансформацию

липидного профиля рецептуры.

Наиболее выраженные изменения наблюдались среди полиненасыщенных жирных кислот. В опытном образце значительно возросла доля линолевой кислоты (41,42% против 20,52%), а также несколько увеличилось содержание α -линоленовой кислоты (1,73% против 1,43%). При этом гамма-линоленовая и дигомо-гамма-линоленовая кислоты в опытном варианте не обнаружены.

Полиненасыщенные жирные кислоты являются важнейшим компонентом клеточных мембран. Они участвуют в обновлении клеток и внутриклеточных обменных процессов в организме; способствуют удалению холестерина из крови, что предотвращает развитие атеросклероза [15].

Таким образом, опытный вариант характеризуется повышенным содержанием линолевой кислоты и общим перераспределением жирнокислотного профиля, что свидетельствует о влиянии внесённых компонентов на липидный состав и биологическую ценность продукта.

Органолептическая оценка готовой про-

дукции оценивалась на дегустационных комиссиях по пятибалльной шкале. При органолептической оценке устанавливали соответствие основных качественных показателей изделий требованиям стандарта.

Органолептическая оценка мясных паштетов

Таблица 8. Органолептические показатели мясных паштетов

Показатели	Контрольный вариант	Опытный вариант
Цвет	Коричневый	Коричневый
Запах	Выраженный запах петрушки и овощей	Выраженный запах петрушки и овощей
Консистенция	Плотная консистенция, слегка липкая, средней жирности	Имеет однородную консистенцию, более оптимальную жирность и нежную текстуру по сравнению с другими вариантами

Различия отмечены по консистенции. Контрольный вариант имел плотную, слегка липкую структуру средней жирности. Опытный образец отличался более однородной консистенцией, оптимальной жирностью и более нежной текстурой, что свидетельствует о положительном влиянии внесённой добавки на структурно-механические свойства продукта.

Обсуждение научных результатов

Полученные результаты свидетельствуют о том, что рациональное комбинирование куриной кожи, желудков и сердец позволяет формировать субпродуктовую массу с выраженными функциональными свойствами. Повышенные показатели водоудерживающей способности и стабильности эмульсии в варианте с преобладанием сердец обусловлены более высоким содержанием миофибриллярных белков, обладающих эмульгирующей активностью и способностью к образованию прочной пространственной структуры.

Разработанная белково-жировая эмульсия обеспечила эффективное связывание жировой и водной фаз, что подтверждается увеличением эмульгирующей способности (до 52%) и значительным ростом стабильности эмульсии (до 63%) в опытном паштете. Несмотря на незначительное снижение влагоудерживающей способности, общая технологическая устойчивость системы повысилась, о чём свидетельствует снижение теплопотерь (с 9,24% до 7,95%).

Изменения химического состава мясных паштетов отражают изменение содержания влаги и жира вследствие введения эмульсии. Повышение содержания жира сопровождалось изменением жирнокислотного состава. Это показывает на создание более функциональной липидной структуры вследствие добавления растительного масла в состав эмульсии. Орга-

нов показала, что по цвету и запаху контрольный и опытный варианты не имели различий (табл. 8). Оба образца характеризовались коричневым цветом и выраженным запахом петрушки и овощей.

нолептический анализ показал улучшение консистенции опытного образца: состав стал более мягким и однородным, что объясняется образованием стабильной белково-жировой матрицы.

В целом, полученные данные показывают, что использование белково-жировой эмульсии на основе куриных субпродуктов способствует регулированию технологических и потребительских характеристик паштетов, увеличивая эффективность переработки вторичных ресурсов птицеводства.

Заключение

В результате выполненных исследований разработана и научно обоснована технология производства белково-жировой эмульсии с добавлением куриных субпродуктов с дальнейшим применением ее в производстве мясных паштетов. Выявлено, что рациональное комбинирование куриной кожи, сердец и желудков способствует разработке сырьевой основы с улучшенными функционально-технологическими свойствами, обеспечивающими оптимальное эмульгирование и стабилизацию липидной фазы.

Введение разработанной эмульсии в рецептуру паштета способствовало повышению стабильности эмульсионной системы, снижению теплопотерь и улучшению структурно-механических характеристик готового продукта. Опытный образец характеризовался более однородной и нежной консистенцией при сохранении типичных органолептических показателей. Изменение химического и жирнокислотного состава паштета свидетельствует о возможности целенаправленного регулирования пищевой и биологической ценности продукта за счёт включения растительного компонента в состав эмульсии.

Таким образом, применение белково-жировой эмульсии на основе куриных субпродуктов является перспективным направлением совершенствования технологии мясных паштетов, обеспечивающим рациональное использование вторичного сырья, повышение выхода готовой продукции и улучшение её качественных показателей.

Финансирование

Данное исследование выполнено в рамках проекта BR24992938 «Научное обоснование, разработка и внедрение прогрессивных технологических процессов, методов и решений комплексной переработки тушек птицы» МНВО РК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ж.Н. Алибаева, Б.Б. Траисов Развитие птицеводства в Казахстане // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 2. – С. 246-248.
2. A. Latoch, P. Glibowski, J. Libera The effect of replacing pork fat of inulin on the physicochemical and sensory quality of guinea fowl pate // Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. – 2016. – №. 3. – P. 311-320.
3. F.M. Abu-Salem, E.A. Abou. Arab Chemical properties, microbiological quality and sensory evaluation of chicken and duck liver paste (foie gras) // Grasas y Aceites. – 2010. – Т. 61. – №. 2. – P. 126-135.
4. Б.А. Баженова, С.К. Бальжинимаева Паштетный фарш с биологически активной добавкой // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – №. 4 (23). – С.1-5.
5. I. Szymańska et al. Rapeseed Oil-Based Collagen-Agar Emulsion Gel as an Alternative Fat Raw Material in Model Liver Pâté-Type Meat Systems // Foods. – 2026. – Т. 15. – №. 15. – P. 2609.
6. C. Botella-Martinez et al. Innovative formulation in pâté using a gelled emulsion of hemp oil (*Cannabis sativa L.*) as fat replacer // LWT. – 2024. – Т. 206. – P. 116630.
7. E.E. Morales-Irigoyen et al. Textural, physicochemical and sensory properties compensation of fat replacing in pork liver pâté incorporating emulsified canola oil // Food Science and Technology International. – 2012. – Т. 18. – №. 4. – P. 413-421.
8. Y. Kotlyar, O. Topchiy Розробка рецептур м'ясних паштетів з використанням білково-жирових емульсій на основі вітамінізованих купажованих рослинних олій // Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies. – 2017. – Т. 19. – №. 75. – С. 89-96.
9. Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.

10. ГОСТ ISO 21807-2015. Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 3 с.
11. СТ РК ИСО 2917-2009. Мясо и мясные продукты. Определение pH. Контрольный метод. – Введ. 2010-07-01. – Астана: Госстандарт Республики Казахстан, 2010. – 16 с.
12. Н.В. Тимошенко, А.М. Патиева, С.В. Патиева, Нестеренко А. А., Н.В. Кенийз. Методические указания к лабораторно-практической работе «Функционально-технологические свойства мяса»: – Краснодар: КубГАУ, 2015 – 26 с.
13. ГОСТ 34987-2023. Мясо и мясные продукты. Методы определения жирнокислотного состава. – Введ. 2024-01-01. – М.: Российский институт стандартизации, 2023. – 20с.
14. ГОСТ 33741-2015. Консервы мясные и мясосодержащие. Методы определения органолептических показателей, массы нетто и массовой доли составных частей. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 18 с.
15. L. Hoz, M. D'Arrigo, I. Cambero, J. A. Ordóñez Development of an n-3 fatty acid and α -tocopherol enriched dry fermented sausage // Meat Science. - 2004. - №67 (3). - P.485–495.

REFERENCES

1. Zh.N. Alibaeva, B.B. Traisov Razvitie pticevodstva v Kazakhstane [Development of poultry farming in Kazakhstan] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. No. 2. (2014): pp. 246-248. (In Russian)
2. A. Latoch, P. Glibowski, J. Libera The effect of replacing pork fat of inulin on the physicochemical and sensory quality of guinea fowl pate // Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria.– 2016. – №. 3. – P. 311-320.
3. F.M. Abu-Salem, E.A. Abou Arab Chemical properties, microbiological quality and sensory evaluation of chicken and duck liver paste (foie gras) // Grasas y Aceites. – 2010. – Т. 61. – №. 2. – P. 126-135.
4. B.A. Bazhenova, S.K. Balzhinimaeva Pashtetnyy farsh s biologicheskimi aktivnymi dobavkami [Pate mince with biologically active additives] // Tehnika i tehnologiya pishevyykh proizvodstv. No. 4 (23). (2011): pp. 1-5. (In Russian)
5. I. Szymańska et al. Rapeseed Oil-Based Collagen-Agar Emulsion Gel as an Alternative Fat Raw Material in Model Liver Pâté-Type Meat Systems // Foods. – 2026. – Т. 15. – №. 15. – P. 2609.
6. C. Botella-Martinez et al. Innovative formulation in pâté using a gelled emulsion of hemp oil (*Cannabis sativa L.*) as fat replacer // LWT. – 2024. – Т. 206. – P. 116630.
7. E.E. Morales-Irigoyen et al. Textural, physicochemical and sensory properties compensation of fat replacing in pork liver pâté incorporating emulsified canola oil // Food Science and Technology International. – 2012. – Т. 18. – №.

4. – P. 413-421.

8. Y. Kotlyar, O. Torchiiy. Розробка рецептур м'ясних паштетів з використанням білково-жирових емульсій на основі вітамінізованих купажованих рослинних олій // Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies. – 2017. – Т. 19. – №. 75. – С. 89-96.

9. L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov [Methods of research of meat and meat products]. – M.: Kolos, 2001. – 376 p. (In Russian)

10. GOST ISO 21807-2015. Mikrobiologiya pishевой produkci i kormov. Opredelenie aktivnosti vody [Microbiology of food and feed. Determination of water activity]. – Vved. 2017-07-01. – M.: Standartinform, 2016. – 3 p. (In Russian)

11. ST RK ISO 2917-2009. Myaso i myasnye produkty. Opredelenie pH. Kontrolnyj metod [Meat and Meat Products. Determination of pH. Reference Method]. – Vved. 2010-07-01. – Astana: Gosstandart Respubliki Kazakhstan, 2010. – 16 p. (In Russian)

12. N.V. Timoshenko, A.M. Patieva, Patieva S.V., A.A. Nesterenko, N.V. Kenijz Metodicheskie ukazaniya

k laboratorno-prakticheskoy rabote «Funkcionalno-tehnologicheskie svoystva myasa» [Guidelines for the laboratory and practical work "Functional and technological properties of meat"]. – Krasnodar: KubGAU, 2015 – 26 p. (In Russian)

13. GOST 34987-2023. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya zhirnokislотного состава [Meat and Meat Products. Methods for Determining Fatty Acid Composition]. – Vved. 2024-01-01. – M.: Rossijskij institut standartizacii, 2023. – 20 p. (In Russian)

14. GOST 33741-2015. Konservy myasnye i myasosoderzhashie. Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazatelej, massy netto i massovoj doli sostavnyh chastej [Canned Meat and Meat-Containing Products. Methods for Determining Organoleptic Characteristics, Net Weight and Mass Portion of Constituent Parts]. – Vved. 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2019. – 18 p. (In Russian)

15. L. Hoz, M. D'Arrigo, I. Cambero, J.A. Ordóñez Development of an n-3 fatty acid and α -tocopherol enriched dry fermented sausage // Meat Science. – 2004. – №67 (3). – P.485–495.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ИЗ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

¹Д.Б. АБДРАИМОВА¹ , ¹Д.А. ШАНШАРОВА¹ ,
²Г.А. УМИРЗАКОВА² , ²Ж.А. АСАНГАЛИЕВА² 

(¹Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Институт «Ветеринарии и агротехнологии», Западно-Казахстанский аграрно-технический
университет имени Жангир хана, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51)

Электронная почта автора-корреспондента: d.abdraimova@atu.edu.kz*

В статье представлены результаты исследования влияния функциональной добавки «Темтас», разработанной на основе порошка груши, черной смородины и облепихи, на интенсификацию технологического процесса пшеничного хлеба и на качественные показатели пшеничного хлеба. Целью исследования являлась оценка воздействия плодово-ягодного сырья, богатого витаминами, минеральными веществами и антиоксидантами, на процессы брожения, кислотонакопления, формирование структурно-механических свойств теста и пищевую ценность хлебобулочных изделий. Экспериментальные исследования проводились с использованием опарных и безопарного способов приготовления теста при внесении добавки в количестве 5-10 % к массе муки. Установлено, что функциональная добавка ускоряет процессы брожения и созревания теста, повышает кислотность полуфабрикатов и позволяет сократить продолжительность технологического процесса до 30 %, одновременно снижая расход дрожжей и температуру выпечки. Выявлено улучшение удельного объема, пористости и эластичности мякиша и комплексных органолептических характеристик хлеба. По результатам исследования разработана рецептура и технология хлеба «Керемет» обладающий профилактическим свойством железодефицитной анемии, так как имеет более повышенное содержания усвояемого натурального минерала железа, чем в контрольном образце хлеба. Учитывая удобство транспортировки и хранения функциональной добавки «Темтас» в виде порошка, удобен и экономически выгоден в промышленном применении для производства хлебобулочных изделий функционального назначения и который полностью соответствует принципам здорового питания и физиологическим потребностям человека.

Ключевые слова: функциональная добавка, пшеничный хлеб, порошок из груши, черной смородины и облепихи, технологические свойства, минеральный состав, профилактика железодефицитной анемии.

ЖЕМІС-ЖИДЕК ШИКІЗАТЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚОСПАНЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БИДАЙ НАНЫН ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ҚАРҚЫНДАУ

¹Д.Б. АБДРАИМОВА, ¹Д.А. ШАНШАРОВА,
²Г.А. УМИРЗАКОВА, ²Ж.А. АСАНГАЛИЕВА

(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100

²Ветеринария және агротехнология институтыны, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық
техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Орал қ., Жәңгір хан көш., 51)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: d.abdraimova@atu.edu.kz*

Мақалада алмұрт, қара қарақат және облепиха ұнтақтары негізінде әзірленген «Темтас» функционалдық қоспасының бидай нанының технологиялық процесін қарқындау және сапалық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты дәрумендерге, минералдық заттарға және антиоксиданттарға бай жеміс-жидек шикізатының ашыту, қышқылдықтың жиналу үдерісіне, қамырдың құрылымдық-механикалық қасиеттерінің қалыптасуына және нан-тоқаш өнімдерінің

тағамдық құндылығына әсерін бағалау болды. Эксперименттік зерттеулер қоспаны ұн салмағына шаққанда 5-10 % мөлшерінде енгізу арқылы қамырды опаралы және опарасыз тәсілдерімен дайындау кезінде жүргізілді. Функционалдық қоспаның ашыту мен қамырдың жетілу үдерістерін жеделдететіні, жартылай фабрикаттардың қышқылдығын арттыратыны және технологиялық процестің ұзақтығын 30 %-ға дейін қысқартатыны, сонымен қатар ашытқы шығынын және пісіру температурасын төмендейтіні анықталды. Нанның меншікті көлемі, кеуектілігі, жұмсақ ортасының серпімділігі және кешенді органолептикалық көрсеткіштері жақсарғаны байқалды. Зерттеу нәтижелері бойынша темір тапшылығы анемиясының профилактикалық қасиеті бар «Керемет» нанының рецептурасы мен технологиясы жасалды, өйткені оның құрамында нанның бақылау үлгісіне қарағанда сіңімді табиғи темір минералы көп. «Темтас» функционалдық қоспасын ұнтақ түрінде тасымалдау және сақтау ыңғайлылығын ескере отырып, функционалдық мақсаттағы нан-тоқаш кнімдерін қндіру үшін өнеркісптік қолдануда ыңғайлы, үнемді және ол дұрыс тамақтану қағидаттарына, адамның физиологиялық қажеттіліктеріне толық сәйкес келеді.

Негізгі сөздер: функционалды қоспа, бидай наны, алмұрт, қара қарақат және облепиха ұнтағы, технологиялық қасиеттер, минералдық құрамы, темір тапшылығы анемиясының алдын алу.

INTENSIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF WHEAT BREAD PRODUCTION USING A FUNCTIONAL ADDITIVE BASED ON FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS

¹D.B. ABDRAIMOVA, ¹D.A. SHANSHAROVA,
²G.A. UMIRZAKOVA, ²ZH.A. ASSANGALIYEVA

(¹Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

²Institute of Veterinary Medicine and Agrotechnology, Zhanger Khan West
Kazakhstan Agrarian Technical University, Republic of Kazakhstan, Uralsk, st. Zhanger Khan, 51)

Corresponding author's e-mail: d.abdraimova@atu.edu.kz*

The article presents the results of a study on the effect of the «Temtas» functional additive, developed on the pear, blackcurrant and sea buckthorn powders, on the intensification of the technological process of wheat bread production and its quality characteristics. The aim of the study was to evaluate the impact of fruit and berry raw materials rich in vitamins, minerals, and antioxidants on fermentation and acid accumulation process, the formation of structural and mechanical properties of dough, and the nutritional value of bakery products. Experimental studies were carried out using sponge and straight dough methods with addition of 5-10 % of the addition to the flour weight. The functional additive was found to accelerate fermentation and dough maturation, increase the acidity of semi-finished products, and reduce the duration of the technological process by up to 30 %, while simultaneously decreasing yeast consumption and baking temperature. Improvements in specific volume, crumb elasticity, and overall organoleptic of bread were observed. According to the results of the study, the formulation and technology of «Keremet» bread has been developed, which has the preventive property of iron deficiency anemia, as it has a higher content of the digestible natural iron mineral than in the control bread sample. Considering the convenience of transportation and storage of the functional additive «Temtas» in powder form, it is convenient and economically advantageous in industrial use for the production of bakery products for functional purposes and which fully complies with the principles of healthy nutrition and human physiological needs.

Keywords: functional additive, wheat bread, pear, black and sea buckthorn powder, technological properties, mineral composition, prevention of iron deficiency anemia.

Введение

Академик НАН РК, д.м.н. Шарманов Т.Ш. в своих трудах подчеркивал значимость питания в жизни человека на физиологическое состояние, сохранения высокой работоспособности, увеличения продолжительности жизни и в борьбе со многими неблагоприят-

ными факторами. [1].

Разработка и производство функциональных хлебобулочных изделий является эффективным способом в целях восполнения дефицита организма человека в микро- и макро- нутриентов, о чем представлены работы исследователей как отечественных, так и

зарубежных.

Хлебопекарные отрасли также активно продвигают глобализацию и развитие ассортимента ряда, сохранение и увеличение объемов по производству и потреблению хлебобулочных изделий функционального назначения. [2].

Федорова Р.А., Волков В.С. в статье представили описание одной из ценных ягодных культур такой как смородина красная. Указано, что данная культура имеет богатый витаминный состав, также отличается разнообразием и наличием редких веществ, что связано с высоким содержанием в ягодах биологически активных веществ. Ягодная культура красная смородина содержит существенное количество органических кислот, особенно высоко содержание лимонной и яблочной кислоты, минеральные вещества – железо, калий, кальций, фосфор, магний, и представлен ряд витаминов С, А, Н, В1, В2, В6, Е, К, РР. Красная смородина содержит внушительное количество пектинов, пищевых волокон, 3-активных веществ (катехинов, антоцианов). [3]. Янова М.А., Ермош Л.Г., Присухина А.В. и другие разработали замороженный полуфабрикат булочных изделий с внесением порошка черной смородины. Ягоды черной смородины взяты для производства булочных изделия в связи с тем, что отличаются особенностями положительно воздействовать на нервную систему, обладают антиоксидантными свойствами и предотвращают старение клеток, имеют свойство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, отличаются обезболивающими и противовоспалительными качествами. Также одной из причин – это активное произрастание данного вида ягод и широкая область распространения [4].

В исследованиях И. А. Бакина представлены, введение порошка из ягод черной смородины в тесто для сдобного печенья придает продукту привлекательный цвет и аромат, не ухудшая при этом его физико-химические показатели [5].

Выявлены изменения химического состава ягод черной смородины при хранении, такие как увеличение содержания сухих растворимых веществ, что положительно влияют на диффузию при получении экстрактов. В связи с чем, целесообразно учитывать процесс переработки, варианты растворителя и характеристики. так как ягоды черной смородины и продукты ее переработки

содержат водорастворимые и спирторастворимые химические соединения, обладающие антиоксидантными свойствами. [6].

Большинство плодов и ягод характеризуются наличием одного или двух витаминов. К таким плодово-ягодным культурам принадлежат арония, ирга, малина, земляника, цветные смородины. Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhbanova E.V. представили витаминный состав моно витаминных плодов и ягод: малина – витамин Р и редко В9, арония – витамин Р, ирга – витамин Р; бивитаминные: цветные смородины и земляника – витамины С и Р. Шиповник отличается наличием трех витаминов С, Р и А, и тетравитанная культура это облепиха, содержит витамины С, Р, А и Е. Большинство плодов сортов яблони – моно – (содержан Р-активные катехины) или бивитаминные (содержан Р-активные вещества и витамин С) [7].

Бразильскими учеными использована мука из фруктово-овощных выжимок, полученного на основе отходов при производстве соков, в производстве обогащенных зерновых батончиков и печенья. Обогащение выполнялось с внесением муки из фруктово-овощных выжимок в количестве от 20 до 35 %. Фруктово-овощная мука содержит в своем составе муку в композиции из апельсина, маракуйи, арбуза, салата, кабачка, моркови, шпината, мяты, таро, огурца и рукколы. Были исследованы технологические характеристики фруктово-овощной муки на водоудерживающая способность, что была выше и составила 7,43 г/г, маслоудерживающая способность – ниже 1,91 г/г муки. Готовые изделия отличались высоким содержанием клетчатки от 57 % до 118 %, увеличение уровня минеральных веществ от 14 % до 37 % в печеньях, и 75 % волокон и количественный состав от 14 % до 37 % минералов в зерновых батончиках с заменой 35 % муки хлебопекарной на фруктово-овощную муку. Физико-химические, органолептические и микробиологические показатели готовых изделий свидетельствует о возможности применения вторичного сырья в производстве хлебобулочных и кондитерских мучных изделий. [8, 9]

Сушеная черная смородина и клюква в качестве новых видов сырья для производства кексов было предложено ученой С.П. Меренковой. Мучные кондитерские изделия с включением сушеных ягод черной смородины отличались от контрольных образцов повышенным содержанием витамина С на 18,6 %, пищевых волокон на 18,2 % и железа на 20,9-

26,1 %, с включением сушеных ягод клюквы повышенное содержание железа на 68,6 %, марганца на 91,3%. Органолептические характеристики соответствовали всем требованиям стандарта.

Общая антиоксидантная способность чёрной смородины, измеренная фотометрическим методом FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power) с использованием фотометрического реагента – трипиридилтриазин, 1,10-фенантролин, 2,2'-дипиридила по интенсивности восстановления Fe^{3+} , составляет $51,6 \pm 1,2$ мкмоль Fe^{2+} /г, и является одной из самой высоких по сравнению с другими ягодами [14]. Плоды чёрной смородины содержат 116–342 мг/100 г аскорбиновой кислоты и 160–411 мг/100 г антоцианов, которые являются наиболее распространенными представителями полифенольных соединений в этом фрукте. [10].

Одним из широко распространенных ягод является облепиха, которая занимает большую область произрастания, который содержит в своем составе вещества, обладающие фитонцидными и консервирующими свойствами. В плодах облепихи есть витамины А, С, Р, В1, В2, В9, каротин и витамин Е, минеральные вещества К, Са, Mg, Na, Рb Fe, а также пищевые волокна. [11]. Содержание простых углеводов в облепихе составляет от 4 до 11 %, органических кислот – от 1,2 до 3 %. Содержание бета-каротина, рибофлавина и пантотеновой кислоты в 100 г покрывает норму в 2-3 раза.

Имеются исследования по использованию масла облепихи, его содержание в плодах около 9 % и 12,5 % в семенах. Источник биологически активных веществ облепиховое масло является очень ценным по содержанию полиненасыщенных жирных кислот, флавоноидов, фитонцидов. В облепиховом масле имеются все четыре омега-жирные кислоты – омега-3, омега-6, омега-7, омега-9, способствующие предупреждению старения, рака и болезней сердца. [12].

Кондитерские изделия отличаются высокой питательностью и усвояемостью. Недостатком мучных кондитерских изделий является высокое содержание сахара и жира и недостаточное содержание пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов. Использование порошка из жома, полученного в качестве вторичного сырья при производстве сока из облепихи, содержащего целый комплекс эссенциальных веществ, является

перспективным, так как позволяет повысить не только пищевую ценность изделий, но и коэффициент использования сырьевых ресурсов. [11]. Ученым изучено внесение порошка из сублимированной облепихи в хлебобулочные изделия в количестве 7%, где выявлено увеличение пищевой ценности готовой продукции без снижения ее органолептических свойств и показателей качества. Оптимизированный состав хлебобулочных изделий отличался повышенным содержанием липидов (на 6,3 %), витамина Е (на 7,7 %), минеральных элементов - Cu^{2+} (на 9,5 %), Fe^{2+} (на 8,7 %), K^{+} (на 6,9 %), Zn^{2+} (на 4,8 %), Ca^{2+} (на 4,5 %) и присутствием каротиноидов ($16,9 \pm 0,5$ мг/кг) и витамина А ($0,32 \pm 0,03$ мг/кг). [13]. В исследовании рассматриваются подходы к снижению йодной недостаточности посредством обогащения социально значимого продукта массового потребления – пшеничного хлеба. Автором проведен анализ аминокислотного состава пшеничного хлеба с применением функциональной добавки, разработанной на основе элитных сортов фруктово-ягодного сырья. [14].

Исследование Викторовой Е.П. и др. показывает, что внесение грушевого порошка (из вторичных ресурсов) в пшеничную муку улучшает ее реологические свойства, повышает газообразующую способность и укрепляет клейковину, повышает водопоглотительную способность. Добавка повышает пищевую ценность, обогащая пищевыми волокнами, минералами и витаминами, при оптимальной дозировке 3-5 % к массе муки. Готовое изделие характеризуется повышенным содержанием калия, фосфора, меди, пектина, Р-активных веществ, микроэлементов – железо и марганец. [15, 16]. Применение порошков из черной смородины и груши позволяет целенаправленно улучшать органолептические, структурные функциональные свойства сахарного печенья, повышая его пищевую ценность и стабильность при хранении. [17].

Материалы и методы исследования

В исследованиях тесто готовили несколькими способами: опарным (на большой густой опаре, на густой опаре и на жидкой опаре) и безопарным способом для пшеничного хлеба, в соответствии с пособием.

Методы исследования органолептических и физико-химических показателей при выполнении работы использованы следующие:

-ГОСТ 26574-85. Мука пшеничная хлебопекарная;

-ГОСТ Р 51574-2000 Соль поваренная пищевая. Технические условия;

-ГОСТ 171-2015 Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия;

-контрольные образцы пшеничного хлеба;

-опытные образцы пшеничного хлеба функционального назначения.

Анализ качественных характеристик осуществлялся в соответствии с требованиями следующей нормативной документации: ГОСТ 5667—2022 Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий; ГОСТ 5670—96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности; ГОСТ 21094—2022 Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности.

В соответствии с ГОСТ 5667—2022 Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий осуществлялся правильный отбор, обеспечивающий представительность выборки из партии. В рамках нормативного документа реализованы методики органолептического анализа, позволяющие объективно оценить внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах изделий. Также стандарт устанавливает строгий порядок контроля массы, что необходимо для подтверждения соответствия продукции установленным рецептурным нормам и техническим условиям.

Определение кислотности опытных образцов осуществлялось по ГОСТ 5670-96, который устанавливает титриметрический метод анализа. Данная методика основана на нейтрализации содержащихся в продукте кислот раствором щелочи в присутствии индикатора или с использованием потенциометрического оборудования. Применение стандарта позволяет оценить правильность ведения технологического процесса и степень созревания теста, что особенно важно при внесении в рецептуру фруктово-ягодных порошков, влияющих на общий кислотный профиль готового изделия.

Оценка подъемной силы теста осуществлялась согласно ГОСТ 28483-90. Метод заключается в определении времени, необходимого для подъема теста до уровня 70 мм в стандартной форме при фиксированных температурных условиях. Данный показатель позволяет количественно оценить интенсивность спиртового брожения и газодержи-

вающую способность полуфабриката. Использование этой методики в исследовании позволило установить, как внесение функциональных добавок влияет на активность микрофлоры и формоудерживающую способность теста в процессе расстойки.

Определение массовой доли влаги в изделиях проводилось согласно ГОСТ 21094-2022. В основу стандарта положен метод высушивания навески измельченного продукта до постоянной массы при определенных температурных режимах. Данная процедура позволяет точно установить содержание гигроскопической влаги в продукте, что является критически важным параметром для оценки качества выпечки, соблюдения технологического регламента и прогнозирования сроков сохранения свежести изделий. Применение актуальной методики ГОСТа обеспечивает достоверность контроля влияния растительных добавок на водоудерживающую способность теста и итоговую влажность готовой продукции.

Были проведены опытно-промышленные испытания по приготовлению нового хлеба «Керемет» с добавлением обогатительной функциональной добавки «Керемет», содержащий в своем составе только натуральные ингредиенты.

Замешивание теста осуществлялось на тестомесильной машине UNIC (производство - Франция) периодического действия. В качестве разрыхлителя применяются прессованные дрожжи. Готовое тесто разделяют на тестоделительной машине типа полуавтоматическая тестоделительная, округлительная машина и квадратная гидравлическая тестоделительная машина с двойным делением (производство - Италия). Технологические режимы тестовых заготовок в расстойном шкафу: относительная влажность 65-75 %, температура 35-38 °С. Выпечка производилась на технологическом оборудовании Fiorini при температуре 215-225 °С с подачей пара в течение 7 секунд., продолжительность выпечки составляла 25-30 мин. Готовность выпечки хлеба осуществлялось измерением температуры в центре мякиша, температура составляла 93 °С.

Результаты и их обсуждение

Разработка технологии обогащённых хлебных изделий, позволяет получить продукты с повышенной пищевой и биологической ценностью с целью снижения дефицита незаменимых аминокислот, железа, пищевых волокон в питании человека. Эта продукция

нового поколения с функциональными свойствами. В том числе радиопротекторного, антиоксидантного действия.

Одним из перспективных способов восполнения дефицита необходимых компонентов является искусственное обогащение продуктов витаминами (БАВ). Однако исследования показывают, что минеральные вещества и синтетические витамины усваиваются организмом недостаточно эффективно. В связи с этим актуальной задачей является обогащение хлебобулочных изделий натуральным растительным, в частности плодово-ягодным сырьем.

При разработке рецептур новых видов функциональных хлебобулочных изделий был положен принцип профилактики железодефицитной анемии. В связи с ухудшением экологической обстановки актуальным является обогащение пшеничного хлеба как социального продукта макро-, микро- и ультра микроэлементами, незаменимыми аминокислотами и минеральными веществами, органическими кислотами (яблочной, лимонной, фумаровой, салициловая, хинная и др.), пектиновыми веществами, клетчаткой и моносахаридами (глюкозой и фруктозой). Для выбора сырья был проведен анализ литературных данных о химическом составе сырья, фармакологических

свойствах, также сделан акцент на отсутствие токсичных соединений, наличие ароматических веществ, компонентов с антиоксидантными, антимикробными и другими биологически активными эффектами.

Витамины, относящиеся к незаменимым микронутриентам, играют ключевую роль в процессах клеточного метаболизма, выступая биологическими катализаторами биохимических реакций, повышая устойчивость организма к инфекционным воздействиям и обеспечивая реализацию ряда жизненно важных функций. При разработке функциональных ингредиентов были отобраны элитные сорта плодово-ягодных культур, характеризующиеся высокой урожайностью и адаптацией к условиям произрастания на территории страны. С учетом химического состава плодов и ягод была создана функциональная добавка, ориентированная на профилактику железодефицитной анемии.

Для профилактики железодефицитной анемии при разработке функциональной добавки использованы плоды облепихи, черной смородины и груши, характеризующиеся высоким содержанием железа, что положено основой для разработки функциональной добавки «Темтас» в виде сухого порошка.

Таблица 1. Минеральный состав плодов и ягод, мг/ 100 г

Наименование	Груша	Черная смородина	Облепиха
Калий	155	350	193
Кальций	19	36	22
Магний	12	31	30
Натрий	14	32	4
Фосфор	16	33	9
Железо	2,3	1,3	1,4

Для исследования влияния способа приготовления теста на качество хлеба из пшеничной муки с внесением функциональной добавки выполнены исследования с пригото-

влением теста на большой густой, густой и жидкой опарах, а также безопарным способом, приведенным в таблице 2.

Таблица 2. Технология и рецептура приготовления теста

Способ производства теста		Количество муки пшеничной первого сорта	Количество вносимого функционального ингредиента	Количество дрожжей прессованных	Количество соли поваренной пищевой	Количество воды
Большая густая опара	опара	60-70	5-10	1,5	-	по расчету
	тесто	30	-	-	1,5	
Густая опара	опара	40-50	5-10	1,5	-	
	тесто	50	-	-	1,5	
Жидкая опара	опара	20-30	5-10	1,5	-	
	тесто	70	-	-	1,5	
Безопарный способ	тесто	100	5-10	1,5	1,5	

В опытных образцах с внесением функциональной добавки «Темтас» и в зависимости от способа приготовления теста изменялись структурно-механические и физико-химические свойства полуфабрикатов и готовой продукции. Функциональная добавка вносилась в количестве 5, 7 и 10 % к массе муки.

По причине наличия собственных сахаров плодов и ягод функциональной добавки процесс брожения проходил более интенсивно во всех способах приготовления теста.

Выявлено влияние добавки на процесс кислотонакопления, так кислотность теста повысилась на 4,54, 9,09 и 18,1 %, также процесс меланоидинообразования происходит интенсивнее, чем в контрольном образце и в зависимости от количества вносимой добавки, что позволяло ускорить процесс созревания теста. Органолептические показатели полуфабрикатов и хлеба соответствовали требуемым параметрам.

Таблица 3. Продолжительность брожения, расстойки тестовых заготовок и выпечки изделий

Наименование	τ брожения, мин	τ расстойки тестовых заготовок, мин	τ выпечки, мин	τ всего технологического процесса, мин	τ сокращение технологического процесса
Контроль	240	60-65	20-24	320-329	-
Хлеб с внесением ФД «Темтас»	180	45-55	20-22	245-247	72-75

С внесением продолжительность брожения составила 3 часа, вместо 4 часов, так как необходимая кислотность полуфабрикатов была достигнута 3,6-3,8 град., что ощутимо повлияло на увеличение производственной мощности. Сокращение продолжительности технологического процесса начиная от замеса теста до выпечки готовых изделий на 30 % при производстве теста опарным способом на большой густой, густой и жидкой опарах.

Произведены изменения в технологический процесс производства при выпечке хлеба, а именно снижение температуры в печи на 5⁰С. Данная технология отличается высокой

интенсивностью и в связи с чем определено уменьшение количества вносимых дрожжей на 15-17 %.

Результаты, полученных зависимостей показал, что в зависимости от способа приготовления пшеничного теста с внесением функциональной добавки оказывали существенное влияние на удельный объем и общую сжимаемость мякиша хлеба. По причине достаточно полного созревания полуфабриката лучшими результатами по качеству отличались хлеба, приготовленные на большой густой и густой опарах.



Рисунок 1. Содержание микроэлементов в готовых изделиях, %

На основании полученных результатов исследований были разработаны рецептуры и технологии производства пшеничного хлебо-булочного изделия «Керемет» массой 0,3 кг, а также технологические инструкции по их

изготовлению. Использование местного плодово-ягодного сырья позволяет расширить ассортимент продуктов питания, снизить их рыночную стоимость за счет включения в рецептурный состав функциональной добавки,

уменьшить количество продукции с рецептурным составом искусственных, химически синтезированных вкусовых добавок. Повышается экономическая эффективность производства и себестоимость социального продукта, такого как хлеб с функциональным назначением.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что использование функциональной добавки на основе плодово-ягодного сырья (груши, черной смородины и облепихи) оказывает комплексное положительное влияние на технологический процесс производства пшеничного хлеба и качество готовой продукции. Введение добавки в количестве 5-10 % к массе муки способствует интенсификации процессов брожения и кислотонакопления, что позволяет сократить продолжительность технологического цикла на 30 %, снизить температуру выпечки и уменьшить расход прессованных дрожжей без ухудшения качества изделий.

Выявлено улучшение структурно-механических свойств теста, увеличение удельного объема и формирование равномерной, эластичной структуры мякиша, особенно при опарных способах приготовления теста. Органолептические показатели хлеба с функциональной добавкой соответствуют требованиям нормативной документации и характеризуются улучшенными вкусоароматическими свойствами.

Разработана рецептура и технология производства пшеничного хлебобулочного изделия «Керемет», обогащенного минеральными веществами и биологически активными компонентами, способствующими профилактике железодефицитной анемии. Полученные результаты подтверждают целесообразность промышленного применения местного плодово-ягодного сырья при создании функциональных хлебобулочных изделий, соответствующих современным требованиям здорового и рационального питания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Т.Ш. Шарманов Питание – важнейший фактор здоровья человека. – Алматы: Алаш, 2010. – 11 с.
2. В.М. Зимняков Состояние производства хлеба и хлебобулочных изделий в России //Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. №4. С 87-92.
3. Р.А. Федорова, В.С. Волков. Перспективы использования дикорастущего растительного сырья в производстве функциональных кондитерских изделий//Известия Санкт-Петербургского государ-

ственного аграрного университета. – 2016. - №43. – С. 49-52.

4. М.А. Янова, Л.Г. Ермош, А.В. Присухина, А.В. Ларькина, А.В. Оникенко, Е.Н. Олейникова Разработка технологии булочного изделия с черносмородиновым порошком как замороженного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. – 2023. - №7. С. 228 – 234.

5. И.А. Бакин и др. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий //Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – №. 2. – С. 5-12.

6. И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Луний Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки // Вестник КрасГУ. – 2015. - №6. – С.159-162.

7. M.Yu. Akimov, V.N. Makarov, E.V. Zhibanova Role of Fruits and Berries in Providing Human with Vital Biologically Active Substance. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019/ Vol. 33. No. 2. Pp. 56-60.

8. П.К. Гарькина, Д.С. Пшеницын Фруктовое и овощное сырье в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий //Инновационная техника и технология. – 2022. – Т. 9. – №. 3. – С. 12-18.

9. M.S.L. Ferreira, M.C.P. Santos, T.M.A. Moro et al. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. J Food Sci Technol. – 2015. – 52. – R.822-830.

10. В.М. Коденцова, Д.В. Рисник, Е.М. Серба, И.М. Абрамова, Е.Н. Соколова, Е.Р. Крючкова, Л.В. Римарева Перспективы комплексной переработки ягод черной смородины // Техника и технология пищевых производств. 2024. №3. URL: <https://cyber-leninka.ru/article/n/perspektivy-kompleksnoy-perera-botki-yagod-chernoy-smorodiny> (дата обращения: 25.12.2024).

11. Л.А. Махаева, Г.К. Селезнева Использование порошка облепихи в мучных кондитерских изделиях // Вестник КрасГАУ. – 2017. - №6. – С. 79-85.

12. Т.Л. Шевелева Влияние внесения продуктов переработки облепихи на качество пшеничного цельнозернового хлеба // Вестник КрасГАУ. – 2021. - №11. – С. 247-253.

13. С.С. Алексеева, С.В. Соломаха, Н.Л. Наумова Применение порошка из сублимированной облепихи в рецептуре хлебобулочных изделий // Вестник КамчатГТУ. – 2021. - №56. – С. 6-17

14. A. Khakimzhanov, D. Shansharova, D. Abduraimova, L. Hrivna, V. Sotnicova Developing an assortment of bakery products in Kazakhstan from the standpoint of healthy eating. 2014. 8(6); pages 6-10.

15. Е.П. Викторова и др. Исследование влияния пищевой добавки "Порошок грушевый" на качество и свойства пшеничной муки //Новые технологии. – 2018. – №. 2. – С. 18-23.

16. О.В. Федосеева, Е.П. Викторова, Т.А. Шахрай, О.Л. Вершинина, А.Н. Матвиенко Разработка рецептуры и технологии хлебобулочного изделия, обогащенного пищевой добавкой «Порошок гру-

шевый» // Научные труды КубГУ. – 2018. – №11. – С. 100-107.

17. М.Б. Султанкул, Д.Б. Абдраимова, Д.А. Шаншарова, Мулдабекова Б.Ж. Исследование влияния фруктово-ягодного сырья на технологические свойства мучных кондитерских изделий // Вестник АТУ. – 2025. – №4. – С. 165-175.

REFERENCES

1. T.Sh. Sharmanov Pitaniye – vazhneyshiy faktor zdorov'ya cheloveka [Nutrition – the Most Important Factor of Human Health]. – Almaty: Alash, 2010. – 11 p. (In Russian).

2. V.M. Zimnyakov Sostoyaniye proizvodstva khleba i khlebobulochnykh izdeliy v Rossii [State of Bread and Bakery Production in Russia] // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. – 2022. – Vol. 9, No. 4. – P. 87–92. (In Russian).

3. R.A. Fedorova, V.S. Volkov Perspektivy ispol'zovaniya dikorastushchego rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve funktsional'nykh konditerskikh izdeliy [Prospects for the Use of Wild-Growing Plant Raw Materials in the Production of Functional Confectionery Products] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 43. – P. 49–52. (In Russian).

4. M.A. Yanova, L.G. Yermosh, A.V. Priskhina, A.V. Lar'kina, A.V. Onikienko, E.N. Oleynikova Razrabotka tekhnologii bulochnogo izdeliya s chernosmorodinovym poroshkom kak zamorozhennogo polufabrikata [Development of a Technology for a Bakery Product with Blackcurrant Powder as a Frozen Semi-Finished Product] // Vestnik KrasGAU. – 2023. – No. 7. – P. 228–234. (In Russian).

5. I.A. Bakin et al. Ispol'zovanie vtorichnykh resursov yagodnogo syr'ya v tekhnologii konditerskikh i khlebobulochnykh izdeliy [Use of Secondary Resources of Berry Raw Materials in the Technology of Confectionery and Bakery Products] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2017. – Vol. 45, No. 2. – P. 5–12. (In Russian).

6. I.A. Bakin, A.S. Mustafina, P.N. Lunin Izuchenie khimicheskogo sostava yagod chernoy smorodiny v protsesse pererabotki [Study of the Chemical Composition of Blackcurrant Berries during Processing] // Vestnik KrasGU. – 2015. – No. 6. – P. 159–162. (In Russian).

7. M.Yu. Akimov, V.N. Makarov, E.V. Zhbanova Role of Fruits and Berries in Providing Human with Vital Biologically Active Substance // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2019. – Vol. 33, No. 2. – P. 56–60.

8. P.K. Gar'kina, D.S. Pshenitsyn Fruktovoe i ovoshchnoe syr'yo v tekhnologii khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy [Fruit and Vegetable Raw Materials in the Technology of Bakery and Flour Confectionery Products] // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. – 2022. – Vol. 9, No. 3. – P. 12–18. (In Russian).

9. M.S.L. Ferreira, M.C.P. Santos, T.M.A. Moro et al. Formulation and Characterization of Functional Foods Based on Fruit and Vegetable Residue Flour // J Food Sci Technol. – 2015. – Vol. 52. – P. 822–830.

10. V.M. Kodentsova, D.V. Risnik, E.M. Serba, I.M. Abramova, E.N. Sokolova, E.R. Kryuchkova, L.V. Rimareva Perspektivy kompleksnoy pererabotki yagod chernoy smorodiny [Prospects for Comprehensive Processing of Blackcurrant Berries] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2024. – No. 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-kompleksnoy-pererabotki-yagod-chernoy-smorodiny> (date of access: 25.12.2024). (In Russian).

11. L.A. Makhaeva, G.K. Selezneva Ispol'zovanie poroshka oblepikhi v muchnykh konditerskikh izdeliyakh [Use of Sea Buckthorn Powder in Flour Confectionery Products] // Vestnik KrasGAU. – 2017. – No. 6. – P. 79–85. (In Russian).

12. T.L. Sheveleva Vliyaniye vneseniya produktov pererabotki oblepikhi na kachestvo pshenichnogo tselnozernovogo khleba [Effect of Adding Sea Buckthorn Processing Products on the Quality of Whole-Wheat Bread] // Vestnik KrasGAU. – 2021. – No. 11. – P. 247–253. (In Russian).

13. S.S. Alekseeva, S.V. Solomakha, N.L. Naumova Primeneniye poroshka iz sublimirovannoy oblepikhi v retsepe ture khlebobulochnykh izdeliy [Application of Freeze-Dried Sea Buckthorn Powder in the Formulation of Bakery Products] // Vestnik KamchatGTU. – 2021. – No. 56. – P. 6–17. (In Russian).

14. A. Khakimzhanov, D. Shansharova, D. Abdaimova, Hrivna L., Sottnicova V. Developing an Assortment of Bakery Products in Kazakhstan from the Standpoint of Healthy Eating. – 2014. – Vol. 8, No. 6. – P. 6–10.

15. E.P. Viktorova et al. Issledovanie vliyaniya pishchevoy dobavki «Poroshok grushevyy» na kachestvo i svoystva pshenichnoy muki [Study of the Effect of the Food Additive "Pear Powder" on the Quality and Properties of Wheat Flour] // Novye tekhnologii. – 2018. – No. 2. – P. 18–23. (In Russian).

16. O.V. Fedoseeva, E.P. Viktorova, T.A. Shakh ray, O.L. Vershinina, A.N. Matvienko Razrabotka retseptury i tekhnologii khlebobulochnogo izdeliya, obogashchennogo pishchevoy dobavkoy «Poroshok grushevyy» [Development of the Formulation and Technology of a Bakery Product Enriched with the Food Additive "Pear Powder"] // Nauchnye trudy KubGU. – 2018. – No. 11. – P. 100–107. (In Russian).

17. M.B. Sultankul, D.B. Abdaimova, D.A. Shansharova, B.Zh. Muldabekova Issledovanie vliyaniya fruktovo-yagodnogo syr'ya na tekhnologicheskie svoystva muchnykh konditerskikh izdeliy [Study of the Effect of Fruit and Berry Raw Materials on the Technological Properties of Flour Confectionery Products] // Vestnik ATU. – 2025. – No. 4. – P. 165–175. (In Russian).

RESEARCH OF THE WEAR RESISTANCE OF ATHLETIC AUTUMN CLOTHING PACKAGES FOR MOUNTAIN TOURISM

¹ZH. USENBEKOV * , ²S.K. NURBAY , ¹B.KH. SEITOV 

(¹Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
050012, Almaty, Tole bi street, 100

²International Educational Corporation, Republic of Kazakhstan,
050043, Almaty, Ryskulbekov Street 28)

Corresponding author's e-mail: zh.usenbekov@mail.ru*

In mountain tourism conditions, clothing is simultaneously exposed to low temperatures, wind, precipitation, and a complex of mechanical loads (tension, bending, twisting, abrasion), which are cyclical in nature and are unevenly distributed over the product zones. The paper proposes a method for selecting clothing material packages (shell, insulation, and lining) for mountain tourists, taking into account a combination of external operating factors (temperature, humidity, wet cooling and freezing, wind and abrasive load) and internal factors (level of heat production, sweating, dynamic movements, and local pressures). The method is based on the zoning of clothing structural elements according to the types of operational loads and the use of a multi-criteria selection matrix that includes experimentally determined indicators: residual deformation under cyclic loading, the rheological characteristics of insulation materials under perpendicular compression in dry and moist conditions, and the fatigue resistance of material packages under combined effects of tension, torsion, and abrasion. The obtained results show that moisture and subsequent exposure to climatic conditions significantly change the deformation properties of insulation materials: natural materials exhibit an increase in rigidity, while synthetic insulation materials maintain more stable performance characteristics. It has been established that packages with synthetic insulation based on Thinsulate have minimal residual deformation in the elbow area and increased resistance to fatigue wear, which justifies their rational use in clothing for mountain tourism.

Keywords: mountain tourism, autumn clothing, material package, wear resistance, operational factors, abrasion, fatigue wear.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАКЕТОВ ОСЕННЕЙ ОДЕЖДЫ СПОРТСМЕНОВ ГОРНОГО ТУРИЗМА

¹Ж. УСЕНБЕКОВ*, ²С.К. НУРБАЙ, ¹Б.Х. СЕИТОВ

(¹Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, Алматы, улица Толе би, 100

²Международная образовательная корпорация, Республика Казахстан,
050043, Алматы, улица Рыскулбекова 28)

Электронная почта автора-корреспондента: zh.usenbekov@mail.ru*

В условиях горного туризма одежда одновременно подвергается действию низких температур, ветра, атмосферных осадков и комплекса механических нагрузок (растяжение, изгиб, кручение, истирание), которые носят циклический характер и распределяются по зонам изделия неравномерно. В работе предложен способ выбора пакетов материалов одежды (оболочка – утеплитель – подкладка) для горного туриста с учетом совокупности внешних факторов эксплуатации (температура, влажность, мокрое охлаждение и замораживание, ветровая и абразивная нагрузка) и внутренних факторов (уровень теплопродукции, потоотделение, динамика движений, локальные давления). Метод основан на зонировании конструктивных элементов одежды по типам эксплуатационных нагрузок и применении многокритериальной матрицы выбора, включающей экспериментально определяемые показатели: остаточную деформацию при циклическом нагружении, реологические характеристики утеплителей при перпендикулярном сжатию в сухом и увлажнённом состоянии, а также усталостную износостойкость пакетов материалов при сочетанном воздействии растяжения, кручения и истирания. Полученные результаты показывают, что увлажнение и последующее воздействие климатических условий существенно изменяют деформационные свойства

утеплителей: натуральные материалы характеризуются ростом жесткости, тогда как синтетические утеплители сохраняют более стабильные эксплуатационные характеристики. Установлено, что пакеты с синтетическим утеплителем на основе Thinsulate обладают минимальной остаточной деформацией в зоне локтевого сгиба и повышенной устойчивостью к усталостному изнашиванию, что обосновывает их рациональное применение в одежде для горного туризма.

Ключевые слова: горный туризм, осенняя одежда, пакет материалов, износостойкость, эксплуатационные факторы, абразивный износ, усталостный износ.

ТАУ ТУРИЗМІ СПОРТШЫЛАРЫНЫҢ КҮЗГІ КИІМ ПАКЕТТЕРІНІҢ ТОЗУҒА ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

¹Ж. УСЕНБЕКОВ*, ²С.Қ. НҰРБАЙ, ¹Б.Х. СЕИТОВ

(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы, Толе би көшесі, 100

²Халықаралық білім беру корпорациясы, Қазақстан Республикасы,
050043, Алматы, Рысқұлбеков көшесі 28)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zh.usenbekov@mail.ru

Тау туризмі жағдайында киім бір мезгілде төмен температураға, желге, атмосфералық жауын-шашынға және механикалық жүктемелер кешеніне (созылу, иілу, бұралу, тозу) ұшырайды, олар циклдік сипатта болады және өнімнің аймақтарына біркелкі бөлінбейді. Жұмыста сыртқы пайдалану факторларының (температура, ылғалдылық, дымқыл салқындату және мұздату, жел және абразивті жүктеме) және ішкі факторлардың (жылу өнімдерінің деңгейі, терлеу, қозғалыс динамикасы, жергілікті қысым) жиынтығын ескере отырып, тау туристері үшін киім материалдарының пакеттерін (қабық – оқшаулау – төсеу) таңдау әдісі ұсынылған. Әдіс жұмыс жүктемелерінің түрлері бойынша киімнің құрылымдық элементтерін аймақтарға бөлуге және эксперименталды түрде анықталған көрсеткіштерді қамтитын таңдаудың көп өлшемді матрицасын қолдануға негізделген: циклдік жүктеме кезіндегі қалдық деформация, құрғақ және ылғалданған кезде перпендикуляр қысу кезіндегі оқшаулаудың реологиялық сипаттамалары, сондай-ақ созылу, бұралу және тозудың бірлескен әсерінен материалдар пакеттерінің шаршауға төзімділігі. Нәтижелер ылғалдандыру және климаттық жағдайлардың кейінгі әсері оқшаулаудың деформациялық қасиеттерін айтарлықтай өзгертетінін көрсетеді: табиғи материалдар қаттылықтың өсуімен сипатталады, ал синтетикалық оқшаулау тұрақты өнімділік сипаттамаларын сақтайды. Thinsulate негізіндегі синтетикалық оқшаулау пакеттері шынтақ бүгілу аймағында минималды қалдық деформацияға және шаршауға төзімділіктің жоғарылауына ие екендігі анықталды, бұл оларды тау туризмі үшін киімде ұтымды қолдануды негіздейді.

Негізгі сөздер: тау туризмі, күзгі киім, материалдар пакеті, тозуға төзімділік, пайдалану факторлары, қажақты тозу, шаршап тозу.

Introduction

Mountain tourism is a type of sporting activity with increased demands on the functional and performance characteristics of clothing [1, 2, 3, 4]. In the fall season, operating conditions are characterized by significant temperature fluctuations, exposure to precipitation, wind loads and a high probability of mechanical damage to clothing [5, 6] when in contact with rocky surfaces, vegetation and elements of tourist equipment.

The wear resistance of material packages is one of the key indicators of the reliability of clothing for mountain tourism athletes, since the destruction or degradation of one of the layers leads to a decrease in the protective, thermal insulation and ergonomic

properties of the product as a whole.

The aim of this work is to study the wear resistance of material packages of autumn clothing for mountain tourism, taking into account external and internal operating conditions, as well as to assess the fatigue wear resistance of multilayer textile systems.

Materials and methods

Operating conditions and wear factors. The use of clothing in mountain tourism conditions is accompanied by the simultaneous influence of a complex set of factors that determine the intensity of material wear [2, 5, 6, 7, 8, 9]:

- mechanical stress (stretching, bending, compression, torsion, friction);

- abrasive wear from contact with rocks, soil, and equipment;
- climatic stress (low temperatures, precipitation, wind);
- moisture loads caused by rain, wet snow, and sweating;
- multiple loading cycles leading to fatigue failure of the fibers.

The combined effect of these factors creates a complex stress-strain state of the package materials and requires an integrated approach to assessing their wear resistance.

Research objects and methods

The research object is autumn clothing for

mountain tourism athletes used in the mountainous and foothill regions of the Republic of Kazakhstan.

Structure of material packages. The study examined typical material packages for tourist clothing, including:

- outer layer (dense woven and membrane synthetic materials);
- insulation layer (synthetic fiber fillers);
- lining layer (knitted and woven materials).

The formation of packages was carried out taking into account the technological compatibility of materials and their functional purpose. Table 1 shows the composition of the studied packages (fragment).

Table 1. Structure of the studied material packages

Package Number	The outer layer	Insulation layer	The lining layer
II1	Polyamide fabric with PU coating	Synthetic insulation (polyester)	Polyester knitwear
II2	Membrane fabric	Holofiber	Woven Polyester
II3	Thick synthetic fabric	Synthetic insulation	High-density knitwear

Methods for assessing wear resistance.

Standard methods according to GOST and ISO were used, as well as an experimental setup [10-12]. The wear resistance of the material packages was assessed using the following methods:

- abrasive and fatigue wear tests based on the number of cycles until surface failure;
- determination of the tensile strength of the package before and after exposure to wear factors;
- analysis of changes in the mass and structure of materials after testing;
- visual assessment of damage to fibers and interlayer bonds.

The tests were conducted on an experimental setup that simulates the conditions of clothing use in autumn mountain hikes. Unlike the standard Martindale abrasion methods, the setup used allows for the evaluation of the mechanism of fatigue wear under the volumetric stress state of the package. The degree of wear was assessed by the decrease in the breaking strength of the package of materials before and after the impact. At the same time, to quantify the wear resistance

of the packages of materials, the indicators of the coefficient of preservation of the strength of the package, the indicator of wear, which characterizes the relative decrease in strength and the integral indicator of wear resistance of the package were used.

The main criterion of wear resistance is adopted by the coefficient of preservation of the tensile strength of the package of materials:

$$K_{in} = \frac{P_{after}}{P_{before}}$$

where:

P_{before} — breaking force of the package before testing, H;

P_{after} — the breaking strength of the package after exposure to wear and tear factors, H.

According to the results of the experimental study, the coefficients of tensile strength preservation for the packages under consideration are as follows (Table 2).

Table 2. Tensile strength of bags before and after testing

Package Number	P_{before} , H	P_{after} , H	K_{in}
II1	820	710	0,87
II2	790	640	0,81
II3	860	770	0,89

When $K_{in} \geq 0.85$, the material package is considered wear-resistant [10].

The degree of degradation of the material package as a result of operational influences is characterized by the wear indicator. The wear indicator I reflects the relative decrease in durability and is determined as a percentage using

the following expression:

$$I = \frac{P_{\text{before}} - P_{\text{after}}}{P_{\text{before}}} \cdot 100 \%$$

The wear rate for the packers under consideration is shown in Table 3.

Table 3. Wear rates of material packages

Package	Reduced strength, %	Assessment of wear resistance
П1	13,4	high
П2	19,0	average
П3	10,5	high

An integral indicator was used for a comprehensive assessment of the multilayer structure:

$$W = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot K_i$$

where:

K_i — the coefficient of preservation of the strength of the i -th layer;

α_i — layer weight ratio $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$;

n — number of layers per package.

The most stable characteristic is demonstrated by package P1, which indicates an optimal distribution of stresses between the layers.

Results and discussion

The data obtained are consistent with the results of domestic and foreign studies [8, 9, 13, 14, 15]. The test results showed that the most wear-resistant materials are packages of materials with an outer layer based on dense synthetic fabrics with a protective coating. Such materials demonstrate high resistance to abrasive wear and maintain the integrity of the structure during repeated friction cycles.

Insulation layers based on synthetic fibers are characterized by satisfactory shape stability, but partial reduction of thermal insulation properties is observed at increased humidity, which is consistent with the results of previous studies.

Lining materials with increased surface density contribute to a more even distribution of loads and reduce the intensity of wear of the internal layers of the package. A comprehensive analysis has shown that the wear of one layer leads to accelerated destruction of the entire system of materials, which confirms the need for a systematic approach to the design of clothing packages.

Conclusion

The study allowed to establish the basic patterns of wear of packages of materials of autumn clothes of athletes of mountain tourism. The most

rational are packages that combine a wear-resistant outer layer, a moisture-resistant insulation and a durable lining material.

The obtained results can be used in the design and modernization of tourist clothing [16, 17], as well as in the development of recommendations for selecting materials in order to increase the reliability and durability of products.

REFERENCES

1. Г.Н. Кукин. Технология швейных изделий : учеб. пособие. — М.: Легпромбытиздат, 2019. — 320 с.
2. С.В. Ермаков. Эксплуатационные свойства текстильных материалов : учеб. пособие. — СПб. : Профессия, 2020. — 288 с.
3. J. Fan, L. Hunter. Engineering Apparel Fabrics and Garments. — Cambridge : Woodhead Publishing, 2009. — 416 p.
4. K.L. Hatch Textile Science. — New York : Fairchild Books, 2013. — 512 p.
5. Патент Республики Казахстан № 4212. Способ исследования износостойкости пакетов материалов одежды и устройство для его осуществления / С.К. Нурбай, Ж.А. Усенбеков, С.К. Лопандина, А. Канатулы. — НИИС РК, опубл. 06.03.2019.
6. ISO 12947-1:1998. Textiles — Determination of the abrasion resistance of fabrics by the Martindale method. Part 1: Martindale abrasion testing apparatus. — Geneva: ISO, 1998.
7. K. Slater. Textile Testing and Quality Control. — Boca Raton: CRC Press, 2017. — 312 p.
8. B. Saville. Physical Testing of Textiles. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. — 384 p.
9. J. Hu. Structure and Mechanics of Woven Fabrics. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. — 312 p.
10. ГОСТ 9733.27–83. Материалы текстильные. Методы испытаний на износ. — М.: Изд-во стандартов, 1984. — 12 с.
11. ISO 12947-2:2016. Textiles — Determination of the abrasion resistance of fabrics by the

Martindale method. Part 2: Determination of specimen breakdown.

12. ISO 11092:2014. Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water-Saville B. Physical Testing of Textiles. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. — 384 p.

13. А.Н. Баранов Одежда для экстремальных условий. — М.: Инфра-М, 2021. — 256 с.

14. Ж.А. Усенбеков, С.К. Нурбай, Е.А. Ашимова Исследование свойств упаковок зимней одежды спортсменов // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности. — 2017. — № 4 (370). — Пс. 200–202.

15. G. Havenith, I. Holmér, K. Parsons Personal factors in thermal comfort assessment // Climatic Change. — 2002. — Vol. 52. — P. 63–76.

16. Y. Li The science of clothing comfort //Textile Progress. — 2001. — Vol. 31, No. 1–2. — P. 1–135.

17. A. Das, R. Alagirusamy Science in Clothing Comfort. — New Delhi: Woodhead Publishing India, 2010. — 364 p.

REFERENCES

1. G.N. Kukin Tekhnologiya shveynykh izdeliy: uchebnoye posobiye. [G.N. Kukin Technology of garments: a tutorial] // M.: Legprombytizdat, 2019. — 320 p. (In Russian)

2. S.V. Yermakov Ekspluatatsionnyye svoystva tekstil'nykh materialov: uchebnoye posobiye. [Ermakov S.V. Performance properties of textile materials: a tutorial] // St. Petersburg: Profession, 2020. — 288 p. (In Russian)

3. J. Fan, L. Hunter Engineering Apparel Fabrics and Garments. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. — 416 p.

4. K.L. Hatch Textile Science. — New York: Fairchild Books, 2013. — 512 p.

5. Patent Respubliki Kazakhstan № 4212. Sposob issledovaniya iznosostoykosti paketov materialov odezhdy i ustroystvo dlya yego osushchestvleniya / S.K. Nurbay, Zh.A. Usenbekov, S.K. Lopandina, A. Kanatuly. [Patent of the Republic of Kazakhstan No. 4212. Method for studying the wear resistance of clothing material packages and device for its implementation / S.K. Nurbay, Zh.A. Usenbekov, S.K. Lopandina, A. Kanatuly] // National Institute of Intellectual Property, published 06.03.2019. (In Russian)

6. ISO 12947-1:1998. Textiles — Determination of the abrasion resistance of fabrics by the Martindale method. Part 1: Martindale abrasion testing apparatus.

7. K. Slater Textile Testing and Quality Control. — Boca Raton: CRC Press, 2017. — 312 p.

8. B. Saville Physical Testing of Textiles. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. — 384 p.

9. J. Hu Structure and Mechanics of Woven Fabrics. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. — 312 p.

10. GOST 9733.27–83. Materialy tekstil'nyye. Metody ispytaniy na iznos. [GOST 9733.27–83. Textile materials. Wear test methods] // Moscow: Publishing house of standards, 1984. — 12 p. (In Russian)

11. ISO 12947-2:2016. Textiles — Determination of the abrasion resistance of fabrics by the Martindale method. Part 2: Determination of specimen breakdown.

12. ISO 11092:2014. Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water- B. Saville Physical Testing of Textiles. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. — 384 p.

13. A.N. Baranov Odezhda dlya ekstremal'nykh usloviy. [A.N. Baranov Clothing for extreme conditions] // M.: Infra-M, 2021. — 256 p. (In Russian)

14. Zh.A. Usenbekov, S.K. Nurbay Ye.A. Ashimova Issledovaniye svoystv upakovok zimney odezhdy sportsmenov. [Zh.A. Usenbekov, S.K. Nurbay, E.A. Ashimova Study of the properties of packaging for winter clothing for athletes] // News of Universities. Textile Industry Technology. - 2017. - No. 4 (370). - Ps. 200-202 (In Russian)

15. G. Havenith, I. Holmér, K. Parsons Personal factors in thermal comfort assessment // Climatic Change. — 2002. — Vol. 52. — P. 63–76.

16. Y. Li The science of clothing comfort //Textile Progress. — 2001. — Vol. 31, No. 1–2. — P. 1–135.

17. A. Das, R. Alagirusamy Science in Clothing Comfort. — New Delhi: Woodhead Publishing India, 2010. — 364 p.

ПРОИЗВОДСТВО ПРЯЖИ ИЗ СМЕСЕЙ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН И ШЕРСТИ НА КАМВОЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

¹М.Б. ОТЫНШИЕВ , ²А.Н. АСАНОВА* , ¹М.Р. ТОЙШИМАНОВ , ^{1,3}Р. КАНАТ ,
^{1,3}М.Х. ШАМЕКОВА , ¹К.Ж. ЖАМБАКИН , ¹А. ЕРКІНҚЫЗЫ 

⁽¹⁾Институт биологии и биотехнологии растений, 050040, ул. Тимирязева, 45, Алматы

⁽²⁾Алматинский технологический университет, 050012, ул. Төле би, 100, Алматы

⁽³⁾Tanir Research Laboratory, проспект эл-Фараби, 75В, 050060, Алматы)

Электронная почта автора корреспондента: albinaassan90@gmail.com*

В работе представлены результаты исследования технологических свойств короткого льняного и конопляного (пенькового) волокна при переработке на шерстяном камвольном оборудовании, которое включает в себя комплекс технологических машин для производства пряжи. Разработана и экспериментально апробирована технология производства льна-шерстяной и пенько-шерстяной пряжи, включающая этапы подготовки волокнистых смесей, гребнечесания и прядения по камвольной системе. Проведен сравнительный анализ физико-механических показателей полученной пряжи, оценена обрывность в процессе прядения и определены основные причины технологических нарушений. Выявлены ключевые факторы, влияющие на устойчивость процесса и качество пряжи. Установлены оптимальные параметры подготовки лубяных волокон, обеспечивающие стабильное протекание технологического процесса, снижение количества обрывов и повышение качества пряжи. Актуальность исследования определяется необходимостью расширения сырьевой базы текстильной промышленности Казахстана и рационального использования местных растительных волокон в условиях дефицита тонкой шерсти. Показано, что переработка лубяных волокон в смеси с шерстью возможна при соответствующей предварительной обработке и оптимизации режимов переработки. Льно-шерстяная смесь продемонстрировала более высокую технологическую устойчивость и улучшенные прочностные характеристики. Полученные результаты подтверждают перспективность использования лубяных волокон в камвольном производстве и способствуют развитию отечественного текстильного сырья.

Ключевые слова: льняное волокно, пеньковолокно, камвольное прядение, льно-шерстяная пряжа, пенько-шерстяная пряжа.

ЗЫҒЫРТЕКТІ ТАЛШЫҚТАР МЕН ЖҮН ҚОСПАСЫНАН КАМВОЛЬДІ ЖАБДЫҚТА ИІРІМЖІП ӨНДІРУ

¹М.Б. ОТЫНШИЕВ, ²А.Н. АСАНОВА*, ¹М.Р. ТОЙШИМАНОВ, ^{1,3}Р. КАНАТ,
^{1,3}М.Х. ШАМЕКОВА, ¹К.Ж. ЖАМБАКИН, ¹А. ЕРКІНҚЫЗЫ

⁽¹⁾Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, 050040, Тимирязев көшесі, 45, Алматы

⁽²⁾Алматы технологиялық университеті, 050012, Төле би көшесі, 100, Алматы

⁽³⁾Tanir Research Laboratory, эл-Фараби даңғылы, 75В, 050060, Алматы)

Автор корреспонденттің электрондық поштасы: albinaassan90@gmail.com*

Мақалада жіп өндіруге арналған технологиялық машиналар кешенін қамтитын жүн камвольді жабдықта өңдеу кезінде қысқа зығыр және қарасора (кендір) талшығының технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зығыр-жүн және қарасора-жүн жіптерін өндіру технологиясы әзірленіп, тәжірибелік түрде апробацияланған, оған талшықтық қоспаларды дайындау, тарау және камвольдік жүйе бойынша иіру кезеңдері кіреді. Алынған иірімжіптердің физика-механикалық көрсеткіштері салыстырмалы түрде талданған, иіру процесінде үзілуі бағаланған және технологиялық бұзылулардың негізгі себептері анықталған. Процестің тұрақтылығына және жіп сапасына әсер ететін негізгі факторлар анықталған. Талшықтарды дайындаудың оңтайлы параметрлері белгіленіп, бұл технологиялық процестің тұрақты өтуін, үзілу санын азайтуды және иірімжіптің сапасын арттыруды қамтамасыз етеді. Зерттеудің өзектілігі Қазақстанның тоқыма өнеркәсібі үшін шикізат базасын кеңейту

және жергілікті өсімдік талшықтарын жұқа жүн тапшылығы жағдайында тиімді пайдалану қажеттілігімен анықталады. Зығыртекті талшықтарын жүнмен қоспаларда өңдеу тиісті алдын ала өңдеу және өңдеу режимдерін оңтайландыру арқылы мүмкін екені көрсетілген. Зығыр-жүн қоспасы технологиялық тұрақтылығы жоғары және беріктік көрсеткіштері жақсарғанын көрсетті. Алынған нәтижелер зығыртекті талшықтарын камвольдік өндірісте қолданудың перспективтілігін растап, отандық тоқыма шикізатын дамытуға ықпал етеді.

Негізгі сөздер: зығыр талшығы, кендір талшығы, камвольді жіру, зығыр-жүнді жірімжіп, кендір-жүнді жірімжіп.

PRODUCTION OF YARN FROM BLENDS OF BAST FIBERS AND WOOL ON WORSTED EQUIPMENT

¹M.B. OTYNSHIYEV, ²A.N. ASSANOVA*, ¹M.R. TOISHIMANOV, ^{1,3}R. KANAT,
^{1,3}M.KH. SHAMEKOVA, ¹K. ZH. ZHAMBAKIN, ¹A. YERKINKYZY

(¹Institute of Plant Biology and Biotechnology, 050040, 45 Timiryazev Street, Almaty

²Almaty Technological University, 050012, 100 Tole Bi Street, Almaty

³Tanir Research Laboratory, 75V Al-Farabi Avenue, 050060, Almaty)

Corresponding author's e-mail: albinaassan90@gmail.com*

The article presents the results of a study of the technological properties of short flax and hemp fiber during processing on wool worsted equipment, which includes a set of technological machines for yarn production. A technology for producing flax-wool and hemp-wool yarns was developed and experimentally tested, including stages of fiber blend preparation, carding, and spinning according to the woollen system. A comparative analysis of the physical and mechanical properties of the resulting yarns was conducted, yarn breakage during spinning was assessed, and the main causes of technological defects were identified. Key factors affecting process stability and yarn quality were determined. Optimal parameters for preparing bast fibers were established, ensuring stable process performance, reducing breakage, and improving yarn quality. The relevance of the study is determined by the need to expand the raw material base of Kazakhstan's textile industry and to rationally use local plant fibers in conditions of fine wool shortage. It was shown that processing bast fibers in blends with wool is possible with appropriate pre-treatment and optimization of processing regimes. The flax-wool blend demonstrated higher technological stability and improved strength characteristics. The results obtained confirm the potential for using bast fibers in woollen production and contribute to the development of domestic textile raw materials.

Keywords: flax fiber, hemp fiber, worsted spinning, flax-wool yarn, hemp-wool yarn.

Введение

В последние годы в Казахстане активизируются работы по расширению сырьевой базы текстильной промышленности за счет возделывания лубяных культур, в частности масличного льна и промышленной конопли. Основные посевные площади сосредоточены в северных регионах страны [1,2].

Основные посевные площади масличного льна и промышленной конопли в Республике Казахстан сосредоточены преимущественно в северных и северо-восточных регионах страны, что обусловлено благоприятными природно-климатическими условиями, включая умеренно-континентальный климат, достаточное увлажнение и наличие природных почв [3, 4]. К числу ведущих регионов по возделыванию данных культур относятся Костанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская и Павлодарская области.

При этом Костанайская область занимает лидирующие позиции по посевным площадям масличного льна, в Северо-Казахстанской области отмечается стабильное развитие льноводства и формируются предпосылки для расширения посевов промышленной конопли, тогда как в Акмолинской и Павлодарской областях активно развиваются посевы масличных культур [5].

Следует отметить, что лён масличный занимает значительно большую долю посевных площадей по сравнению с промышленной коноплей, которая в настоящее время находится на стадии ограниченного внедрения и развития в аграрном секторе Казахстана.

Концентрация посевов в северных регионах обусловлена биологическими особенностями данных культур, в частности их потребностью в умеренных температурных условиях в период

вегетации, чувствительностью к засушливым условиям, особенно характерной для льна [5], а также необходимостью достаточного уровня влагообеспечения, способствующего формированию волокна с высокими технологическими свойствами [6, 7].

Содержание волокна в стеблях казахстанского льна и конопли составляет 20–30 % [8].

Одновременно наблюдается дефицит тонкой качественной овечьей шерсти для отечественных текстильных предприятий, поскольку значительная часть мериносовых овец заменена грубошерстными породами овец [9].

Смешанная пряжа на основе льняного, пенькового и шерстяного волокон представляет собой перспективное направление развития текстильного производства, направленное на расширение сырьевой базы и получение материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками [10,11,12]. Совмещение данных волокон в одной пряже позволяет частично компенсировать их недостатки и усилить положительные свойства каждого компонента.

Льняные и пеньковые волокна обеспечивают высокую прочность и износостойкость пряжи. Шерсть придает эластичность, извитость и улучшает прядильную способность смеси. Совмещение этих компонентов позволяет компенсировать недостатки каждого из них [13]. При этом соотношение волокон оказывает существенное влияние на качество и структуру пряжи. Избыточное содержание лубяных волокон может снижать равномерность и технологичность переработки. Оптимизация состава и режимов прядения обеспечивает получение пряжи с заданными физико-механическими свойствами.

В связи с этим актуальной задачей является разработка технологий рационального использования местных лубяных волокон, в том числе путем их переработки на действующем шерстопрядильном оборудовании.

Настоящее исследование является продолжением ранее выполненных работ по получению смесовой камвольной пряжи на основе лубяных волокон [14,15].

Цель работы — разработка технологии производства пряжи из смесей льняного и пенькового волокон с шерстью на камвольном оборудовании и оценка свойств полученной пряжи.

Задачи исследования:

1. Оценить технологические свойства короткого льняного и пенькового волокна при переработке на шерстяном оборудовании.

2. Разработать технологический режим получения льно-шерстяной и пенько-шерстяной пряжи.

3. Провести сравнительный анализ физико-механических показателей пряжи.

Материалы и методы исследования

В качестве исходного сырья использовали: топс из короткого льняного волокна, дегумированное пеньковолокно, подвергнутое кардочесанию и гребнечесанию, топс из тонкой мериносовой шерсти казахстанского производства.

Определение линейной плотности. Линейную плотность волокон определяли согласно ГОСТ 10213.1–2002 «Волокно штапельное и жгут химические. Методы определения линейной плотности».

Определение длины волокон. Среднюю длину и коэффициент вариации по длине определяли по ГОСТ 427 с использованием измерительной линейки длиной 1 м. Измерению подвергались 600 волокон каждой пробы.

Технология переработки

Подготовка смесей

Смешивание льняного или пенькового топса с шерстяным топсом осуществляли в соотношении 80/20 на ленточной машине. Экспериментальная переработка льняного волокна производилась по следующей технологии. В качестве сырья были использованы следующее сырье: топс из льна короткого, пеньковолокно дегумированное и подвергнутое кардо- и гребнечесанию, топс из мериносовой казахстанской шерсти. Основные свойства волокон представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-механические свойства волокон

Наименование показателей	Показатели		
	Льноволокно	Пеньковолокно	Шерстяное волокно
1. Линейная плотность волокна	0,5 текс	0,3 текс	23 микрона
2. Средняя длина волокна	64 мм	55 мм	66 мм
3. Максимальная длина волокон	170 мм	202 мм	116 мм
4. Минимальная длина	45 мм	35 мм	22 мм
5. Коэффициент вариации по длине	42%	49%	45%

После двух переходов ленточной машины смесь подвергали гребнечесанию на машине Textima (модель 1603).

Основные параметры гребнечесания:

- скорость — 140 уд/мин;
- номер прямого гребня — 25;
- длина питания — 7 мм;
- зона сортировки — 40 мм;
- развес ленты на питании — 16 г/м;
- развес выходящей ленты — 20 г/м.

После гребнечесания ленту дважды

вытягивали на ленточной машине.

Прядение осуществляли по следующей схеме:

- вытягивание на ленточных машинах Cognetex SC400;
 - получение ровницы на машине Cognetex FRC300;
 - прядение на машине Cognetex FL7;
 - перемотка на мотальной машине М-150.
- План прядения приведен в таблице 3.

Таблица 3. План прядения

Наименование переходов	Развес входящей ленты, г/м	Число сложений	Вытяжка	Развес выходящей ленты, г/м	Скорость, м/мин
Ленточная машина	20,00	6	8	14,58	100
Ленточная машина	14,58	4	6	9,72	100
Ленточная машина	9,72	4	6	6,48	100
Ровничная машина	6,48	1	9	0,72	50
Прядильная машина	0,72	1	16	45 текс	5000 об/мин

Результаты и их обсуждение

Полученные смешанные пряжи пенька/

шерсть и лен/шерсть показали следующие физико-механические показатели:

Таблица 4. Физико-механические показатели пряжи

Наименование показателей	Единица измерения	Показатели пряжи	
		Пенька/шерсть	Лен/шерсть
Фактический метрический номер	NM	21,2	23,0
Крутка пряжи	Кручений/м	550	550
Разрывная нагрузка относительная	сН/текс	10,8	12,6

Обрывность в прядении для пряжи пенька/шерсть составила 270 обрывов на 1000 веретено-часов, для пряжи лен/шерсть – 148. Основные обрывы были вызваны по следующим причинам:

- обрыв ровницы - 34%
- обрыв на кольце - 36 %
- захлесты - 11%
- обрыв у вытяжного цилиндра - 19 %.

Основная причина обрывов для пряжи пенька/шерсть-неровнота волокон по длине и неоптимальное замасливание в прядении. Волокна пеньки были очень скользкие, то есть очень низкий коэффициент трения. Поэтому была повышенная обрывность ровницы. Так же короткая средняя длина лубяных волокон приводила к снижению контроля за движением. В целом процесс прядения пряжи из смеси льноволокна и шерстяного волокна происходил более оптимально по сравнению с пряжей из пеньковолокна.

Получали пряжу линейной плотности 45

текс при крутке 550 кр/м.

Сравнительный анализ показал, что льно-шерстяная пряжа обладает более высокими прочностными характеристиками (12,6 сН/текс) по сравнению с пенько-шерстяной (10,8 сН/текс).

Обрывность в процессе прядения составила:

- 270 обрывов/1000 веретено-часов — для смеси пенька/шерсть;
- 148 обрывов/1000 веретено-часов — для смеси лен/шерсть.

Основными причинами обрывов являлись:

- обрыв ровницы — 34 %;
- обрыв пряжи на кольце — 36 %;
- захлесты пряжи — 11 %;
- обрыв мычки у вытяжного цилиндра — 19 %.

Повышенная обрывность пенько-шерстяной пряжи обусловлена значительной неровнотой волокон по длине и низким коэффи-

циентом трения пенькового волокна, что ухудшает контроль в вытяжном приборе. Более короткая средняя длина волокон также снижает стабильность процесса.

В целом процесс переработки льношерстяной смеси характеризовался большей технологической устойчивостью.

Выводы

1. При соответствующей подготовке лубяных волокон возможно получение камвольной пряжи при введении не менее 20 % шерстяного волокна.

2. Для обеспечения стабильности процесса необходимо максимально приблизить параметры лубяных волокон к характеристикам тонкой шерсти:

- линейная плотность — 0,3–0,5 текс;
- средняя длина — 65–80 мм;
- коэффициент вариации по длине — не более 50 %.

3. Рекомендуется применение замасливающих препаратов, повышающих коэффициент статического трения.

4. Целесообразно включение перехода обработки ленты на ленточно-разрывной машине.

5. При сухом способе прядения на камвольном оборудовании возможно получение пряжи линейной плотности до 40 текс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Assanova Albina, Otyunshiyev Murat, Hans-Jörg Gusovius, Yelzhas Otyunshiyev, Saule Rakhimova // Evaluation of Linseed Straw as a Fiber Resource from Kazakh Agriculture/Journal of Natural Fibers (Q1) Том 21, 2024, Выпуск 1

2. Шаймерденов Ж.Н., Сакенова Б.А., Далабаев А.Б. Использование соломы масличного льна для получения волокна различного назначения /Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: тезис XX Международной научно-практической конференции. Издательство: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул), 2019. – С.450-453

3. Sheychenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation // Independent Journal of Management & Production. – 2019. – Vol.10, Issue 7. – pp.687-701

4. Асанова А.Н., Ермекбай К.Н., Отыншиев М.Б., Джурина И.М. Влияние лигнина и гемицеллюлозы на свойства лубяных волокон 1 Международная научно-практическая конференция "Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий", 14-15 мая 2019 г. -С. 56-57

5. Стокозенко В.Г., Морыганов А.П., Ларин И.Ю., Воронина Е.Р. Исследование влияния

щелочной обработки на состав и свойства элементаризованного льняного волокна// Химия растительного сырья. 2017 г. -№ 2. -С.143-148

6. Отыншиев М.Б., Ермекбай К.Н., Есеркепбай К., Ниязбеков Б.Ж., Асанова А.Н. Прибор для определения фрикционных свойств волокон //Вестник Алматинского технологического университета, №3(1), 2020. -С.14-21

7. Role of the decortication process in the primary processing of straw of technical hemp Assanova A.N., Otyunshiev M.B., Jurinskaya I.M., Onggar T.// Журнал Технология текстильной промышленности, Россия, г.Иваново. Серия: «Известия высших учебных заведений», 2019, №6 (384). -С.303-307

8. Асанова А.Н., Отыншиев М.Б. Технология изготовления пряжи из масличного льна казахстана на камвольном шерстяном оборудовании /Международная научная конференция Инновационные решения технологических и экологических проблем в сельском хозяйстве, хлопковой и легкой промышленности международная научно-практическая конференция 15 ноября, 2024 года.-С.126-130

9. Baghaei B., Skrifvars M. Mechanical properties of hybrid yarns based on hemp and synthetic fibers // Journal of Industrial Textiles. – 2022

10. Нұрсерік Б., Асанова А.Н., Джурина И.М. Майлы зығыр сабақтарын механикалық әдіспен талшықсыздандыру дәрежесін анықтау // Вестник Алматинского технологического университета, №4. 2020. -С.26-30

11. Cierpucha W., Kozłowski R., Mańkowski J., Waśko J., Mańkowski T. Applicability of Flax and Hemp as Raw Materials for Production of Cotton-like Fibres and Blended Yarns in Poland. // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 2004, Vol. 12, No. 3 (47). - P. 13-18

12. Salentijn E.M.J. et al. The potential of hemp fibres for textile applications // Frontiers in Plant Science. – 2021. – Vol. 12

13. Сейітмұрат А.Ж., Отыншиев М.Б., Джурина И.М. Этапы первичной переработки стеблей конопли в волокно /Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий 2019: Сб. докл. I Междун.научн.-практ.конф. – Алматы, 2019. -С. 52-54

14. Liu M., Fernando D., Daniel G. Hemp fiber processing and properties for textile applications // Textile Research Journal. – 2021. – Vol. 91(15–16)

15. Разумеев К.Э. Проектирование шерстяной гребенной ленты и пряжи на основе инструментального определения свойств немытой шерсти - М.: МГТУ, 2005 г. - 248 с.

REFERENCES

1. Assanova Albina, Otyunshiyev Murat, Hans-Jörg Gusovius, Yelzhas Otyunshiyev, Saule Rakhimova // Evaluation of Linseed Straw as a Fiber Resource from Kazakh Agriculture/Journal of Natural Fibers (Q1) Том 21, 2024, Vypusk 1

2. Shaymerdenov ZH.N., Sakenova B.A., Dalabayev A.B. Ispol'zovaniye solomy maslichnogo

l'na dlya polucheniya volokna razlichnogo naznacheniya [The use of flaxseed straw to produce fiber for various purposes] // *Sovremennyye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: tezisy XKH Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Izdatel'stvo: Altayskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet im. I.I. Polzunova (Barnaul), 2019. – S.450-453. (in Russian)

3. Sheychenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation // *Independent Journal of Management & Production*. – 2019. – Vol.10, Issue 7. – P.687-701

4. Asanova A.N., Yermekbay K.N., Otynschiyev M.B., Dzhurinskaya I.M. Vliyaniye lignina i gemitsellyulozy na svoystva lubyanykh volokon [The influence of lignin and hemicellulose on the properties of bast fibers] // 1 *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy"*, 14-15 maya 2019 g., s. 56-57 (in Russian)

5. Stokozenko V.G., Moryganov A.P., Larin I.YU., Voronina Ye.R. Issledovaniye vliyaniya shchelochnoy obrabotki na sostav i svoystva elementarizovannogo l'nyanogo volokna [Study of the influence of alkaline treatment on the composition and properties of elementalized flax fiber] // *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2017 g., № 2, s. 143-148 (in Russian)

6. Otynschiyev M.B., Yermekbay K.N., Yeserkepbay K., Niyazbekov B.Zh., Assanova A.N. Pribor dlya opredeleniya friktsionnykh svoystv volokon [Device for determining the frictional properties of fibers] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, №3(1), 2020, s.14-21 (in Russian)

7. Assanova A.N., Otynschiyev M.B., Jurinskaya I.M., Onggar T. Role of the decoration process in the primary processing of straw of technical hemp // *Zhurnal Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti, Rossiya, g.Ivanovo. Seriya: «Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy»*, 2019, №6 (384), s.303-307

8. Assanova A.N., Otynschiyev M.B. Tekhnologiya izgotovleniya pryazhi iz maslichnogo l'na kazakhstana na kamvol'nom sherstyannom oboru-

dovaniy [Technology for producing yarn from Kazakhstan's oilseed flax on worsted wool equipment] // *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya Innovatsionnyye resheniya tekhnologicheskikh i ekologicheskikh problem v sel'skom khozyaystve, khlopkovoy i legkoy promyshlennosti mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 15 noyabrya, 2024 goda*, s.126-130 (in Russian)

9. Baghaei B., Skrifvars M. Mechanical properties of hybrid yarns based on hemp and synthetic fibers // *Journal of Industrial Textiles*. – 2022

10. Nurserik B., Assanova A.N., Jurinskaya I.M. Mayly zhygyr sabak taryn mekhanikalyk, ədispen talshyk, syzdandyru dərezhesin anyk tau [Determination of the degree of fiberization of oil flax stalks by mechanical method] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, №4, 2020, s.26-30 (in Kazakh)

11. Cierpucha W., Kozłowski R., Mańkowski J., Waśko J., Mańkowski T. Applicability of Flax and Hemp as Raw Materials for Production of Cotton-like Fibres and Blended Yarns in Poland. // *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2004, Vol. 12, No. 3 (47). - P. 13-18

12. Salentijn E.M.J. et al. The potential of hemp fibres for textile applications // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – Vol. 12

13. Seyitmurat A.ZH., Otynschiyev M.B., Jurinskaya I.M. Etapy pervichnoy pererabotki stebly konopli v volokno [Stages of primary processing of hemp stems into fiber] // *Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy 2019: Sb. dokl. Mezhdun. nauchn.-prakt. konf.* – Almaty, 2019. S. 52-54 (in Russian)

14. Liu M., Fernando D., Daniel G. Hemp fiber processing and properties for textile applications // *Textile Research Journal*. – 2021. – Vol. 91(15–16)

15. Razumeyev K.E. Proyektirovaniye sherstyanoy grebennoy lenty i pryazhi na osnove instrumental'nogo opredeleniya svoystv nemytoy shersti [Design of combed wool sliver and yarn based on instrumental determination of the properties of unwashed wool] - M.: MGTU, 2005 g. s.248 (in Russian)

ТІГІН ӨНДІРІСІ БҰЙЫМДАРЫНА АРНАЛҒАН ҚҰЙЫЛМАЛЫ МЕТАЛЛДЫ ЭЛЕМЕНТТЕРДІ ЖАСАУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қ.Е. ТІЛЕУМБЕК , З.Д. МОЛДАГАЖИЕВА 

(Алматы технологиялық университеті 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би көш.,100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: kymbattileumbek@gmail.com

Тігін өндірісінде фурнитура таңдауы бұйымның сапасына тікелей әсер етеді, бірақ қай материал қай жағдайда тиімді екені өндірісте көбінесе тәжірибе арқылы ғана анықталады. Осы жұмыста құйылмалы металл фурнитурасының дайындалу технологиялары мен киімдегі қолданысы қарастырылды. Болат, жез, титан, мырыш және қола механикалық беріктік, салмақ және коррозияға төзімділік бойынша өзара салыстырылды. Әрқайсысының тігін өндірісіндегі қолайлы және қолайсыз жақтары жеке сараланды: мысалы, жез өңдеуге жеңіл және арзан болса, титан жеңілдігі мен беріктігін ұштастырып, гипоаллергенді қасиетімен ерекшеленеді. Өндіріс кезеңдері: қалыпқа құю, механикалық өңдеу, штамптау, эмальдау, электролиздік қаптама және жылтырату өндірістік жабдықпен орындалу тұрғысынан талданды, қолданылған техника кестеде топтастырылды. Металды матаға бекіту кезінде туындайтын нақты мәселелер талшық зақымдануы, салмақ теңгерімінің бұзылуы, беттік ақаулар, қауіпсіздік талаптарына сәйкессіздік өндірістік мысалдар арқылы айқындалды. Никель мен алтын тұнбасына негізделген гальваникалық қаптаудың тотызға қарсы тиімділігі зерттеу барысында анықталды. Ұнтақты бояу гальваникамен салыстырылып, механикалық беріктік пен түс алуандығы жағынан артықшылықтары байқалды, бірақ жұқа қаптамаларда соққыдан жарылу тіркелді. Фурнитура таңдауда матаның түрін, бұйымның тағайындалу мақсатын және өзіндік құнды да ескеру қажет екені жұмыс барысында айқын болды.

Негізгі сөздер: металл фурнитурасы, құйылмалы металл, никельді жабын, қаптау әдістері, гальваника.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Қ.Е. ТІЛЕУМБЕК, З.Д. МОЛДАГАЖИЕВА

(Алматынський технологічний університет, 050012, Республіка Казахстан, г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: kymbattileumbek@gmail.com

В швейном производстве выбор фурнитуры напрямую влияет на качество изделия, однако какой материал подходит для конкретных условий, на практике чаще всего выясняется методом проб. В данной работе рассмотрены технологии изготовления литой металлической фурнитуры и её применение в одежде. Сталь, латунь, титан, цинк и бронза сравнивались по механической прочности, массе и коррозионной стойкости. Преимущества и недостатки каждого материала в условиях швейного производства разбирались отдельно: латунь проста в обработке и доступна по цене, тогда как титан сочетает лёгкость и прочность, отличается гипоаллергенными свойствами. Производственные этапы литьё в форму, механическая обработка, штамповка, эмалирование, электролитическое покрытие и полировка рассматривались с точки зрения выполнения на производственном оборудовании; применяемая техника систематизирована в таблице. Практические трудности, возникающие при закреплении металла на ткани, повреждение волокон, нарушение весового баланса, поверхностные дефекты, несоответствие требованиям безопасности разобраны на производственных примерах. Эффективность гальванического покрытия на основе никеля и золота против окисления была установлена в ходе исследования. Порошковая окраска сравнивалась с гальваникой: выявлены преимущества по механической прочности и цветовому разнообразию, однако на тонких покрытиях зафиксировано растрескивание при ударных нагрузках. В процессе работы стало очевидно, что при выборе фурнитуры наряду с техническими характеристиками материала необходимо учитывать тип ткани, назначение изделия и себестоимость.

Ключевые слова: металлическая фурнитура, литой металл, никелевое покрытие, методы нанесения покрытий, гальваника.

RESEARCH INTO METHODS OF MANUFACTURING CAST METAL ELEMENTS FOR GARMENT PRODUCTION

K.E. TILEUMBЕК, Z.D. MOLDAGAZHIYEVA

(Almaty Technological University, 050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi st., 100)

Corresponding author's e-mail: kymbattileumbek@gmail.com

In garment production, the choice of fittings directly affects product quality, yet which material works best in a given situation is most often worked out through hands-on experience. This paper examines the manufacturing technologies of cast metal fittings and their application in clothing. Steel, brass, titanium, zinc and bronze were compared by mechanical strength, weight and corrosion resistance. The advantages and drawbacks of each material in garment production were reviewed separately: brass is easy to work with and inexpensive, while titanium combines low weight with high strength and stands out for its hypoallergenic properties. The production stages mould casting, machining, stamping, enamelling, electroplating and polishing were analysed in terms of execution on industrial equipment, and the machinery used is set out in a table. Practical problems encountered when attaching metal to fabric fibre damage, weight imbalance, surface defects and failure to meet safety requirements were examined through production examples. The corrosion resistance of nickel- and gold-based electroplating was established during the study. Powder coating was compared with electroplating: advantages in mechanical strength and colour range were identified, though cracking under impact was recorded on thin coatings. The work showed that when selecting fittings, fabric type, intended use of the garment and unit cost must be taken into account alongside the technical properties of the material.

Keywords: metal fittings, cast metal, nickel coating, coating methods, electroplating.

Kipicne

Тігін өнеркәсібінде бұйымның сапасы мен бәсекеге қабілеттілігі тек матаның қасиетімен емес, қолданылатын металл фурнитурасының (карабиндер, люверстер, ілгектер, арнайы бекіткіштердің) сенімділігімен де байланысты. Заманауи киімде металл элементтері жай қосымша бөлшек емес, кейде бұйымның конструктивті бөлігін де құрайды. Бірақ тігін кәсіпорындарының көпшілігі әзірше дайын импорттық фурнитурамен жұмыс жасаумен шектеледі, бұл бірегей дизайн жасауды қиындатады және сапаны өз бетімен бақылауға мүмкіндік бермейді.

Соңғы жылдары трансформацияланатын киімдерге сұраныс өсті, бұл фурнитураға қойылатын талаптарды өзгертті. Металл бөлшектері енді тек бекіту қызметін атқармайды, олар пішінді реттейді, конструктивті шешімді айқындайды. Алайда металды киімге енгізу бірқатар нақты мәселелер тудырады. Қорытпаның физикалық сипаттамаларын ескермей жасалған фурнитура шамадан ауыр болып шығады, мата талшықтарын зақымдайды немесе терімен жанасқанда аллергия тудырады [1, 2]. Қаптама сапасы төмен болса, жуу кезінде металл тотығып матаны бояйды. Осы мәселелерді шешу үшін жеңіл, берік және өлшемі дәл келетін құйылмалы элементтер жасаудың технологиялық режимдерін нақтылау қажет.

Зерттеу шарттары мен әдістері

Зерттеу жұмысы барысында жез, болат, мырыш қорытпасы, алтынмен және никельмен қапталған фурнитура үлгілері нақты мата үлгілеріне енгізіліп, бекіту тәсілдерінің тиімділігі

тексерілді. Қашау, эмальдау, электролиздік қаптама және жылтырату сияқты безендіру технологиялары эстетикалық сипаттамалары жағынан бағаланды, беріктік көрсеткіштері визуалдық тексеру арқылы анықталды.

Жұмыста екі ғылыми әдіс кешенді түрде пайдаланылды. Салыстырмалы-талдау әдісі металл материалдарының техникалық сипаттамаларын өзара салыстыруға мүмкіндік берді. Жүйелеу әдісі арқылы бекіту тәсілдері мен безендіру технологиялары кестелік түрде жіктелді. Алынған барлық деректер кестелер мен суреттер арқылы көрнекі жүйеге келтірілді. Металл элементін таңдауда оның киімнің негізгі матасымен үйлесімділігі шешуші рөл атқарады. Бөлшектің өңі мен фактурасы матаның немесе терінің түріне сәйкес болуы тиіс. Мақта, жібек, зығыр сияқты жұмсақ табиғи талшықтардан тігілген киімге нәзік, жеңіл пішінді элементтер қолайлырақ. Ал былғары немесе синтетикалық матадан жасалған бұйымдарда металл бөлшектерінің фактурасы мен түсі айқынырақ, ірілеу таңдалуы мүмкін. Металл элементтері тек бекіту қызметімен шектелмейді, олар бір мезгілде киімнің сыртқы сипатын да айқындайды [3]. Осы себепті әрбір элемент конструктивті мақсатын да, эстетикалық рөлін де бірдей орындайтындай етіп жобалануы керек. Жалпы қағида мынадай: металл бөлшегі бекіту, пішінді өзгерту немесе жаңа бөлшек қосу міндеттерінің кемінде біреуін нақты атқаруы тиіс. Трансформацияланатын киімдерде металл элементтері ерекше маңызға ие. Бөлшектерді бекіту немесе алып тастау арқылы бұйымның сыртқы пішінін өзгертуге

болады, бір киімнен бірнеше образ жасау осы принципке негізделеді. Металл ілгектер, сырғымалар немесе бекітпелер арқылы киімнің ұзындығы, көлемі немесе силуэті реттелсе, бұйымның функционалдық мүмкіндіктері айтарлықтай кеңейеді. Металл түрлерінің қасиеттері:

— Қола тарихи және этникалық стильдегі бұйымдарда қолданылады. Түймелер мен тұтқалар өзіндік сипат береді, бірақ ылғал ортада тотығуға бейім — жуу режимін ескеру қажет;

— Жез тігін өндірісінде жиі қолданылады: жіңішке илемделеді, бағасы қолже-тімді, беті жылтырын ұзақ сақтайды [4]. Орташа коррозия төзімділігі бар, тікелей ылғалға ұзақ тұрса тотығады;

— Болат пен темір жүктеме мол жерлерде — белдіктер, сөмке тұтқалары — пайдаланылады. Берік және ұзақ қызмет етеді, салмағы

ауырлау болғандықтан жіңішке маталарда қолданысы шектеулі;

— Титан жеңіл де берік, қышқылға және тотығуға төзімді, терімен жанасқанда аллергия тудырмады — сынақта расталды. Кемшілігі: өңдеуі күрделі, бағасы жоғары;

— Мырыш жеңіл және арзан, бірақ соққыдан тез зақымдалады, жүктеме мол жерлерге жарамайды [5];

— Никель берік, тот баспайды. Алайда сынақта бірнеше адамда жанасу дерматиті байқалды, тері сезімталдығы бар тұтынушыларға арналған бұйымдарда сақтық керек;

— Алтын мен күміс жоғары сапалы аксессуарларда қолданылады. Бағасы жоғары, бірақ тотықпайды және сыртқы сапасы ұзақ сақталады (кесте 1).

Кесте 1. Металлды элементтердің құйылу жолдары мен құрал-жабдық түрлері

Жұмыс кезеңдері	Құрал-жабдықтар	Қолданылуы	Мысалдар
Құйылу әдісі (форманы дайындау, металды еріту, құю, қалыптан шығару)	Құю жабдығы 	Металды қалыпқа құю үшін пайдаланылады	Құм қалыптар Болат қалыптар Арнайы құю ыдыстары
Балқыту пештері	индукциялық пештер 	Металды сұйық күйге келтіру үшін жоғары температураға дейін қыздыруға арналған	Электр пештері Газды пештер Индукциялық пештер
Механикалық өңдеу (фрезерлеу, токарлық өңдеу, бұрғылау)	Фрезерлік станоктар 	Металдың пішінін өңдеу, бетінің тегістігін қамтамасыз ету үшін пайдаланылады	Қолданбалы фрезерлік станоктар CNC фрезерлік станоктар Токарлық станоктар
Штамптау	Штамптау прессі 	Жұқа металдарды қию, ширату, илемдеу үшін пайдаланылады	Штамптау пресстері Гидравликалық пресстер жоғары қысымды

Кестеде фурнитура жасауда пайдаланылатын жабдықтар мен олардың атқаратын қызметі топтастырылған. Әрбір жабдық өндіріс процесінің белгілі бір кезеңіне сай тандалады және фурнитураның сапасын тікелей айқындайды.

Зерттеу нәтижелері және оларды

талқылау

Металл бөлшектерін безендіру тәсілдері. Дайын металл фурнитурасына сыртқы өңдеу жасаудың бірнеше тәсілі бар:

1. Қашау - металл бетіне өрнек немесе жазу түсіру тәсілі. Түймелер мен декоративтік

тұтқаларда жиі пайдаланылады, бұйымға даралық сипат береді [6].

2. Эмальдау - металл бетіне түрлі түсті эмаль жағу арқылы ерекше безендіру жасау. Аксессуарлар мен сәндік фурнитурда кеңінен таралған.

3. Электролиздік қаптама - металл бетіне алтын, күміс немесе өзге материалдың жұқа қабатын электролиз арқылы жағу. Бөлшектің беріктігін арттырады, коррозиядан қорғайды және сыртқы жылтырын жақсартады [7,8].

4. Жылтырату - беттік қабатын үйкелей отырып, металл бетіне айнадай жылтыр беру. Беттік қабаттың сапасын арттырады.

Гальваникалық қаптау - электр тогының көмегімен бір металдың бетіне басқа металдың жұқа қорғаныш-декоративтік қабатын қондыру процесі. Тігін өндірісінде жез, болат және ЦАМ (цинк, алюминий, мырыш) қорытпасынан жасалған фурнитураны тотығудан қорғау, оларға алтын, күміс немесе хром жылтырын беру және матаның боялып кетуін болдырмау мақсатында кеңінен қолданылады. Процесс электролиз заңына сәйкес арнайы ванналарда жүзеге асырылады. Ванна ішіне қаптайтын металдың тұздары бар ерітінді электролит құйылады. Теріс полюске қапталуы тиіс бұйым жалғанады, оң полюске қаптайтын металдың өзі таза алтын, күміс немесе никель пластинасы бекітіледі [9]. Ток берілгенде анодтағы металл атомдары ерітіндіге өтіп, катодта бұйым бетінде біртекті қабат түрінде шөгеді. Тігін өндірісінде мақсатқа қарай гальваниканың төрт негізгі түрі қолданылады:

1. Никельмен қаптау - ең кеңінен тараған тәсіл. Фурнитураға ақшыл-сұр немесе айнадай жылтыр сыртқы түр береді, коррозияға төзімділігі жоғары.

2. Алтынмен қаптау - премиум және эксклюзивті бұйымдарға арналған. 999 сынамалы алтынның өте жұқа микроқабаты жағылады. Қараймайды, тотықпайды.

3. Күміспен қаптау - фурнитураға асыл ақ реңк береді. Декоративтік маңызы жоғары, алайда ауадағы күкіртпен реакцияға түсіп, уақыт өте сәл қарайуы мүмкін - бұны болдырмау үшін үстінен қорғаныш лак жағылады.

4. Хроммен қаптау - механикалық беріктігі ерекше жоғары. Спорттық немесе әскери киімдердің, сөмкелердің жиі үйкеліске түсетін бөліктеріне тиімді.

Тігін өндірісіне арналған металл элементтерін қаптау тәсілдері. Ұсақ және күрделі пішінді киім бөлшектерін жаппай қаптауда екі технологиялық тәсіл қолданылады. Аспалы тәсіл ірі, нәзік немесе авторлық фурнитуралар арнайы ілгектерге қолмен ілінеді. Жабынның мінсіз біркелкілігін қамтамасыз етеді, бірақ өнімділігі салыстырмалы түрде төменірек. Барабанды тәсіл мыңдаған ұсақ бөлшектер, люверстер, кішкентай ілгектер тор көзді айналмалы барабанға бірге салынады [10, 11]. Барабан ваннада айналған кезде бөлшектер бір-біріне үйкеле отырып, барлық қуыстарына дейін біркелкі қапталады. Тігін фурнитурасы өндірісінде бұл ең тиімді және үнемді тәсіл болып табылады. Гальваниканың тігін өндірісіндегі маңызы. Тігін практикасында гальваниканың қажеттілігі нақты жағдайлардан туындайды. Тәжірибеде анықталғаны: қапталмаған болат немесе мырыш қорытпасынан жасалған фурнитура терімен тікелей жанасқанда кейбір адамдарда металдық дерматит пайда болды. Никель немесе алтын қаптамасы бұл мәселені едәуір төмендетті. Сонымен бірге, қапталмаған металдар жуу кезінде тотығып, ақ немесе жеңіл маталарда сары-жасыл дақ қалдырды, бұл өндірісте жиі кездесетін ақау (сурет 1) Беріктік жағынан қарағанда, электролиз арқылы қонған қабат матамен жиі үйкеліске түсетін фурнитураны (сыдырма, ілгек, люверс) мүжілуден сақтап, қызмет мерзімін айтарлықтай ұзартады.



Сурет 1. 999 сынамалы алтын бөлшектері мен калий (МЕМСТ 4207-75) және натрий ұнтағы қоспасы

Ұнтақты полимерлі бояу - металл фурнитураның бетіне арнайы құрғақ ұнтақты электр өрісі арқылы бүркіп, жоғары температурада балқыту арқылы берік полимерлі қабат түзу технологиясы. Тігін өндірісінде бұл тәсіл айылбастар, металл түймелер мен ілгектерге RAL палитрасы бойынша кез келген қанық түс беру, оларды сырылудан қорғау және химиялық әсерлерге төзімді ету үшін пайдаланылады. Металл фурнитурасын жасауда 3D баспа мен лазерлік кесу технологиялары дәстүрлі өндіріске жаңа мүмкіндіктер қосты. Бұл тәсілдер күрделі пішіндерді жоғары дәлдікпен шығаруға мүмкіндік береді, құю немесе штампау арқылы мұндай нәтижеге жету қиын болар еді. Жаңа жеңіл қорытпалар бөлшектердің салма-

ғын азайтады, бұл киімді кигенде ыңғайлырақ сезіледі.

Ұнтақты бояу технологиясы. Бояу алдында металл бетін дайындау - ең маңызды кезең. Майсыздандырмаған немесе дұрыс кептірілмеген бетке жағылған бояу ерте тіліне бастайды, бұны өндірісте бірнеше рет байқадық. Электростатикалық бүрку барысында ұнтақ оң зарядталып, теріс тұйықталған фурнитура бетіне тартылады - бұл физикалық принцип күрделі пішінді бөлшектердің де барлық қуыстарын біркелкі қаптауға мүмкіндік береді. Жез фурнитура үшін 185-190°C температурада 20 минут балқыту жеткілікті болды; жұқа металдарда уақытты азайтқан дұрыс, әйтпесе пішін өзгеруі мүмкін [12,13] (сурет 2).



Сурет 2. Лазерлік кесу арқылы формаланып, ұнтақты бояумен қапталған жез

Ұнтақты бояудың тігін фурнитурасы үшін бірнеше нақты артықшылығы байқалды. Түс таңдауда мүмкіндіктер кең RAL палитрасы бойынша матаға дәл сай реңк алуға болады, шагренъ немесе муар текстурасы да беріледі, бұны гальваникамен жасау мүмкін емес. Құрамында еріткіш болмағандықтан жұмыс барысында иіс сезілмеді, бояушылар үшін

жұмыс жағдайы жеңілдеді. 30 жуу циклінен өткен үлгілерде бояу өңбеді, сыпырылмады. Сонымен қатар, полимер қабаты металдың өткір жиектерін жауып қалады — сынақта бұл маталардағы талшық зақымдануын азайтты, дәл қанша пайызға екенін өлшемедік, бірақ айырмашылық байқалды.

Кесте 2. Ұнтақты бояудың гальваникадан айырмашылығы

Сипаттамасы	Гальваникалық қаптау	Ұнтақты полимерлі бояу
Сыртқы түрі	Металдық жылтыр береді (алтын, күміс, хром, қола)	Кез келген түсті (кызыл, көк, қара т.б.), күңгірт немесе жылтыр қабат береді
Қабаттың қалыңдығы	Өте жұқа, микрондармен өлшенеді, металдың нақышын жоғалтпайды	Қалыңдау келеді, металдың ұсақ ақауларын жасыра алады
Қорғаныс деңгейі	Тотығудан жақсы қорғайды	Соққыға, сырылуға және механикалық деформацияға өте төзімді

Металл элементтерін тігу кезіндегі технологиялық қиындықтар. Металл фурнитура-сымен жұмыс істеу тігін шеберлерінен арнайы дағды мен сақтық талап етеді.

1. Материалдың қаттылығы. Қатты металдан жасалған бөлшектерді матаға бекіткенде тігу жұмысы қиындайды. Ине металл бетіне тіреліп кетіп, жіп үзіледі немесе тігіс бұзылады;

2. Жабдықтың зақымдалуы. Металл элементтерімен жұмыс кезінде тігін машинасының инесі жиі сынады, ал жіп тозады. Бұл өндірістік тоқтаулар мен қосымша шығындарға алып келеді;

3. Беріктік мәселесі. Кейбір металл бөлшектері матамен бірігу нүктесінде шамадан тыс қысымға ұшырайды. Нәтижесінде бекіту орны нашарлап, бөлшек сынуы немесе матадан бөлініп қалуы мүмкін [14].

Киімді ашып-жабу, бөлшектерін біріктіру, силуэтті өзгерту, осылардың барлығы металл элементтерінің конструктивтік мүмкіндіктеріне негізделеді. Металл элементтерін киімге енгізуде қауіпсіздік мәселесі ескерусіз қалмауы тиіс. Өткір жиектерді міндетті түрде тегістеу, беттік өңдеудің сапасын бақылау және элементтің ыңғайлылығы, осы үш шарт бірге

орындалғанда ғана фурнитура киімнің функционалдылығына кері әсер етпей, пайдасын береді [15].

Металл фурнитурасын жобалаудың негізгі тәсілдері. Металл элементтерімен жұмыс жасаудың өзіндік күрделіліктері болғанымен, оларды дұрыс қолданса киімнің сапасы мен функционалдығы артады. Модульдік жүйеде металл бөлшектері бір-бірімен оңай жалғасатын және бөлінетін етіп жасалады. Түймелер, ілгектер немесе тізбектер арқылы киімнің жеке бөліктерін алмастыруға мүмкіндік туады [16]. Нәтижесінде бір бұйымнан бірнеше образ жасауға болады. Сәндік қолдану тәсілінде металл бөлшектері киімнің визуалдық сипатын айқындайды. Инкрустация, гравирлеу, эмальдау немесе түсті қаптама арқылы өңделген элементтер бұйымға бірегейлік береді (кесте 3).

Кесте 3. Металлды элементтердің түрлері

Металлды элементтер	Материал атауы және қолданылуы	Құрал-жабдықтар
	Қорғасыннан жасалған элемент бұйымдарды әрлеу мақсатында қолданылады	 Металлды құюға арналған жабдық
	Никельмен қапталған қорғасыннан жасалған элемент бұйымдарды әрлеу мақсатында қолданылады	 Металлды қаптауға арналған ванна
	Алтынмен қапталған қорғасыннан жасалған элемент бұйымдарды әрлеу мақсатында қолданылады	 Гальванизациялау аппараты
	Алтынмен қапталған және эмальмен әрленген қорғасыннан жасалған элемент бұйымдарды әрлеу мақсатында қолданылады	 Гальванизациялау аппараты
	Жезден лазерлік станок арқылы кесіліп ұнтақты бояумен қапталған элемент	 Пульверизатор

Металл фурнитурасын матаға бекітудің бірнеше тәсілі бар. Тәсіл таңдауда фурнитураның конструкциялық ерекшелігі, матаның тығыздығы мен құрылымы, сондай-ақ бұйымның жалпы дизайны бірлесе ескеріледі. Тігу арқылы бекіту жұмсақ маталармен жақсы үйлеседі, ал шегелеу немесе клипстеу тығыз,

қалың материалдарда, былғары мен джинсада кеңінен қолданылады. Дұрыс таңдалған бекіту тәсілі бұйымға беріктік пен эстетикалық тұтастық бере отырып, металл бөлшегінің функционалдық және сәндік міндеттерін бір мезгілде орындауын қамтамасыз етеді (кесте 4).

Кесте 4. Металлды элементтерді бұйымда қолдану түрлері

Қолданылатын фурнитура	Бұйымда қолдану түрлері		
	1	2	3
Люверс			
Металды бекітпелер			
Металды ендіріме			

Тігін бұйымдарында құйылмалы металл элементтерін пайдалану - бұл жай безендіру шешімі емес, дұрыс таңдалған фурнитура киімнің пішінін реттейді, конструкциясын нығайтады және трансформацияланатын мүмкіндіктерін кеңейтеді. Металл бөлшектерінің өлшемі мен реңкін таңдауда киімнің стилдік бағыты шешуші рөл атқарады, мысалы,

классикалық немесе минималистік бұйымдарда нәзік, ұсақ фурнитура қолайлы болса, спорттық немесе авангардтық стильде ірі, айқын металл элементтері бұйымның сипатын күшейте түседі. Металл бөлшектерін дұрыс орналастыру арқылы дизайнер киімнің визуалдық ауырлық орталығын белгілей алады, бұл киімді кигенде оның жалпы ансамблін тиімді ұсынуға мүмк-

індік береді. Осы жолмен жасалған бұйым бір мезгілде функционалды да, сәнді де бола алады.

Қорытынды

Жүргізілген сынақтардың нәтижесі бойынша жез фурнитура тігін өндірісі үшін оңтайлы материал болып шықты: оңай өңделеді, бағасы қолжетімді, орташа коррозия төзімділігі бар. Титан жеңіл де берік, бірақ бағасы жоғары болғандықтан жаппай өндіріске сирек қолданылады. Никель қаптамасы сынақта ең тиімді тотыққа қарсы қорғаныс көрсетті, ақ маталарда тіпті 20 жуудан кейін де дақ қалдырмады. Ұнтақты бояу ашық түстер беруде гальваникадан асып түседі, алайда жұқа қаптамалары бар фурнитурда соққыдан жарылу байқалды.

Бекіту тәсілін таңдауда матаның тығыздығы шешуші рөл атқарды: жұмсақ маталарда тігу тәсілі жіп үзілуіне соқтырды, ал шегелеу мен клипстеу тығыз маталарда сенімдірек жұмыс істеді. Гальваникалық қаптау тотығудан жақсы қорғап, никель мен алтын тұнбасы металдың матаға дақ қалдыруын болдырмады, сынақ барысында аллергиялық реакция тіркелмеді. 3D баспа мен лазерлік кесу күрделі пішіндерді дәлірек шығарып, дәстүрлі құю арқылы жасауға қиын бөлшектер осы тәсілмен сәтті өндірілді. Жеңіл қорытпалар бөлшек салмағын азайтты, бұл кигенде байқалды. Тігу, клипстеу, шегелеу, қабаттастыру және ілмектеу тәсілдері жеке сыналды, тәсіл дұрыс таңдалмаса мата зақымдалады немесе бекіту нүктесі бұйымның келбетін бұзады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абуталипова Л.Н., Хайруллина Л.Г., Инновации в производстве изделий лёгкой промышленности : учебник / Л. Н. Абуталипова [и др.]. Старый Оскол : ТНТ, 2018. — 424 с.
2. Александров В.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Стандарт третьего поколения / В.М. Александров. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2015. – 327 с.
3. ГОСТ 15470-70 Фурнитура для изделий кожаненно-галантерейной, текстильно-галантерейной, обувной и швейной промышленности. Термины и определения.
4. Морозова Е.А., Горячева Д.Д., Тен А.Ю. Использование латуни в ювелирном деле // Актуальные исследования. 2021. №50 (77). С. 15-18.
5. Прикладное материаловедение : Металлы и сплавы : учебное пособие / Э. И. Денисова, В. В. Карташов, В. Н. Рычков. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 216 с.
6. Тугоплавкие сплавы для новой техники О.Г. Оспенникова, Ю.В. Столянков // Электронный

научный журнал «Труды ВИАМ». 2016. № 10 (46). С. 55–64.

7. ГОСТ 9.302-88 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические.

8. ГОСТ 28943-91 фурнитура для изделий легкой промышленности

9. Применение металлических материалов для изготовления ювелирных и художественных изделий: учебное пособие/ Д.В. Закамов, Е.А. Морозова, В.С. Муратов. - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2021. -130 с.

10. Yizhu Hou, Xinfang Zhang, Wei Wu, Ting Zhang, Pingxing Chen, Zhijiao Deng. Controlling the Surface Roughness of Surface-Electrode Ion Trap Based on Micro-Nano Fabrication. Coatings 2021, 11 (4) , 406. (Микро-наноөндіріс негізінде беттік электродты ион бетінің Кедір-бұдырлығын бақылау. Жабындар)

11. Xiaowen Sun, Xinyue Zhang, Xuze Guan, Wei Wang, Jiayan Luo. Revisiting the Electroplating Process for Lithium-Metal Anodes for Lithium-Metal Batteries. Angewandte Chemie 2020, 132 (17) (Литий батареяларына арналған металл процесін қайта қарау.)

12. Xiaowen Sun, Xinyue Zhang, Qingtao Ma, Wei Wang, Jiayan Luo. Revisiting the Electroplating Process for Lithium-Metal Anodes for Lithium-Metal Batteries. Angewandte Chemie International Edition 2020, 59 (Литий батареяларына арналған металл анодтары)

13. Гусев А.И., Кибко Н.В., Попова М.В., Козырев Н.А., Осетковский И.В. Структура и свойства наплавленных слоев, полученных с применением порошковых проволок. //Вестник горнометаллургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2016. Вып. 36. -С. 174 – 181.

14. ГОСТ 29150-2001 Фурнитура для изделий легкой промышленности. Методы контроля.

15. Костина, Е. П., Иванова, Т. В. (2022). Металл и текстиль: инновации в использовании металлизированных материалов. — Санкт-Петербург: Легкая промышленность.

16. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Инженерное конфекционирование материалов для швейных изделий [Текст] // Международный журнал экспериментального образования. – 2016.– № 9.– С.105-109.

REFERENCES

1. Abutalipova L.N., Khairullina L.G. Innovatsii v proizvodstve izdeliy lyogkoy promyshlennosti [Innovations in the production of light industry products]. Staryy Oskol: TNT, 2018. 424 p. (In Russian)
2. Aleksandrov V.M. Materialovedeniye i tekhnologiya konstruksionnykh materialov [Materials science and technology of structural materials]. Arkhangelsk: Severnyy (Arkticheskiy) federalnyy universitet, 2015. 327 p. (In Russian)
3. GOST 15470-70. Furnitura dlya izdeliy kozhenno-galantereynoy, tekstilno-galantereynoy, obuvnoy i shveynoy promyshlennosti. Terminy i opredeleniya

[Fittings for leather haberdashery, textile haberdashery, footwear and garment industry. Terms and definitions]. (In Russian)

4. Morozova E.A., Goryacheva D.D., Ten A.Yu. Ispolzovaniye latuni v yuvelirnom dele [The use of brass in jewellery]. Aktualnyye issledovaniya, 2021, no. 50 (77), pp. 15–18. (In Russian)

5. Denisova E.I., Kartashov V.V., Rychkov V.N. Prikladnoye materialovedeniye: Metally i splavy [Applied materials science: Metals and alloys]. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2018. 216 p. (In Russian)

6. Ospennikova O.G., Stolyakov Yu.V. Tugoplavkiye splavy dlya novoy tekhniki [Refractory alloys for new technology]. Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Trudy VIAM», 2016, no. 10 (46), pp. 55–64. (In Russian)

7. GOST 9.302-88. Yedinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya. Pokrytiya metallicheskiye i nemetallicheskiye neorganicheskiye [Unified system of corrosion and ageing protection. Metallic and non-metallic inorganic coatings]. (In Russian)

8. GOST 28943-91. Furnitura dlya izdeliy lyogkoy promyshlennosti [Fittings for light industry products]. (In Russian)

9. Zakamov D.V., Morozova E.A., Muratov V.S. Primeneniye metallicheskiykh materialov dlya izgotovleniya yuvelirnykh i khudozhestvennykh izdeliy [Application of metallic materials for the manufacture of jewellery and art products]. Samara: Samar. gos. tekhn. un-t, 2021. 130 p. (In Russian)

10. Hou Y., Zhang X., Wu W., Zhang T., Chen P., Deng Z. Controlling the Surface Roughness of

Surface-Electrode Ion Trap Based on Micro-Nano Fabrication. Coatings, 2021, vol. 11, no. 4, p. 406.

11. Sun X., Zhang X., Guan X., Wang W., Luo J. Revisiting the Electroplating Process for Lithium-Metal Anodes for Lithium-Metal Batteries. Angewandte Chemie, 2020, vol. 132, no. 17.

12. Sun X., Zhang X., Ma Q., Wang W., Luo J. Revisiting the Electroplating Process for Lithium-Metal Anodes for Lithium-Metal Batteries. Angewandte Chemie International Edition, 2020, vol. 59.

13. Gusev A.I., Kibko N.V., Popova M.V., Kozyrev N.A., Osetkovsky I.V. Struktura i svoystva naplavlennykh sloyev, poluchennykh s primeneniym poroshkovykh provolok [Structure and properties of deposited layers obtained using flux-cored wires]. Vestnik gornometallurgicheskoy sekti Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk. Otdeleniye metallurgii, 2016, no. 36, pp. 174–181. (In Russian)

14. GOST 29150-2001. Furnitura dlya izdeliy lyogkoy promyshlennosti. Metody kontrolya [Fittings for light industry products. Control methods]. (In Russian)

15. Kostina E.P., Ivanova T.V. Metall i tekstil: innovatsii v ispolzovanii metallizirovannykh materialov [Metal and textile: innovations in the use of metallised materials]. Saint Petersburg: Legkaya promyshlennost, 2022. (In Russian)

16. Tukhanova V.Yu., Tikhonova T.P. Inzhenernoye konfeksionirovaniye materialov dlya shveynykh izdeliy [Engineering selection of materials for garment products]. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya, 2016, no. 9, pp. 105–109. (In Russian)

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНОГО И ШВЕЙНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ЦИФРОВОЙ РАЗРАБОТКЕ РАППОРТА ТКАНИ И КОНСТРУКЦИИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

^{1,2}С.Ш. ТАШПУЛАТОВ*  , ³Е.В. ЛУНИНА  ,
⁴М.А. НАЗАРОВА  , ^{1,4}З.У. ЗУФАРОВА 

¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан, 100100, Ташкент, улица Шохжахон, 5

²Шаньдунский профессиональный университет иностранных дел, кампус Вэйхай, улица Чанцзян, 788, туристический комплекс Инътань, город Рушань, город Вэйхай, провинция Шаньдун, Китай, почтовый индекс: 264504,

³Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина, Россия, 119071, Москва, улица Малая Калужская, 1

⁴Наманганский государственный технический университет, Узбекистан, 160107, Наманган, улица И. Каримова, 161)

Электронная почта автора-корреспондента: ssht51@mail.ru*

Статья посвящена методологическим основам интеграции текстильного и швейного производств в условиях эколого-цифровой трансформации лёгкой промышленности. Предметом исследования выступает система «текстильный материал – швейное изделие», тема – согласованное проектирование структуры ткани, раппортного орнамента и конструкции одежды, цель – обоснование подходов к созданию единой цифровой среды для проектирования изделий, ориентированных на ресурсосбережение и персонализацию. Актуальность обусловлена стратегическими задачами развития текстильной отрасли Узбекистана и глобальным трендом на цифровизацию и устойчивое производство. Методология основывается на системном подходе, теории информационного моделирования, композиции орнамента, а также анализе отечественных и зарубежных исследований по цифровому проектированию тканей и одежды. Получены результаты по сопоставлению конфигурации деталей одежды с базовыми геометрическими фигурами, формализованы факторы согласования раппорта и конструкции, сформулированы требования к развитию САПР одежды. Результаты, изложенные в статье, могут быть использованы при разработке интегрированных CAD-решений для проектирования изделий из тканей со сложными раппортами, прежде всего жаккардовых, а также в образовательных программах по дизайну и конструированию одежды. В статье обоснован вывод, что переход к согласованному цифровому проектированию структуры ткани, орнамента и конструкции изделия является ключевым условием ресурсосберегающего, инновационного развития текстильной и швейной отрасли.

Ключевые слова: жаккард, ткань, швейные изделия, конструкция одежды, орнаментальная композиция, раппорт, композиция, интеграция.

МАТА ҮЛГІСІ МЕН КИІМ ҚҰРЫЛЫСЫН БІРЛЕСКЕН САНДЫҚ ӘЗІРЛЕУДЕ ТОҚЫМА МЕН КИІМ ДИЗАЙНЫНЫҢ ИНТЕГРАЦИЯСЫ

^{1,2}С.Ш. ТАШПУЛАТОВ* , ³Е.В. ЛУНИНА , ⁴М.А. НАЗАРОВА , ^{1,4}З.У. ЗУФАРОВА

¹ Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты, Шохжахон көшесі, 5, Ташкент, 100100, Өзбекстан

² Шаньдун сыртқы істер кәсіптік университеті, Вэйхай кампусы, Чанцзян көшесі, 788, Инътан туристік кешені, Рушан қаласы, Вэйхай қаласы, Шаньдун провинциясы, Қытай, Пошталық индекс: 264504

³ А.Н. Косыгин атындағы Ресей мемлекеттік университеті,
1 Малая Калужская көшесі, 1, Мәскеу, 119071, Ресей

⁴ Наманган мемлекеттік техникалық университеті, 160107, Өзбекстан,
Наманган қ., И.Каримов көшесі, 161)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: ssht51@mail.ru *

Бұл мақалада жеңіл өнеркәсіптің эко-цифрлық трансформациясы аясында тоқыма және тігін өндірісін интеграциялаудың әдіснамалық негіздері қарастырылады. Зерттеу мата құрылымының, үлгіні қайталаудың және киім конструкциясының үйлесімді дизайнына бағытталған «тоқыма материалы - киім» жүйесіне бағытталған. Мақсат - ресурстарды үнемдеуге және жекешелендіруге бағытталған өнім

дизайны үшін бірыңғай сандық ортаны құру тәсілдерін негіздеу. Бұл зерттеу Өзбекстандағы тоқыма өнеркәсібінің стратегиялық даму мақсаттары мен цифрландыру мен тұрақты өндіріске бағытталған жаһандық үрдісті ескере отырып өзекті. Әдістеме жүйелік тәсілге, ақпараттық модельдеу теориясына, үлгі құрамына және сандық мата мен киім дизайны бойынша отандық және халықаралық зерттеулерді талдауға негізделген. Нәтижелер киім бөлшектерінің конфигурациясын негізгі геометриялық пішіндермен салыстыру, үлгіні қайталау мен конструкцияны үйлестіру факторларын ресімдеу және киімге арналған CAD жүйелерін әзірлеуге қойылатын талаптарды тұжырымдау арқылы алынады. Мақалада ұсынылған нәтижелер күрделі үлгі қайталанатын маталардан, ең алдымен жаккардтардан киімдерді жобалауға арналған интеграцияланған CAD шешімдерін әзірлеуде, сондай-ақ киім дизайны мен құрылысы бойынша білім беру бағдарламаларында пайдаланылуы мүмкін. Мақалада мата құрылысының, үлгінің және киім құрылысының үйлестірілген сандық дизайнына көшу тоқыма және киім өнеркәсібінің ресурстарды үнемдейтін, инновациялық дамуының негізгі шарты болып табылатыны туралы қорытынды негізделеді.

Негізгі сөздер: жаккард, мата, киім, киім құрылысы, үлгі құрамы, үлгі қайталануы, композиция, интеграция.

INTEGRATION OF TEXTILE AND GARMENT DESIGN IN THE JOINT DIGITAL DEVELOPMENT OF FABRIC RAPPORT AND GARMENT CONSTRUCTION

^{1,2} S.SH. TASHPULATOV*, ³ E.V. LUNINA,
⁴ M.A. NAZAROVA, ^{1,4} Z.U. ZUFAROVA

⁽¹⁾Tashkent Institute of Textile and Light Industry, 5 Shohjahon Street, Tashkent, 100100, Uzbekistan

²Shandong Vocational University of Foreign Affairs, Weihai Campus No. 788 Changjiang Road,
Yintan Tourist Resort, Rushan City, Weihai City, Shandong Province, China, Postal Code: 264504

³A.N. Kosygin State University of Russia, 1 Malaya Kaluzhskaya Street, 1, Moscow, 119071, Russia

⁴Namangan State Technical University, 161, I. Karimov Street, Namangan, 160107, Uzbekistan)

Corresponding author's e-mail: ssht51@mail.ru*

The article is devoted to the methodological foundations of integrating textile and garment production under the conditions of eco-digital transformation of the light industry. The object of the study is the “textile material – garment” system; the research focus is the coordinated design of fabric structure, pattern repeat (rapport), and garment construction. The aim of the study is to substantiate approaches to creating a unified digital environment for product design oriented toward resource efficiency and personalization. The relevance of the research is determined by the strategic objectives of the development of Uzbekistan’s textile industry and the global trend toward digitalization and sustainable production. The methodology is based on a systems approach, the theory of information modeling, principles of ornamental composition, as well as the analysis of domestic and foreign studies on digital design of textiles and garments. The results include the comparison of garment component configurations with basic geometric figures, the formalization of factors for coordinating fabric pattern repeats and garment construction, and the formulation of requirements for the development of garment CAD systems. The results presented in the article can be used in the development of integrated CAD solutions for designing garments made of fabrics with complex pattern repeats, primarily jacquard fabrics, as well as in educational programs in fashion design and garment construction. The article substantiates the conclusion that the transition to coordinated digital design of fabric structure, ornamentation, and garment construction is a key condition for resource-efficient and innovative development of the textile and garment industry.

Keywords: jacquard, fabric, garments, garment construction, ornamental composition, pattern repeat, composition, integration.

Введение

В мире ведутся научные исследования, направленные на сокращение расхода сырья для текстильной продукции, создание новых материалов и изделий на основе принципов эффективного использования ресурсов, биоинженерии и циклической экономики, а также совершенствование технологий швейно-трикотажного производства. В этом направлении

приоритетное внимание уделяется исследованиям, в том числе по цифровизации отрасли – проектированию одежды с использованием специальных программных средств, внедрению интеллектуальных систем автоматизации производственного цикла, персонализации продукции и интеграции новых материалов с саморегулирующимися функциями. При этом актуальными задачами считаются направления

технологических инноваций легкой промышленности, направленные на устойчивое развитие отрасли и укрепление производственной базы на основе широкого внедрения методов промышленной модернизации, интеграции между отраслями на основе цифровизации.

В Республике Узбекистан реализуются масштабные меры по продвижению текстильной продукции на мировой рынок и внедрению передовых технологий, освоению высокотехнологичных методов в производстве швейно-трикотажных изделий, разработке и внедрению эффективных конструкторско-технологических решений в соответствии с международными стандартами. В соответствии с планами по стратегическому развитию Узбекистана объем экспорта должен быть доведён до 30 млрд. долларов США, необходимо увеличить долю готовых изделий и полуфабрикатов в структуре экспорта в 3,3 раза, расширить поставки готовой продукции в страны Европы в рамках инициативы ВСП+, добиться полной переработки хлопковой пряжи внутри страны, полностью удовлетворить внутренний и внешний спрос на высококачественную текстильную продукцию. При реализации этих задач важно, в частности, учитывать необходимость эколого-цифровой трансформации отрасли, разработки методологических основ цифрового проектирования и производства адаптивной одежды на основе ресурсосберегающих технологий, формирования устойчивых и персонализированных проектных решений, интеграции отраслей для выпуска функциональных материалов и технологий, а также перехода от пилотных разработок к стадии промышленного внедрения в условиях цифро-экологической трансформации лёгкой промышленности.

Характерной особенностью современного процесса проектирования изделий легкой промышленности (в том числе и одежды), является проектное опережение [1]. Проектирование является наиболее ответственным этапом жизненного цикла изделия, определяющим качество будущей продукции и экономическую эффективность её производства [2].

В работах, выполненных ранее учеными, заложены предпосылки для разработки комплексного автоматизированного проектирования текстильных материалов для швейных изделий на примере отдельных групп ассортимента изделий. Использование системного подхода при рассмотрении мега-системы «текстильные материалы – одежда» при

проектировании изделий легкой промышленности блестяще реализовано в научных трудах Adanur, S. [3], Chen Y. [4], Gong, R. H. [5], Hu, J. [6], Kadolph, S. J. [7], Shishoo, R. [8], Wang, X. и Hearle, J. W. S. [9], Yang, Y., Li, Y. и Tao, X. [10], Меликова Е.Х. [11], Андреевой Е.Г., Базаева Е.М. и др. [12], Ташпулатова С.Ш. [13], Рудневой С.С., Белик А.И. и Луниной Е.В. [14], Алимбаева Э.Ш. и др. [15] (при проектировании полых тканых полуфабрикатов одежды), Романова В.Е. [16], Черуновой И.В. [17] (при проектировании спецодежды) и других. Вышеописанный подход использован также при проектировании одежды с использованием принципиально нового метода прямой цифровой печати на ткани. На базе этих работ возникло одно из актуальных направлений – проектирование и изготовление текстильных полуфабрикатов, в которых структура материала, орнаментальный раппорт и конструкция швейного изделия задаются и оптимизируются одновременно в единой цифровой среде. Такой подход позволяет рассматривать ткань не как «готовый фон» для конструирования, а как функционально и композиционно сонастроенную с формой изделия оболочку, что особенно важно при работе с тканями сложной структуры и раппорта, в том числе жаккардовыми.

В условиях эколого-цифровой трансформации лёгкой промышленности особую значимость приобретают подходы, позволяющие сократить расход сырья, уменьшить количество опытных образцов и повысить степень персонализации продукции за счёт внедрения цифровых технологий проектирования одежды. Традиционная последовательная схема «готовая ткань – конструирование – раскрой» не обеспечивает достаточной согласованности между структурой текстильного материала, орнаментальным раппортом и геометрией деталей кроя, что приводит к потерям материала, ограничению выразительных возможностей и усложнению обеспечения стабильного качества.

Особенно остро эта проблема проявляется при использовании тканей с сложными раппортами, в том числе жаккардовых, где рисунок формируется в самой структуре переплетения и тесно связан с конструктивными и композиционными решениями изделия. В этих условиях актуальной научной задачей становится разработка методологических основ согласованного цифрового проектирования, в рамках которого структура материала, раппорт орнамента и конструкция швейного изделия

рассматриваются как элементы единой интегрированной системы [18-24].

Материалы и методы исследований

На отдельных этапах работы использовались методы экспертных оценок, теория алгоритмизации и программирования, теория информационного моделирования, метод системного анализа, практические достижения в области проектирования одежды и ткани [25]. Исследования проводились с позиции общеметодологического системного подхода [26].

Результаты и их обсуждение

Развитие интеграционных подходов особенно перспективно при использовании тканей с жаккардовыми переплетениями, поскольку именно эта группа материалов изначально предполагает тесную взаимосвязь структурных и орнаментальных параметров ткани с художественным образом будущего изделия. Жаккард позволяет формировать сложные многослойные раппортные композиции с тонкой проработкой мотива, цвета и фактуры непосредственно в структуре переплетения, что открывает возможности для проектирования фактически готового полуфабриката под конкретные конструктивные решения предметов одежды. В сочетании с известными цифровыми технологиями проектирования жаккардовых тканей становится возможным изначально разрабатывать раппорт и конструкцию изделия как единую систему: расположение мотивов орнамента соотносится с формой деталей кроя, линиями членения. Благодаря этому жаккардовые ткани выступают наиболее перспективным объектом исследований в области интеграции текстильного и швейного производств: они позволяют объединить в едином цифровом цикле проектирование структуры материала, орнаментальной композиции и конструкции швейного изделия, обеспечивая высокую степень индивидуализации продукции при соблюдении требований ресурсосбережения и устойчивого развития отрасли [27].

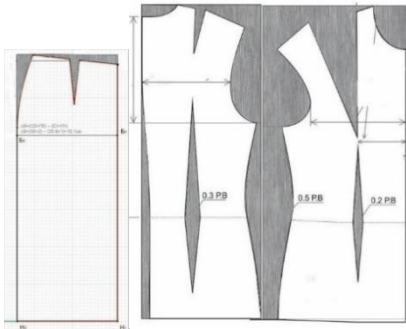
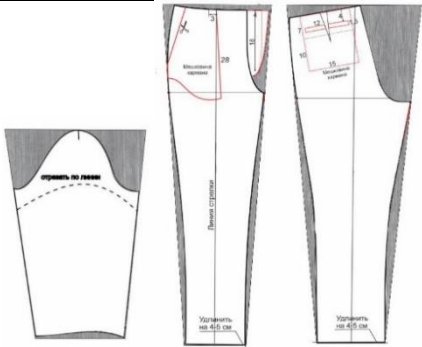
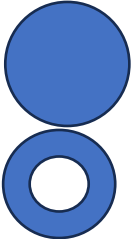
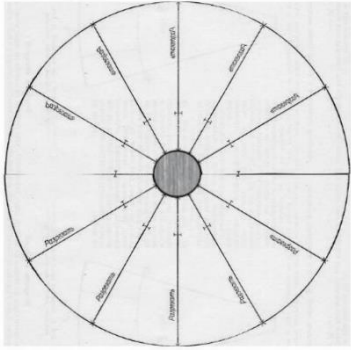
В современном мире имеется огромное разнообразие ассортимента текстильных и швейных изделий, да и мода не стоит на месте, продолжая постоянно предлагать более новые

или временные решения. Это обуславливает многообразие деталей одежды, конфигурация которых также разнообразна. Но, исследуя большое количество моделей, можно прийти к выводу, что большое многообразие деталей конструкций одежды может быть сведено к конечному числу геометрических форм. В основном детали одежды легко вписываются в прямоугольник, трапецию, треугольник, круг, полукруг или овал и др. (табл. 1). Законы вписывания орнамента в геометрические фигуры достаточно разработаны. Приравняв детали кроя к традиционным геометрическим фигурам, можно использовать те же законы для решения вопросов построения композиции полуфабрикатов. Однако в таком случае задача усложняется, так как здесь мы имеем композицию в композиции (1 - композиция внутри детали одежды, 2 - композиция рапорта самого ткацкого рисунка или орнамента ткани данных деталей одежды).

По результатам сопоставления многообразия форм деталей одежды, приравняв их к определенным геометрическим фигурам и вписав их в различные геометрические фигуры, установлено, что в конфигурацию деталей кроя одежды легче вписываются овал, прямоугольник и трапеция. Более сложно происходит вписывание квадрата, равностороннего треугольника и круга. Это обусловлено строением тела человека, тем, что широтные размеры тела человека больше, чем обхватные.

Таким образом, можно использовать законы и средства композиции для укладки орнамента, хотя многие считают, что композиция не подлежит научно-методическому обоснованию, несмотря на то, что именно композиция любого вида изобразительного искусства заранее обдумывается. Ряд правил композиции остаются единственными и обязательными для всех видов изобразительного творчества. Это правила симметрии, устанавливающие закон гармонии пропорций, частей и целого; правила статики и динамики (покоя и движения статистическом решении композиции); правила ритма — закономерного чередования больших и малых форм и ряд других [28, 29].

Таблица 1. Сопоставление конфигурации деталей одежды геометрическим фигурам

Геометрические фигуры, соответствующие основным деталям одежды			Наименование деталей одежды, вписываемых в геометрическую фигуру
Фигура	Примеры, вид 3D	Примеры, вид 2D	
			перед, спинка, кокетка спинки, рукав, детали полотнища юбки, манжета, карманы и т.д.
			рукав, манжета, воротник, детали полотнища юбки, передняя и задняя половинки брюк и т.д.
			воротник, детали юбки клеш, солнце - клеш, а также различные декоративные детали или детали, полученные при моделировании и т. д.
			Детали, полученные при моделировании (части юбка-клеш, клинья юбок), декоративные вставки и т.д.

Характерная черта всякого орнамента — неразрывная связь с началом, с общими тенденциями развития искусства в соответствующем времени [30]. Специфика его проявляется не только в органической связи рисунка с оформляемым изделием, назначением последнего — она находит выражение в композиционном построении орнамента [31]. Для орнамента и орнаментальной композиции характерны два состояния: относительный покой и движение [32]. Статика и динамика — вот основа всех закономерностей орнаментального искусства [29, 33].

Статические композиции (в том числе, орнаментальные мотивы) основываются на принципе симметрии, одинаковости; динамические — на принципе асимметрии, противопоставления [34]. Ниже приводится несколько основных законов композиции [35, 36].

Закон пропорциональности в орнаментальной композиции заключается в установлении соразмерности частей в отношении целого и к другой [37]. Эта соразмерность может быть основана на равенстве или в сопоставлении любых характеристик орнаментальных мотивов и орнаментов [30]. Пропорциональные отношения всегда играли особо важную роль в архитектуре и прежде всего, надо назвать золотое сечение [29].

Закон соподчинения — разное звучание выразительных средств орнаментальной композиции обеспечивается выделением из их числа основных и подчинения им второстепенных [38]. Закон соподчинения в штучных композициях трансформируется в закон доминанты, т.е. господствующей идеи [39]. Всегда в композиции отчетливо выделяется один или несколько орнаментальных мотивов по размерам, форме, фактуре и цвету [40].

Закон трехкомпонентности, смысл которого заключается в том, что для убедительного выражения сложного и разнообразного движения орнаментальных мотивов необходимо показать в композиции три фазы движения (три разных размера, три разных интервала между мотивами) и периодически их повторять [40]. Число «три» является тем минимальным, которое позволяет достаточно четко определить разнообразие какого-либо явления [41].

Закон контраста — взаимодействие контрастных элементов взаимно усиливает и обостряет их противоположные свойства, а взаимодействие родственных элементов смягчает и нивелирует их качества [42]. Как правило, группирование следует из закона контраста [40]. Оно формируется следующим образом: части, подобные по размерам, форме, цвету и близкие

по расстоянию, имеют тенденцию к зрительному объединению в одно целое [43].

Закон орнаментального контрапункта - построение орнаментальных мотивов возможно из ряда замкнутых элементов путем соединения их в целостный орнаментальный образ [44].

Закон простоты - максимальной убедительности и выразительности орнаментального образа следует добиваться минимальными средствами при максимальном определении подробностей [43]. Среди многообразия орнаментальных композиций чаще всего встречаются раппортные композиции. Наибольшее распространение раппортные рисунки получили при орнаментации тканей [45].

Закономерное повторение раппорта по горизонтальным и вертикальным рядам образует раппортную сетку — конструктивную основу рисунка [46]. Такой раппорт получил название сплошного сетчатого, или коврового раппорта (ковры, ткани, мозаики, обои и т.п.). В нем мотив вписан в прямоугольную или наклонную сетку, т.е., в прямоугольник или ромб [47].

Часто встречается необходимость раппортного повторения рисунка не в двух направлениях, а только в одном [48]. Это так называемый ленточный раппорт: мотив закономерно повторяется только в одном направлении, образуя вертикальные или горизонтальные орнаментальные ряды [49]. Например, ткани с каймовым рисунком, всевозможные декоративные обрамления, полосы, фризы, филенки и т.п. Мотив чаще всего вписывается в прямоугольник или ромб; в случае ленточных обрамлений сложных фигур, многоугольных или круглых, мотив может быть вписан в трапецию [47].

Из вышеизложенного следует, что по форме существует несколько разновидностей раппорта. Самая распространенная — это прямоугольная форма. В принципе раппортом может служить не только прямоугольная, но и любая другая форма, способная без промежутков заполнить декорируемую поверхность. В связи с разными композиционными задачами соотношение между высотой и шириной раппорта можно менять. Существуют раппорты и сложной формы. Построение таких раппортов облегчает решение некоторых композиционных задач. Например, если в раппорте приходится размещать много мотивов в различных динамических движениях, тогда сложная форма его позволяет обеспечить незаметный переход мотивов на стыках с соседними раппортами [47].

Приемы композиции во всех художественных произведениях стоят в тесной связи с

основным идейным замыслом художника, эмоциональным складом его натуры [50]. Работа над композицией заключается в сознательном нахождении композиционных решений в каждом отдельном случае в зависимости от поставленных задач, от всего творческого отношения к миру [51].

В значительной степени характер композиции определяется ритмом – одним из важнейших художественных средств создания произведения декоративно-прикладного искусства [52]. Последовательное распределение элементов композиции художественного произведения – увеличение или уменьшение расстояний между ними, изменение наполненности узором к краям или середине изделия, также варьирование движения в определенном ритме [53, 54].

Ритмическое построение в текстильном рисунке достигается различными приемами:

раппортным повторением узора, при котором элементы позиции равномерно чередуются на плоскости изделия, на основе различного типа сеток [55]. Сетка может быть построена из квадратов, угольников, ромбов, прямоугольников, расположенных в определенном порядке [56]. Такое расположение чаще всего встречается в метровых декоративных и плательных тканях [57]. В отличие от метровых тканей здесь размер и расположение раппорта должны быть рассчитаны таким образом, чтобы по краям изделия он укладывался целиком [58];

расположение рисунка и его элементов может быть по убывающему или нарастающему ритму. Этот прием можно проследить в старинных образцах прикладного искусства: в тканых и вышитых фартуках, полотенцах, рукавах, подолах женских и мужских рубаш, с характерным для них необычайным богатством ритмических сочетаний орнаментальных полос;

симметричным построением рисунка. Симметрию следует воспринимать не только как зеркальное повторение рисунка относительно вертикальной или горизонтальной оси [55]. Она может иметь и диагональное направление или произвольный наклон [52]. Зачастую ритмическую организацию рисунка упрощенно понимают только как симметричное двух- или трехкратное повторение, какого-либо мотива [57]. Как правило, при таком композиционном построении получаются механические стыки в местах соединения повторяющихся орнаментальных групп [52]. Из всех возможных симметричных построений наиболее интересна обратная симметрия, когда орнаментальная группа повторяется относительно оси симметрии в перевернутом на 180° изображении [51], при этом рисунок должен

логически развиваться в соответствии с задуманным решением;

свободным распределением орнамента по всей плоскости украшаемой детали [50]. В этом случае элементы, расположенные на противоположных краях изделия, уравновешенны – они сходны по величине общему силуэту [56]. Это не исключает и таких решений, при котором рисунком может быть заполнен только один угол или одна сторона детали или целого швейного изделия [51], при этом равновесие композиции может быть достигаться цветовым решением [56].

Ритмически организованный рисунок легко превращается в орнамент – основу композиции [56]. Но не следует думать, что орнамент – это только многократное повторение сходных элементов рисунка [50]. Орнаментом, например, может быть одна ветка, свободно размещенная в квадрат или прямоугольник [56]. В ней не повторяется ни один цветок, ни один лист, но отдельные группы, просветы фона между ними, сам характер изображения воспринимаются как орнамент, так как они образуют ритмический повтор сходных между собой форм. Следует начинать с наброска позиционной схемы в натуральную величину или в уменьшенном масштабе [52].

В композициях, построенных на ритмическом сочетании полос и клеток, основой служит цветовой и линейный ритм, соотношение ширины полос и расстояний между ними [52]. Эти работы можно отнести к статичным композициям, например, на том же принципе ритмического членения строятся и рисунки в клетку типа «шотландок» [55, 58].

Описанное разнообразие орнаментальных решений текстильных материалов и способов организации раппортных решений ставит многофакторную задачу при разработке швейных изделий, при решении которой следует учитывать:

- геометрию и тип раппорта (размер, направление, симметрия, сложность мотива, тип повторения);
- расположение ключевых элементов орнамента на деталях кроя и их совмещение с конструктивными линиями;
- стыковку рисунка по швам и в узловых зонах изделия, включая учёт направления долевой, раскрой по косой, наличие вытачек, складок и драпировок, модифицирующих раппорт;
- влияние свойств материала (толщина, растяжимость, усадка, деформации в носке) на визуальное восприятие орнамента и точность совпадения раппорта после влажно-тепловой обработки и эксплуатации;
- технологические и экономические

ограничения производства (дополнительный расход материала на совмещение рисунка, точность настилки и раскроя и т.д.).

Таким образом, решение перечисленной многофакторной задачи возможно только при переходе к новому уровню цифрового проектирования, когда параметры орнамента и конструкция изделия рассматриваются не раздельно, а как единая взаимосвязанная система.

Современная интеграция текстильного и швейного производства предполагает переход от раздельного проектирования материала и изделия к совместному цифровому формированию структуры ткани и конструкции швейного изделия. В рамках такого подхода раппорт рисунка или структуры текстильного полотна, в том числе жаккардового, должен разрабатываться одновременно с построением конструкции изделия. Это позволяет ещё на стадии трехмерной примерки обеспечить точное позиционирование мотивов орнамента на деталях кроя и гарантировать стыковку рисунка по линиям швов, бортов и т.д. [58].

Ключевым элементом такой интеграции является цифровая модель текстильного раппорта, связанная с системой координат лекал. Теоретически, при использовании такой цифровой модели в единой информационной среде будут задаваться: параметры раппорта, положение ключевых элементов дизайна относительно базовых линий конструкции (центр переда, линия талии, линия бедер и т.п.) и правила совмещения рисунка по швам.

Однако, для реализации описанного интеграционного подхода существующие САПР одежды требуют целого ряда функциональных расширений. Прежде всего необходимо разработать общий координатный контур для лекал и раппорта ткани. САПР должна поддерживать импорт и редактирование цифровых раппортов и выполнять привязку их к системе координат лекал с возможностью интерактивного смещения, масштабирования и поворота рисунка относительно деталей кроя. В систему следует встроить базу правил, учитывающих ограничения ткачества (минимальный шаг раппорта, допустимые смещения при настилке и раскрое и т.п.), чтобы уже на этапе проектирования отсекал невыполнимые или экономически нецелесообразные решения.

Помимо этого, при градации конструкции швейного изделия на размерный ряд САПР должна обеспечивать согласованную градацию положения рисунка ткани, чтобы ключевые элементы орнамента сохраняли своё положение относительно фигуры для всех размеров/ростов. Это требует математических алгоритмов совмест-

ной градации лекал и карты раппорта.

Для обеспечения учета раппорта ткани в области конструктивных элементов швейных изделий необходим специализированный модуль САПР, который автоматически анализирует линии швов, сопоставляет раппорт на соединяемых деталях. Система должна предлагать варианты корректировки (сдвиг раппорта, изменение положения лекала в раппорте, локальная коррекция длины линии шва в пределах допусков) для достижения визуально безупречной сочлененности орнаментального решения.

Для оценки интеграции текстильного и швейного проектирования необходима 3D-примерка, в которой на виртуальной фигуре отображается не только форма изделия, но и реальное расположение орнамента, стыковка рисунка по швам, деформация раппорта при натяжении на фигуре, что позволит ещё на стадии проектирования корректировать как конструкцию, так и текстильный дизайн.

Перечисленные необходимые для интеграционного подхода пути развития САПР одежды позволят перейти от традиционной схемы «готовая ткань – конструирование – раскрой» к согласованному цифровому проектированию тканевой структуры, раппорта и конструкции швейного изделия, при котором текстильное и швейное производство рассматриваются как единая интегрированная система.

Заключение

Проведённое исследование показало, что эффективная интеграция текстильного и швейного производств требует перехода от традиционной последовательной схемы «ткань – конструкция – раскрой» к согласованному цифровому проектированию структуры материала, раппорта и конструкции изделия как единой системы. Обосновано, что композиционные законы орнамента и геометрия деталей кроя могут быть согласованы на стадии виртуального проектирования, что особенно перспективно при работе с жаккардовыми тканями, где рисунок формируется в самой структуре переплетения. Показана необходимость доработки САПР одежды: введения общего координатного контура для лекал и раппорта, модулей контроля стыковки рисунка по швам, согласованной градации и 3D-примерки с учётом реальной деформации материала. Реализация предложенных подходов создаёт предпосылки для ресурсосберегающих технологий, персонализированного дизайна и промышленного внедрения цифровых решений в лёгкой промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронная библиотека РГБ. — URL: <https://dlib.rsl.ru/01002769109>
2. Т.В. Головова, С.В. Конькова Методы проектирования в конструировании и моделировании одежды // Традиционное прикладное искусство и образование. 2025. №1. URL: <https://cyber-leninka.ru/article/n/metody-proektirovaniya-v-konstrui-rovanii-i-modelirovani-odezhdy>
3. S. Adanur, (2014). Handbook of Weaving. CRC Press. — URL: <https://www.amazon.com/ Handbook-Weaving-Sabit-Adanur/dp/1587160137>
4. R.H. Gong & Y. Chen, (2018). Seamless garment manufacturing and 3D woven preforms. Textile Research Journal, 88(10), 1152–1164.
5. R.H. Gong, (2015). Developments in 3D nonwovens. In X.G. Chen (Ed.), Advances in 3D Textiles (pp. 183–203). Woodhead Publishing. — DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-214-3.00008-5>
6. J. Hu, (Ed.). (2016). 3D Fibrous Assemblies: Properties, Applications and Modelling. Woodhead Publishing.
7. S.J. Kadelph, (2010). Textiles (11th ed.). Pearson.
8. R. Hishoo, (Ed.). (2015). The Global Textile and Clothing Industry. Woodhead Publishing.
9. X. Wang & J.W.S. Hearle, (2011). Engineering of Textile Structures. Woodhead Publishing.
10. Y. Yang, Y. Li, & X. Tao, (2020). Digital design and manufacturing of Jacquard woven fabrics. Journal of Industrial Textiles, 49(6), 742–758.
11. Е.Х. Меликов, (1986). Разработка и исследование методов формования деталей одежды: (Автореф. дис. ... д-ра техн. наук, Москва.
12. Е.Г. Андреева, Е.М. Базаев, и др. (2021). Актуальные направления и инновационные подходы проектирования швейных изделий как оболочек сложной пространственной формы. Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина.
13. С.Ш. Ташпулатов, (2008). Разработка высокоэффективной ресурсосберегающей технологии изготовления швейных изделий : Автореф. дис. ... д-ра техн. наук, Ташкент.
14. С.С. Руднева, А.И. Белик, & Е.В. Лунина, (2021). Модульный метод проектирования в разработке дизайнпроектов швейных изделий с унифицированными деталями кроя. //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, 2(392), 93–98. — DOI: https://doi.org/10.47367/0021-3497_2021_2_93
15. С.Ш. Ташпулатов, Э.Ш. Алимбаев, & А. Джумаев, (2025). Тканая бесшовная оболочка. Патент UZ № IAP 03748, заявка № IAP 20050422 от 12.12.2005.
16. В.Е. Романов, (1981). Системный подход к проектированию специальной одежды. //Лёгкая и пищевая промышленность.
17. И.В. Черунова, (2008). Теоретические основы комплексного проектирования специальной теплозащитной одежды : Автореф. дис. ... д-ра техн. наук, Шахты.
18. H. McQuillan, (2020). Digital 3D design as a tool for augmenting zero-waste fashion design practice. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 13(1), 89–100. — DOI: <https://doi.org/10.1080/17543266.2020.1737248>
19. X. Tao, X. Chen, X. Zeng, & L. Koehl, (2018). A customized garment collaborative design process by using virtual reality and sensory evaluation on garment fit. Computers & Industrial Engineering, 115, 683–695. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.10.023>
20. E. Papachristou, D. Kalaitzi, & V. Pissas, (2023). A methodological framework for the integration of 3D virtual prototyping into the design development of laser-cut garments. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 18, 1–11. — DOI: <https://doi.org/10.1177/15589250231194621>
21. Dal Forno, A.J., Bataglini, W.V., F. Steffens, & A.A. Ulson de Souza, (2021). Industry 4.0 in textile and apparel sector: a systematic literature review. Research Journal of Textile and Apparel, 27(1), 95–117. — DOI: <https://doi.org/10.1108/RJTA-08-2021-0106>
22. I. Tyurin, S. Tashpulatov, V. Belgorodsky, & E. Andreeva, (2023). Mathematical modeling of viscoelastic foam material for design of filtering respirators. E3S Web of Conferences, 371, 02055. — DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337102055>
23. I.N. Tyurin, V.V. Getmantseva, E. G. Andreeva, & V.S. Belgorodsky, (2023). Numerical simulation of the pressure of a compression shell for sports purposes. Fibre Chemistry, 54(5), 333–336. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s10692-023-10403-z>
24. I.N. Tyurin, Z.U. Zufarova, A.G. Kuzmin, & A.V. Firsov, (2023). Numerical simulation and image analysis of compression properties of heterogeneous neoprene material. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, (5), 175–183. — DOI: https://doi.org/10.47367/0021-3497_2023_5_175
25. Электронная библиотека РГБ. — URL: <https://dlib.rsl.ru/01002334448>
26. Разработка исходной информации для формирования рационального гардероба и ассортимента детской одежды для школьников. — URL: <https://tekhnosfera.com/razrabotka-ishodnoy-informat-siidlyaformirovaniya-ratsionalnogo-garderoba-i-assortimentta-detskoyodezhdy-dlya-shkolnikov>
27. И.Н. Тюрин, & С.Ш. Ташпулатов, (2025). Научные основы цифрового проектирования и изготовления одежды на основе принципов ресурсосбережения: монография (под ред. С.Ш. Ташпулатова). ЗАО «Университетская книга». — URL: [suspicious link removed]
28. О.С. Чеснокова, & В.Г. Кураев, (2018). Лабораторный практикум по дисциплине «Художественная роспись ткани»: Учебно-методическое пособие. Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина.
29. Основы декоративно-прикладного искусства. — URL: https://knowledge.allbest.ru/culture/3c0a65635a2ad78b5d43a89521206d37_0.html
30. В.Н. Козлов, (2017). Основы художественного оформления текстильных изделий. — URL: <http://library.lgaki.info:404/2017/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%2>

0%D0%9D_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B.pdf

31. Документация и методические материалы. — URL: <https://rudocs.exdat.com/docs/index-59401.html>

32. Дипломная работа. — URL: <https://diplom-ba.ru/work/100789>

33. И.В. Заргарян, (2014). Принципы и законы построения орнамента в процессе изучения дисциплины «ДПИ». //Проблемы современного педагогического образования, (44–2), 124–129.

34. Учебные лекции по текстильному дизайну. — URL: <https://lektisii.net/4-123571.html>

35. Л.В. Фокина, (2005). Орнамент (3-е изд., перераб. и доп.). Феникс.

36. Дозаторы: статьи и обзоры. — URL: https://russkayaferma.ru/stati/dozatory/?sphrase_id=2674153

37. Электронно-библиотечная система Руконт. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/192103/info>

38. Электронно-библиотечная система Руконт. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/641054/info>

39. Рабочая программа дисциплины «Искусство костюма и текстиля» (2023). Алтайский государственный университет. — URL: https://www.asu.ru/files/sveden/education/tpd/RPD_54_03_03_iskusstvo%20kostyuma%20i%20tekstilya_dkvim-2023_2023_26.06.2023.pdf

40. Р.Н. Саляхутдинов, (2015). Основы создания орнаментальной композиции: Методические указания. КГАСУ. — URL: https://www.kgasu.ru/upload/iblock/cb2/Osnovy-sozdaniya-ornamentalnoy-kompozitsii-Metodicheskie-ukazaniya.-Sost.R.N.-Salyakhutdinov.-Kazan-KGASU_-2015g.-_21-s..pdf

41. Документ электронного архива. — URL: <http://db1.plagiat.uz/documents/43654050116d569176c6feb9e918ee248ef87b0b73c4c58188bcbcd624c242d>

42. Электронный архив УрФУ. — URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/117120/1/978-5-7996-3546-6_2022.pdf

43. А.В. Поверина, Программа «Орнамент». — URL: <https://dshiparus.ru/data/documents /programma-ornamentPOVERINA-.docx.pdf>

44. Электронная библиотека РГБ. — URL: <https://dlib.rsl.ru/01003322259>

45. Электронно-библиотечная система Руконт. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/245288/info>

46. А.В. Жарикова, Раппорт в орнаменте. — URL: <https://молодойученый.рф/raznoe/rapport-v-ornamente-eto-rapport-kak-chast-ornamenta-avtor-zharikova-anna-vladimirovna.html>

47. Декоративно-прикладное искусство и орнамент. — URL: https://knowledge.allbest.ru/culture/3c0a65635a2ad78b5d43a89521206d37_0.html

48. А.В. Жарикова, Раппорт как часть орнамента. — URL: <https://молодойученый.рф/raznoe/rapport-v-ornamente-eto-rapport-kak-chast-ornamenta-avtor-zharikova-anna-vladimirovna.html>

49. Сборник материалов конференции ДИСК-2022 (Часть 3). РГУ им. А.Н. Косыгина. — URL: <https://rguk.ru/upload/medialibrary/304/vnnprueg9i479rhj8j2yqfd1yq9yurku/Часть%203%20ДИСК-2022.pdf>

50. Библиофонд: электронная библиотека. — URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=662299>

51. Турбореферат: Краски лета. — URL: https://www.turboreferat.ru/art/kraski-leta/240133-121_7519-page1.html

52. Методический материал по предмету «Батик» на тему «Композиция декоративного текстильного изделия» (2017). Инфоурок. — URL: <https://infourok.ru/metodicheskiy-material-po-predme-tu-batika-na-temu-kompozitsiya-dekorativnogo-tekstil-nogo-izdeliya-2042944.html>

53. А. Ананьева, Т. Лазарева & М. Нерода, (2005). Вышивание: гладь, ришелье, аппликация. Этерна.

54. Выпускная квалификационная работа. Алтайский государственный университет. — URL: <http://elibrary.asu.ru/xmlui/bitstream/handle/asu/10982/vkr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

55. Библиофонд: учебные материалы. — URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=532704>

56. Методика построения композиции и колорирования (2019). Социальная сеть работников образования nsportal.ru. — URL: <https://nsportal.ru/nportal/kultura-i-iskusstvo/library/2019/10/02/metodika-postroeniya-kompozitsii-i-kolorirovaniya>

57. Проект по технологии «Батик. Фантазия». Инфоурок. — URL: https://infourok.ru/proekt_po_tehnologii_batik_fantaziya-179031.htm

58. S. Lu, P.Y. Mok, & X. Jin, (2017). A new design concept: 3D to 2D textile pattern design for garments. Computer-Aided Design, 89, 35–49. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cad.2017.03.002>

REFERENCES

1. Elektronnaya biblioteka RGB [Russian State Library Electronic Library]. URL: <https://dlib.rsl.ru/01002769109>. (In Russian)

2. T.V. Golovkova, , and S.V. Kon'kova. “Metody proektirovaniya v konstruirovanii i modeli-rovanii odezhdy” [Design Methods in Garment Construction and Modeling]. Traditsionnoe prikladnoe iskusstvo i obrazovanie, no. 1 (2025). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-proektirovaniya-v-konstruirovanii-i-modelirovani-odezhdy>. (In Russian)

3. S. Adanur, Handbook of Weaving. CRC Press, 2014. URL: <https://www.amazon.com/Handbook-Weaving-Sabit-Adanur/dp/1587160137>

4. R.H. Gong, and Y. Chen. “Seamless garment manufacturing and 3D woven preforms.” Textile Research Journal 88, no. 10 (2018): 1152–1164.

5. R.H. Gong, “Developments in 3D nonwovens.” In Advances in 3D Textiles, edited by X. G. Chen, 183–203. Woodhead Publishing, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-214-3.00008-5>

6. J. Hu, ed. 3D Fibrous Assemblies: Properties, Applications and Modelling. Woodhead Publishing, 2016.

7. S.J. Kadoh, Textiles. 11th ed. Pearson, 2010.

8. R. Shishoo, ed. The Global Textile and Clothing Industry. Woodhead Publishing, 2015.

9. X. Wang, and J. W. S. Hearle. Engineering of Textile Structures. Woodhead Publishing, 2011.

10. Y. Yang, Y. Li, and X. Tao. “Digital design and manufacturing of Jacquard woven fabrics.” Journal of Industrial Textiles 49, no. 6 (2020): 742–758.

11. E.Kh. Melikov, "Razrabotka i issledovanie metodov formovaniya detalei odezhdy" [Development and Research of Methods for Forming Clothing Parts]. Extended abstract of Doctoral dissertation, Moscow, 1986. (In Russian)
12. E.G., Andreeva, E.M. Bazaev, et al. Aktual'nye napravleniya i innovatsionnye podkhody proektirovaniya shveynykh izdeliy kak obolochek slozhnoy prostranstvennoy formy [Current Directions and Innovative Approaches to the Design of Sewing Products as Shells of Complex Spatial Shape]. Moscow: Kosygin Russian State University, 2021. (In Russian)
13. S.Sh. Tashpulatov, "Razrabotka vysoko-effektivnoy resursosberegayushchey tekhnologii izgotovleniya shveynykh izdeliy" [Development of a Highly Efficient Resource-Saving Technology for the Manufacture of Garments]. Extended abstract of Doctoral dissertation, Tashkent, 2008. (In Russian)
14. S.S. Rudneva, A.I. Belik, and E.V. Lunina. "Modul'nyy metod proektirovaniya v razrabotke dizayn-proektov shveynykh izdeliy s unifikirovannymi detal'yami kroya" [Modular Design Method in the Development of Garment Design Projects with Unified Cut Parts]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, no. 2 (392) (2021): 93–98. DOI: https://doi.org/10.47367/0021-3497_2021_2_93. (In Russian)
15. S.Sh. Tashpulatov, E.Sh. Alimbaev, and A. Dzhuraev. Tkanaya besshovnaya obolochka [Woven Seamless Shell]. Patent UZ No. IAP 03748, application No. IAP 20050422 dated December 12, 2005 (2025). (In Russian)
16. V.E. Romanov, Sistemnyy podkhod k proektirovaniyu spetsial'noy odezhdy [System Approach to the Design of Special Clothing]. Moscow: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1981. (In Russian)
17. I.V. Cherunova, "Teoreticheskie osnovy kompleksnogo proektirovaniya spetsial'noy teplozashchitnoy odezhdy" [Theoretical Foundations of Integrated Design of Special Thermal Protective Clothing]. Extended abstract of Doctoral dissertation, Shakhty, 2008. (In Russian)
18. H. McQuillan, "Digital 3D design as a tool for augmenting zero-waste fashion design practice." *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 13, no. 1 (2020): 89–100. DOI: <https://doi.org/10.1080/17543266.2020.1737248>
19. X. Tao, X. Chen, X. Zeng, and L. Koehl. "A customized garment collaborative design process by using virtual reality and sensory evaluation on garment fit." *Computers & Industrial Engineering* 115 (2018): 683–695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.10.023>
20. E. Papachristou, D. Kalaitzi, and V. Pissas. "A methodological framework for the integration of 3D virtual prototyping into the design development of laser-cut garments." *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 18 (2023): 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1177/15589250231194621>
21. A.J. Dal Forno, W.V. Bataglini, F. Steffens, and A.A. Ulson de Souza. "Industry 4.0 in textile and apparel sector: a systematic literature review." *Research Journal of Textile and Apparel* 27, no. 1 (2021): 95–117. DOI: <https://doi.org/10.1108/RJTA-08-2021-0106>
22. I. Tyurin, S. Tashpulatov, V. Belgorodsky, and E. Andreeva. "Mathematical modeling of viscoelastic foam material for design of filtering respirators." *E3S Web of Conferences* 371 (2023): 02055. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337102055>
23. I.N. Tyurin, V.V. Getmantseva, E.G. Andreeva, and V. S. Belgorodsky. "Numerical simulation of the pressure of a compression shell for sports purposes." *Fibre Chemistry* 54, no. 5 (2023): 333–336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10692-023-10403-z>
24. I.N. Tyurin, Z.U. Zufarova, A.G. Kuzmin, and A.V. Firsov. "Numerical simulation and image analysis of compression properties of heterogeneous neoprene material." *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, no. 5 (2023): 175–183. DOI: https://doi.org/10.47367/0021-3497_2023_5_175. (In Russian)
25. Elektronnaya biblioteka RGB [Russian State Library Electronic Library]. URL: <https://dlib.rsl.ru/-0100-2334448>. (In Russian)
26. Razrabotka iskhodnoy informatsii dlya formirovaniya ratsional'nogo garderoba i assortimenta detskoy odezhdy dlya shkol'nikov [Development of Initial Information for the Formation of a Rational Wardrobe and Assortment of Children's Clothing for Schoolchildren]. URL: <https://tekhnosfera.com/razra-botka-ishodnoy-informatsii-dlyaformirovaniya-ratsional'nogo-garderoba-i-assortimenta-detskoyodezhdy-dlya-shkolnikov>. (In Russian)
27. I.N. Tyurin, and S.Sh. Tashpulatov. Nauchnye osnovy tsifrovogo proektirovaniya i izgotovleniya odezhdy na osnove printsipov resursosberezheniya: monografiya [Scientific Foundations of Digital Design and Garment Manufacturing Based on Resource Conservation Principles: Monograph]. Edited by S.Sh. Tashpulatov. Kursk: Universitetskaya kniga, 2025. URL: [suspicious link removed]. (In Russian)
28. O.S. Chesnokova, and V.G. Kuraev. Laboratornyy praktikum po distsipline "Khudozhes-tvennaya rospis' tkani": Uchebno-metodicheskoe posobie [Laboratory Workshop in the Discipline "Artistic Fabric Painting": Teaching Aid]. Yelets: Yelets State University named after I.A. Bunin, 2018. (In Russian)
29. Osnovy dekorativno-prikladnogo iskusstva [Foundations of Decorative and Applied Arts]. URL: https://knowledge.allbest.ru/culture/3c0a65635a2ad78b5d43a89521206d37_0.html. (In Russian)
30. V.N. Kozlov, Osnovy khudozhestvennogo oformleniya tekstil'nykh izdeliy [Foundations of Artistic Design of Textile Products]. 2017. URL: http://library.lgaki.info:404/2017/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%20%D0%9D_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B.pdf. (In Russian)
31. Dokumentatsiya i metodicheskie materialy [Documentation and Methodological Materials]. URL: <https://rudocs.exdat.com/docs/index-59401.html>. (In Russian)
32. Diplomnaya rabota [Diploma Work]. URL: <https://diplomba.ru/work/100789>. (In Russian)
33. I.V. Zargaryan, "Printsipy i zakony postroe-niya ornamenta v protsesse izucheniya distsipliny 'DPI'" [Principles and Laws of Ornament Construction in the Study of Decorative and Applied Arts]. *Problemy sovremennogo*

pedagogicheskogo obrazovaniya, no. 44-2 (2014): 124–129. (In Russian)

34. Uchebnye leksii po tekstil'nomu dizaynu [Lectures on Textile Design]. URL: <https://leksii.net/4-123571.html>. (In Russian)

35. L.V. Fokina, Ornament [Ornament]. 3rd ed. Rostov-on-Don: Phoenix, 2005. (In Russian)

36. Dozatory: stat'i i obzory [Dispensers: Articles and Reviews]. URL: https://russkayaferma.ru/stati/dozatory/?sphrase_id=2674153. (In Russian)

37. Elektronno-bibliotchnaya sistema Rukont [Rucont Digital Library System]. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/192103/info>. (In Russian)

38. Elektronno-bibliotchnaya sistema Rukont [Rucont Digital Library System]. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/641054/info>. (In Russian)

39. Rabochaya programma distsipliny "Iskusstvo kostyuma i tekstilya" [Syllabus of the Discipline "Art of Costume and Textiles"]. Barnaul: Altai State University, 2023. URL: https://www.asu.ru/files/sveden/education/rpd/RPD_54_03_03_iskusstvo%20kostyuma%20i%20teksilya_dkvim-2023_2023_26.06.2023.pdf. (In Russian)

40. R.N. Salyakhutdinov, Osnovy sozdaniya ornamental'noy kompozitsii: Metodicheskie ukazaniya [Foundations of Creating an Ornamental Composition: Methodological Guidelines]. Kazan: KSUAE, 2015. URL: https://www.kgasu.ru/upload/iblock/cb2/Osnovy-sozdaniya-ornamentalnoy-kompozitsii.-Metodicheskie-ukazaniya.-Sost.R.N.-Salyakhutdinov.-Kazan-KGASU_-2015g._-21-s..pdf. (In Russian)

41. Dokument elektronnoy arkhiva [Electronic Archive Document]. URL: <http://db1.plagiat.uz/documents/43654050116d569176c6feb9e918eee248ef87b0b73c4c58188bcbcd624c242d>. (In Russian)

42. Elektronnyy arkhiv UrFU [UrFU Digital Archive]. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/117120/1/1978-5-7996-3546-6_2022.pdf. (In Russian)

43. A.V. Poverina, Programma "Ornament" [Program "Ornament"]. URL: <https://dshi-parus.ru/data/documents/programma-ornamentPOVERINA-.docx.pdf>. (In Russian)

44. Elektronnaya biblioteka RGB [Russian State Library Electronic Library]. URL: <https://dlib.rsl.ru/01003322259>. (In Russian)

45. Elektronno-bibliotchnaya sistema Rukont [Rucont Digital Library System]. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/245288/info>. (In Russian)

46. A.V. Zharikova, Rapport v ornamente [Repeat in Ornament]. URL: <https://молодой-ученый.рф/raznoe/rapport-v-ornamente-eto-rapport-kak-chast-ornamenta-avtor-zharikova-anna-vladimir-ovna.html>. (In Russian)

47. Dekorativno-prikladnoe iskusstvo i ornament [Decorative and Applied Arts and Ornament]. URL:

https://knowledge.allbest.ru/culture/3c0a65635a2ad78b5d43a89521206d37_0.html. (In Russian)

48. A.V. Zharikova, Rapport kak chast' ornamenta [Repeat as Part of Ornament]. URL: <https://молодой-ученый.рф/raznoe/rapport-v-ornamen-te-eto-rapport-kak-chast-ornamenta-avtor-zharikova-anna-vladimirovna.html>. (In Russian)

49. Sbornik materialov konferentsii DISK-2022 (Chast' 3) [Proceedings of the DISK-2022 Conference (Part 3)]. Moscow: Kosygin Russian State University, 2022. URL: <https://rguk.ru/upload/medialibrary/304/vnnprueg9i479rhj8j2yqfd1yq9yurku/Часть%203%20ДИСК-2022.pdf>. (In Russian)

50. Bibliofond: elektronnaya biblioteka [Biblio fond: Electronic Library]. URL: <https://www.biblio-fond.ru/view.aspx?id=662299>. (In Russian)

51. Turboreferat: Kraski leta [Turboreferat: Colors of Summer]. URL: <https://www.turboreferat.ru/art/kraski-leta/240133-1217519-page1.html>. (In Russian)

52. Metodicheskiy material po predmetu "Batik" na temu "Kompozitsiya dekorativnogo tekstil'nogo izdeliya" [Methodological Material on the Subject "Batik" on the Topic "Composition of a Decorative Textile Product"]. Infourok, 2017. URL: <https://infourok.ru/metodicheskiy-material-po-predmetu-ba-tik-na-temu-kompozitsiya-dekorativnogo-tekstilnogo-izdeliya-2042944.html>. (In Russian)

53. A. Anan'eva, T. Lazareva, and M. Neroda. Vyshivanie: glad', rishel'e, applikatsiya [Embroidery: Satin Stitch, Richelieu, Appliqué]. Moscow: Eterna, 2005. (In Russian)

54. Vypusknaya kvalifikatsionnaya rabota [Graduation Thesis]. Barnaul: Altai State University. URL: <http://elibrary.asu.ru/xmlui/bitstream/handle/asu/10982/vkr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (In Russian)

55. Bibliofond: uchebnye materialy [Bibliofond: Educational Materials]. URL: <https://www.biblio-fond.ru/view.aspx?id=532704>. (In Russian)

56. Metodika postroeniya kompozitsii i kolorirovaniya [Methodology for Building Composition and Coloring]. Social Network of Education Workers nsportal.ru, 2019. URL: <https://nsportal.ru/npo-spo/kultura-i-iskusstvo/library/2019/10/02/metodika-postroeniya-kompozitsii-i-kolorirovaniya>. (In Russian)

57. Proekt po tekhnologii "Batik. Fantaziya" [Technology Project "Batik. Fantasy"]. Infourok. URL: https://infourok.ru/proekt_po_tekhnologii_batik_fantaziya-179031.htm. (In Russian)

58. S. Lu, P.Y. Mok, and X. Jin. "A new design concept: 3D to 2D textile pattern design for garments." Computer-Aided Design 89 (2017): 35–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cad.2017.03.002>

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДИЗАЙНА И КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННОЙ ДЖИНСОВОЙ ТКАНИ.

И.Ш. ХАКИМЖОНОВ



(Наманганский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, 160107, Наманган, ул. Бобуршоҳ 161)
Электронная почта автора-корреспондента: islomsu25@gmail.com

Данная статья посвящена комплексной оценке параметров дизайна и качества изделий, изготовленных из переработанной джинсовой ткани. Актуальность исследования обусловлена ростом интереса к устойчивому развитию и рациональному использованию текстильных отходов в современной лёгкой промышленности. В работе рассмотрены изделия одежды, аксессуары и предметы интерьера, созданные на основе вторичного сырья, полученного из производственных остатков и бывших в употреблении джинсовых материалов. При разработке образцов использовались различные дизайнерские решения, включая лоскутную технику (пэчворк), аппликацию и применение волокнистых наполнителей. Оценка образцов проводилась на основе комплекса показателей, включающих прочностные характеристики, способность материала сохранять форму, износостойкость, эстетические свойства и эргономические параметры. Анализ выполнялся с применением стандартных методов испытаний и сравнительного анализа. Полученные результаты показали, что использование переработанного джинсового сырья в составе материала до 50 % не приводит к существенному ухудшению основных качественных показателей изделий. Напротив, применение креативных дизайнерских решений способствует повышению эстетической привлекательности продукции. В целом установлено, что изделия из переработанного денима обладают достаточными эксплуатационными характеристиками и могут успешно конкурировать на современном рынке экологически ориентированной текстильной продукции.

Ключевые слова: переработанная джинсовая ткань, лоскутная техника (пэчворк), параметры качества, прочность, способность сохранять форму, эстетический вид, эргономика, конкурентоспособность, волокнистый наполнитель, аппликация.

ҚАЙТА ӨНДЕЛГЕН ДЖИНС МАТАСЫНАН ЖАСАЛҒАН БҰЙЫМДАРДЫҢ ДИЗАЙНЫ МЕН САПА ПАРАМЕТРЛЕРІН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

И.Ш. ХАКИМЖОНОВ

(Наманган мемлекеттік техникалық университеті,
Өзбекстан Республикасы, 160107, Наманган қ., Бобуршоҳ көшесі, 161)
Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: islomsu25@gmail.com

Бұл мақала қайта өңделген джинс матасынан жасалған бұйымдардың дизайн және сапа параметрлерін кешенді бағалауға арналған. Зерттеудің өзектілігі қазіргі жеңіл өнеркәсіпте тұрақты даму қағидаларына қызығушылықтың артуымен және тоқыма қалдықтарын ұтымды пайдаланудың маңыздылығымен байланысты. Жұмыста өндірістік қалдықтар мен пайдаланудан шыққан джинс материалдарынан алынған екінші реттік шикізат негізінде жасалған киім, аксессуарлар және интерьер бұйымдары қарастырылды. Үлгілерді әзірлеу барысында әртүрлі дизайнерлік шешімдер қолданылды, соның ішінде құрақ техникасы (пэчворк), аппликация және талшықты толтырғыштарды пайдалану. Үлгілерді бағалау беріктік сипаттамалары, материалдың пішінді сақтау қабілеті, тозуға төзімділігі, эстетикалық қасиеттері және эргономикалық параметрлерін қамтитын көрсеткіштер кешені негізінде жүргізілді. Талдау стандартталған сынақ әдістері мен салыстырмалы талдау арқылы орындалды. Зерттеу нәтижелері қайта өңделген джинс шикізатын материал құрамында 50 %-ға дейін пайдалану бұйымдардың негізгі сапа көрсеткіштерінің айтарлықтай төмендеуіне әкелмейтінін көрсетті. Керісінше, креативті дизайнерлік шешімдерді қолдану өнімнің эстетикалық тартымдылығын арттырады. Жалпы алғанда, қайта өңделген денимнен жасалған бұйымдардың пайдалану сипаттамалары жеткілікті деңгейде екені және олардың экологиялық бағытталған заманауи тоқыма өнімдері нарығында табысты бәсекелесе алатыны анықталды.

Негізгі сөздер: қайта өңделген джинс матасы, құрақ техникасы (пэчворк), сапа параметрлері, беріктік, пішінді сақтау қабілеті, эстетикалық көрініс, эргономика, бәсекеге қабілеттілік, талшықты толтырғыш, аппликация.

COMPREHENSIVE EVALUATION OF DESIGN AND QUALITY PARAMETERS OF PRODUCTS MADE FROM RECYCLED DENIM FABRIC SPORTSWEAR DESIGN

I.SH. KHAJIMZHONOV

(Namangan State Technical University, Republic of Uzbekistan,
160107, Namangan, Boburshoh St. 161)

Corresponding author's email: islomsu25@gmail.com

This article is devoted to the comprehensive evaluation of the design and quality parameters of products made from recycled denim fabric. The relevance of the study is обусловлена increasing interest in sustainable development and the rational use of textile waste in the modern light industry. The study examines clothing, accessories, and interior items created from secondary raw materials obtained from production waste and post-consumer denim materials. Various design solutions were applied in the development of the samples, including patchwork techniques, appliqué, and the use of fibrous filling materials. The evaluation of the samples was carried out based on a set of indicators including strength characteristics, the ability of the material to retain its shape, wear resistance, aesthetic properties, and ergonomic parameters. The analysis was performed using standardized testing methods and comparative analysis. The results showed that the use of recycled denim raw materials up to 50% in the material composition does not lead to a significant deterioration of the main quality indicators of the products. On the contrary, the use of creative design solutions increases the aesthetic attractiveness of the products. In general, it was found that products made from recycled denim have sufficient performance characteristics and can successfully compete in the modern market of environmentally oriented textile products.

Keywords: recycled denim fabric, patchwork technique, quality parameters, strength, shape retention ability, aesthetic appearance, ergonomics, competitiveness, fibrous filler, appliqué.

Введение

Актуальность темы. В мировой текстильной промышленности в результате широкого распространения концепции «быстрой моды» (fast fashion) проблема текстильных отходов достигла уровня глобального экологического кризиса. Ежегодно в мире производится миллионы тонн текстильной продукции, из которых примерно 73 % отправляется на свалки или сжигается. Особенно значительную долю отходов составляют изделия из джинсовой (деним) ткани как на этапе производства, так и после потребления. Только в Великобритании ежегодно приобретается около 70 миллионов пар джинсов, что приводит к образованию примерно 260 тысяч тонн джинсовых отходов.

В Узбекистане Указом Президента Республики Узбекистан № PF-60 от 28 января 2022 года, утвердившим «Стратегию развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», определены задачи по развитию шелковой и шерстяной промышленности, а также по созданию перерабатывающих кластеров в лёгкой промышленности. В этой связи переработка джинсовых отходов и создание на их основе высококачественной продукции не только способствует решению экологических проблем, но и обеспечивает повышение экономической эффективности за счёт использования

вторичных ресурсов.

Анализ литературы. В последние годы на международном уровне проводится множество исследований, посвящённых созданию продукции из переработанных джинсовых материалов. В исследовании Karmakar и соавторов был изучен процесс механической переработки постпотребительских джинсовых отходов и производство из них трикотажных полотен. Авторы доказали, что при смешивании переработанных волокон с первичными хлопковыми волокнами в количестве до 50% возможно сохранение основных качественных показателей.

Исследования Anasa и соавторов выявили основные ограничения переработки использованных хлопковых джинсовых отходов. Результаты показали, что добавление переработанного сырья более чем на 10 % значительно снижает прочность и растяжимость пряжи. Кроме того, в процессе механической переработки получается лишь 45–50 % полезного волокна, при этом волокна имеют укороченную длину.

В рамках дизайнерского подхода Reiconics, разработанного Santacruz Zaragoza, изучен опыт создания одежды из переработанных джинсовых материалов на основе принципа мономатериала. Данный подход предполагает отказ от сложных смесовых составов и при-

менение экологически безопасных технологий отделки, что обеспечивает возможность дальнейшей переработки изделий.

В исследованиях Siddiqua и соавторов были проанализированы физико-механические свойства (разрыв, прочность на растяжение, прочность швов), стойкость окраски (к стирке и трению), термические характеристики (сопротивление и теплопроводность), а также показатели комфорта (мягкость, жёсткость, воздухопроницаемость) брюк, изготовленных из джинсовых отходов раскроя. Установлено, что прочность переработанных изделий снижается на 4,38 %.

Композитный материал Denimolite, разработанный Myers, демонстрирует возможность создания нового материала для интерьерного дизайна и архитектуры путём объединения джинсовых отходов с био-смолой растительного происхождения.

Среди узбекских исследователей Хакимжонов И.Ш. в своих работах изучал возможности создания новых моделей одежды, аксессуаров и декоративных изделий из джинсовых отходов. В свою очередь, Элмуродов А.А. проанализировал физико-химические свойства текстильных отходов и разработал технологию получения композиционных материалов на их основе.

Нерешённые проблемы. Анализ существующей научной литературы показывает, что исследования, посвящённые комплексной оценке параметров дизайна и качества изделий, изготовленных из переработанной джинсовой ткани, остаются недостаточно разработанными. В частности, влияние дизайнерских методов, таких как лоскутная техника (пэчворк) и аппликация, на качество и конкурентоспособность продукции, а также соответствие переработанных материалов эргономическим и эстетическим требованиям изучено не в полной мере.

Именно эти вопросы определяют основную цель данного исследования — комплексная оценка параметров дизайна и качества изделий, изготовленных из переработанной джинсовой ткани, а также анализ их соответствия рыночным требованиям и конкурентоспособности.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования были выбраны изделия, изготовленные на основе джинсовых отходов, собранных в сотрудни-

честве с Научным центром лёгкой промышленности Узбекистана, Ташкентским институтом текстильной и лёгкой промышленности и Наманганским государственным техническим университетом. Исследование проводилось в 2024–2025 годах в лабораториях указанных учреждений.

Объекты исследования:

1-я категория продукции: одежда (жилет, юбка) и аксессуары (сумка), изготовленные из производственных отходов с использованием лоскутной техники (пэчворк).

2-я категория продукции: предметы интерьера (подушка, декоративное панно), изготовленные с использованием волокнистого наполнителя из бывших в употреблении джинсовых тканей.

3-я категория продукции: декоративные изделия, выполненные комбинированным методом (лоскутная техника + аппликация).

Применённые методы

Определение прочности. Испытания проводились на универсальной испытательной машине ZwickRoell в соответствии со стандартом DIN 53857. Для каждого вида изделия было протестировано по 5 образцов, после чего были рассчитаны средние значения.

Определение способности сохранять форму. Показатель оценивался путём определения изменения размеров изделий (%) после 5 циклов стирки согласно стандарту ISO 5077.

Эргономическая оценка. Проводилась 10 экспертами (дизайнеры, конструкторы, технологи) по 5-балльной системе с учётом удобства ношения, свободы движений и уровня комфорта.

Эстетическая оценка. 15 экспертов-дизайнеров оценивали изделия по 5-балльной системе по таким критериям, как гармония цвета, композиционная целостность и художественная выразительность.

Изучение рыночного спроса. Отношение потребителей к изделиям из переработанного денима изучалось посредством онлайн-опроса (n=120 респондентов) и обсуждений в фокус-группах (n=15).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ физико-механических свойств изделий.

В таблице 1 представлены физико-механические характеристики различных изделий из переработанного денима.

Таблица 1. Физико-механические свойства изделий из переработанного денима

Тип изделия	Содержание переработанного сырья (%)	Разрывная сила (N)	Сохранение формы (%)	Прочность шва (N)
Лоскутный жилет (1-я категория)	100	520 ± 25	3,2 ± 0,3	210 ± 15
Лоскутная сумка (1-я категория)	100	680 ± 30	2,8 ± 0,2	245 ± 20
Подушка с волокнистым наполнителем (2-я категория)	70	—	4,5 ± 0,4	—
Панно, выполненное комбинированным методом (3-я категория)	85	450 ± 20	3,5 ± 0,3	185 ± 12

Как видно из данных таблицы 1, сумка, изготовленная методом лоскутной техники, обладает наибольшей прочностью (680 N), что объясняется конструкцией изделия и комбинацией нескольких слоёв ткани. Разрывная сила лоскутного жилета (520 N) также соответствует эксплуатационным требованиям. В исследованиях Anasa и соавторов отмечалось, что при увеличении доли переработанного сырья более чем на 10 % прочность пряжи значительно снижается. Однако в нашем исследовании изделия, изготовленные даже из 100 % переработанного материала, продемонстрировали достаточные показатели прочности. Это можно объяснить особенностью лоскутной технологии — объединением тканей в несколько слоёв, что способствует повы-

шению общей прочности изделия.

По показателю сохранения формы наилучший результат был зафиксирован у лоскутной сумки (2,8 %). Подушка с волокнистым наполнителем показала относительно более высокую деформацию (4,5 %), что связано с её мягкой конструкцией и свойствами сжимаемости наполнителя. В исследованиях Siddiqua и соавторов было установлено, что прочность изделий из переработанных материалов снижается на 4,38 %. В нашем исследовании данный показатель варьировался от 2,8 % до 4,5 % в зависимости от типа изделия, что подтверждает их выводы.

Анализ эргономических и эстетических характеристик изделий. В таблице 2 представлены результаты экспертной оценки.

Таблица 2. Результаты эргономической и эстетической оценки изделий (по 5-балльной системе)

Тип изделия	Удобство ношения	Свобода движений	Комфорт	Гармония цвета	Композиция	Художественная выразительность
Лоскутный жилет	4,6	4,8	4,5	4,7	4,9	4,8
Лоскутная сумка	4,8	—	4,7	4,9	5,0	4,9
Подушка с волокнистым наполнителем	5,0	—	4,9	4,5	4,6	4,4
Панно, выполненное комбинированным методом	—	—	—	4,8	4,7	4,8

Данные таблицы 2 показывают, что все изделия в высокой степени соответствуют эргономическим и эстетическим требованиям. Наиболее высокие оценки получила лоскутная сумка (5,0 по показателю композиции и 4,9 по художественной выразительности). Это подтверждает концепцию «эмоциональной долго-

вечности» предложенную Santacruz Zaragoza, согласно которой эстетически привлекательные изделия служат дольше и реже превращаются в отходы.

Лоскутный жилет также получил высокие оценки (4,8 по свободе движений и 4,9 по композиции), что свидетельствует о соответ-

ствии изделия эргономическим и эстетическим требованиям. Подушка с волокнистым наполнителем получила наивысшую оценку по показателю комфорта (5,0), однако её эстетические показатели оказались несколько ниже (4,4–4,6), что объясняется её преимущественно функциональным характером.

Отношение потребителей к изделиям из переработанного денима. Результаты онлайн-опроса ($n = 120$) и обсуждений в фокус-группах ($n = 15$) показали следующее:

- 78 % респондентов выразили готовность приобретать изделия, изготовленные из переработанных материалов.

- Основные мотивы покупки: экологическая ответственность (65 %), уникальность продукции (58 %) и доступная цена (42 %).

- 62 % потребителей отметили, что качество изделий из переработанных материалов не уступает изделиям из первичного сырья.

- Наиболее востребованные виды продукции: сумки (72 %), одежда (58 %) и предметы интерьера (45 %).

Полученные результаты согласуются с исследованиями Кармакар и соавторов, в которых было доказано, что использование до 50 % переработанных волокон в составе пряжи возможно без значительного ухудшения качества продукции. Кроме того, мировой рынок *upcycled denim* в 2024 году составил 1,09 млрд долларов и, по прогнозам, достигнет 1,86 млрд долларов к 2031 году, что свидетельствует о

растущем спросе на подобную продукцию.

Влияние дизайнерских экспериментов на качество продукции. В ходе исследования были проанализированы показатели качества изделий, созданных на основе различных дизайнерских подходов (лоскутная техника, аппликация, комбинированные методы).

Лоскутная техника. Соединение тканей в геометрические композиции не только повышает прочность изделия, но и создаёт уникальный эстетический эффект. Однако большое количество швов увеличивает требования к их прочности. В нашем исследовании прочность швов лоскутных изделий составила 185–245 N, что выше нормативного требования (150 N).

Метод аппликации. Использование декоративных элементов повышает эстетическую ценность изделий и положительно влияет на их рыночную привлекательность. Эксперты оценили художественную выразительность изделий с аппликацией в 4,8 балла.

Волокнистый наполнитель. Волокнистые наполнители, полученные путём измельчения использованных джинсовых тканей, являются экологически и экономически эффективным решением для изготовления предметов интерьера. Подобно композитному материалу *Denimolite*, разработанному Myers, в нашем исследовании также было установлено, что такие наполнители обладают высокими изоляционными свойствами.



Рисунок 1. Образцы изделий, изготовленных методом лоскутной техники (пэчворк) из переработанной джинсовой ткани.



Рисунок 2. Влияние различных дизайнерских методов на эстетику изделий (диаграмма).

Анализ конкурентоспособности. На основе полученных данных конкурентоспособность изделий из переработанного денима оценивалась по следующим факторам.

Показатели качества: Все изделия в нашем исследовании соответствуют нормативным требованиям и могут конкурировать с аналогами, изготовленными из первичного сырья.

Экологические преимущества: Производство изделий из переработанного сырья сокращает потребление воды и энергии на 50–70 %, что позволяет претендовать на экологическую сертификацию (GRS, EIM).

Уникальный дизайн: Методы лоскутной техники и аппликации делают каждое изделие уникальным, создавая дополнительную ценность для потребителей.

Ценовой сегмент: Изделия из переработанных материалов занимают средний и высокий ценовой сегмент, ориентируясь на экологически сознательных потребителей.

Заключение

Данное исследование позволило комплексно оценить параметры дизайна и качества изделий, изготовленных из переработанного денима. Изделия, созданные с использованием лоскутной техники, аппликации и волокнистого наполнителя, демонстрируют высокие показатели качества и могут конкурировать с изделиями из первичного сырья. Особенно изделия из лоскутной техники, изготовленные на 100 % из переработанного материала, показали высокую прочность (до 680 N) и эстетические показатели (4,9 балла).

Дизайнерские методы, такие как лоскут-

ная техника и аппликация, повышают эстетическую ценность изделий и положительно влияют на их рыночную привлекательность. Эксперты оценили композиционную целостность изделий, выполненных этими методами, в 4,9–5,0 балла.

Онлайн-опрос показал, что 78 % респондентов готовы приобретать изделия из переработанных материалов, что подтверждает наличие рыночного спроса. Основными мотивами покупки являются экологическая ответственность (65 %) и уникальность продукции (58 %).

Для расширения производства изделий из переработанного денима рекомендуется внедрять систему сертификации (GRS, EIM). Также целесообразно разработать локальные образовательные программы по обучению методам лоскутной техники и аппликации.

Развивая исследования И.Ш. Хакимжонова и А.А. Элмуродова, необходимо создать полный кадастр джинсовых отходов, собираемых в Узбекистане, и усовершенствовать технологии производства изделий для различных целей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. S. Karmakar, A. Majumdar, & B.S. Bu-tola, Valorising post-consumer denims through mechanical recycling and environmental life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 2025.
2. M.S. Anasa, M. Faheemb, & D. Mikucioniene, Challenges and limitations in recycling of post-consumer cotton denim waste into new textiles. *Journal of Natural Fibers*, 2025.
3. C. Santacruz Zaragoza, The Reiconics design approach. *Jeanologia/GRUPO EURO-TREND*, 2025.

4. A. Siddiqua, A.M. Khan, K. Farhana, M.M. Rahman Khan, & F. Faiza, Sustainability in denim manufacturing: Experimental study on recycled denim. *Materials Circular Economy*, 2025.

5. J. Myers, Denimolite: A unique com-posite material made from denim. London South Bank University, 2024.

6. И.Ш. Хакимжонов, Использование отходов джинсовой ткани для создания новых швейных изделий. //Вестник Алматинского технологического университета, 2025.-С. 195–200.

7. А.А. Элмуродов, Особенности переработки текстильных отходов и их физико-химические характеристики. //Универсум: технические науки, 2024, №129.

8. S.N. Elma, From cotton to coffee: Even waste fibers reshaping sustainable denim. *Textile Today*, 2025.

9. Wresearch. Global upcycled denim pro-ducts market (2025–2031): Trends, outlook & forecast. 2025.

10. Candiani Denim. ReLast: Advancing recycled denim. 2025.

11. Abbas-Abadi, Mehrdad & Tomme, Brecht & Goshayeshi, Bahman & Mynko, Oleksii & Wang, Yihan & Roy, Sangram & Kumar, Rohit & Baruah, Bhargav & Clerck, Karen & De Meester, Steven & D’hooge, Dagmar & Van Geem, Kevin. (2025). Advancing Textile Waste Recycling: Challenges and Opportunities Across Polymer and Non-Polymer Fiber Types. *Polymers*. 17. 628. 10.3390/polym17050628.

12. Р. Андрианова, (2023). «Upcycling» в индустрии моды. Научно-практический журнал / КиберЛенинка.

13. Chandra Manivannan, Arun & Panneerselvan, Logeshwaran & Nachimuthu, Gunasekhar & Conaty, Meredith & Palanisami, Thavamani. (2025). Eco-innovative approaches for recycling non-polyester/cotton blended textiles. *Waste Man-agement Bulletin*. 3. 10.1016/j.wmb.2025.02. 001.

14. Guru, Ramratan & Kumar, Anupam & Rani, Jyoti & Fangueiro, Raul & Panigrahi, Satyanarayan & Santhanam, Sakthivel. (2025). Perspective Chapter: Functional Applications in Textile Reuse and Recycling -Enhancing Sustainability and Reducing Environmental Impact. 10.5772/intechopen.1007986.

15. Sari, Burak & Uzumcu, Bunyamin & Özşahin, Kübra. (2024). Analysing the effect of mechanically recycled cotton fibres from pre-consumer wastes on mechanical and fastness properties of knitted fabrics. *International Jcnal of Clothing Science and Technology*. 10.1108/IJCST-03-2024-0059.

REFERENCES

1. Karmakar, S., A. Majumdar, and B. S. Butola. “Valorising post-consumer denims through mechanical recycling and environmental life cycle assessment.” *Journal of Cleaner Production* (2025).

2. M.S. Anasa, M. Faheem, and D. Mikučionienė. “Challenges and limitations in recycling of post-

consumer cotton denim waste into new textiles.” *Journal of Natural Fibers* (2025).

3. Santacruz Zaragoza, C. The Reiconics Design Approach. *Jeanologia/GRUPO EUROTREND*, 2025.

4. A. Siddiqua, A.M. Khan, K. Farhana, M.M. Rahman Khan, and F. Faiza. “Sustainability in denim manufacturing: Experimental study on recycled denim.” *Materials Circular Economy* (2025).

5. J. Myers, Denimolite: A Unique Composite Material Made from Denim. London South Bank University, 2024.

6. I. Sh. Khakimzhonov, “Ispol'zovanie otkhodov dzhinsovoy tkani dlya sozdaniya novykh shveynykh izdeliy” [Using Denim Fabric Waste to Create New Garments]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* (2025): 195–200. (In Russian)

7. A.A. Elmurodov, “Osobennosti pererabotki tekstil'nykh otkhodov i ikh fiziko-khimicheskie kharakteristiki” [Features of Textile Waste Recycling and Their Physicochemical Characteristics]. *Universum: tekhnicheskie nauki*, no. 129 (2024). (In Russian)

8. S.N. Elma, “From cotton to coffee: Even waste fibers reshaping sustainable denim.” *Textile Today* (2025).

9. Wresearch. Global Upcycled Denim Products Market (2025–2031): Trends, Outlook & Forecast, 2025.

10. Candiani Denim. ReLast: Advancing Recycled Denim, 2025.

11. M. Abbas-Abadi, B. Tomme, B. Goshayeshi, O. Mynko, Y. Wang, S. Roy, R. Kumar, B. Baruah, K. De Clerck, S. De Meester, D. D’hooge, and K. Van Geem. “Advancing Textile Waste Recycling: Challenges and Opportunities Across Polymer and Non-Polymer Fiber Types.” *Polymers* 17, no. 5 (2025): 628. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym17050628>

12. R. Andrianova, “‘Upcycling’ v industrii mody” [Upcycling in the Fashion Industry]. *Nauchno-prakticheskiy zhurnal / KiberLeninka* (2023). (In Russian)

13. A. Chandra Manivannan, L. Panneerselvan, G. Nachimuthu, M. Conaty, and T. Palanisami. “Eco-innovative approaches for recycling non-polyester/cotton blended textiles.” *Waste Management Bulletin* 3 (2025). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2025.02.001>

14. R. Guru, A. Kumar, J. Rani, R. Fangueiro, S. Panigrahi, and S. Santhanam. “Perspective Chapter: Functional Applications in Textile Reuse and Recycling — Enhancing Sustainability and Reducing Environmental Impact.” *IntechOpen*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.1007986>

15. B. Sari, B. Uzumcu, and K. Özşahin. “Analysing the effect of mechanically recycled cotton fibres from pre-consumer wastes on mechanical and fastness properties of knitted fabrics.” *International Journal of Clothing Science and Technology* (2024). DOI: <https://doi.org/10.1108/IJCST-03-2024-0059>

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГИДРОКОСТЮМА НА ОСНОВЕ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВОДНЫХ ВИДОВ СПОРТА

^{1,2}З.У. ЗУФАРОВА , ²З.А. МАМАХАНОВА , ^{1,3}С.Ш. ТАШПУЛАТОВ* 

(¹ Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, 100100, Ташкент, улица Шохжахон, 5

² Наманганский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, 160107, Наманган, улица И. Каримова, 161

³ Шаньдунский профессиональный университет иностранных дел, кампус Вэйхай,
улица Чанцзян, 788, туристический комплекс Иньтань, город Рушань, город Вэйхай,
провинция Шаньдун, Китайская Народная Республика, почтовый индекс: 264504)

Электронная почта автора-корреспондента: ssht51@mail.ru*

Статья посвящена разработке методологических подходов к проектированию гидрокостюма на основе формирования классификации водных видов спорта. Целью настоящих исследований является создание инновационных видов серии адаптированных гидрокостюмов по специфике водных видов спорта, повышая надежность и защитные свойства, улучшая комфорт и производительность. Предметом исследования выступает система «человек – гидрокостюм – водная среда», где особое место уделяется защите человека от воздействия внешних факторов путем формирования рациональных вариантов компонентов гидрокостюма с учетом эргономики и динамического соответствия изделия. В статье предложена систематизированная классификация водных видов спорта с учетом характера водной среды, степени её контролируемости, температурных параметров и требований к защитной экипировке. Разработана модель сопряжения типа спортивной дисциплины и характеристик гидрокостюмов (толщина неопрена, конструкция, условия обязательности применения). Особое внимание уделено водному виду спорта «слалом» как видам спорта с максимальной гидродинамической вариативностью и повышенными требованиями к термозащите. Обоснована зависимость выбора экипировки от температурных диапазонов, скорости течения и ветровых условий. Представленная классификация может быть использована при разработке новых видов гидрокостюма с повышенными защитными свойствами, а также при подготовке спортсменов, разработке нормативных требований и совершенствовании материально-технического обеспечения тренировочного процесса.

Ключевые слова: гидрокостюм, конструкция, защита, надежность, применяемые система материалов, водные виды, спорт, внешнее воздействия, факторы.

СУ СПОРТ ТҮРЛЕРІНІҢ ЖІКТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ НЕГІЗІНДЕ ГИДРОКОСТЮМ ДИЗАЙНЫНА ӘДІСТЕМЕЛІК КӨЗҚАРАС

^{1,2}З.У. ЗУФАРОВА, ²З.А. МАМАХАНОВА, ^{1,3}С.Ш. ТАШПУЛАТОВ*

(¹ Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты, Шохжахон көшесі, 5,
Ташкент, 100100, Өзбекстан

² Наманган мемлекеттік техникалық университеті, 160107,
Өзбекстан Республикасы, Наманган қ., И.Каримов көшесі, 161

³ Шаньдун сыртқы істер кәсіптік университеті, Вэйхай кампусы, Чанцзян көшесі, 788,
Иньтан туристік кешені, Рушан қаласы, Вэйхай қаласы, Шаньдун провинциясы,
Қытай Халық Республикасы, Пошталық индекс: 264504)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: ssht51@mail.ru*

Бұл мақалада су спорт түрлерінің жіктелімін әзірлеуге негізделген гидрокостюм дизайнына әдістемелік тәсілдерді әзірлеу қарастырылады. Бұл зерттеудің мақсаты - су спорт түрлерінің нақты қажеттіліктеріне бейімделген, сенімділік пен қорғаныс қасиеттерін арттыра отырып, жайлылық пен өнімділікті жақсартып, инновациялық, арнайы гидрокостюмдер жасау. Зерттеу эргономика мен

динамикалық сәйкестікті ескеретін гидрокостюм компоненттерінің ұтымды дизайнын жасау арқылы киюшіні сыртқы факторлардан қорғауға бағытталған "адам-гидрокостюм-су ортасы" жүйесіне бағытталған. Мақалада су ортасының сипатын, оның басқарылу дәрежесін, температура параметрлерін және қорғаныс құралдарына қойылатын талаптарды ескере отырып, су спорт түрлерінің жүйелі жіктелуі ұсынылады. Спорт түрі мен гидрокостюм сипаттамаларын (неопрен қалыңдығы, дизайны және міндетті пайдалану шарттары) байланыстыратын модель әзірленген. Гидродинамикалық өзгергіштігі максималды және жылу қорғау талаптары жоғары спорт түрі - слалом су спортына ерекше назар аударылады. Жабдықты таңдаудың температура диапазонына, ток жылдамдығына және жел жағдайларына тәуелділігі дәлелденген. Ұсынылған жіктеуді қорғаныс қасиеттері жақсартылған гидрокостюмдердің жаңа түрлерін әзірлеуде, сондай-ақ спортишылдарды дайындауда, нормативтік талаптарда және жаттығу логистикасын жетілдіруде пайдалануға болады.

Негізгі сөздер: гидрокостюм, дизайн, қорғаныс, сенімділік, қолданылатын материалдық жүйелер, су спорт түрлері, спорт түрлері, сыртқы әсерлер, факторлар.

A METHODOLOGICAL APPROACH TO WETSUIT DESIGN BASED ON THE FORMATION OF A CLASSIFICATION OF WATER SPORTS

^{1,2}Z.U. ZUFAROVA, ²Z.A. MAMAHANOVA, ^{1,3}S.SH. TASHPULATOV*

⁽¹⁾ Tashkent Institute of Textile and Light Industry, 5 Shohjahon Street, Tashkent, 100100, Uzbekistan

² Namangan State Technical University, 161, I. Karimov Street, Namangan, 160107, Uzbekistan

³ Shandong Vocational University of Foreign Affairs, Weihai Campus No. 788 Changjiang Road, Yintan Tourist Resort, Rushan City, Weihai City, Shandong Province, China, Postal Code: 264504)

Corresponding author's e-mail: ssht51@mail.ru*

This article is devoted to the development of methodological approaches to wetsuit design based on the classification of water sports. The goal of this research is to create innovative wetsuits adapted to the specifics of water sports, increasing reliability and protective properties, while improving comfort and performance. The subject of the study is the "person-wetsuit-aquatic environment" system, with a particular focus on protecting the wearer from external factors by developing rational variants of wetsuit components, taking into account ergonomics and the dynamic conformity of the product. The article proposes a systematic classification of aquatic sports, taking into account the nature of the aquatic environment, the degree of its control, temperature parameters, and the requirements for protective equipment. A model for the combination of the type of sports discipline and the characteristics of wetsuits (neoprene thickness, design, and mandatory application conditions) has been developed. Special attention was paid to the water sport "slalom" as a sport with maximum hydrodynamic variability and increased thermal protection requirements. The dependence of equipment selection on temperature ranges, flow velocity, and wind conditions has been substantiated. The presented classification can be used in the development of new types of wetsuits with enhanced protective properties, as well as in athlete training, regulatory requirements, and improvement of training logistics.

Keywords: wetsuit, design, protection, reliability, material systems used, water sports, sports, external influences, factors.

Введение

Развитие водных видов спорта в последние десятилетия характеризуется расширением спектра направлений, проводимых как в контролируемой среде (плавательные бассейны), так и в условиях природных акваторий различной сложности. При этом нормативное регулирование экипировки зачастую ограничивается отдельными направлениями и не формирует системного подхода к выбору гидрокостюмов в зависимости от гидродинамической и температурной нагрузки.

В докладе австралийских учёных отмечается, что в стране ежегодно совершается около одного миллиона погружений под воду. В 2020 г. в США насчитывалось около четырех миллионов дайверов. По данным немецкой конфедерации VDST, в 2019 г. насчитывалось более 85 тыс. её членов [1].

Особенно актуальна проблема для слаломных дисциплин, регулируемых международными федерациями, включая International Canoe Federation, где спортсмен функционирует в турбулентной среде при переменной

температуре воды.

Соответственно с этим увеличился спрос на гидрокостюмы различного назначения.

Водные виды спорта объединяют миллионы практикующих по всему миру, способствуя физическому развитию, здоровью и рекреации. Согласно данным из обзоров, таких как полный список водных видов спорта, их популярность растет благодаря доступности и разнообразию. Классификация этих видов помогает систематизировать подходы к тренировкам, экипировке и безопасности. Одним из критических элементов экипировки является гидрокостюм, который эволюционировал от простых неопреновых конструкций к высокотехнологичным изделиям, интегрирующим термоизоляцию и гидродинамику. Цель статьи — создание инновационных видов серии адаптированных гидрокостюмов по специфике водных видов спорта, повышая надежность и защитных свойств, улучшая комфорт и производительность [2, 3].

Материалы и методы

В исследованиях и классической спортивной науке Н.Ж. Булгаковой водные виды спорта традиционно делятся по характеру современной деятельности [4]. Однако современные исследователи предлагают более глубокую дифференциацию:

- по среде взаимодействия: исследования подчеркивают различие между активностью в воде (плавание, синхронное плавание), на воде (гребля, парусный спорт, слалом) и под водой (дайвинг, фридайвинг);

- по энергетическим затратам: в работах М.Гарсина, Лоуренс Хамара внимание уделяется классификации на основе зон мощности (аэробные, анаэробные нагрузки), что напрямую влияет на требования к экипировке [5];

- технологический подход: в современных работах Г.И. Попова, А.В. Самсоновой предлагают классифицировать виды спорта по степени влияния «технических средств» на результат, где гидрокостюм рассматривается как важнейший компонент системы «спортсмен — среда» [6].

Классификация относительно биомеханики и гидродинамики в экипировке представлена на рис.1. Изучение взаимодействия тела пловца с водной средой, в данном случае занимает основное место:

- на основе исследований Константиноса Пападимитриу и др. доказано, что гидрокостюмы влияют на три вида сопротивления: вязкое (трение), формовое (давление) и волновое [7];

- роль компрессионных материалов анализируется в работах современных спортивных физиологов, в которых установлено, что правильное давление снижает вибрацию мышц и способствует поддержанию оптимальной плавучести.

Классификация существующих материалов и эволюция гидрокостюмов, переход от натуральных материалов к высокотехнологичным полимерам:

- исследования в области неопрена и его производных для дайвинга и триатлона сосредоточены на теплоизоляционных свойствах и толщине материала от 1 до 7 мм.;

- в 2010 году объявили запрет на полностью полиуретановые костюмы (решение FINA), после этого научный интерес сместился к изучению гидрофобных (текстильных гидрокостюмов) пропиток и ультразвуковой спайке швов.

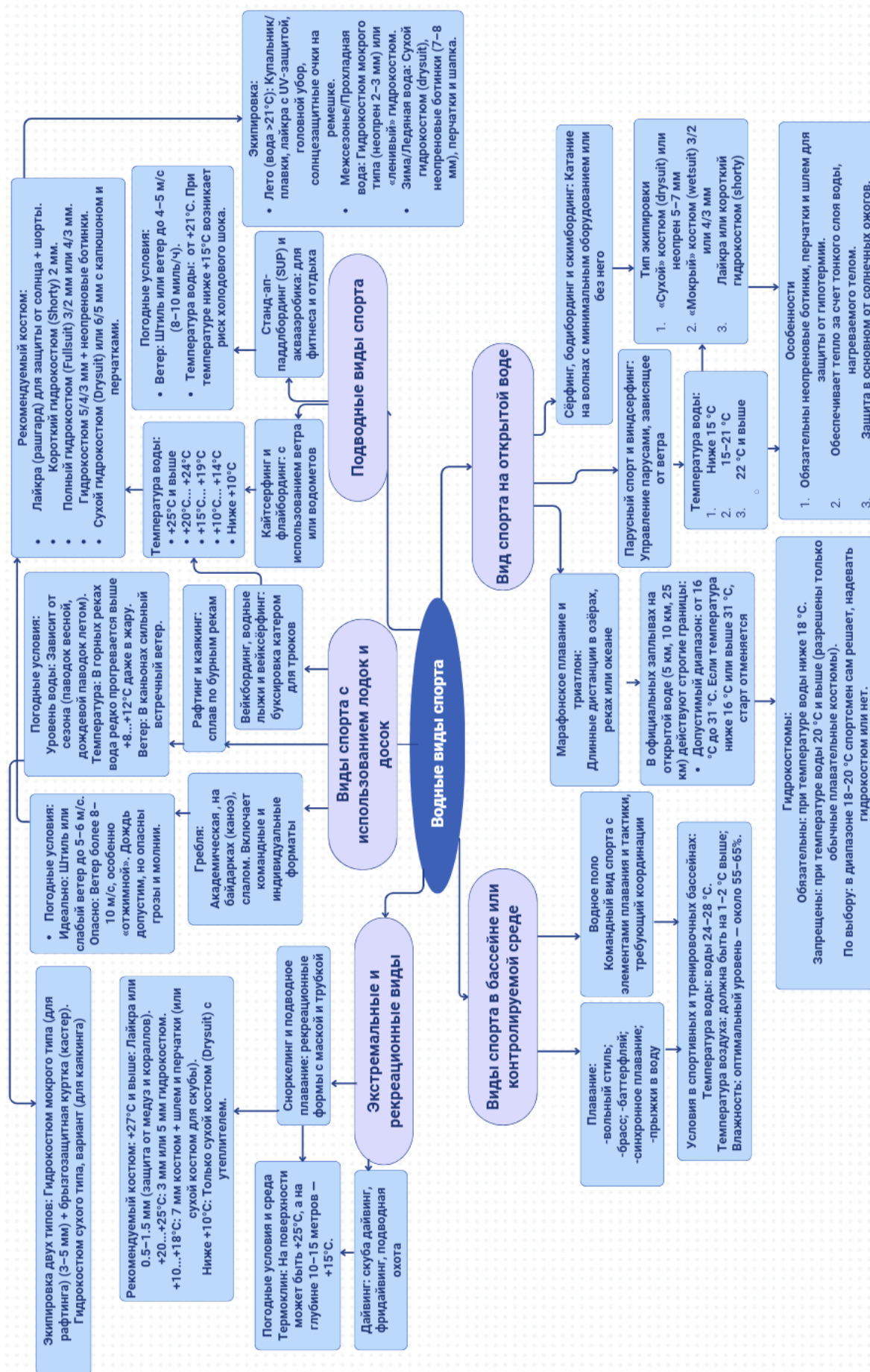


Рисунок 1. Классификация водных видов спорта, включая погодные условия и экипировку

Результаты исследований и их обсуждение

Автор Дж. Эдвардс рассматривает «анатомический крой» как фактор, минимизирующий ограничение подвижности суставов.

Эта классификация учитывает как традиционные олимпийские дисциплины (плавание, гребля, слалом), так и современные экстремальные формы, отражающие тенденции к интеграции технологий и экологии [8].

Классификация спортивной одежды для водных видов спорта разделена и изучена по классам, опираясь на международный ГОСТ

32993-2024 «Одежда спортивная. Общие технические условия» [9].

Размеры изделий должны соответствовать размерным признакам типовой фигуры согласно ГОСТ 31399-2009 [10], ГОСТ 31400-2009 [11]) для мужских фигур и ГОСТ 31396-2009 [12]), ГОСТ 31397-2009 [13] для женских фигур.

На рис. 2 представлены виды гидрокостюмов в зависимости от температуры водной среды, где данные гидрокостюмы адаптированы к специфике видов спорта, улучшая комфорт и производительность.

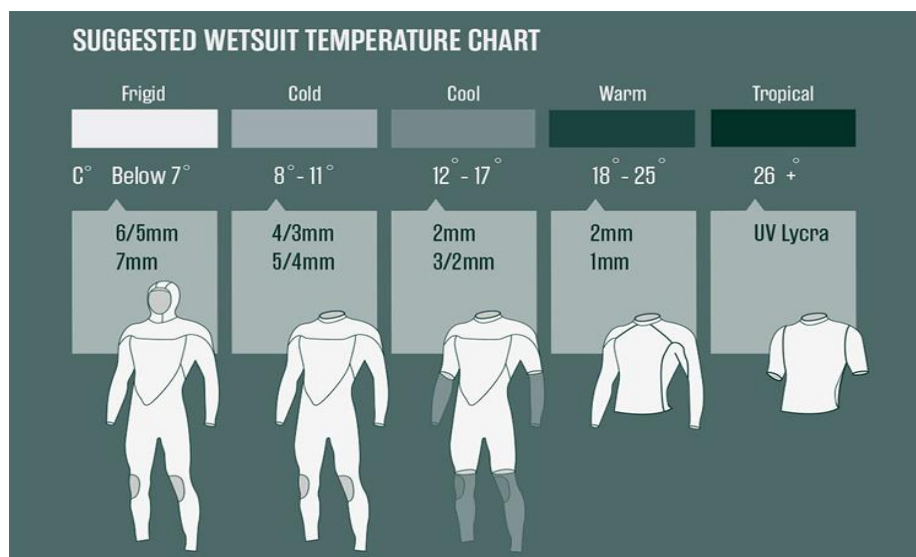


Рисунок 2. Пример гидрокостюмов в зависимости от температуры водной среды

В серфинге и кайтсерфинге: полные мокрые костюмы с гибким неопреном для свободы движений. Они защищают от холода и ультрафиолета, продлевая сессии.

В дайвинге и фридайвинге: сухие или полусухие модели для глубоких погружений, с усиленной защитой от давления. Для теплых вод — короткие варианты.

В плавании на открытой воде и триатлоне: тонкие полные костюмы с гладкой поверхностью для снижения сопротивления воды, часто с зонами повышенной плавучести.

В вейкбординге и водных лыжах: короткие или полные мокрые костюмы для защиты от падений и холода, с акцентом на ударопрочность.

В рекреационных видах (SUP, снорклинг): легкие короткие модели для комфорта в теплой воде, фокусирующиеся на UV-защите.

В гребном слаломе: сухой тип гидрокостюма (Drysuit) согласно ГОСТ 71302-2024 [14] для температуры воды ниже 10° C. Гидрокостюм 5/4/3 мм + неопреновые ботинки

(10-14° C). Полный гидрокостюм (Fallsuit) 3/2 мм или 4/3 мм (15-19° C). Короткий гидрокостюм (Shorty) 2 мм (20-24° C). Лайкра (рашгарт) для защиты от солнца + шорты 25° C.

Применение гидрокостюмов снижает риск гипотермии и повышает эффективность, но требует правильного подбора по размеру для минимизации зазоров [14, 15].

Большой вклад в создание гидрокостюма сделал спортсмен и фанат по водным видам спорта Jack O'Neill. Брэнд под его именем «O'Neill» создан 65 лет назад, за это время компания прошла большой инновационный процесс по созданию уникальных технологий, чтобы обеспечить комфортное пребывание в воде даже при низких температурах [16].

Фирма «O'Neill» разрабатывает костюмы из высококачественного неопрена, работает над теплопроводностью, также костюмы данного производителя тщательно проработаны. «O'Neill» отвечает за разработку самых надежных и инновационных застёжек в отрасли (рис.3).

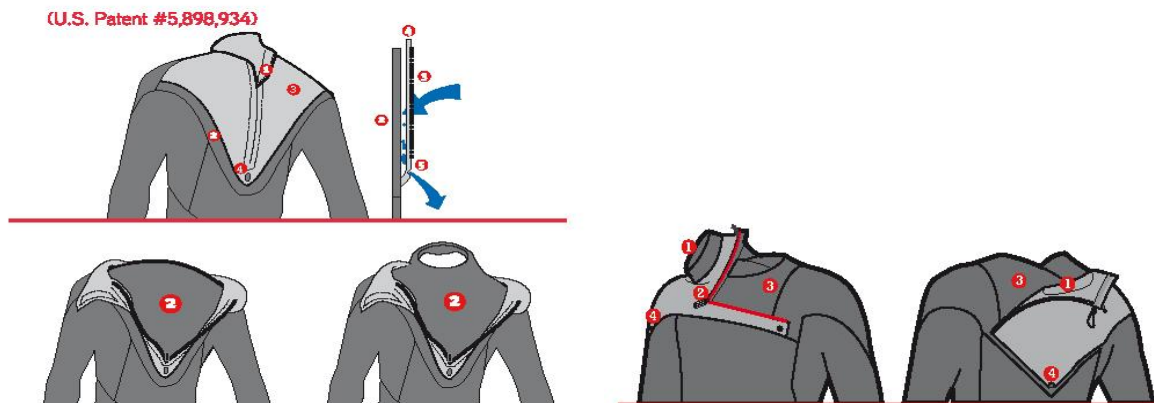


Рисунок 3. Запатентованная плавающая задняя и передняя застёжка от производителя «O'Neill»

Ниже приведены наиболее часто используемые системы входа, используемые в гидрокостюмах «O'Neill» [17].

Данная инновационная система заднего входа запатентована и является самой имитируемой застёжкой в мире. Уникальность этой застёжки в том, что свободно плавающая внешняя панель с короткой молнией даёт ощущение полного отсутствия застёжки и предотвращает попадание воды в гидрокостюм (рис. 3). Также стоит отметить, воротник на шее под молнией увеличивает комфорт и предотвращает возможность защемления кожи. Барьер блокирует попадание наружной воды и служит основанием для конструкции плавающей застёжки. Кроме этого, имеются дренажные отверстия, которые выводят любую воду [17].

Во время проведения аналитического обзора были изучены не только непереновые гидрокостюмы, но и новейшие разработки в области эко-костюмов. Классический неопреновый костюм представляет собой вспененное соединение синтетического каучука, называемый

полимером. Неопрен создаётся с помощью химических процессов, вызываемых свободными радикалами полимеризации «chloroprene», где жидкие соединения комбинируются так, что они меняют химическую структуру для более длинных цепей полимера. После этого процесса будущий неопрен расплавляют вместе с пенообразователями и другими соединениями [17-28].

В ходе разработок появились эко-гидрокостюмы (рис. 5). Это не первая компания, которая работает над разработками эко-костюмов. Компания «Sooguz» совместно с технологиями «GURU PRO» попыталась с помощью использования бамбуковых волокон или переработанного полиэстера создать эко-гидрокостюм [20].

Также компания «Wilduits» разработала модель эко-гидрокостюма из известняка, и использовала экологичный неопрен «Limestone». Данный вспененный материал производится из известняка, так как этот материал природного происхождения, что позволяет этим гидрокостюмам уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду [21].



Рисунок 4. Модель эко- гидрокостюма

Также были изучены разработки «Xcel». Мимо этих инновационных разработок пройти невозможно. Эта компания усовершенствовала свою тёплую и технологичную линейку гидрокостюмов «Drylock», эти костюмы можно надевать даже в ледяной воде [22].

В костюмах нового поколения был обновлён внутренний слой «TDC» (Thermo Dry Celliant), данный слой одобрен со стороны Министерства здравоохранения США. В этот слой в процессе прядения волокна добавили новый минерал, позволяющий телу сохранять тепло, выделяемое в процессе инфракрасного излучения. Также высокое содержание минералов в волокне обеспечивает наименьшее влагопоглощение и позволяет ускорить процесс высыхания. Так, гидрокостюм становится ещё и легче [23].

Гидрокостюмы линейки «Drylock» утеплены с головы до ног и имеют два варианта подкладки с новейшей формулой «Xcel Celliant Black». Это красный жаккард с высоким ворсом Red Celliant Black практически по всему гидрокостюму и черно-белый принт «Celliant Black» для лучшего утепления критических зон [23, 24].

Данный вспененный материал «Japanese Limestone Neoprene» из серии «Drylock» – это ультраэластичный японский хлоропрен на основе известняка. Вместо нефтяных продуктов для его создания используется добытый в шахтах известняк, что делает его гораздо менее вредным для экологии. Нанопрен – более плотный и эластичный неопрен в сравнении с материалами предыдущих поколений, который обеспечивает максимальное тепло, эластичность, сохраняя при этом форму [24].

Разработчики обратили внимание не только на теплопроводность материала, но и обеспечили костюм водонепроницаемой молнией на магнитной застёжке, блокирующие попадание воды манжеты, и специально разработанный дизайн для идеальной посадки, и даже экологичное окрашивание «Dope dye», предотвращающее выцветание [24].

Делая вывод, можно сказать, что компания «O'Neill» на протяжении многих лет внесла большой вклад в мир гидрокостюмов.

Каждый год учёные, технологи и инженеры работают над новыми концепциями, усовершенствуя предыдущие модели гидрокостюмов. Благодаря трудам, экспериментам и разработкам многих учёных, рождаются новые, более качественные, отвечающие необходимым требованиям костюмы. При этом дизайнеры предлагают для них новые варианты дизайна костюма, чтоб качество соответствовало стилю.

Также со стороны ученых Ташпулатова С.Ш. и Зуфаровой З.У. был разработан функциональный дизайн для глубоководных гидрокостюмов, предназначенных для спасательных и технических работ [30]. Первый образец гидрокостюма изготовлен из разработанного эластичного материала типа неопрен новой структуры. Этот материал отвечает всем необходимым стандартным требованиям согласно ISO 15027-1:2012 [29], имеет высокие эксплуатационные свойства как в тёплой, так и холодной воде, устойчив к механическим воздействиям, обладает хорошей теплоизоляцией за счет упорядоченной структурой расположения пор [31].

Гидрокостюм с длинными рукавами и брюками разработан с помощью модульного проектирования, комбинированием черного и серого материалов, с воротником стойка, а также дополнительным декоративным и функциональным оформлением в виде прорезиненных сегментных участков в области колен (рис.5).

Спроектированный гидрокостюм из неопрена, разработанный на основе модульного подхода, гарантирует эргономичную посадку, плотное облегание и высокую функциональность. Оригинальный дизайн, включающий усиленные участки, декоративный геометрический орнамент и высококачественную фурнитуру, обеспечивая эффективную теплоизоляцию, износостойкость и удобство использования. Конструкция гармонично объединяет архитектуру формы, эстетическую привлекательность и практическую ценность, подчёркивая значимость дальнейших разработок в сфере функциональной экипировки [32].

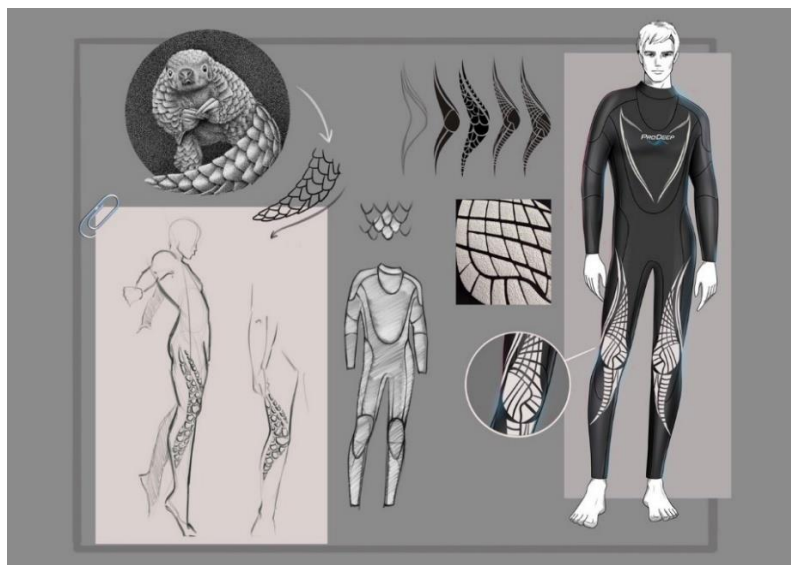


Рисунок 5. Запатентованная модель гидрокостюма с применением функционального дизайна

Заключение

Классификация водных видов спорта подчеркивает их многообразие, от олимпийских дисциплин до экстремальных активностей, в то время как гидрокостюмы служат универсальным инструментом адаптации к водной среде. Дальнейшие исследования будут фокусироваться на устойчивых материалах, таких как био-неопрен, для снижения экологического воздействия, также максимально адаптированы к условиям эксплуатации с учетом эргономики в динамике. Правильное применение экипировки не только повышает безопасность, но и обеспечивает высокие результаты в спортивных соревнованиях и способствует популяризации водных видов спорта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дайвинг спорт [Электронный ресурс]. – URL: <https://divingspot.ru/australia/> (дата обращения: 10.05.2024).
2. W.J. Morton, Thermal physiology of open water wetsuited swimming: A cohort study / W.J. Morton, J. Melau, R.A. Olsen, S. Sovik // Taylor & Francis Group. – 2025. – DOI: 10.1080/23328940. 2025.2479893.
3. A.K. Martinez, Estudo de sustentabilidade de wetsuits para a prática do surf = Sustainability study of wetsuits for surfing / A.K. Martinez, J.J. Jacques // Projética. – 2024. – Vol. 15, № 2. – DOI: 10.5433/2236-2207.2024.v15.n2.49801. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/384787216> (дата обращения: 30.09.2025).
4. Теория и методика избранного вида спорта: водные виды спорта: учебник для вузов / под ред. Н.Ж. Булгаковой. – 2-е изд. – Москва: Юрайт, 2026. – 319 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-19403-6.
5. M. Garcin, Influence of Aerobic Fitness Level on Measured and Estimated Perceived Exertion During Exhausting Runs / M. Garcin, L. Hamard, V.L. Billat //

International Journal of Sports Medicine. – 2004. – Vol. 25, № 4. – P. 270–277. – DOI: 10.1055/s-2004-819939.

6. Г.И. Попов, Биомеханика двигательной деятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.И. Попов, А.В. Самсонова. – Москва: Академия, 2011. – 320 с.

7. K. Papadimitriou, Training intensity distribution for sprinter swimmers: suggestions for swimming coaches and scientists / K. Papadimitriou, J.J. Ruiz-Navarro, N. Margaritelis // European Journal of Applied Physiology. – 2025. – DOI: 10.1007/s00421-025-06064-x.

8. Z. Zufarova, Dependence of the Topology of Damage to Eco-Friendly Wetsuits Under Different Scenarios of Their Use for Digital Design / Z. Zufarova, S.Sh. Tashpulatov, K. Fuzailova, M. Yakushov, I. Cherunova, K. Kholoqov // Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them (PTLICISIWS-2022): AIP Conference Proceedings, Namangan, Uzbekistan, 5–6 May 2022. – Vol. 2789. – P. 0401104-1–0401104-6.

9. ГОСТ 32993-2024. Одежда спортивная. Общие технические условия. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/865/86530.pdf>

10. ГОСТ 31399-2009. Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 22 с. – URL: <https://megaporm.ru/Data2/1/4293808/4293808592.pdf>

11. ГОСТ 31400-2009. Классификация типовых фигур мужчин особо больших размеров. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 18 с. – URL: <https://megaporm.ru/Data2/1/4293808/4293808674.pdf>

12. ГОСТ 31396-2009. Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 20 с. – URL: <https://megaporm.ru/Data/505/50536.pdf>.

13. ГОСТ 31397-2009. Классификация типовых фигур женщин особо больших размеров. – Москва:

Стандартинформ, 2011. – 24 с. – URL: <https://meganorm.ru/Data/503/50311.pdf>.

14. ГОСТ Р 71302-2024. Защитная одежда водолазов. Гидрокомбинезоны водолазные. Общие технические требования. – Москва: Российский институт стандартизации, 2024. – 8 с. – URL: <https://meganorm.ru/Index/82/82411.htm>.

15. The complete list of water sports [Electronic resource] // SurferToday. – URL: <https://www.surfer-today.com/surfing/the-complete-list-of-water-sports>.

16. The different types of wetsuits [Electronic resource] // SurferToday. – URL: <https://www.surfer-today.com/surfing/the-different-types-of-wetsuits>.

17. Список водных видов спорта [Электронный ресурс] // SportWiki. <https://ru.sport-wiki.org/vodnye-vidy-sporta/>

18. Е.Н. Сирота, Развитие технологий проектирования гидрокостюмов // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 3. – С. 1–9.

19. У. Синьчжоу, Совершенствование технологии проектирования женских гидрокостюмов для подводного плавания : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.04 / У. Синьчжоу – Иваново, 2022. – 184 с.

20. У. Синьчжоу, Алгоритм проектирования костюма для подводного плавания / У. Синьчжоу, В. Е. Кузмичёв // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 3 (381). – С. 121–127.

21. Как выбрать гидрокостюм [Электронный ресурс] // Boardriders. – URL: <https://www.brd.ru/blog/serf/kak-vibrat-gidrokostum/>. (дата обращения: 30.09.2025).

22. А. Суторшина, Инновации в гидрокостюмах (обзор технологий O'Neill Wetsuits 2020) [Электронный ресурс]. – URL: <https://sportaqua.ru/blog/innovacii-v-gidrokostyumah-obzor-tehnologii-oneill-wetsuits-2020>. (дата обращения: 30.09.2025).

23. Гидрокостюм мужской SOORUZ Guru Pro CZ 3/2 мм с передней молнией, синий [Электронный ресурс] // Supshop. – URL: <https://sup-shop.ru/catalog/sup-odezhda/gidrokostyumy/neoprenovye-gidrokostyumy/gidrokostyum-muzhskoy-sooruz-guru-pro-cz-3-2-mm-s-peredney-molniey-blue/>. (дата обращения: 30.09.2025).

24. Обзор гидрокостюмов Ride Engine [Электронный ресурс] // Kite.ru. – URL: <https://www.kite.ru/information-channel/reviews/obzor-gidrokostyumov-ride-engine/>. (дата обращения: 30.09.2025).

25. SOORUZ Surfwear Company [Электронный ресурс] // Nauticexpo. – URL: <https://www.nauticexpo.ru/prod/sooruz-surfwear-company/product-195761-588342.html>. (дата обращения: 30.09.2025).

26. Eco-friendly surfing wetsuits [Electronic resource] // Wildsuits. – URL: <https://wildsuits.eu/en/product-category/eco-friendly-surfing-wetsuits/>. (дата обращения: 30.09.2025).

27. Гидрокостюмы Drylock и Drylock X от Xcel для самых холодных волн [Электронный ресурс] // Gosurf. – URL: <https://shop.gosurf.ru/blogs/blog/gidrokostyumy-drylock-i-drylock-x-ot-xcel-dlya-samyh-holodnyh-voln>. (дата обращения: 30.09.2025).

28. Xcel Wetsuit Technology [Electronic resource] // Xcel Wetsuits. – URL: <https://xcelwetsuits.co.uk/xcel-wetsuit-technology/>.

29. ISO 15027-1:2012. Protective clothing for use in water. Part 1: Constant wear suits, requirements including safety. – URL: <https://www.iso.org/standard/52164.html>.

30. Патент на промышленный образец SAP 02452 «Гидрокостюм» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/375640771_Patent_na_promyslennyj_obrazec_SAP_02452_Gidro_kostum. (дата обращения: 30.09.2025).

31. Способ получения пористого эластомерного материала [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/384441118_Sposob_polucenia_poristogo_elastomernogo_materiala. (дата обращения: 30.09.2025).

32. Материал [Электронный ресурс] // eLIBRARY.RU. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80326437>. (дата обращения: 30.09.2025).

REFERENCES

1. Dayving sport [Diving Sport] [Electronic resource]. – URL: <https://divingspot.ru/australia/> (accessed: 10.05.2024). (In Russian).

2. W.J. Morton, Thermal physiology of open water wetsuited swimming: A cohort study / W.J. Morton, J. Melau, R.A. Olsen, S. Sovik // Taylor & Francis Group. – 2025. – DOI: 10.1080/23328940.2025.2479893.

3. A.K. Martinez, Estudo de sustentabilidade de wetsuits para a prática do surf = Sustainability study for surfing / A.K. Martinez, J.J. Jacques // Projética. – 2024. – Vol. 15, No. 2. – DOI: 10.5433/2236-2207.2024.v15.n2.49801. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/384787216> (accessed: 30.09.2025).

4. N.Zh. Bulgakova, (ed.). Teoriya i metodika izbrannogo vida sporta: vodnye vidy sporta [Theory and Methodology of the Selected Sport: Water Sports]: uchebnik dlya vuzov. – 2nd ed. – Moscow: Yurayt, 2026. – 319 p. – (Vysshee obrazovanie). – ISBN 978-5-534-19403-6. (In Russian).

5. M. Garcin, Influence of Aerobic Fitness Level on Measured and Estimated Perceived Exertion During Exhausting Runs / M. Garcin, L. Hamard, V.L. Billat // International Journal of Sports Medicine. – 2004. – Vol. 25, No. 4. – P. 270–277. – DOI: 10.1055/s-2004-819939.

6. G.I. Popov, Biomekhanika dvigatel'noy deyatelnosti [Biomechanics of Motor Activity]: ucheb. dlya stud. uchrezhdeniy vyssh. prof. obrazovaniya / G.I. Popov, A.V. Samsonova. – Moscow: Akademiya, 2011. – 320 p. (In Russian).

7. K. Papadimitriou, Training intensity distribution for sprinter swimmers: suggestions for swimming coaches and scientists / K. Papadimitriou, J.J. Ruiz-Navarro, N. Margaritelis // European Journal of Applied Physiology. – 2025. – DOI: 10.1007/s00421-025-06064-x.

8. Z. Zufarova, Dependence of the Topology of Damage to Eco-Friendly Wetsuits Under Different Scenarios of Their Use for Digital Design / Z. Zufarova, S.Sh. Tashpulatov, K. Fuzailova, M. Yakushov, I. Cherunova, K.Kholoqov // Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways

to Solve Them (PTLICISIWS-2022) : AIP Conference Proceedings, Namangan, Uzbekistan, 5–6 May 2022. – Vol. 2789. – P. 0401104-1–0401104-6.

9. GOST 32993-2024. Odezhda sportivnaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Sportswear. General Technical Conditions] [Electronic resource]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/865/86530.pdf>. (In Russian).

10. GOST 31399-2009. Klassifikatsiya tipovykh figur muzhchin po rostam, razmeram i polnotnym gruppam dlya proektirovaniya odezhdy [Classification of Typical Male Figures by Height, Size, and Body Shape Groups for Clothing Design]. – Moscow: Standartinform, 2012. – 22 p. – URL: <https://mega-norm.ru/Data2/1/4293808/4293808592.pdf>. (In Russian).

11. GOST 31400-2009. Klassifikatsiya tipovykh figur muzhchin osobo bol'shikh razmerov [Classification of Typical Figures of Men of Extra-Large Sizes]. – Moscow: Standartinform, 2011. – 18 p. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293808/4293808674.pdf>. (In Russian).

12. GOST 31396-2009. Klassifikatsiya tipovykh figur zhenshchin po rostam, razmeram i polnotnym gruppam dlya proektirovaniya odezhdy [Classification of Typical Female Figures by Height, Size, and Body Shape Groups for Clothing Design]. – Moscow: Standartinform, 2011. – 20 p. – URL: <https://mega-norm.ru/Data/505/50536.pdf>. (In Russian).

13. GOST 31397-2009. Klassifikatsiya tipovykh figur zhenshchin osobo bol'shikh razmerov [Classification of Typical Figures of Women of Extra-Large Sizes]. – Moscow: Standartinform, 2011. – 24 p. – URL: <https://meganorm.ru/Data/503/50311.pdf>. (In Russian).

14. GOST R 71302-2024. Zashchitnaya odezhda vodolazov. Gidrokombinezony vodolaznye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya [Protective Clothing for Divers. Diving Suits. General Technical Requirements]. – Moscow: Rossiyskiy institut standartizatsii, 2024. – 8 p. – URL: <https://meganorm.ru/Index/82/82411.htm>. (In Russian).

15. The complete list of water sports [Electronic resource] // SurferToday. – URL: <https://www.surfer-today.com/surfing/the-complete-list-of-water-sports>.

16. The different types of wetsuits [Electronic resource] // SurferToday. – URL: <https://www.surfer-today.com/surfing/the-different-types-of-wetsuits>.

17. Spisok vodnykh vidov sporta [List of Water Sports] [Electronic resource] // SportWiki. – URL: <https://ru.sport-wiki.org/vodnye-vidy-sporta/>. (In Russian).

18. E.N. Sirota, Razvitiye tekhnologiy proektirovaniya gidrokostyumov [Development of Wetsuit Design Technologies] // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2016. – No. 3. – P. 1–9. (In Russian).

19. U. Sin'chzhou, Sovershenstvovanie tekhnologii proektirovaniya zhenskikh gidrokostyumov dlya podvodnogo plavaniya [Improvement of the Technology for Designing Women's Wetsuits for Underwater Swimming] : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.19.04 / Sin'chzhou U. – Ivanovo, 2022. – 184 p. (In Russian).

20. U. Sin'chzhou, Algoritm proektirovaniya kostyuma dlya podvodnogo plavaniya [Algorithm for Designing a Suit for Underwater Swimming] / U. Sin'chzhou, V.E.Kuzmichev // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy.

Tekhnologiya tekstil'noy pro-myshlennosti. – 2019. – No. 3 (381). – P. 121–127. (In Russian).

21. Kak vybrat' gidrokostyum [How to Choose a Wetsuit] [Electronic resource] // Boardriders. – URL: <https://www.brd.ru/blog/serf/kak-vibrat-gidrokostum/>. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

22. A. Sutorshina, Innovatsii v gidrokostyumakh (obzor tekhnologiy O'Neill Wetsuits 2020) [Innovations in Wetsuits (Review of O'Neill Wetsuits Technologies 2020)] [Electronic resource]. – URL: <https://spor-taqua.ru/blog/innovacii-v-gidrokostyumakh-obzor-tehnologiy-oneill-wetsuits-2020>. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

23. Gidrokostyum muzhskoy SOORUZ Guru Pro CZ 3/2 mm s peredney molnief, siniy [Men's SOORUZ Guru Pro CZ 3/2 mm Wetsuit with Front Zipper, Blue] [Electronic resource] // Supshop. – URL: <https://supshop.ru/catalog/sup-odezhda/gidrokostyu-my/neoprenovye-gidrokostyumi/gidrokostyum-muzh-skoy-sooruz-guru-pro-cz-3-2-mm-s-peredney-molnief-blue/>. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

24. Obzor gidrokostyumov Ride Engine [Review of Ride Engine Wetsuits] [Electronic resource] // Kite.ru. – URL: <https://www.kite.ru/information-cha-nnel/reviews/obzor-gidrokostyumov-ride-engine/>. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

25. SOORUZ Surfwear Company [Electronic resource] // Nauticexpo. – URL: <https://www.nauticexpo.ru/prod/sooruz-surfwear-company/product-195761-588342.html>. (accessed: 30.09.2025).

26. Eco-friendly surfing wetsuits [Electronic resource] // Wildsuits. – URL: <https://wildsuits.eu/en/product-category/eco-friendly-surfing-wetsuits/>. (accessed: 30.09.2025).

27. Gidrokostyumi Drylock i Drylock X ot Xcel dlya samykh kholodnykh voln [Drylock and Drylock X Wetsuits by Xcel for the Coldest Waves] [Electronic resource] // Gosurf. – URL: <https://shop.gosurf.ru/blogs/blog/gidrokostyumi-drylock-i-drylock-x-ot-xcel-dlya-samyh-holodnyh-voln>. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

28. Xcel Wetsuit Technology [Electronic resource] // Xcel Wetsuits. – URL: <https://xcelwetsuits.co.uk/xcel-wetsuit-technology/>.

29. ISO 15027-1:2012. Protective clothing for use in water. Part 1: Constant wear suits, requirements including safety. – URL: <https://www.iso.org/standard/52164.html>.

30. Patent na promyshlennyy obrazets SAP 02452 «Gidrokostyum» [Industrial Design Patent SAP 02452 “Wetsuit”] [Electronic resource]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/375640771_Patent_na_promyshlennyy_obrazec_SAP_02452_Gidrokostum. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

31. Sposob polucheniya poristogo elasto-mernogo materiala [Method for Producing a Porous Elastomeric Material] [Electronic resource]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/384441118_Sposob_polucheniya_poristogo_elastomernogo_materiala. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

32. Material [Material] [Electronic resource] // eLIBRARY.RU. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80326437>. (accessed: 30.09.2025). (In Russian).

ТІГІН МАШИНАСЫН ЦИКЛОГРАММАСЫ МЕН МИКРОКАМЕРАЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП ДИАГНОСТИКАЛАУ

Ж. УСЕНБЕКОВ*  , Р. МЫРЗАТАЙ 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы, Төле би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zh.usenbekov@mail.ru*

Бұл ғылыми жұмыста түзу тігісті қайықты тігін машинасының негізгі жұмыс механизмдерінің фазалық өзара байланысын диагностикалау мәселелері қарастырылады. Зерттеу TYPICAL GC6150 тігін машинасы мысалында жүргізілген. Қазіргі жеңіл өнеркәсіп саласында тігін жабдықтары жоғары жылдамдықта және үздіксіз жұмыс істейтіндіктен, иенің, қайықтың, жіптартқыштың және материалды жылжыту механизмінің қозғалыстарының дәл фазалық сәйкестігі тігіс сапасы мен жабдықтың сенімділігін қамтамасыз етудің негізгі шарты болып табылады. Фазалық арақатынастардың бұзылуы тігістердің өткізіліп алынуына, жіптің үзілуіне, тігін операцияларының тұрақсыз орындалуына және механизмдердің жедел тозуына әкеледі. Жұмыста микрокамералар мен жұмыс циклі циклограммаларын бірлесіп қолдануға негізделген диагностикалау әдісі ұсынылған. Микрокамералар тігін машинасын толық бөлшектемей-ақ, қол жеткізуі қиын аймақтарда өтетін жылдам үрдістерді нақты уақыт режимінде және баяу түсіру арқылы бақылауға мүмкіндік береді. Алынған бейнематериалдар негізінде диагностикалық оқиғалардың фазалық және уақыттық параметрлері анықталып, эксперименттік циклограммалар құрылады. Ұсынылған әдіс ақауларды ерте кезеңде анықтауға, жабдықты реттеу мен жөндеу уақытын қысқартуға және өндірістік тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Жұмыстың практикалық маңыздылығы әзірленген әдісті тігін жабдығына техникалық қызмет көрсету жүйесінде, сондай-ақ жеңіл өнеркәсіптің оқу-ғылыми зертханаларында қолдану мүмкіндігімен айқындалады.

Негізгі сөздер: тігін машинасы, диагностика, микрокамера, циклограмма, фазалық арақатынастар, қайықты тігіс.

DIAGNOSTICS OF A SEWING MACHINE USING A CYCLOGRAM AND MICROCAMERAS

ZH. USENBEKOV*, R. MYRZATAI

(Almaty Technological University, Kazakhstan,
050012, Almaty, Tole bi street, 100)

Corresponding author's e-mail: zh.usenbekov@mail.ru*

This research paper focuses on the diagnostics of a lockstitch shuttle sewing machine using the TYPICAL GC6150 as a case study. In modern garment manufacturing, sewing machines operate at high speeds, which requires precise phase synchronization of the main working mechanisms, including the needle, shuttle, thread take-up lever, and fabric feeding mechanism. Any disturbance in phase relationships may result in stitch skipping, thread breakage, unstable seam formation, and accelerated wear of machine components, ultimately reducing productivity and operational reliability. The study proposes a diagnostic method based on the combined use of micro-video monitoring and the construction of working cycle cyclograms. Micro-cameras enable visual observation of fast dynamic processes occurring in hard-to-reach areas of the sewing machine without complete disassembly. Video recordings are analyzed frame by frame to identify key diagnostic events and determine their time and phase parameters relative to the angular position of the main shaft. Experimental cyclograms derived from the video data make it possible to detect deviations from standard operating conditions at an early stage. The proposed approach improves diagnostic accuracy, reduces maintenance and adjustment time, enhances machine reliability, and ensures stable sewing quality in industrial production environments.

Keywords: sewing machine, micro-camera, diagnostics, cyclogram, phase synchronization.

ДИАГНОСТИКА ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОГРАММЫ И МИКРОКАМЕР

Ж. УСЕНБЕКОВ *, Р. МЫРЗАТАЙ

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, Алматы, улица Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: zh.usenbekov@mail.ru*

В данной научной работе рассматриваются вопросы диагностики прямострочной челночной швейной машины на примере TYPICAL GC6150 с использованием анализа фазовых соотношений основных рабочих механизмов. В современных условиях швейного производства оборудование функционирует на высоких скоростях, что требует высокой точности синхронизации движений иглы, челнока, нитепритягивателя и механизма продвижения материала. Нарушение фазовых соотношений между указанными механизмами приводит к пропускам стежков, ухудшению качества строчки, обрывам нитей, а также к снижению надежности и ресурса работы швейной машины. В работе предложен метод диагностики, основанный на совместном применении микровидеонаблюдения и построении циклограмм рабочего цикла. Использование микрокамер позволяет осуществлять визуальный контроль быстропротекающих процессов в труднодоступных зонах машины без ее полной разборки. На основе видеозаписей фиксируются характерные диагностические события, определяется их временное положение и фазовые параметры относительно угла поворота главного вала. Построенные экспериментальные циклограммы позволяют выявлять отклонения от нормативных режимов работы на ранней стадии, повышать точность диагностики, сокращать время технического обслуживания и улучшать эксплуатационную надежность швейного оборудования.

Ключевые слова: швейная машина, микрокамера, диагностика, циклограмма, фазовые соотношения.

Kіріспе

Жеңіл өнеркәсіптің заманауи дамуы жоғары жылдамдықты автоматтандырылған тігін машиналарын кеңінен енгізумен қатар жүруде. Олардың сенімді жұмысы көп жағдайда машинаның негізгі жұмыс механизмдерінің — иненің, қайықтың, жіптартқыштың және материалды жылжыту механизмінің қозғалыстарын фазалық тұрғыдан дәл үйлестіруге байланысты [1–5].

Диагностиканың дәстүрлі әдістері — көзбен бақылау, тораптарды бөлшектеу және сынақтық іске қосу — көбіне еңбек сыйымдылығы жоғары болып, жасырын ақауларды және олардың пайда болу себептерін жедел анықтауға әрдайым мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, тігін жабдықтарын диагностикалаудың қолданыстағы әдістерінің басым бөлігі бұрыннан белгілі болған ақауларды анықтауға бағытталған, ал механизмдердің қозғалыс синхрондылығының бұзылуын ерте кезеңде диагностикалау мәселелері жеткілікті зерттелмеген [6–8]. Пайдалану барысында тігін машинасының негізгі механизмдерінің фазалық сәйкестігінің бұзылуы тігу технологиялық үрдісінің параметрлерінің ауытқуына және жабдықтың сенімділігінің төмендеуіне алып келеді.

Қазіргі заманғы диагностикалық техно-

логиялар машинаны толық бөлшектемей-ақ ақауларды жылдам әрі дәл анықтауға мүмкіндік береді, бұл реттеу мен жөндеу уақытын қысқартуға, жабдықты пайдалану коэффициентін және жалпы өндірістік тиімділікті арттыруға жағдай жасайды. Сандық талдауға, бейнетіркеуге және циклограммаларды қолдануға негізделген жаңа диагностикалық әдістер механизмдердің жұмысындағы ең аз ауытқуларды ақау пайда болмай тұрып анықтауға мүмкіндік береді, осылайша материалдық шығындарды азайтып, өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Осы тұрғыдан алғанда, машинаның жұмыс құралдарының өзара әрекеттесу сәттерін тіркеу үшін микрокамераларды қолдану тігін жабдығын диагностикалаудың дәлдігі мен тиімділігін айтарлықтай арттырады. Микрокамералар — диаметрі шағын, жарықтандырумен және кескінді компьютер экранына беру мүмкіндігімен жабдықталған ықшам бейнеқұрылғылар. Олардың шағын өлшемдері тігін машинасын толық бөлшектемей-ақ, қол жеткізу қиын аймақтарда бақылау жүргізуге мүмкіндік береді.

Микрокамералар мен циклограммны бірлесіп қолдану диагностиканың ақпараттылығын арттырады, себебі байқаулық (визуалды) деректер уақыттық және фазалық тал-

даумен толықтырылады. Бұл тігін машинасының жұмыс істеуін кешенді түрде бағалауға, оның сенімділігін арттыруға және тігін операцияларының тұрақты сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жұмыс циклі циклограммалары мен бейнебақылауды диагностикалау әдісі ретінде қолдану бір цикл шегінде жұмыс механизмдерінің уақыттық және фазалық параметрлерін формалданған түрде көрсетуге және нормативтік режимдерден ауытқуларды анықтауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты микрокамераларды пайдалана отырып тігін машиналарын диагностикалау кезінде эксперименттік циклограммаларды әзірлеу және құру өзекті ғылыми-техникалық міндет болып табылады.

Зерттеу нысаны — түзу тігісті қайықты тігін машинасы (TYPICAL GC6150 тігін машинасы мысалында).

Зерттеу пәні — тігін машинасының ақауларын диагностикалау, оның ішінде механизмдердің фазалық арақатынастарын.

Жұмыстың мақсаты — микробейнебақылау және циклограммаларды талдау негізінде диагностикалаудың әдісін әзірлеу.

Зерттеу мәселелері:

- TYPICAL GC6150 тігін машинасы негізінде эксперименттік қондырғыны әзірлеу;
- механизмдердің фазалық арақатынастарын формалдандыру;
- жұмыс циклі бойынша эксперименттік циклограммаларды құру;
- ақаулардың диагностикалық белгілерін анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Тігін машинасының кинематикалық құрылымы ине, қайық, жіптартқыш және материалды тасымалдау механизмдерінің қозғалыстарының күрделі фазалық тәуелділігімен сипатталады, оның бұзылуы тігіс сапасының төмендеуіне және жабдық сенімділігінің азаюына әкеледі. [9-10].

Зерттеу нысаны ретінде TYPICAL GC6150 түзу тігісті тігін машинасы пайдаланылды. Диагностика әдісі тігін машинасының қозғалмалы тораптарын (ине, қайық, материал беру төрткілдеші, жіптартқыш және т.б.) нақты уақыт режимінде және баяу түсіру режимінде визуалды бақылау үшін микрокамераларды қолдануға негізделген және келесі мақсаттарды көздейді: [11-13].

- фазалық арақатынастардың бұзылуын анықтау;
- механизмдер қозғалысының траекториясы мен синхрондылығын талдау;

- машинаның жұмыс циклі бойынша циклограмма құру.

Жылдам өтетін үрдістерді тіркеу үшін түсіру жиілігі секундына 240 кадрға дейінгі микрокамералар қолданылды [14-17]. Камера келесі параметрлерді визуалды бақылауды қамтамасыз етті:

- иненің қайық тұмсығына қатысты орналасуын;
- жоғарғы жіп ілмегін іліп алу сәтін;
- қайық қозғалысының траекториясын;
- материал беру механизмінің жұмыс синхрондылығын.

Алынған бейнежазба кадрлап қарау режимінде талданды.

Циклограммаларды тігін машиналарын диагностикалау кезінде қолдану жұмыс механизмдерінің өзара әрекеттесуін бағалау дәлдігін арттыру қажеттілігімен байланысты. Циклограмма бір жұмыс циклі шегінде механизмдердің уақыттық және фазалық параметрлерін формалданған түрде көрсетіп, бөлшектердің тозуынан және реттеулердің бұзылуынан туындайтын нормативтік режимдерден ауытқуларды анықтауға мүмкіндік береді. Циклограмма тігін машинасының механизмдерінің бір басты білік айналымындағы қозғалыстар реттілігі мен уақыттық синхрондылығын бейнелейді және келесі мүмкіндіктерді береді:

- ине, қайық және материал тасымалдағыш жұмысының үйлесімділігін талдау;
- тігіс өткізіп алу мен жіп үзілуіне әкелетін фазалық және уақыттық ауытқуларды анықтау;
- машинаның нақты жұмысын эталондық режиммен салыстыру;
- жабдықтың жұмыс режимдерін оңтайландыру.

Жұмыс циклі басты біліктің бұрылу бұрышы φ арқылы параметрленеді, $\varphi \in [0; 2\pi]$ аралығында қабылданады. Фазаның нөлдік нүктесі ретінде иненің жоғарғы өлі нүктесі алынады. Бір цикл шегінде басты біліктің бұрыштық жылдамдығы тұрақты деп есептеледі.

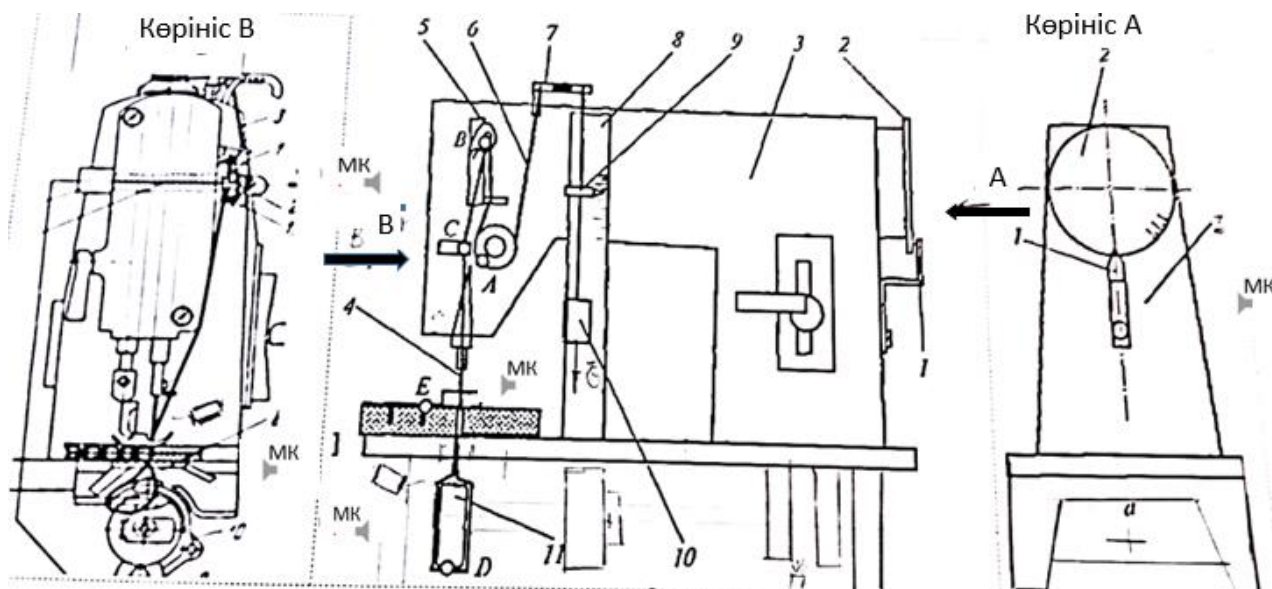
Негізгі диагностикалық оқиғаларға иненің төменгі өлі нүктеге жетуі, жіп ілмегінің түзілуінің басталуы, қайық тұмсығының ине жібінің ілмегін ілуі (қармауы), ілмекті қайытың іліп (ұстап) алу сәті, сондай-ақ материалды жылжытудың басталуы мен аяқталуы жатады.

Эксперименттік циклограмма келесі алгоритм бойынша құрылды:

1. микрокамерамен машинаның жұмысын бейнетіркеу;

2. бейнежазбаны басты біліктің қалпымен синхрондау;
3. диагностикалық оқиғалар сәттерін бейнекадрлар бойынша белгілеу;
4. әрбір оқиғаға ϕ бұрышының мәнін сәйкестендіру;
5. жұмыс циклі циклограммасын құру.

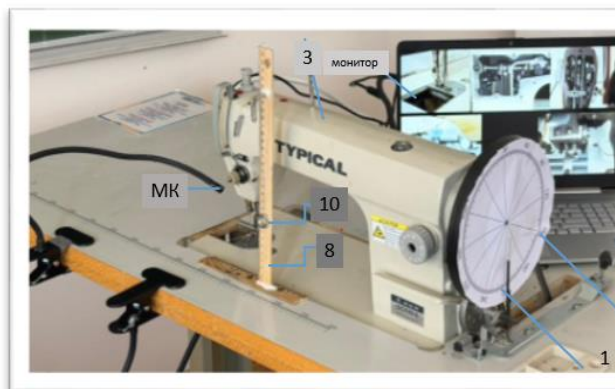
Бейнетіркеу арқылы тігін машинасын диагностикалау үшін арнайы құрылғы тағайындалынды (Сурет 1). Құрылғы жұмыс құралдарды микрокамералармен бақылаумен қатар циклдік диаграммаларды тұрғызуға мүмкіндік береді



Сурет 1. Тігін машинасының циклдік диаграмма тұрғызуға арналған құрылымның сұлбасы (1 – нұқсама, 2 – тегерік, 3 – машинаның бастиегі, 4 – ине, 5 – жіптартқыш, 6 – ине жібі, 7 – жіпбағыттағыш, 8 – межелік сызғыш, 9 – нұқсама, 10 – жүк, 11 – қайық), МК- микрокамералар.

Қондырғының сырт бейнесі (а) және микрокамералардың бақылау аймақтарын

түсірілген бейнелердің монитор экранындағы көріністері (б) 2- суретте келтірілген.



а



б

Сурет 2. Қондырғының сырт бейнесі (а) және микрокамералардың көрсету бейнелері (б).

Қондырғыда микрокамералар машинаның бақыланатын қажетті аймақтарда орынжайда реттелініп орнатылады. Микрокамералар машинаның үстеліне қысқыштармен бекітіліп бақылау аймағына икемді сыммен

майыстырылып апарылады.

Бақылау аймақтары ретінде және қандай үрдістер бейнебақылауға түсірілінетіні келесілер болады (Кесте1.):

Кесте 1. Микрокамералардың бақылау аймақтары.

к/с	Бақылау аймағы	Үрдіс нышаны
1	Ине – қайық	Жоғарғы жіп ілмегін қармау сәтін бақылау
2	Қайық механизмі	қайықтың айналуын талдау
3	Жіптартқыш	Жіптің тартылуын және қозғалыс фазаларын бақылау
4	Материалды жылжыту аймағы	Иненің тесу сәтімен материалдың ілгерілеуінің синхрондылығын
5	Тісті берілістерді	Айналмалы қозғалысты беру, тісті дөңгелектердің майлану сапасын

Құралдардың циклдық қозғалыстарын тіркеудің ең қарапайым тәсілі, ол градустеп бөлінген тегерек қолдану [1]. Машинаның басты білігіндегі тегеріне 360^0 градуса межеленген дөңгелек тегерік 2 бекітіледі. Градуска бөлу бағамы 1^0 -ге тең, бұлай белгілеуде диск 360 бөлікке бөлінеді. Осы дөңгелектегі белгілеулермен басты біліктің айналу бұрышы ϕ анықталынады. Дөңгелектегі градустық белгілерді көрсететін, машина бастиегіне қозғалмайтындай бекітілген нұқсама 9 бекітіледі. Тегерікті білікпен бірге қолмен айналдырғанда, нұқсама 9 тегеріктен 2 қанша градусқа бұрылғанын анықтауға мүмкіндік береді. Бақылау нысанының басты біліктің қай бұрышында қозғалысын бастап, қайсысында аяқталатынын белгілеуге мүмкіндік береді. Барлық бақыланатын құралдар үшін есептеудің бастапқы нүктесі 0^0 ретінде иненің ең жоғарғы орынжайы қарастырылады. Тегерік 2 және нұқсама 9 бірбіріне дәлденулері қажет. Бұл дәлдемені құруда $\phi=0^0$ иненің ең жоғарғы орынжайында орна-

ласуына сәйкес келуі тиісті. Басты білікпен бірге тегерікті қолмен айналдырылған кезде нұқса-мамен біліктің айналу бұрыштарын ϕ -ді бақылау арқылы анықтау қажет. Ол үшін машинада сабақталған жіптің екінші ұшына жүк 10 байланып, бағыттаушы 7 арқылы өткізілген жіп 6 тармағын керіп тұрады. Жіптің инешаншымға кеткен шығынын межелік сызықтан 8, жіпке бекітілген нұқсаманың 9 көмегімен бақыланады. Осылай айналдыру кезінде жұмыс құралының орналасу жағдайларын микрокамералардың (мк) көмегімен бақылай отырып, орналасуларына сәйес бұрыштардың, ине жібінің шығынының ұзындықтарын нұқсамалардың 1 және 9 көрсетулеріне сәйкес анықталынады. Бұл зерттеліп отырған жұмыс құралының басты біліктің бұрышына сәйкес қай бұрышта қозғалысы басталып, қандайында аяқталатыны белгіленеді. Осы белгіленген бұрыштар арқылы циклограмма тұрғызылып машинаның ақаулары анықталынады.



Сурет 3. TYPICAL GC6150 тігін машинасының жұмыс құралдарының өзара қатынастарын көрсететін циклдік диаграмма.

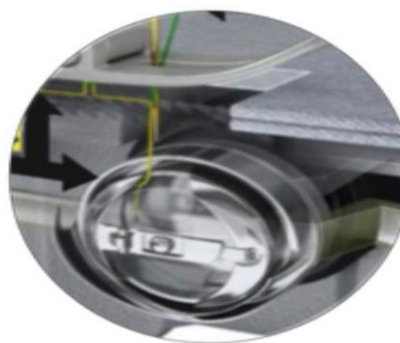
Эксперименталды циклограмма тұрғызу үшін бейнебақылау жүргізгенде келесі жағдайлар орын алып, машинаға баптау жұмыстары орындалды:

1) қайықтың тұмсығы иненің жанынан ерте өтіп, инежібінің ілмек-салпыншағын қармау болмай қалады. Қайықтың білікке

бекітілу реттелді және ине мен қайық тұмсығының арасындағы саңлау өзгертілді. Бақылау бейнекамерамен жүргізілді (Сурет 4). Қайық тұмсығының 10-20° ерте немесе 10-15° кеш келгенінде, ине қайық тұрқына тиіп, мұқалды, майысты, жүргізілген реттеу бұл ақауды жоюға мүмкіндік берді;



а) Иненің ең жоғарғы орынжайының бейнекадры



б) Қайықтың ине жібін қармау сәтінің бейнекадры

Сурет 4. Машинаның кейбір жұмыс құралдарының орынжайын сипаттайтын бейне кадрлар.

2) материалдың жылжытылуы иненің материалға кігенінде аяқталуы реттеу арқылы қамтамасыз етілді. ;

3) материалды жылжытудың басталуы ерте болған жағдай да кездесті бұныда бейнекамерамен бақылай отырып теттелінді.

Соныменен, машинаның циклограммасы жеке механизмдердің жұмысындағы сәйкессіздікті байқауға мүмкіндік берді және реттеулер арқылы машинаның жұмысын қалыпты жағдайға жеткізуге мүмкіндік берді

Ақаудың диагностикалық белгісі — оқиғаның нормативтік мәннен фазалық ауытқуы [11, 12, 13]:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{нақты}} - \varphi_{\text{норм.}}$$

Рұқсат етілген фазалық ауытқулардың асып кетуі тігістің тұрақсыз қалыптасуына және тігіс өткізіп алуға әкеледі.

Тігін машинасының жұмыс циклі басты біліктің бір толық айналымына сәйкес келеді:

$$\varphi \in [0; 360^\circ]$$

Кез келген механизмнің орны келесі функциямен сипатталады:

$$S_i = f_i(\varphi)$$

мұндағы S_i — i -механизмнің сызықтық немесе бұрыштық орын ауыстыруы, φ — басты біліктің бұрылу бұрышы.

Иненің орын ауыстыруы гармониялық заңмен сипатталады:

$$S_i = \frac{H}{2}(1 - \cos\varphi),$$

мұндағы H — иненің жүрісі мөлшері.

Иненің қозғалу жылдамдығы:

$$v_{\text{иг}} = \frac{dS_{\text{иг}}}{dt} = \frac{H}{2} \omega \sin \varphi,$$

мұндағы ω — басты біліктің бұрыштық жылдамдығы.

Жұмыс циклінің негізгі сәті — жоғарғы жіп ілмегінің челнок тұмсығымен ұстап алынуы. Сенімді ұстап алу шарты келесі фазалық аралықпен анықталады:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\kappa} - \varphi_i \in [\varphi_{\min}; \varphi_{\max}],$$

мұндағы φ_{κ} — қайықтың бұрыштық қалпы, φ_i — ілмек түзілуінің басталу бұрышы, $\Delta\varphi$ — фазалық ығысу.

ТҮРІКАЛ GC6150 машинасы үшін рұқсат етілген фазалық ауытқу [14] бойынша:

$$|\Delta\varphi| \leq 5^\circ.$$

Бейне деректер негізінде сипаттамалық нүктелер координаттарының (x_i , y_i , t_i) массиві қалыптастырылады, ол басты біліктің бұрылу бұрышына тәуелділікке түрлендіріледі:

$$\varphi_i = \omega \cdot t_i.$$

Бұл эксперименттік циклограмманы құруға мүмкіндік береді:

$$S_i^{\text{эк}} = f_i(\varphi).$$

Тігін машиналарының жұмысының сапасы жіпберу диаграммасы сипаттайды. Машинаны техникалық талапқа сай баптағаннан соң жіпберу диаграммасы қондырғының көмегімен тұрғызылды (Сурет 5).



Сурет 5. Жіпберу диаграммасы

Тұрғызылған жіпберу диаграммасы машинаның жұмысының сапалылығын көрсетеді, ол теориялық диаграммамен [2] сәйкес.

Сонымен, бейне деректер негізінде құрылған циклограммалар қайықтың келу бұрышы 10–12°-қа бұзылған кезде келесі ақаулардың байқалатынын көрсетті:

- тігістердің өткізіліп алынуы;
- жіптің тартылуының тұрақсыздығы;
- ине мен қайықтың тозуының артуы.

TYPICAL GC6150 қайықты тігіс машинасы үшін келесі нормативтік параметрлер анықталды (Кесте 2):

Кесте 2. TYPICAL GC6150 машинасының нормативті параметрлері.

Параметр	Нормативтік мәні
Ілмекті ұстау кезіндегі иненің тменгі өлі нүктесінен көтерілуі	1,8–2,2 мм
Ілмекті қайықтың ілу бұрышы	205–215°
Ине мен қайық тұмсығы арасындағы саңылау	0,05–0,1 мм
Материалды ілгерілетудің басталуы	250–270°

Қорытынды

Микрокамераларды қолдану дәстүрлі реттеу әдістерімен мүмкін емес нормативтік және нақты циклограммалардың айырмашылығын визуалды түрде тіркеуге мүмкіндік берді. Циклограммаларды пайдалану механизмдер жұмысының үйлесімділігін сандық тұрғыдан бағалауға және ақауларды пайдаланудың ерте кезеңінде анықтауға жағдай жасайды.

Микрокамералар мен циклограммаларды қолдана отырып диагностикалаудың негізгі артықшылықтары:

- механизмдерді реттеу дәлдігінің артуы;
- диагностикалау уақытының қысқаруы;

- нәтижелерді құжаттау мүмкіндігі;
- әсіресе оқу процесінде жоғары көрнекілік.

Зерттеу барысында микробейнебақылау мен жұмыс циклі циклограммаларын бірлесіп қолдануға негізделген қайықты тігіс тігін машиналарын диагностикалау әдісі әзірленіп, эксперименттік түрде негізделді. Ұсынылған тәсіл тігін машинасының негізгі механизмдері арасындағы фазалық арақатынастарды формалданған түрде сипаттауға және олардың нормативтік жұмыс режимдерінен ауытқуларын анықтауға мүмкіндік беретіні көрсетілді.

Жоғары түсіру жиілігі бар микрокамера-

ларды қолдану машинаны толық бөлшектемей-ақ, жұмыс механизмдерінің өзара әрекеттесуінің жылдам өтетін үрдістердің егжей-тегжейлі визуализациялауды қамтамасыз ететіні анықталды. Эксперименттік циклограммаларды құру диагностикалық оқиғалардың фазалық ауытқуларын сандық бағалауға және оларды ақаулардың тұрақты белгілері ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелер дәстүрлі диагностикалау әдістерімен салыстырғанда бейнециклограммалық талдаудың жоғары ақпараттылығын дәлелдейді және ұсынылған әдісті тігін жабдығына техникалық қызмет көрсету тәжірибесіне және оқу үрдісіне енгізуге ұсынуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ж. Усенбеков, Н.Ж. Сеитова Тігін өнеркәсібінің технологиялық жабдықтары: оқу құралы. – Алматы: Дарын, 2023. – 349 б.
2. А.С. Ермаков Оборудование швейных предприятий: учеб. пособие. – М.: ИППО; ПрофОбрИздат, 2002. – 432 с.
3. J. Smith Machine Diagnostics and Monitoring. – Cham: Springer, 2020.
4. T. Brown Mechatronic Systems Analysis. – Oxford: Elsevier, 2019.
5. Y. Wang High-speed video diagnostics of machinery // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2021.
6. S. Kim Motion analysis of sewing machines // Journal of Textile Engineering. – 2020.
7. J. Park Cyclogram-based diagnostics of mechanical systems // Mechatronics. – 2019.
8. H. Müller Industrial Sewing Technology. – Berlin: Springer, 2018.
9. K. Lee Smart maintenance systems for industrial equipment // Sensors. – 2020.
10. L. Zhang Visual fault detection using high-speed cameras // Sensors. – 2021.
11. В.П. Иванов Техническое обслуживание и ремонт швейных машин. – М., 2018.
12. Н.А. Кузнецова Диагностика неисправностей швейного оборудования. – М., 2020.
13. JUKI Corporation. DDL-8700 Instruction Manual.
14. Typical Sewing Machine Co. GC6150 Technical Documentation.

15. J. Hu Structure and Mechanics of Woven Fabrics. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2004.

16. B. Saville Physical Testing of Textiles. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2008.

17. G. Havenith Personal factors in thermal comfort assessment // Energy and Buildings. – 2002.

REFERENCES

1. Zh. Usenbekov, N.Zh. Seitova Tigin Onerkasibinin tehnologiyalyq zhabdyqtary: oqu quraly [Technological Equipment of the Garment Industry: Study Guide]. Almaty: Daryn, 2023. 349 p. (in Kazakh).
2. A.S. Ermakov Oborudovanie shveinykh predpriyati: uchebnoe posobie [Equipment of Sewing Enterprises: Study Guide]. Moscow: IRPO; Prof-Obrlzdad, 2002. 432 p. (in Russian).
3. J. Smith Machine Diagnostics and Monitoring. Cham: Springer, 2020.
4. T. Brown Mechatronic Systems Analysis. Oxford: Elsevier, 2019.
5. Y. Wang High-speed video diagnostics of machinery // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2021.
6. S. Kim Motion analysis of sewing machines // Journal of Textile Engineering. 2020.
7. J. Park Cyclogram-based diagnostics of mechanical systems // Mechatronics. 2019.
8. H. Muller Industrial Sewing Technology. Berlin: Springer, 2018.
9. K. Lee Smart maintenance systems for industrial equipment // Sensors. 2020.
10. L. Zhang Visual fault detection using high-speed cameras // Sensors. 2021.
11. V.P. Ivanov Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont shveinykh mashin [Maintenance and Repair of Sewing Machines]. Moscow, 2018. (in Russian).
12. N.A. Kuznetsova Diagnostika neispravnostei shveinogo oborudovaniya [Diagnostics of Sewing Equipment Faults]. Moscow, 2020. (in Russian).
13. JUKI Corporation. DDL-8700 Instruction Manual. Japan, n.d.
14. Typical Sewing Machine Co. GC6150 Technical Documentation. China, n.d.
15. J. Hu Structure and Mechanics of Woven Fabrics. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004.
16. B. Saville Physical Testing of Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing, 2008.
17. G. Havenith Personal factors in thermal comfort assessment // Energy and Buildings. 2002.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ КЕРАТИНА ШЕРСТИ ПОСЛЕ ОКРАШИВАНИЯ

Л.А. МЫНБАТЫРОВА , Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА* 

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

Электронная почта автора-корреспондента: era05.05@mail.ru*

В статье представлен сравнительный анализ структурных изменений натуральной и окрашенной шерсти методом инфракрасной Фурье-спектроскопии. В качестве объектов исследования использованы образцы неокрашенной белой и коричневой шерсти, а также шерсть, окрашенная розовым и бледно-голубым красителями. Целью работы являлась оценка влияния процесса окрашивания на вторичную структуру α -кератина и состояние дисульфидных связей. Установлено, что для неокрашенных образцов характерна сохранённая α -спиральная конформация кератина, что подтверждается положением полосы Amide I в диапазоне $1631\text{--}1643\text{ см}^{-1}$ и наличием устойчивых S–S связей в области $528\text{--}561\text{ см}^{-1}$. Существенных различий между белой и коричневой шерстью не выявлено. После окрашивания наблюдается смещение полосы Amide I до $1625,99\text{ см}^{-1}$, что свидетельствует о частичном изменении кератиновой структуры. При этом розовый краситель оказывает умеренное воздействие, тогда как бледно-голубой вызывает выраженные структурные изменения, сопровождающиеся окислением дисульфидных связей и появлением полосы сульфоновой кислоты при 1055 см^{-1} . Результаты исследования подтверждают, что химическая природа красителя определяет степень деградации кератиновой матрицы. Метод ИК-Фурье спектроскопии может быть рекомендован для контроля структурной целостности шерстяных волокон при технологической обработке.

Ключевые слова: шерстяные волокна, окрашенная шерсть, неокрашенная шерсть, кератин, структура шерсти, ИК-спектроскопия.

ЖҮН КЕРАТИНІНІҢ МОЛЕКУЛЯРЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ БОЯУДАН КЕЙІНГІ ӨЗГЕРІСТЕРІНЕ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Л.Ә. МЫҢБАТЫРОВА, Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА*

(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы,
160012 Шымкент қ., Тауке хан даңғ., 5)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: era05.05@mail.ru*

Мақалада табиғи және боялған жүннің құрылымдық өзгерістері Фурье-инфрақызыл спектроскопия әдісімен салыстырмалы талдауы ұсынылған. Зерттеу нысандары ретінде боялмаған ақ және қоңыр жүн үлгілері, сондай-ақ қызғылт және ақшыл-көк бояулармен боялған жүн қолданылды. Жұмыстың мақсаты бояу процесінің α -кератиннің соңғы құрылымына және дисульфидті байланыстардың жағдайына әсерін бағалау болды. Боялмаған үлгілер үшін кератиннің α -спиральды конформациясы сақталғаны анықталды, бұл Amide I жолағының $1631\text{--}1643\text{ см}^{-1}$ аралығында орналасуымен және $528\text{--}561\text{ см}^{-1}$ аймағындағы тұрақты S–S байланыстарының болуымен расталды. Ақ және қоңыр жүн арасында айтарлықтай айырмашылықтар анықталған жоқ. Бояудан кейін Amide I жолағының $1625,99\text{ см}^{-1}$ -ге дейін ығысуы байқалады, бұл кератин құрылымының ішінара өзгергенін көрсетеді. Сонымен қатар, қызғылт бояу орташа әсер етсе, ал ақшыл-көк бояу айқын құрылымдық өзгерістерге әкеледі, бұл дисульфидтік байланыстардың тотығуымен және 1055 см^{-1} -де сульфон қышқылының жолағының пайда болуымен қатар жүреді. Зерттеу нәтижелері бояудың химиялық табиғаты кератин матрицасының деградация дәрежесін анықтайтынын растайды. Фурье-ИК спектроскопия әдісі технологиялық өңдеу кезінде жүн талшықтарының құрылымдық тұтастығын бақылау үшін ұсынылуы мүмкін.

Негізгі сөздер: жүн талшықтары, боялған жүн, боялмаған жүн, кератин, жүн құрылымы, ИК спектроскопиясы.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN THE MOLECULAR STRUCTURE OF WOOL KERATIN AFTER DYEING

L.A. MYNGBATYROVA, R.SH. MIRZAMURATOVA*

(M. Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan,
160012, Shymkent, Tauke khan Avenue,5)

Corresponding author's e-mail: era05.05@mail.ru

The article presents a comparative analysis of structural changes in natural and dyed wool using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). The study objects included samples of undyed white and brown wool, as well as wool dyed with pink and pale blue dyes. The aim of the work was to evaluate the effect of the dyeing process on the secondary structure of α -keratin and the state of disulfide bonds. It was found that the undyed samples are characterized by a preserved α -helical conformation of keratin, which is confirmed by the position of the Amide I band in the range of $1631\text{--}1643\text{ cm}^{-1}$ and the presence of stable S–S bonds in the region of $528\text{--}561\text{ cm}^{-1}$. No significant differences were found between white and brown wool. After dyeing, a shift of the Amide I band to 1625.99 cm^{-1} is observed, indicating a partial change in the keratin structure. In this case, the pink dye has a moderate effect, while the pale blue dye causes pronounced structural changes, accompanied by oxidation of disulfide bonds and the appearance of a sulfonic acid band at 1055 cm^{-1} . The research results confirm that the chemical nature of the dye determines the degree of degradation of the keratin matrix. The FTIR spectroscopy method can be recommended for monitoring the structural integrity of wool fibers during technological processing.

Keywords: wool fibers, dyed wool, undyed wool, keratin, wool structure, FTIR spectroscopy.

Введение

Натуральная шерсть остаётся одним из наиболее востребованных природных волокон благодаря своей сложной и уникальной структуре, обеспечивающей высокие показатели теплозащитных, гигиенических и эксплуатационных свойств. Основу шерсти составляет кератин - фибриллярный белок, обладающий выраженной иерархической структурой: макрофибриллы, микрофибриллы, элементарные и кристаллитные фибриллы, аморфные области, основанные преимущественно на α -спиральной конфигурации [1-3]. Характерными особенностями кератина являются высокое содержание серосодержащих аминокислот (цистеин), формирование дисульфидных связей, плотная сетка внутримолекулярных и межмолекулярных взаимодействий, что обуславливает высокую прочность и химическую устойчивость волокна [2].

Структурные и химические свойства шерсти существенно влияют на её поведение при технологической обработке, включая окрашивание, валяние, стирку и термическое воздействие. Окрашивание является одним из наиболее распространённых видов модификации шерстяных волокон. При взаимодействии красителей с функциональными группами кератина происходят изменения на молекулярном уровне, включая изменение гидратации, нарушение или частичное перераспределение внутримолекулярных связей, а

также возможное окисление дисульфидных связей [4]. Известно, что интенсивная обработка красителями или реагентами фиксирующего действия изменяет соотношение α -спиралей и β -структур, что влияет на прочность волокна, его упругость и способность к деформации [4,5].

Особый интерес представляет анализ неокрашенной шерсти разного естественного цвета (белой, коричневой), поскольку пигментация, связанная с меланином, оказывает собственное влияние на структуру волокна. Меланин способен изменять теплопроводность, сорбционные свойства и устойчивость к фотодegradации, что отражается в спектроскопических характеристиках материала.

Сравнение естественно окрашенной шерсти, искусственно окрашенной шерсти и войлока, прошедшего процесс валяния, позволяет выявить связь между технологическими процессами и структурными изменениями кератина. Для изучения таких трансформаций необходимы методы, позволяющие анализировать структуру белковых волокон без разрушения образца. В этом отношении ИК-Фурье спектроскопия занимает ведущие позиции. Спектроскопия белковых материалов позволяет оценивать динамику и состояние амидных полос - Amide I, Amide II, Amide III, относящихся к колебаниям пептидных групп, а также фиксировать характеристики липидного

слоя (C–H), серосодержащих групп (S–S, S=O, C–S) и боковых цепей аминокислот [6–8].

Особое значение имеет применение приставки нарушенного полного внутреннего отражения, которое позволяет анализировать поверхностные слои и обеспечивает высокое соотношение сигнала или шума даже у плотных текстильных материалов [9]. Благодаря проникновению излучения на глубину около 1–2 мкм ATR-метод особенно чувствителен к структурным изменениям наружного слоя шерсти, где происходят процессы связывания красителей, разрушения кутикулы и модификации липидного барьера.

Полосы поглощения, относящиеся к амидной области, отражают характер вторичной структуры белка и позволяют судить о соотношении α -спиральных, β -слоистых и неупорядоченных структурных элементов. Изменение интенсивности или смещение этих полос свидетельствует о перестройке кератиновой структуры, обусловленной процессами окрашивания, термического воздействия, валяния или окисления. Полосы, соответствующие области колебаний серосодержащих групп, указывают на образование продуктов окисления дисульфидных связей цистина, таких как сульфоксиды и сульфонаты, что имеет принципиальное значение при анализе воздействия химических реагентов и красителей на шерстяное волокно [10–13].

Целью настоящей работы является сравнительный анализ молекулярной структуры неокрашенной и окрашенной шерсти на основе данных ИК-Фурье спектроскопии с

целью выявления характера взаимодействия красителей с белковой матрицей волокна.

Исследования войлока показывают, что механическое трение и влажно-тепловая обработка, используемые в технологии валяния, изменяют поверхностный слой волокна, вызывая частичное разрушение кутикулы, перераспределение липидов и повышение доли β -структур в амидном спектре [14,15]. Это отражается в смещении пиков и изменении их интенсивности, что делает ИК-Фурье спектрометрию эффективным инструментом анализа структурных модификаций войлочного материала.

С учётом вышеперечисленного, сравнительный анализ ИК-Фурье спектроскопии образцов шерсти, различающихся по цвету, имеет высокую научную и практическую значимость, которая позволяет выявить влияние окрашивания на вторичную структуру кератина, определить степень окисления серосодержащих групп, проанализировать структурные изменения шерсти.

Такие исследования могут быть использованы для разработки более щадящих технологий окрашивания, повышения долговечности шерстяных изделий, оптимизации процессов валяния и создания материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали образцы натуральной шерсти, различающиеся по цвету и предварительной обработке. Для анализа было отобрано четыре типа образцов, предоставленных исследователем:



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1. Шерстяные волокна

- а) образец 1 - шерстяное волокно, неокрашенное, естественного белого цвета;
б) образец 2 - шерстяное волокно, неокрашенное, естественного коричневого цвета;
в) образец 3 - шерстяное волокно, подвергнутое окрашиванию, цвет - бледно-голубой;
г) образец 4 - шерстяное волокно, подвергнутое окрашиванию, цвет - розовый.

Шерсть окрашивали анилиновыми красителями. Бледно-голубой цвет получили краской фирмы Ashford, а розовый — краской фирмы Pro Fiber Set. Все образцы были предварительно очищены от поверхностных загрязнений ручным встряхиванием и мягким механическим удалением пыли.

Спектральные исследования проводили методом ИК-Фурье спектроскопии с нарушенным полным внутренним отражением. Использовали ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IR Prestige-21, оснащённый приставкой ATR Miracle фирмы Pike Technologies.

Полученные спектры обрабатывали с использованием встроенного программного

обеспечения спектрометра: выполняли базовую коррекцию, нормализацию, идентификацию пиков и анализ амидных полос для оценки структурных особенностей белкового волокна.

Результаты и их обсуждение

Проведённый детальный анализ ИК-спектра, полученного методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье для неокрашенного белого образца шерстяного волокна (рис. 2), позволяет всесторонне охарактеризовать его молекулярный состав и особенности вторичной структуры кератина.

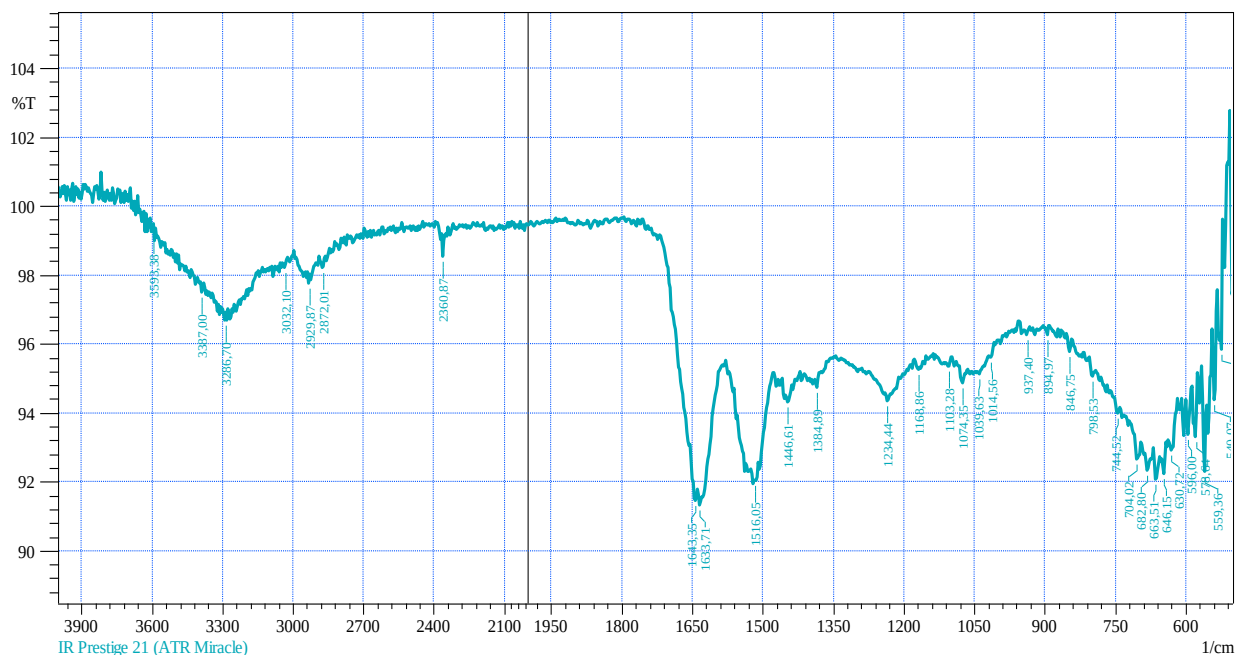


Рисунок 2. ИК-Фурье спектр шерстяного волокна белого цвета (Образец 1)

Спектральная картина демонстрирует устойчивое присутствие всех ключевых функциональных групп белковой природы, что указывает на высокую степень сохранности структуры α -кератина, типичного для натуральной шерсти.

В высокочастотной области спектра, выше 2700 см^{-1} , фиксируются полосы, обусловленные валентными колебаниями связей N–H, O–H и C–H. Среднеинтенсивная амидная полоса A в диапазоне $3286\text{--}3387\text{ см}^{-1}$ отражает характерные колебания N–H групп пептидной основы, стабилизированных системой водородных связей, что подтверждает белковую природу материала. Слабые сигналы в районе 3593 см^{-1} соответствуют валентным колебаниям O–H групп и указывают на присутствие гидроксильных боковых цепей аминокислот, таких как серин или треонин.

Наиболее информативной для анализа присутствия белка является область расположения амидных полос. Доминирующая полоса Amide I, зарегистрированная при 1633.71 и 1643.35 см^{-1} , типична для α -спиральной структуры, что соответствует натуральному состоянию α -кератина. Высокая интенсивность этой полосы свидетельствует о сохранности карбонильных групп C=O пептидной цепи и отсутствии значимых структурных нарушений. Полоса Amide II, расположенная при 1516.05 см^{-1} , отражает деформационные колебания N–H и валентные колебания C–N, что также служит

индикатором целостности белкового остова. Соотношение интенсивностей Amide I и Amide II подтверждает отсутствие признаков деградации кератиновой структуры.

В области 1500 см^{-1} , спектр демонстрирует характерный набор полос, связанных с колебательными элементами пептидных и боковых групп. Полоса Amide III в диапазоне $1234.44\text{--}1168.86\text{ см}^{-1}$ подтверждает наличие устойчивых связей C–N и N–H, формирующих базовую структуру полипептидной цепи. Дополнительные пики в области $1039\text{--}1074\text{ см}^{-1}$ связаны с валентными колебаниями C–O и C–O–C групп, что может отражать присутствие гликопротеиновых фрагментов или окисленных серосодержащих соединений, естественных для шерстяного волокна.

Особое значение для оценки прочностных характеристик кератина имеют полосы, относящиеся к валентным колебаниям дисульфидных и тиольных групп. Сигналы при $630\text{--}682\text{ см}^{-1}$ соответствуют C–S колебаниям цистеиновых остатков, а полосы в интервале $524\text{--}559\text{ см}^{-1}$ указывают на S–S связи, формирующие дисульфидные мостики. Наличие этих полос свидетельствует о сохранности поперечной связки кератиновых фибрилл, что является ключевым фактором механической прочности и стабильности шерстяного волокна.

В целом инфракрасный спектр образца 1 полностью соответствует спектральному профилю неокрашенного, не подвергавшегося актив-

ной обработке α -кератина. Чёткая выраженность основных амидных полос, наличие дисульфидных связей и отсутствие дополнительных пиков, которые могли бы указывать на процессы деградации - такие как гидролиз или глубокое окисление, - подтверждают высокую степень

структурной сохранности материала. Таким образом, данный образец может рассматриваться как эталонный и использоваться для сопоставления с окрашенными или неокрашенными образцами другого цвета шерстяного волокна в рамках дальнейших исследований.

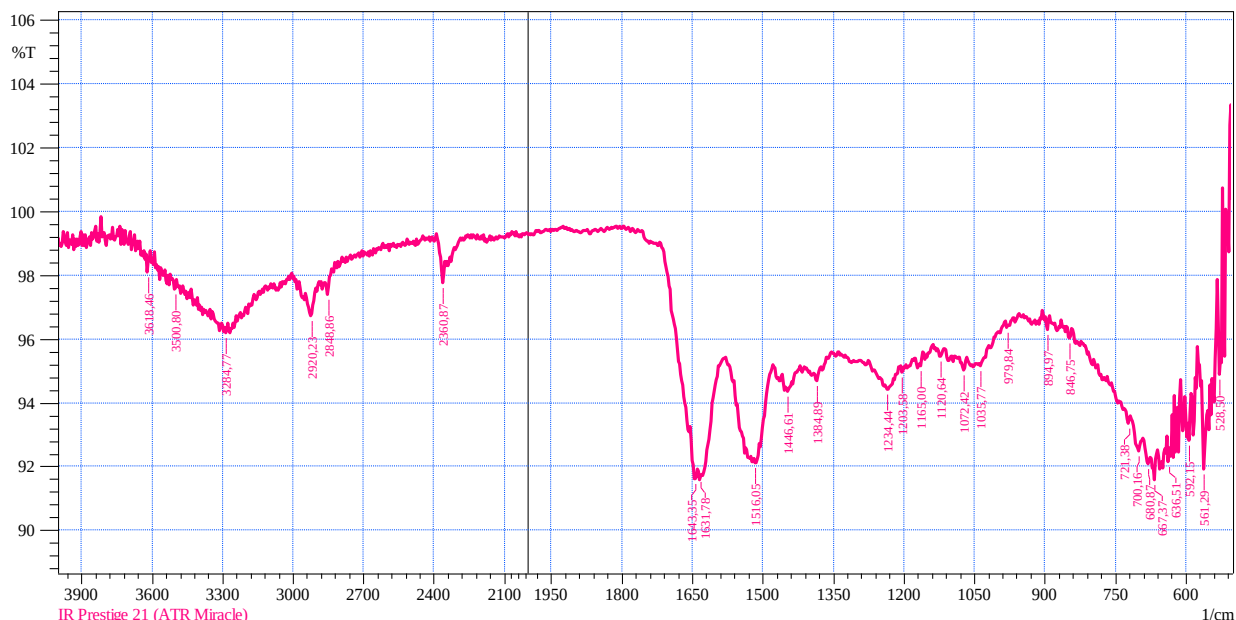


Рисунок 3. ИК-Фурье спектр шерстяного волокна коричневого цвета (Образец 2)

Проведённый сравнительный анализ ИК-Фурье спектров для двух образцов натуральной шерсти — неокрашенной белой (Образец 1) и неокрашенной коричневой (Образец 2) — позволил выявить как их фундаментальное структурное сходство, так и отдельные отличия, связанные преимущественно с присутствием природного пигмента в шерсти коричневого цвета. Оба материала демонстрируют характерные признаки натурального α -кератина, что проявляется в устойчивости основных амидных полос и сохранности структурных элементов полипептидной цепи.

Спектры обоих образцов практически идентичны в высокочастотной зоне, где фиксируются валентные колебания N–H групп. Полоса Amide A, расположенная при 3284.77 см^{-1} у образца 1 и 3286.70 см^{-1} у образца 2, демонстрирует одинаковую интенсивность, что свидетельствует о сходной степени вовлечённости N–H связей в водородные взаимодействия. Это позволяет заключить, что пространственная организация белковых цепей в данной области не нарушена и одинакова в обоих случаях.

Анализ ключевой структурной области - амидных полос - показывает полное соответствие

спектров. Доминирующий Amide I, отражающий колебания карбонильных групп C=O, располагается в обеих шерстях в пределах 1631–1644 см^{-1} . Пики при 1631.78 и 1643.35 см^{-1} у белого волокна и при 1633.71 и 1643.35 см^{-1} у коричневого волокна указывают на преобладание α -спиральной конформации, характерной для натурального кератина. Вторая важная амидная полоса - Amide II - также сохраняет идентичное положение в спектрах, проявляясь при 1516.05 см^{-1} , что свидетельствует о неизменной структуре пептидных связей. Полоса Amide III в районе 1234 см^{-1} дополняет картину, отражая сложное сочетание валентных и деформационных колебаний C–N и N–H групп и подтверждая целостность вторичной структуры.

Низкочастотная область, где располагаются полосы дисульфидных и тиольных групп, также демонстрирует высокую степень совпадения. Полосы валентных колебаний C–S и S–S связей цистеина отмечены в обоих спектральных кривых в диапазонах 528–540 см^{-1} и 663–682 см^{-1} . Наличие этих сигналов однозначно указывает на сохранность дисульфидных связей, играющих ключевую роль в поддержании механической прочности и упругости волокна. Столь согласо-

ванная спектральная картина позволяет заключить, что оба образца не подвергались активной химической обработке и демонстрируют типичную структуру натурального кератина.

Несмотря на выраженное сходство, определённые различия всё же фиксируются, и они преимущественно связаны с присутствием меланина в коричневом волокне. Одним из таких различий является интенсивность полосы в области 2360.87 см^{-1} , которая относится к поглощению атмосферного CO_2 . Хотя этот пик не является структурно значимым для кератина, различия в значения скорректированных площадей — высокая у белого образца и заметно ниже у коричневого — могут отражать влияние волокнистой матрицы, в частности сорбционных свойств, изменённых присутствием пигмента.

В области $700\text{--}850\text{ см}^{-1}$ оба спектра демонстрируют множественные пики, однако их положение немного варьирует: например, для белой шерсти наблюдается полоса около 721 см^{-1} , тогда как для коричневой — около 744 см^{-1} . Эти сдвиги, вероятно, обусловлены колебаниями ароматических или хиноидных групп меланина — фенольного полимера, который имеет собственные спектральные особенности и может накладываться на колебания боковых групп аминокислот.

Особый интерес представляет сравнение соотношения площадей полос Amide I и Amide II. Для белой шерсти это соотношение составляет около 4.6, тогда как для коричневой достигает

значительно более высокого значения — примерно 11. Такая разница может быть обусловлена частичным спектральным перекрытием меланина с областью Amide II либо вариациями в распределении упорядоченных и неупорядоченных участков внутри пигментированного волокна. Важно отметить, что даже при этих различиях положение пиков остаётся неизменным, что указывает на стабильность вторичной структуры.

Таким образом, оба исследованных образца демонстрируют спектральные характеристики, типичные для α -кератина. Выявленные различия в интенсивности отдельных полос и в соотношении амидных пиков связаны не с нарушениями структуры белка, а с природными особенностями пигментированного волокна. Присутствие натурального меланина приводит лишь к незначительным вариациям в спектре, не затрагивая общую конформацию полипептидной цепи. Это подтверждает, что ни белая, ни коричневая шерсть не подвергались активной обработке, и обе могут служить достоверной основой для последующего сравнения с окрашенными образцами, что позволит точно оценивать степень деградации кератиновой структуры.

Исследование ИК-Фурье спектров розовой окрашенной шерсти (Образец 3) позволило выполнить детальное сопоставление её структурных характеристик с натуральными эталонами — белой и коричневой шерстью (Образцы 1 и 2).

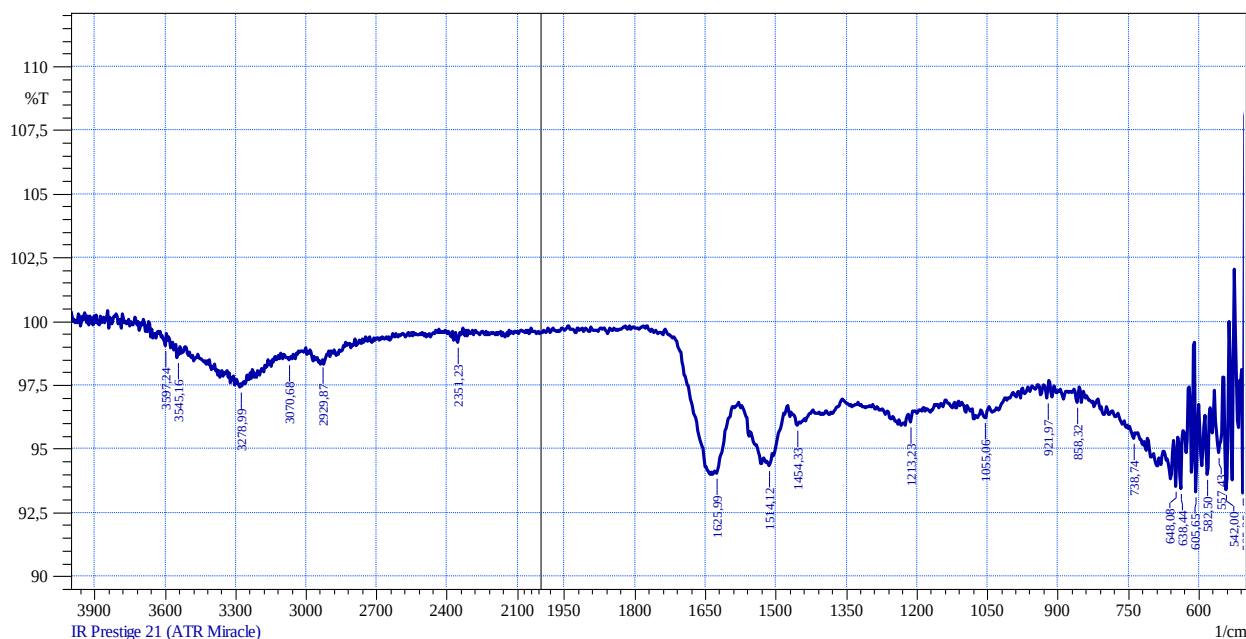


Рисунок 4. ИК-Фурье спектр шерстяного волокна розового цвета (Образец 3)

Целью анализа являлась оценка влияния процесса окрашивания на состояние кератиновой матрицы, а также выявление возможных признаков её деградации. Полученные данные показали, что спектр окрашенного образца заметно отличается от спектров неокрашенных волокон, отражая изменения белковой структуры.

Наиболее значимые различия обнаруживаются в области амидных полос, которые традиционно рассматриваются как индикаторы состояния вторичной структуры кератина. У натуральных образцов положение полосы Amide I находится в диапазоне 1631–1643 см^{-1} , что соответствует преимущественно α -спиральной конформации. В случае окрашенного образца основной пик смещён до 1625.99 см^{-1} , что свидетельствует о частичном нарушении водородных связей и ослаблении спиральной организации. Аналогичную тенденцию демонстрирует и полоса Amide II: если в натуральной шерсти она фиксируется при 1516.05 см^{-1} , то в окрашенной — при 1512.19 см^{-1} . Сдвиг в область более низких частот указывает на изменение микросреды пептидных групп под воздействием красителя и на возможное увеличение доли неупорядоченных или агрегированных структур. Таким образом, амидная область ясно показывает, что воздействие красителя приводит к умеренной деградации вторичной структуры и к ослаблению α -спиральной составляющей волокна.

Дополнительные сведения о химических изменениях кератина даёт анализ полос, связанных с дисульфидными мостиками и продуктами их окисления. В спектрах натуральной шерсти наблюдается характерный набор пиков в области 528–561 см^{-1} , отражающих нормальное состояние S–S-сшивок. У окрашенного образца регистрируется пик при 520.78 см^{-1} , что подтверждает сохранность существенной части дисульфидных соединений. Одновременно отсутствие заметного усиления полос в диапазоне 1039–1070 см^{-1} , где проявляются вибрации продуктов окисления C–O, позволяет сделать вывод о том, что процесс окрашивания не сопровождался мощным окислительным воздействием. Фиксируемая слабая полоса при 1070.49 см^{-1} отражает лишь минимальные перестройки,

не приводящие к грубому разрушению кератина, что отличает мягкие красители от активных осветляющих реагентов.

Существенным признаком модификации структуры волокна является появление в спектре новых интенсивных полос, отсутствующих у натуральной шерсти. В диапазоне 700–900 см^{-1} в образце окрашенного волокна фиксируются пики при 736.81 см^{-1} и 837.11 см^{-1} , характерные для вибраций функциональных групп органической молекулы красителя. Эти полосы указывают на присутствие красителя внутри волокна и подтверждают его взаимодействие с кератином. В высокочастотной области наблюдаются изменения в поведении полос, связанных с N–H и O–H колебаниями (3367.71, 3585.67 и 3647.39 см^{-1}). Такие изменения обычно отражают участие полярных групп белка в дополнительных водородных связях, возникающих при взаимодействии с молекулой красителя, а также возможную перестройку гидратационного состояния волокна.

Совокупность всех спектральных особенностей позволяет заключить, что розовая окрашенная шерсть демонстрирует явные признаки структурной модификации. Наблюдается ослабление α -спиральной структуры, смещение амидных полос, частичное разрушение водородных связей и изменение локальной микросреды пептидных групп. При этом дисульфидные мостики в значительной степени сохраняют целостность, а выраженных признаков сильного окислительного повреждения не выявлено. Появление характерных полос красителя подтверждает его интеграцию в структуру волокна и участие в формировании новых межмолекулярных взаимодействий.

В целом структура образца 3 оказывается менее стабильной по сравнению с натуральными образцами, что в полной мере соответствует природе окрашенного материала. Несмотря на отсутствие грубой деструкции, зафиксированные изменения демонстрируют, что процесс окрашивания приводит к умеренной, но отчётливо выраженной модификации белковой матрицы шерсти.

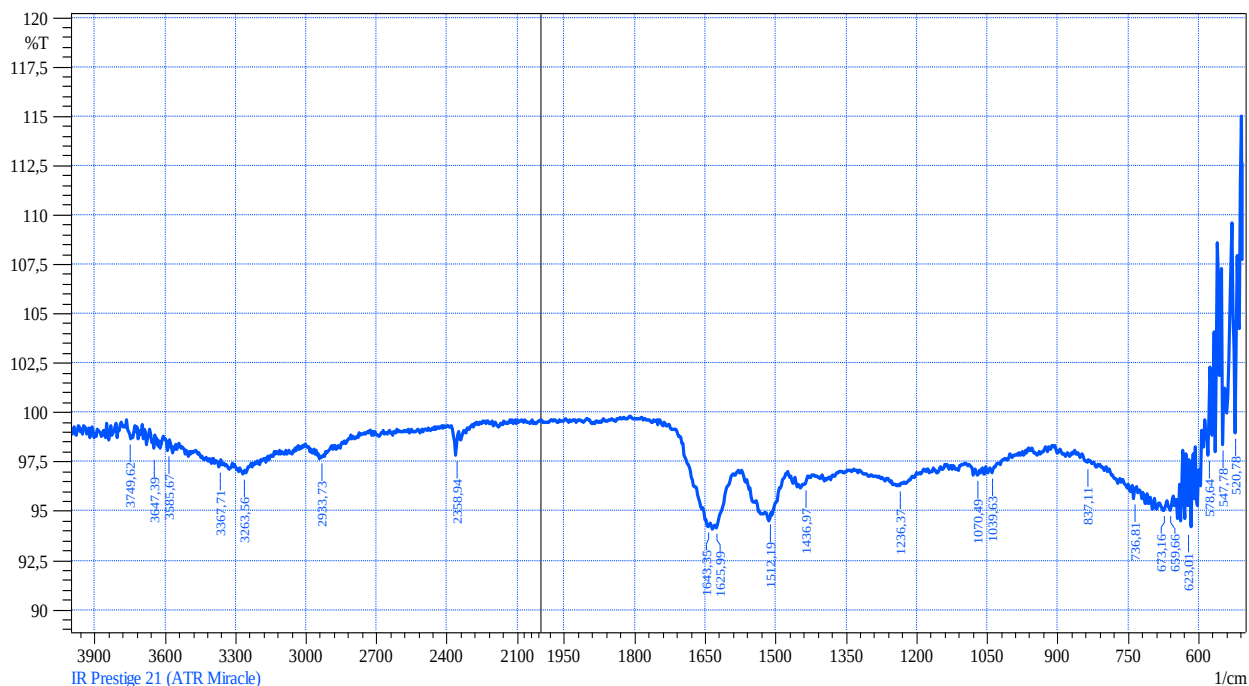


Рисунок 5. ИК-Фурье спектр шерстяного волокна бледно-голубого цвета (Образец 4)

Сравнительное исследование инфракрасных спектров с преобразованием Фурье позволило выявить характерные изменения, возникающие в структуре кератина после окрашивания шерстяного волокна. Для анализа был использован образец 4 — шерсть бледно-голубого оттенка, и два эталонных натуральных материала: белая (Образец 1) и коричневая шерсть (Образец 2). Основной целью являлась оценка того, каким образом краситель и сопровождающие его технологические процессы воздействуют на вторичную структуру белка, поперечные шивки и полярные функциональные группы кератина.

Прежде всего, изменения затронули амидные области — наиболее информативную зону для анализа конформации белка. В натуральных образцах полоса Amide I стабильно фиксируется в диапазоне 1631–1643 см^{-1} , что соответствует преимущественно α -спиральной структуре кератина. В окрашенном образце она смещается до 1625.99 см^{-1} . Такое понижение частоты примерно на 6–8 см^{-1} свидетельствует о нарушении водородных связей внутри спиральных фрагментов и увеличении доли неупорядоченных структур или агрегированных β -слоёв. Полоса Amide II также демонстрирует лёгкое смещение (с 1516.05 до 1514.12 см^{-1}), что отражает изменения в конфигурации пептидной связи и указывает на модификацию условий гидратации или химическое воздействие на белковую матрицу.

Характер спектральных изменений позволяет утверждать, что вторичная структура кератина в окрашенном образце частично нарушена. Это типичный результат для волокон, прошедших технологическую обработку с участием активных химических соединений.

Значимые различия проявляются и в области поперечных дисульфидных связей. Натуральные образцы демонстрируют лишь слабые полосы, связанные с продуктами окисления цистеина, тогда как в образце 4 появляется интенсивная полоса при 1055.06 см^{-1} . Она соответствует колебаниям сульфоновых кислотных групп и отражает более глубокую степень окисления аминокислотных остатков. Полоса S–S связей в области около 542 см^{-1} сохраняется, однако снижение её относительной интенсивности указывает на частичное разрушение дисульфидной сетки. Поскольку такие мостики являются ключевыми для механической прочности и устойчивости волокна, их деградация свидетельствует о заметном химическом воздействии, сопровождающем процесс окрашивания.

Ещё одним подтверждением модификации структуры является появление новых полос, отсутствующих в натуральных эталонах. Особенно отчётливо в окрашенном образце выражены пики в диапазоне 700–1100 см^{-1} (738.74, 858.32 и 921.97 см^{-1}). Они связаны с колебаниями ароматических фрагментов, сульфонатных групп и других структурных элементов органического голубого красителя. Это указывает на то, что

краситель не только адсорбируется на поверхности, но и вступает во взаимодействие с функциональными группами кератина, формируя устойчивые связи в структуре волокна.

Особое внимание привлекает полоса валентных колебаний O–H при 3597.24 см^{-1} , которая демонстрирует изменённую интенсивность по сравнению с натуральными образцами. Такие изменения отражают перераспределение водородных связей, что характерно для волокон, подвергшихся химическому воздействию и изменению степени гидратации. В данном случае это также может быть связано с формированием новых связей между молекулами красителя и гидрофильными группами белка.

В совокупности полученные данные позволяют сделать вывод, что образец 4 претерпел умеренную, но отчётливо фиксируемую химическую модификацию. Наиболее значительные изменения касаются частичной дестабилизации вторичной структуры, окисления и ослабления дисульфидных связей, а также появления новых полос, отражающих присутствие органического красителя в структуре волокна. Эти спектральные особенности характеризуют окрашенную шерсть как материал, в котором структура кератина нарушена по сравнению с неокрашенными образцами, что является закономерным результатом технологической обработки.

Проведённый сравнительный ИК-Фурье анализ двух окрашенных образцов шерстяного волокна — розового (Образец 3) и бледно-голубого (Образец 4) — позволил проследить различия в степени воздействия красителей на структуру кератина. Наиболее информативными индикаторами изменений выступили амидные полосы, отражающие состояние вторичной структуры белка, а также области, связанные с дисульфидными связями и продуктами их окисления.

В спектральном диапазоне амидных колебаний оба образца демонстрируют одинаковое положение полосы Amide I, зафиксированной на уровне 1625.99 см^{-1} . Сдвиг в область более низких частот характерен для нарушенных водородных связей и частичной денатурации α -спиральных участков кератина, что позволяет утверждать, что оба красителя в определённой степени воздействовали на упорядоченность белковой матрицы. В то же время положение полосы Amide II показало небольшое различие: для розового образца частота составила 1512.19 см^{-1} , тогда как для голубого — 1514.12 см^{-1} . Более низкое значение в розовом случае указывает на слегка более выраженное изменение локальной микросреды пептидной связи, однако

количественные показатели интегральной площади демонстрируют иную картину.

Соотношение площадей полос Amide I и Amide II, являющееся надёжным критерием степени структурного повреждения пептидного остова, оказалось значительно ниже у образца 4. Для голубого образца отношение составило около 1.5, тогда как для розового — около 2.4. Пониженное значение прямо указывает на более глубокую перестройку вторичной структуры именно в голубом случае, что согласуется с визуальными особенностями спектра и повышенной выраженностью отдельных колебательных мод.

Особое внимание уделено области дисульфидных связей ($520\text{--}550\text{ см}^{-1}$) и зоне появления продуктов их окисления. Для голубого образца чётко фиксируется интенсивный пик около 1055 см^{-1} , соответствующий сульфоновой кислоте (SO_3H). Наличие этой полосы является прямым и однозначным признаком разрыва дисульфидных связей и последующего окислительного превращения цистеина, что говорит о значительно более интенсивном воздействии красителя на прочностно-ответственные структуры кератина. В розовом образце в аналогичном диапазоне наблюдается лишь слабое проявление колебаний, не позволяющее говорить о выраженном окислении S–S связей. Несмотря на то что интегральная площадь в низкочастотной области у голубого образца выше, её увеличение, вероятно, связано с наложением колебаний самого красителя и не отражает реального усиления содержания дисульфидных связей — напротив, присутствие сильной полосы SO_3H свидетельствует об их разрушении.

Характерные полосы красителей также демонстрируют различия. Розовый краситель проявляется несколькими слабыми пиками в области $736\text{--}837\text{ см}^{-1}$, тогда как голубой образец демонстрирует более насыщенный спектральный рисунок с дополнительными колебательными модами в областях 738.74 , 858.32 и 921.97 см^{-1} . Наличие большего числа уникальных полос обычно отражает более активное взаимодействие красителя с функциональными группами волокна, что ещё раз подтверждает его более активное влияние.

Все совокупные данные показывают, что бледно-голубой краситель оказывает значительно более выраженное воздействие на структуру шерстяного волокна. Голубой образец отличается более сильной перестройкой вторичной структуры кератина, что подтверждается низким значением соотношения Amide I/Amide II, а также наиболее интенсивным окислением S–S

связей, прямым индикатором которого является отчётливая полоса сульфоновой группы при 1055 см⁻¹. В розовом образце повреждение также присутствует, но оно значительно менее выражено и не сопровождается столь сильным разрушением дисульфидного каркаса.

Таким образом, образец 4 можно охарактеризовать как находящийся в более глубоко деградированном структурном состоянии по сравнению с образцом 3. Розовый краситель вызывает лишь умеренные изменения, тогда как бледно-голубой приводит к комплексному нарушению как вторичной структуры, так и дисульфидных связей, что определяет его более активное воздействие на кератиновую основу шерсти.

Заключение

Проведённое исследование ИК-Фурье спектров натуральной и окрашенной шерсти позволило комплексно оценить влияние различных красителей на структурное состояние кератина. Анализ амидных полос Amide I и Amide II показал, что окрашивание приводит к частичной денатурации α -спиральных участков белка и изменению микросреды пептидных связей. При этом характер этих изменений зависит от типа красителя: розовый краситель (Образец 3) вызвал умеренные перестройки вторичной структуры, в то время как бледно-голубой (Образец 4) спровоцировал более значительное нарушение упорядоченности полипептидной цепи.

Сравнение соотношения площадей Amide I/Amide II подтвердило различия в степени повреждения: более низкое значение у голубого образца ($\approx 1,5$) свидетельствует о глубокой перестройке белковой матрицы, тогда как у розового оно выше ($\approx 2,4$), что указывает на относительно щадящее воздействие. Анализ дисульфидных связей и продуктов их окисления позволил выявить интенсивное окисление S-S связей у бледно-голубого образца, подтверждаемое отчётливой полосой SO₂H при 1055 см⁻¹, тогда как в розовом образце признаки окисления были минимальными.

Характерные спектральные пики красителей также показали различия в их взаимодействии с кератином: голубой краситель демонстрировал более широкий и насыщенный набор полос, отражающих активное включение в структуру волокна и формирование дополнительных межмолекулярных связей.

В целом, исследование показало, что окрашивание неизбежно сопровождается структурными модификациями шерстяного волокна, однако степень этих изменений существенно зависит от химической природы красителя.

Бледно-голубой краситель оказывает наиболее выраженное воздействие на вторичную структуру и дисульфидные мостики кератина, тогда как розовый влияет умеренно, не вызывая значительного разрушения белковой матрицы. Полученные результаты имеют практическое значение для разработки более щадящих технологий окрашивания шерсти, позволяющих сохранить механическую прочность и долговечность волокон, а также для выбора красителей с контролируемым воздействием на структуру материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. Feughelman Mechanical properties and structure of alpha-keratin fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 2002, 83(3): 489–507.
2. G. Rodgers The structure of keratin fibers. *Textile Research Journal*, 2011, 81(2): 120–132.
3. H. Zahn Wool: Structure, properties and processing. Wiley-VCH, 1997. 389 p.
4. J.A. Rippon The dyeing of wool: chemistry of keratin modification under acidic and alkaline dyeing conditions. *Review of Progress in Coloration*, 2006, 36: 30–45.
5. T. Schäfer, K. Gavrilov, M. Schlangen Spectroscopic evaluation of thermally and chemically treated wool fibers. *Applied Spectroscopy Reviews*, 2018, 53(6): 494–519.
6. A. Barth Infrared spectroscopy of proteins. *Biochimica et Biophysica Acta – Bioenergetics*, 2007, 1767(9): 1073–1101.
7. M. Jackson, H.H. Mantsch The use and misuse of FTIR spectroscopy in protein characterization. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 1995, 30(2): 95–120.
8. B. Stuart Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. Wiley, 2004. 242 p.
9. S.G. Baldursdottir, et al. Surface characterization of keratin fibers using ATR-FTIR spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, 2010, 64(6): 626–633.
10. W.K. Surewicz, M.A. Moscarello, H.H. Mantsch Secondary structure of proteins: characterization by infrared spectroscopy. *Biochemistry*, 1993, 32(2): 389–394.
11. S. Krimm, J. Bandekar Vibrational spectroscopy and conformation of peptides and proteins. *Advances in Protein Chemistry*, 1986, 38: 181–364.
12. A. Kuzuhara Analysis of cystine and disulfide bonds in wool keratin by Raman and IR spectroscopy. *Polymer*, 2010, 51(3): 589–595.
13. F.J. Wortmann, K. Stapleton Oxidation products of wool keratin and their spectroscopic signatures. *Textile Research Journal*, 2013, 83(2): 138–148.
14. D.P. Harland, J.A. Vernon, A.D. MacKenzie Structural changes in wool fibers during felting: an electron microscopy and FTIR study. *Journal of Structural Biology*, 2004, 146(3): 421–430.
15. J.M. Dyer Chemical and morphological changes in wool during felting and milling. *Journal of Applied Polymer Science*, 2011, 121(3): 1458–1467.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ И ЕЁ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В МОДНОЙ ИНДУСТРИИ КАЗАХСТАНА

¹О.Ю. КАДНИКОВА* , ²Б.Т. НУРМУХАМБЕТОВА ,
³М.Т. ОМАРБЕКОВА , ⁴К.Д. КОЖАБЕРГЕНОВА 

¹ Рудненский индустриальный университет, Республика Казахстан,
111500, г.Рудный, ул. 50 лет Октября, д.38

² Евразийский Национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Республика Казахстан,
010000, г. Астана, Жамбыл, д.13

³ Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би, д. 100

⁴ Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Республика Казахстан,
010000, г. Астана, ул. Кайым Мухамедова, д.37А)

Электронная почта автора-корреспондента: kadnikovaolga@mail.ru*

В статье рассматриваются ключевые аспекты дизайн-проектирования одежды в модной индустрии, с акцентом на применение 3D-дизайна, искусственного интеллекта и виртуальной одежды. Анализируются ключевые отличия традиционного производства и цифрового 3D-процесса применительно к малому и среднему серийному производству. Основная идея работы – подчеркнуть значимость устойчивого проектирования и цифровых компетенций. В работе использованы сравнительно-аналитический метод, кейс-анализ, контент-анализ, описательный метод и метод систематизации. Актуальность исследования заключается в необходимости внедрения цифровых технологий в модной индустрии для повышения эффективности проектирования, сокращения затрат и развития устойчивого производства. Использование 3D-дизайна и виртуальной одежды становится важным направлением модернизации fashion-сферы, особенно в условиях цифровизации и экологических вызовов. Особое внимание уделяется экологическому потенциалу цифровизации, выраженному в снижении количества физических прототипов и текстильных отходов на этапе проектирования. Внедрение данных технологий позволяет повысить конкурентоспособность предприятий легкой промышленности Казахстана, ускорить интеграцию в глобальные инновационные тренды и сформировать основу для устойчивого развития индустрии моды в будущем.

Ключевые слова: цифровизация, 3D-дизайн, виртуальная одежда, digital fashion, устойчивое проектирование, мода и технологии, экологичность.

КИІМ ЖОБАЛАУДЫ ЦИФРЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАЗАҚСТАННЫҢ СӘН ИНДУСТРИЯСЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ

¹О.Ю. КАДНИКОВА*, ²Б.Т. НУРМУХАМБЕТОВА,
³М.Т. ОМАРБЕКОВА, ⁴К.Д. КОЖАБЕРГЕНОВА

¹ Рудный индустриалдық университеті, 111500, Рудный қ., көш. Қазанның 50 жылдығы, 38

² Л.Н. Гумилев атындағы, Еуразия ұлттық университеті. Қазақстан Республикасы,
010000, Астана, Қазымұқан, 13

³ Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би к-сі, 100 үй

⁴ Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті. Қазақстан Республикасы,
010000, Астана қ., көш. Қайым Мұхамедова, 37А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: kadnikovaolga@mail.ru*

Мақалада сән индустриясындағы киім дизайн-жобалаудың негізгі аспектілері қарастырылады, 3D-дизайнды, жасанды интеллекті және виртуалды киімді қолдануға ерекше назар аударылады. Шағын және орташа сериялы өндіріс тұрғысынан дәстүрлі өндіріс пен цифрлық 3D-процестің негізгі айырмашылықтары талданады. Зерттеудің басты идеясы – орнықты жобалаудың және цифрлық құзыреттердің маңыздылығын көрсету. Зерттеу барысында салыстырмалы-талдамалық әдіс, кейс-

талдау, контент-талдау, сипаттамалық әдіс және жүйелеу әдісі қолданылды. Зерттеудің өзектілігі жобалау тиімділігін арттыру, шығындарды қысқарту және орнықты өндірісті дамыту мақсатында сән индустриясына цифрлық технологияларды енгізу қажеттілігімен айқындалады. 3D-дизайн мен виртуалды киімді пайдалану, әсіресе цифрландыру және экологиялық сын-қатерлер жағдайында, fashion-саласын жаңғыртудың маңызды бағытына айналуға. Цифрландырудың экологиялық әлеуетіне, атап айтқанда жобалау кезеңінде физикалық прототиптер мен тоқыма қалдықтарының санын азайтуға мүмкіндік беретін қырларына ерекше көңіл бөлінеді. Аталған технологияларды енгізу Қазақстан кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыруға, жаһандық инновациялық үрдістерге интеграциялануды жеделдетуге және болашақта сән индустриясының орнықты дамуы үшін негіз қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: цифрландыру, 3D-дизайн, виртуалдық киім, digital fashion, тұрақты жобалау, сән және технологиялар, экологиялық тазалық.

DIGITALIZATION OF CLOTHING DESIGN AND ITS ENVIRONMENTAL POTENTIAL IN KAZAKHSTAN'S FASHION INDUSTRY

¹O.Y. KADNIKOVA*, ²B.T. NURMUKHAMBETOVA,
³M.T. OMARBEKOVA, ⁴K.D. KOZHABERGENOVA

¹Rudnensky Industrial University, 111500, Rudny, 50 let Oktyabrya str 38, Kazakhstan

²Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Republic of Kazakhstan,
010000, Astana, Kazymukan, 13

³Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

⁴Kazakh University of Technology and Business named after. K. Kulazhanova, Republic of Kazakhstan,
010000, Astana, st. Kayim Mukhamedova, 37A)

Corresponding author's e-mail: kadnikovaolga@mail.ru*

The article examines key aspects of clothing design in the fashion industry, with an emphasis on the application of 3D design, artificial intelligence, and virtual clothing. The key differences between traditional production and the digital 3D process are analyzed with regard to small-scale and medium serial production. The main idea of the study is to emphasize the importance of sustainable design and digital competencies. The research employs comparative and analytical methods, case study analysis, content analysis, descriptive methods, and systematization. The relevance of the study lies in the need to implement digital technologies in the fashion industry to improve design efficiency, reduce costs, and promote sustainable production. The use of 3D design and virtual clothing is becoming an important direction in the modernization of the fashion sector, especially in the context of digitalization and environmental challenges. Particular attention is paid to the environmental potential of digitalization, expressed in the reduction of physical prototypes and textile waste at the design stage. The implementation of these technologies makes it possible to enhance the competitiveness of enterprises in Kazakhstan, accelerate integration into global innovation trends, and form a foundation for the sustainable development of the fashion industry in the future.

Keywords: digitalization, 3D design, virtual clothing, digital fashion, sustainable design, fashion and technology, environmental sustainability.

Введение

В последние годы мода переживает масштабную трансформацию, связанную с внедрением цифровых технологий. Применение 3D-дизайна, технологий виртуальной и дополненной реальности, цифровых двойников и генеративного моделирования становится новой нормой в сфере разработки одежды. Эти технологии позволяют не только ускорить процессы проектирования, но и переосмыслить саму суть моды — от производства до потребления [1,2].

Одной из самых перспективных и революционных технологий является искус-

ственный интеллект (ИИ), радикально изменяющий подходы к созданию, управлению и продвижению продукции. Особенно заметно это влияние в легкой промышленности, где ИИ способствует повышению эффективности, сокращению затрат и ускорению процессов создания одежды. В условиях цифровой трансформации, когда компании стремятся соответствовать требованиям времени и ожиданиям клиентов, использование ИИ становится не просто преимуществом, а необходимостью. Благодаря таким инновационным решениям, как генеративные нейросети, системы виртуальной при-

мерки и интеллектуальные подборки моделей, индустрия моды переживает качественный скачок, переходя от традиционного производства к более гибким, точным и персонализированным форматам. При этом цифровизация напрямую влияет на сокращение отходов и повышение экологической устойчивости отрасли: виртуальные прототипы уменьшают количество физических образцов, снижается расход тканей, уменьшаются выбросы углекислого газа, связанные с транспортировкой и производством. Таким образом, цифровая мода рассматривается не только как инструмент оптимизации, но и как значимый шаг к формированию экологически ответственной индустрии [3]. Появление digital fashion (виртуальной одежды) вызвало бурные дискуссии в профессиональной среде: насколько жизнеспособен такой формат, как он изменяет роль дизайнера, специалиста швейной промышленности и какие компетенции становятся ключевыми в новой реальности [4].

Цель данной статьи — рассмотреть влияние цифровизации, в частности 3D-дизайна и виртуальной одежды, на процессы проектирования, презентации и распространения модной продукции, а также выявить их экологический потенциал, основные проблемы и перспективы развития в индустрии моды. В рамках данного исследования цифровизация рассматривается преимущественно применительно к процессам дизайн-проектирования одежды для малого и среднего серийного производства, характерного для большинства казахстанских брендов. Индивидуальное ателье и крупное массовое производство анализируются лишь фрагментарно, в контексте влияния 3D-дизайна на сокращение количества физических прототипов и оптимизацию этапов разработки коллекций.

Материалы и методы

Для написания статьи был проведён анализ публикаций, отчетов и кейсов за период 2019–2025 годов, связанных с цифровыми инновациями в сфере моды. Были изучены материалы специализированных источников: Vogue Business, The Business of Fashion, McKinsey & Company, Fashion Innovation Agency, а также отчеты производителей программного обеспечения (CLO 3D, Browzwear, DressX). Применены следующие методы: сравнительно-аналитический метод — для оценки различий между традиционным и цифровым подходами к проектированию одежды; кейс-анализ — для изучения конкретных примеров внедрения 3D-дизайна и

виртуальной одежды в практику мировых брендов; контент-анализ — для выявления ключевых трендов и вызовов, зафиксированных в профессиональных обзорах и научной литературе; описательный метод — для развёрнутого представления особенностей цифрового проектирования и виртуальной одежды; метод систематизации применён для упорядочивания выявленных факторов, полученных в ходе анализа научных источников и практических кейсов.

Эмпирической базой исследования послужили практики внедрения 3D-дизайна и цифровой визуализации у казахстанских дизайнеров и брендов малого и среднего сегмента, включая индивидуальных 3D-дизайнеров, участников конкурсов Born Nomad, а также проекты, ориентированные на виртуальные коллекции и цифровые презентации. Дополнительно использовались данные международных аналитических отчетов (McKinsey & Company, The Business of Fashion), применимые к условиям развивающихся рынков.

Результаты и их обсуждение

Традиционный процесс создания одежды включает последовательные этапы: эскиз на бумаге, подбор тканей, пошив физических образцов (прототипов), множество примерок и доработок, фотосъемки готовых образцов и лишь затем массовое производство. Этот подход проверен временем, но требует значительных ресурсов — материалов, ручного труда, времени и денег [5]. Например, на швейных предприятиях обычно шьют по 3–5 образцов каждого изделия, добиваясь нужной посадки и качества. Каждый цикл доработок отнимает недели, сопровождается отходами ткани, затратами на ткань и фурнитуру, привлечением моделей и фотографов для презентации.

Цифровой подход в моде (3D-дизайн) принципиально меняет ряд этапов. Дизайнер создает виртуальную 3D-модель одежды с помощью специализированных программ (Marvelous Designer, CLO 3D и т.п.), сразу видит вещь на цифровом аватаре и при необходимости вносит правки в режиме реального времени. Виртуальная одежда существует только в цифре, но обладает реалистичными свойствами ткани и конструкции модели [6]. Такой контент можно надеть на 3D-аватара или даже наложить на фотографию настоящего человека, создавая иллюзию реальной одежды [7]. В итоге многие этапы (раскрой ткани, пошив тестовых

образцов, физические примерки) отпадают или сокращаются.

Цифровизация охватывает весь цикл модного производства: от создания контента до презентации коллекций и взаимодействия с конечным потребителем. Особенно востребованы технологии 3D-моделирования и виртуальной примерки с использованием искусственного интеллекта. Согласно отчету McKinsey (2023), более 70% крупных брендов планируют расширить цифровую трансформацию в ближайшие годы.

Одним из ярких примеров использования ИИ в индустрии моды является система DeepFashion — мощный инструмент, разработанный учеными Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (UCLA). База данных DeepFashion включает более 800 000 изображений одежды, разделенных по различным категориям, что позволяет системе эффективно использовать методы компьютерного зрения и глубокого обучения. Среди ключевых функций DeepFashion — распознавание типа одежды (платье, блуза, куртка), определение стиля (классический, спортивный, повседневный), материала и цветовой гаммы. Кроме того, система способна генерировать новые модели, комбинируя различные элементы дизайна, что значительно ускоряет процесс разработки коллекций [8].

DeepFashion также используется для виртуальной примерки и анализа модных тенденций. Например, на основе изучения показов мод система может предсказывать будущие тренды. В практическом применении бренды могут загружать архивные модели, а ИИ предложит обновленные варианты — изменить длину рукава, фасон воротника или подобрать иное сочетание тканей. Это позволяет минимизировать количество пробных экземпляров, повысить точность подбора материалов и сократить временные затраты.

Помимо аналитических и прогностических возможностей, технологии ИИ находят применение и на этапе проектирования одежды. С помощью программ (CLO 3D, Marvelous Designer) дизайнеры могут визуализировать изделия с высокой точностью, не создавая физические образцы. Это позволяет сократить количество прототипов, снизить расход тканей и ускорить процессы согласования. Таким образом, 3D-дизайн способствует экологизации модной индустрии [9].

Виртуальная мода (digital fashion) активно используется в маркетинге, играх,

соцсетях. Бренды создают цифровые капсулы, которые можно «надеть» в Instagram или Meta, а также использовать для аватаров в метавселенных. Пример — компания DressX, запустившая полноценный маркетплейс цифровой одежды.

Дизайнеры сталкиваются с необходимостью овладения новыми навыками — работы в 3D-средах, создания цифровых текстур, анимации. Это меняет требования к образовательным программам. Одновременно происходит трансформация роли дизайнера: он становится не только модельером, но и цифровым проектировщиком, дизайнером среды.

Несмотря на очевидные преимущества, цифровизация моды сопряжена с рядом трудностей: высокая стоимость программного обеспечения и лицензий; нехватка квалифицированных специалистов; разрыв между крупными брендами и малым бизнесом; не до конца решенные вопросы авторского права на цифровые изделия; ограниченность потребительского восприятия нематериальной одежды.

За последние три года в Казахстане появились первые участники модной индустрии, активно использующие 3D-технологии и виртуальную одежду. Хотя направление еще новое, можно выделить несколько известных имен и проектов:

Жанар Абраева — одна из пионеров digital fashion в Казахстане. Является 3D-дизайнером моды, создающим виртуальные образы и аватары, а также капсульные коллекции цифровой одежды [10]. Жанар сотрудничает с зарубежными заказчиками и стремится развивать цифровую моду на родине. Например, она разрабатывала виртуальные наряды для известных медийных личностей и брендов. По ее словам, цифровая мода позволяет быстро воплотить идею и концепцию бренда в цифровом формате и сразу собрать отклики.

Каракоз Апеева — молодой специалист, совмещающий моду и IT. Она победительница конкурса Born Nomad в номинации «Цифровая интерпретация», где продемонстрировала мастерство в создании цифровых эскизов одежды [11]. Каракоз помогает дизайнерам переводить идеи в электронные эскизы, что ускоряет процесс разработки коллекций. По ее опыту, рисование на планшете и 3D-моделирование позволяют легче вносить правки и экономят время по сравнению с бумажными набросками.

Global Nomads — казахстанский бренд, заявивший о себе концепцией объединения физической и цифровой моды. Он продвигает

образ «неономада», живущего между реальным миром и цифровыми метавселенными. Бренд организовал проект Born Nomad, поощряющий дизайнерам креативно осмыслить наследие кочевой культуры, в том числе с помощью цифровых технологий. Наличие отдельной номинации за digital-дизайн на конкурсе, говорит о растущем интересе к виртуальной моде в стране [12].

В Казахстане цифровые технологии в fashion-индустрии пока внедрены точно. По состоянию на 2025 год спрос со стороны местных брендов на виртуальную моду был невысок – многие интересуются, но не готовы платить за 3D-визуализацию, так как она воспринимается дорогой новинкой [13]. Проще провести классическую фотосъемку коллекции, чем заказывать ее 3D-модели. Тем не менее, ситуация постепенно меняется: отдельные казахстанские дизайнеры начали

использовать 3D-графику для презентаций. Ожидается, что по мере удешевления технологий и получения экономии времени и средств, интерес будет расти.

Вопрос экологии является одним из наиболее острых в современной индустрии моды. По данным международных исследований, лёгкая промышленность входит в тройку крупнейших загрязнителей окружающей среды: ежегодно производится миллионы тонн текстильных отходов [14]. В этих условиях цифровизация, а именно внедрение 3D-дизайна и виртуальной одежды, становится важным инструментом перехода к более устойчивой модели производства. Ниже в таблице 1 представлены ключевые отличия традиционного производства и цифрового 3D-процесса применительно к модной индустрии, с акцентом на скорость, затраты, задействованные ресурсы и экологичность [15].

Таблица 1. Отличия традиционного производства и цифрового 3D-процесс

Фактор	Традиционное производство	Цифровой (3D) процесс
Скорость разработки	Длительные циклы: создание коллекции может занимать несколько месяцев. Необходимы повторные пошивы и примерки, что замедляет выпуск новой продукции.	Более быстрые итерации: дизайн моделируется в софте, правки вносятся мгновенно. Сокращение времени разработки ~на 30–40% за счет уменьшения числа физических прототипов [15]. Новую коллекцию можно подготовить за считанные недели.
Стоимость	Высокие затраты на материалы и рабочую силу: ткани для пробных экземпляров, услуги портных, аренда студии и фотографов для лукбука. Каждая новая модель требует инвестиций в физические образцы.	Снижение издержек на прототипы: достаточно оплатить работу 3D-дизайнера и ПО. Количество физических образцов сокращается до 50–60%, пропорционально уменьшая расходы [14]. Экономия на доставке и фотосъемке – цифровые модели можно представить прямо в онлайн-каталоге.
Вовлечённость ресурсов	Требуются реальные ресурсы: ткань, фурнитура, производственное оборудование, логистика доставки образцов. Много этапов работы – закройщики, швеи, модели, фотографы.	Требуются цифровые ресурсы: мощный компьютер, программное обеспечение, навыки 3D-моделирования. Человеческие усилия перераспределяются – меньше труда на пошив моделей, но больше работы для 3D-дизайнеров. В целом трудозатраты сопоставимы [14], однако работа происходит преимущественно за компьютером.
Экологичность	Существенный экологический след: отходы ткани от пробных партий, излишки нереализованных вещей.	Минимальный физический отпечаток: нет тканевых отходов на этапе разработки – все образцы виртуальные. Оценочно, переход на 3D-прототипирование способен снизить углеродный след бренда на 10–30% [14].

Наглядно увидеть преимущества цифрового подхода позволяют графики, представленные на рисунках 1 - 2. Они демонстрируют, как изменяются ключевые показатели

при переходе от традиционного производства к 3D-дизайну и виртуальной одежде – время разработки коллекции, количество прототипов и затраты.

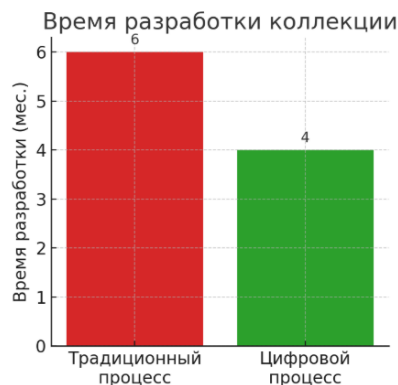


Рисунок 1. Сравнение времени разработки новой коллекции одежды

Этот график показывает, что при использовании 3D-дизайна сроки сокращаются условно с 6 до 4 месяцев для создания типичной коллекции. Цифровое проектирование существенно ускоряет этап дизайна за счёт мгновенных правок и отсутствия необходимости шить каждую пробную вещь, экономия времени соответствует ~30–35%. [14]. Для казахстанских брендов, стремящихся выпускать больше коллекций в год, такое ускорение – важное конкурентное преимущество.

В традиционном процессе на каждую

модель одежды может приходиться до 5 физических образцов (различные варианты кроя, материалов, доработки), многие из которых впоследствии утилизируются. Тогда как при 3D-моделировании достаточно ~2 виртуальных прототипов до финального варианта.

Затраты на этапе разработки (создание и обработка образцов) условно приняты за 100% в случае традиционного метода. При внедрении 3D-дизайна расходы могут снизиться до ~50% от исходного уровня.

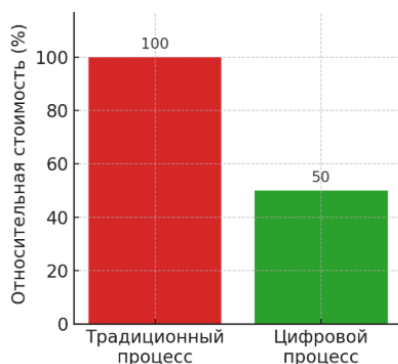


Рисунок 2. Снижение затрат на разработку изделий при использовании 3D-технологий

График иллюстрирует ~50% снижение потребности в материальных образцах, экономии на материалах, трудозатратах и логистике. Исследования показывают, что переход на цифровые образцы сокращает издержки прототипирования примерно вдвое [14,15]. Прямой результат – меньше расхода ткани и других ресурсов, а также меньше отходов. Для индустрии моды, печально известной перепроизводством, это шаг к более рациональному производству.

Для казахстанских компаний, работающих с ограниченными бюджетами, такая

экономия особенно привлекательна, поскольку высвобождает средства на тиражирование коллекции или маркетинг. Таким образом, цифровизация позволяет не только повысить экономическую эффективность предприятий, но и существенно снизить их негативное воздействие на окружающую среду. Внедрение 3D-дизайна и виртуальной одежды в Казахстане может стать важным шагом к развитию устойчивой модной индустрии, соответствующей глобальным целям экологической ответственности.

Заклучение

Внедрение цифровых технологий становится ключевым фактором трансформации модной индустрии Казахстана. Использование 3D-дизайна и виртуальной одежды не только ускоряет процессы проектирования и снижает издержки, но и открывает новые возможности для устойчивого развития отрасли. Цифровизация способствует экологической ответственности, оптимизации ресурсов и формированию более гибких бизнес-моделей. Эти изменения позволяют отечественным компаниям интегрироваться в глобальные инновационные тренды, сохраняя конкурентоспособность на мировом рынке.

Фэшн-индустрия Казахстана находится на этапе активного освоения технологий 3D-дизайна: появляются специализированные кадры, проводятся конкурсы и реализуются проекты, направленные на развитие виртуальной моды. Несмотря на то, что массовый спрос пока отсутствует, интерес к цифровым технологиям steadily возрастает, особенно среди молодых дизайнеров.

Внедрение цифровых инструментов демонстрирует существенное влияние на производственные процессы. Использование 3D-дизайна позволяет ускорить разработку моделей на десятки процентов, обеспечивая возможность экспериментировать с формами и материалами в виртуальной среде значительно быстрее, чем в условиях традиционного производства. Оперативная визуализация идей способствует более частому обновлению коллекций и быстрой адаптации к модным тенденциям.

Цифровые инструменты позволяют снизить углеродный след на этапе дизайна и разработки коллекций. Использование виртуальных лукбуков и цифровых презентаций минимизирует необходимость в логистике образцов и проведении фотосессий [14]. Хотя эти технологии не влияют непосредственно на производство, они значительно снижают экологическую нагрузку на предпроизводственной стадии. Внедрение 3D-прототипов позволяет в 2–3 раза уменьшить количество физических образцов моделей одежды [16]. Это, в свою очередь, ведет к экономии тканей и трудозатрат, а также сокращает объемы отходов, образующихся при пошиве экспериментальных моделей. Цифровизация проектирования снижает риски перепроизводства и избыточных запасов, выступая эффективным инструментом для перехода к более ответственной модели потребления.

В то же время цифровизация требует

значительных инвестиций в программное обеспечение, подготовку 3D-дизайнеров и развитие вычислительных мощностей. Человеческий фактор остаётся ключевым: создание виртуальной одежды предполагает творческую работу и временные затраты специалистов [16]. Однако данные вложения в долгосрочной перспективе компенсируются за счёт ускорения выхода продукта на рынок и оптимизации переменных издержек.

В ближайшие 5–10 лет прогнозируется более широкое внедрение технологий 3D-дизайна в казахстанских компаниях, что связано с доказанной эффективностью их применения. Развитие виртуальной примерки и использование метавселенных открывают новые каналы взаимодействия с потребителями. При этом цифровая мода не заменит полностью физическую одежду, но станет неотъемлемой частью производственных и маркетинговых процессов, способствуя повышению устойчивости индустрии и интеграции Казахстана в глобальные инновационные тренды.

Таким образом, внедрение цифровых технологий является фактором радикальной трансформации модной индустрии. 3D-дизайн и виртуальная одежда открывают перспективы для устойчивого и гибкого проектирования, эффективного взаимодействия с потребителем и реализации креативных решений. Вместе с тем данные инновации требуют пересмотра образовательных программ, повышения цифровой грамотности специалистов и развития цифровой инфраструктуры. Ключевыми направлениями становятся интеграция цифровых технологий в университетские программы, укрепление сотрудничества между IT-компаниями и модными брендами, поддержка малого бизнеса в адаптации цифровых решений, формирование правовой базы регулирования digital fashion и повышение осведомлённости потребителей о возможностях виртуальной одежды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.А. Жекенова, Л.Т. Сарттарова Цифровое проектирование дизайна спортивной одежды // Вестник Алматинского технологического университета. — 2024. — № 2. — С. 117 – 185
2. О.В. Яковлева Применение CLO 3D и Marvelous Designer в современной моде // Технология текстильной и легкой промышленности. — 2021. — № 3. — С. 45–50.
3. K. Fletcher Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys. – London: Routledge, 2014. – 312 p

4. И.В. Гусева Виртуальная мода: теория и практика // Современное образование и наука. — 2023. — № 2. — С. 48–54.

5. The Business of Fashion. Digital Fashion & Innovation Reports. [Электронный ресурс]. - 2025 - URL: <https://www.businessoffashion.com/> (Дата обращения: 01.05.2025)

6. С.А. Долгова Цифровая мода: между технологиями и эстетикой // Текстильная промышленность. — 2022. — № 4. — С. 58–63.

7. С.И. Барышева Инновации в индустрии моды: современные тренды и технологии // Вестник дизайна. — 2022. — № 1(15). — С. 24–30.

8. A. Kozlowski, C. Searcy, M. Bardecki The re Design canvas: Fashion design as a tool for sustainability // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Vol. 183. – P. 194–207.

9. S.H. Lee, H. Chen The impact of 3D virtual clothing technology on sustainable fashion // Fashion and Textiles. – 2021. – Vol. 8, No. 1. – P. 1–17.

10. Digital Fashion Projects. [Электронный ресурс]. - 2023. — URL: <https://www.the-village-kz.com> (дата обращения: 01.05.2025)

11. К. Ареева Official website of designer Karakoz Areeva. [Электронный ресурс]. - 2025. - URL: <https://qazillustrators.kz/karakoz-apeeva> (дата обращения: 05.05.2025)

12. Официальный сайт конкурса Born Nomad — Цифровая мода и культура [Электронный ресурс]. - 2022. - URL: <https://qaztourism.kz/ru/press-center/all/453/> (дата обращения: 05.05.2025)

13. UN Environment Programme. Putting the brakes on fast fashion [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.unep.org> (дата обращения: 10.05.2025).

14. А. Сафарова Цифровая одежда и устойчивое развитие: тренды будущего // Эко-Технологии в индустрии моды. — 2022. — № 6. — С. 34–39.

15. K. Niinimäki, G. Peters, H. Dahlbo, P. Perry, T. Rissanen, A. Gwilt The environmental price of fast fashion // Nature Reviews Earth & Environment. – 2020. – Vol. 1. – P. 189–200.

16. Д. Бекенов Роль 3D-моделирования в оптимизации производственных процессов на швейных предприятиях // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2023. — № 7. — С. 99–105.

REFERENCES

1. A.A. Zhekenova, L.T. Sarttarova Tsifrovoye proektirovaniye dizaina sportivnoy odezhdy [Digital design of sportswear] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. — 2024. — № 2. — S. 117–185 (In Russian)

2. O.V. Yakovleva Primeneniye CLO 3D i Marvelous Designer v sovremennoy mode [Application of CLO 3D and Marvelous Designer in contemporary

fashion] // Tekhnologiya tekstil'noi i legkoi promyshlennosti. — 2021. — № 3. — pp. 45–50. (In Russian)

3. K. Fletcher Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys. – London: Routledge, 2014. – 312 p

4. I.V. Guseva Virtualnaya moda: teoriya i praktika. [Virtual fashion: theory and practice] // Sovremennoye obrazovaniye i nauka – 2023. – №2: - pp. 48–54. (In Russian)

5. The Business of Fashion. Digital Fashion & Innovation Reports. [Electronic resource]. - 2025. - Access mode: URL: <https://www.businessof-fashion.com/> (Date of access: 01.05.2025)

6. S.A. Dolgova Tsifrovaya moda: mezhdru tekhnologiyami i estetikoy [Innovations in the fashion industry: modern trends and technologies] // Tekstil'naya promyshlennost'. — 2022. — № 4. — pp. 58–63. (In Russian)

7. S.I. Barysheva Innovatsii v industrii mody: sovremennyye trendy i tekhnologii [Innovations in the fashion industry: modern trends and technologies] // Vestnik dizayna. — 2022. — № 1(15). — pp. 24–30. (In Russian)

8. A. Kozlowski, C. Searcy, M. Bardecki The re Design canvas: Fashion design as a tool for sustainability // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Vol. 183. – P. 194–207.

9. S.H. Lee, H. Chen The impact of 3D virtual clothing technology on sustainable fashion // Fashion and Textiles. – 2021. – Vol. 8, No. 1. – P. 1–17.

10. Digital Fashion Projects. [Electronic resource]. - 2023. — URL: <https://www.the-village-kz.com> (Date of access: 01.05.2025)

11. K. Areeva Official website of designer Karakoz Areeva. [Electronic resource]. - Access mode: — <https://digitalfashion.kz> (Date of access: 01.05.2025)

12. Ofitsial'nyy sayt konkursa Born Nomad — Tsifrovaya moda i kul'tura [Electronic resource]. - 2022. - URL: <https://qaztourism.kz/ru/press-center/all/453/>.

13. UN Environment Programme. Putting the brakes on fast fashion [Electronic resource]. – 2019. – URL: <https://www.unep.org> (Date of access: 10.05.2025)

14. A. Safarova Tsifrovaya odezhda i ustoychivoye razvitiye: trendy budushchego [Digital Clothing and Sustainability: Trends of the Future] // EkoTekhnologii v industrii mody. — 2022. — № 6. — pp. 34–39. (In Russian)

15. K. Niinimäki, G. Peters, H. Dahlbo, P. Perry, T. Rissanen, A. Gwilt The environmental price of fast fashion // Nature Reviews Earth & Environment. – 2020. – Vol. 1. – P. 189–200.

16. D. Bekenov Rol' 3D-modelirovaniya v optimizatsii proizvodstvennykh protsessov na shvey-nnykh predpriyatiyakh [The Role of 3D Modeling in Optimizing Production Processes in Sewing Enterprises] // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. — 2023. — № 7. — pp. 99–105. (In Russian)

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE FLAME-RETARDANT COATINGS FOR TEXTILE MATERIALS

A. ABAIKYZY , I.M. JURINSKAYA , K.ZH. DYUSSENBIYEVA* 

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, 100 Tole bi str.)

Corresponding author's e-mail: d.kulmairam@mail.ru*

The article presents data on the development of technology for imparting flame-retardant properties to textile materials at the stages of final finishing. The increase in the functionality of textile materials is ensured through the introduction of effective processing methods using flame-retardants and textile auxiliary substances that contribute to reducing flammability and increasing the heat resistance of materials, as well as the use of modern chemical and physical methods of intensification of technological processes. Technological solutions for processing textile materials have been developed, aimed at achieving the required level of flame-retardant characteristics while preserving the physical and mechanical properties of fabrics. Optimal parameters for the preparation of working solutions are selected: flame-retardant concentrations, component ratio, temperature and processing duration. The qualitative characteristics of the treated materials were studied, including uniformity of application and fixing of the flame-retardant coating, efficiency of reducing flammability, as well as changes in physical and mechanical indicators. The methods of processing providing stable fixation of flame retardants on the surface and in the structure of textile fibers are proposed. The introduction of the developed technology will improve the quality of textile materials by improving fire safety indicators, preserving operational and hygienic properties, as well as reducing energy costs and processing time. The results of the study can be used in the creation of modern technological processes for the production of textile materials from natural, chemical fibers and their mixtures with specified flame-retardant characteristics, including for special, protective, technical and household products.

Keywords: textile materials, flame-retardant coatings, flame-retardants, functional finishing, fire resistance, heat resistance, thermal decomposition, chemical modification, protective properties.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. АБАЙКЫЗЫ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА*

(Алматинский Технологический Университет, Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Толе би 100)

Электронная почта автора-корреспондента: d.kulmairam@mail.ru*

В статье представлены данные о разработке технологии придания текстильным материалам огнезащитных свойств на этапах заключительной отделки. Повышение функциональности текстильных материалов обеспечено за счёт внедрения эффективных методов обработки с использованием антипиренов и текстильных вспомогательных веществ, способствующих снижению горючести и повышению термостойкости материалов, а также применения современных химических и физических методов интенсификации технологических процессов. Разработаны технологические решения по обработке текстильных материалов, направленные на достижение требуемого уровня огнезащитных характеристик при сохранении физико-механических свойств тканей. Подобраны оптимальные параметры приготовления рабочих растворов: концентрации антипиренов, соотношение компонентов, температура и продолжительность обработки. Исследованы качественные характеристики обработанных материалов, включая равномерность нанесения и закрепления огнезащитного покрытия, эффективность снижения воспламеняемости, а также изменение физико-механических показателей. Предложены методы обработки, обеспечивающие стабильное закрепление огнезащитных веществ на поверхности и в структуре текстильных волокон. Внедрение разработанной технологии позволит повысить качество текстильных материалов за счёт улучшения показателей пожарной безопасности, сохранения эксплуатационных и гигиенических свойств, а также сокращения энергозатрат и времени обработки. Результаты исследования могут быть использованы при создании современных технологических процессов производства текстильных материалов из натуральных, химических волокон и их смесей с заданными огнезащитными характеристиками, в том числе для изделий специального, защитного, технического и бытового назначения.

Ключевые слова: текстильные материалы, огнезащитные покрытия, антипирены, функциональная отделка, огнестойкость, термостойкость, термическое разложение, химическая модификация, защитные свойства.

ТЕКСТИЛЬ МАТЕРИАЛДАРЫНА АРНАЛҒАН ТИІМДІ ОТҚА ТӨЗІМДІ ЖАБЫНДАРДЫ ӨЗІРЛЕУ

А. АБАЙҚЫЗЫ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА*

(Алматы технологиялық университет, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: d.kulmairam@mail.ru

Мақалада текстиль материалдарына әрлеудің соңғы кезеңдерінде отқа төзімді қасиеттер беру технологиясын әзірлеу бойынша деректер ұсынылған. Текстиль материалдарының функционалдылығын арттыруға, жанғыштығын төмендетуге және термиялық төзімділігін жоғарылатуға ықпал ететін антипирендер мен текстильге арналған көмекші заттарды қолдана отырып, тиімді өңдеу әдістерін енгізу, сондай-ақ, технологиялық процестерді интенсификациялаудың заманауи химиялық және физикалық әдістерін пайдаланумен қамтамасыз етілген. Текстиль материалдарын өңдеу бойынша қажетті отқа төзімділік көрсеткіштеріне қол жеткізе отырып, маталардың физика-механикалық қасиеттерін сақтауға бағытталған технологиялық шешімдер әзірленді. Жұмыс ерітінділерін дайындаудың оңтайлы параметрлері таңдалды: антипирендердің концентрациясы, компоненттердің арақатынасы, температурасы және өңдеу ұзақтығы. Өңделген материалдардың сапалық сипаттамалары, оның ішінде отқа төзімді жабынның біркелкі жағылуы мен бекітілуі, тұтанғыштықтың төмендеу тиімділігі, сондай-ақ, физика-механикалық көрсеткіштердің өзгеруі зерттелді. Текстиль талшықтарының бетінде және құрылымында отқа төзімді заттардың тұрақты бекітілуін қамтамасыз ететін өңдеу әдістері ұсынылды. Өзірленген технологияны енгізу өрт қауіпсіздігі көрсеткіштерін жақсарту арқылы текстиль материалдарының сапасын арттыруға, эксплуатациялық және гигиеналық қасиеттерін сақтауға, сондай-ақ, энергия шығынын және өңдеу уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері табиғи, химиялық талшықтардан және олардың қоспаларынан жасалатын, берілген отқа төзімділік сипаттамалары бар заманауи текстиль материалдарын өндірудің технологиялық процестерін әзірлеуде, соның ішінде арнайы, қорғаныш, техникалық және тұрмыстық мақсаттағы бұйымдар үшін қолданылуы мүмкін.

Негізгі сөздер: текстиль материалдары, отқа төзімді жабындар, антипирендер, функционалдық өңдеу, отқа төзімділік, жылуға төзімділік, термиялық ыдырау, химиялық модификация, қорғаныш қасиеттері.

Introduction

Textile materials are widely used in various industries, construction, transport, medicine and the production of personal protective equipment. However, most textile materials, especially those made from natural cellulosic fibers, are characterized by high flammability, which significantly limits their scope and increases the risk of fires. In connection with the tightening of requirements for the safety of textile products, the development of effective methods for improving the fire-retardant properties of materials without worsening their performance is of relevance [1,2].

One of the most promising directions for solving this problem is the creation of flame-retardant coatings that reduce flammability, the speed of flame propagation and the intensity of thermal decomposition of textile fibers. Modern flame-retardant coatings are formed based on flame-retardant compositions capable of forming a heat-resistant protective layer on the surface of the material, preventing oxygen access and heat transfer during combustion [3-5].

As flame-retardants for textile materials, special chemical compositions based on

phosphorus, nitrogen, boron and silicon-containing compounds, as well as their combined systems, are used. These drugs can change the mechanism of thermal decomposition of textile fibers, reduce the release of combustible gases and contribute to the formation of a protective carbon layer on the surface of the material. The effectiveness of flame retardants is determined by their ability to be evenly distributed throughout the structure of the textile material and firmly fixed on the surface of the fibers, providing a stable protective effect in the operation of products [6-8].

The effectiveness of flame-retardant treatment is determined not only by the chemical composition of flame retardants used, but also by the technological parameters of their application, ensuring uniform distribution and strong fixation of functional components in the structure of the textile material. An important requirement for modern flame-retardant coatings is the preservation of physical and mechanical properties, air permeability and other quality indicators of textiles while increasing their fire resistance [9-11].

At present, considerable attention is being paid to the development of new functional coatings

and technologies for modifying textile materials to increase their resistance to high temperatures and open flames. In this regard, an urgent task is to create effective flame-retardant coatings that provide a high level of protection and stability of the operational properties of materials [12-13].

The purpose of this work is to develop an effective flame-retardant coating for textile materials, study its effect on fire resistance indicators and assess the possibility of using the developed technology to obtain textile products with increased protective properties [14,15].

Materials and methods

To impart flame retardant properties to cotton and mixed textile materials (50 % cotton and 50 % polyester), a composition based on liquid glass, melamine and urea was used. The working solution was prepared as follows: in one liter of distilled water dissolved 150-180 g of liquid glass (Na_2SiO_3) with constant stirring until a homogeneous system. Then, 40–60 g of melamine and 20-30 g of urea were sequentially administered, providing intense stirring until a stable suspension was formed. To improve the wetting of the textile material, 0.5-1.0 g of a non-ionic surfactant was additionally introduced into the composition.

The processing of cotton and mixed textile materials was carried out by impregnation until uniform absorption of the working solution was achieved. After impregnation, the samples were pressed to remove the excess composition, then dried at a temperature of 80–100 °C to a constant mass. The final thermofixation was carried out at elevated temperature to form a stable flame-retardant coating on the surface and in the structure of the fibers.

The resulting composition provides the formation of an inorganic protective layer that increases the fire resistance of the textile material due to the synergistic action of the silicate matrix and gas-forming components [16].

Measurement of mass, humidity and control

of technological parameters were carried out using laboratory equipment: drying cabinet SHS-80-01 MK SPU, humidity analyzer MA 210.X2.IC.A (RADWAG), analytical balance AS 220.R2 PLUS, as well as hood LAB-1500 SHVN. The air permeability of textile materials was determined on the MT-160 device [17], and the discontinuous characteristics were investigated using the rupture machine RT-250M.

Results and discussion

As a result of the processing of textile materials of various fibrous compositions of the developed flame-retardant composition, the formation of a stable functional coating on the surface and in the structure of the fibers was established.

For cotton material, the original samples were characterized by high flammability, rapid ignition and complete burnout without forming a stable residue. After treatment, there was an increase in ignition time, a decrease in the intensity of combustion and the formation of a carbon residue that preserves the structure of the material.

For the mixed material, the original samples demonstrated the features of thermal behavior, expressed in the combustion of the cotton component and the melting of the polyester phase with the possible formation of melt drops. After applying the flame-retardant composition, a decrease in the speed of flame propagation, a decrease in the severity of drop fall and partial self-extinguishing of the material, table 1.

It is established that the differences in fire-retardant effect are due to the peculiarities of the fibrous composition. In the case of cotton, the main mechanism is the formation of a carbon protective layer under the action of an inorganic-organic system. For a mixture material, an additional role is played by the stabilization of the surface of the polyester phase and the reduction of thermal destruction due to the barrier action of the coating.

Table 1. Effects of flame-retardant treatment on the behavior of textile materials

No.	Sample material	Composition	Time of ignition, with	Nature of combustion	Residue after combustion, %	Fire protection effect
1	100 % cotton	untreated	2–4	fast ignition, complete burnout	0–5	absent
2	100 % cotton	treated	15-20	slow burning, formation of carbon layer	50-65	pronounced
3	50 % cotton / 50 % PE	untreated	3–6	melting-and-dropping combustion	5-10	absent
4	50 % cotton / 50 % PE	treated	12-16	reducing the intensity of combustion, partial self-extinguishing	45-60	pronounced

The joint action of liquid glass, melamine and urea provides the formation of a heat-resistant protective layer and gas-phase inhibition of the

combustion process, which leads to an increase in the fire resistance of both cellulose and mixed textile materials, figure 1.

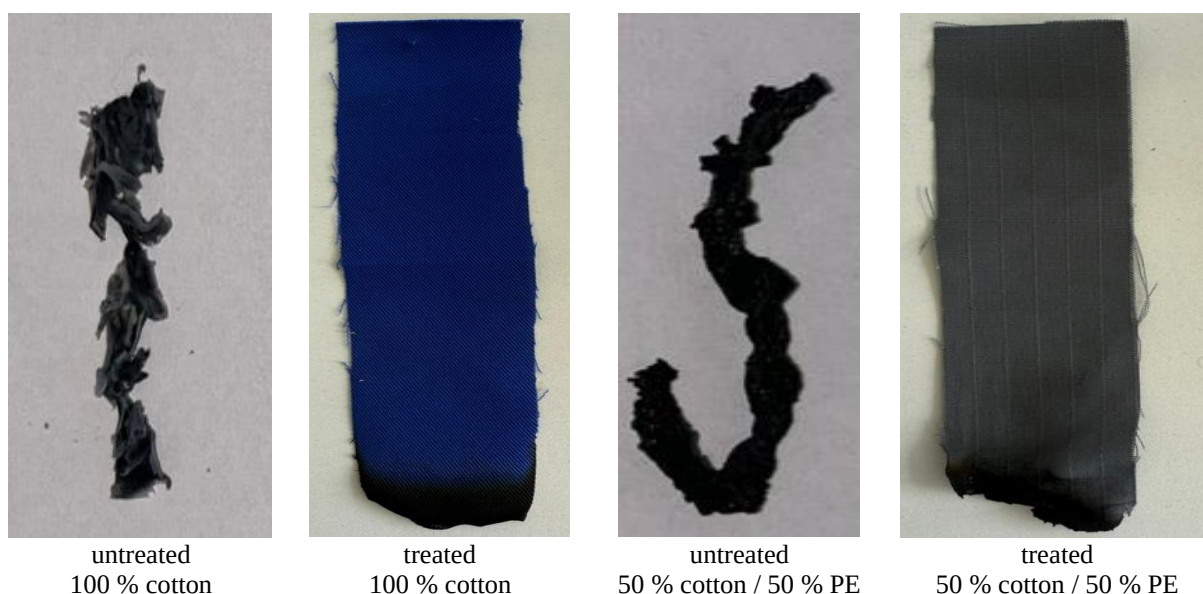


Figure 1. Comparison of burning of processed and untreated samples of textile materials

As follows from the data presented, flame retardant treatment leads to an increase in ignition time, a decrease in the intensity of combustion and an increase in the residue after thermal exposure for both cotton material and for mixed fabric. The most pronounced effect is observed for the cellulose fibrous composition, which is associated with the formation of a carbon protective layer. For a mixture material, a decrease in the effect of droplet polyester phase is additionally noted.

The influence of flame retardant treatment on the fracturing characteristics of textile materials of various fibrous composition, table 2 is investigated.

It is established that after processing there is a change in the mechanical properties of the samples. For cotton material, a slight decrease in burst load was noted, which is associated with the formation of the surface coating and an increase in the rigidity of the fiber structure.

For mixed material, the starting samples demonstrate higher tear load values compared to pure cotton fabrics, due to the contribution of the polyester component. After processing, a decrease in burst load is also recorded, but it remains within the limits that do not have a critical impact on the performance properties of the material.

The decrease in strength indices is explained by a change in the interfiber interaction and a partial limitation of the mobility of macromolecular chains due to the formation of a functional coating on the surface and in the structure of the textile material.

Thus, flame retardant treatment leads to a moderate change in mechanical characteristics while maintaining the structural integrity of the materials, which allows us to consider the developed technology as promising for obtaining functional textile materials.

Table 2. Disaggregated characteristics of textile materials

No.	Sample material	Composition	Breaking load, H	Elongation at rupture, %	Change after processing
1	100 % cotton	untreated	320–380	8–12	-
2	100 % cotton	treated	290–340	7-10	decrease of 9-11 %
3	50 % cotton / 50 % PE	untreated	380–450	12-18	-
4	50 % cotton / 50 % PE	treated	350–410	10-15	decrease of 8-9 %

As follows from the data presented, flame retardant treatment leads to a slight decrease in burst load and elongation at rupture for all studied textile materials. At the same time, the mixed material demonstrates higher absolute values of strength characteristics compared to the cotton material both before and after processing.

The effect of flame-retardant treatment on the air permeability of cotton and mixed textile materials, table 3 is investigated. It was established that after applying a flame-retardant coating, there

is a decrease in the air permeability of all studied samples. This effect is expressed both for cotton material and for mixed fabric.

Raw samples are characterized by higher air permeability values, due to the open porous structure of the textile fabric and the absence of surface barrier layers. After processing, a decrease in this indicator is recorded, which is associated with partial filling of the inter fiber space and the formation of a continuous functional coating on the surface of the fibers.

Table 3. Air permeability of textile materials

No.	Sample material	Composition	Permeability, $\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	Change after processing
1	100 % cotton	untreated	180–220	-
2	100 % cotton	treated	160–200	decrease of 9-11%
3	50 % cotton / 50 % PE	untreated	200–240	-
4	50 % cotton / 50 % PE	treated	180-220	decrease of 8-10 %

As follows from the data presented, the most noticeable decrease in air permeability was noted for cotton material, which is due to the high hygroscopicity and developed capillary structure of cellulose fibers, contributing to a more intensive fixation of the flame-retardant layer. In a mixture material, the decrease in the index is expressed to a lesser extent, which is due to the presence of a polyester component that has a smoother and less porous surface.

Despite the decrease in air permeability, the obtained values remain within the limits ensuring satisfactory hygienic and operational properties of textile materials, which indicates a balanced nature of the developed flame-retardant treatment, in which the increase in fire resistance is achieved without critical deterioration of material comfort. Thus, fire retardant treatment leads to a natural decrease in air permeability due to the formation of a protective coating, which confirms the successful consolidation of the functional layer on the surface of textile fibers.

Conclusion

As a result of the studies conducted, the effectiveness of flame-retardant processing of cotton and mixed textile materials was established. It is shown that the application of the developed composition contributes to the formation of a stable protective layer on the surface and in the structure of the fibers, which leads to an increase in the fire resistance of textile materials.

For cotton material, a more pronounced flame-retardant effect is observed compared to the mixed material, which is manifested in a more significant decrease in flammability, an increase in the time to ignition and the formation of a stable carbon residue that preserves the integrity of the structure after thermal exposure.

It was also found that flame retardant treatment leads to a slight decrease in rupture characteristics and air permeability, which is associated with the formation of a surface functional coating and a partial change in the pore structure of the material. At the same time, the main performance properties of textile materials remain at a satisfactory level.

Thus, the developed technology provides a significant increase in fire safety of textile materials with minimal negative impact on their physical, mechanical and hygienic indicators, which confirms the prospects of its practical application for the creation of functional textile materials for various purposes.

Gratitude, conflict of interest (funding)

The research was carried out within the framework of a project funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (IRN AP26195961 "Development of technology for obtaining new textile materials with special properties").

REFERENCES

- Jin, L., Ji, C., Chen, S., Song, Z., Zhou, J., Qian, K., Guo, W. (2023). Multifunctional textiles with flame retardant and antibacterial properties: A review. *Molecules*, 28(18), 6628. <https://doi.org/10.3390/molecules28186628>
- M. Martí, C. Alonso, A. Manich, I. De Vilder, L. Coderch, (2023). Flame retardant textile finishing: Thermal analysis and dermal safety. *Textile Research Journal*. <https://doi.org/10.1177/00405175231199498>
- P. Kakar, A. Singh, J. Sheikh, (2024). Flame retardant finishing of textiles – A comprehensive review. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 48(4). <https://doi.org/10.56042/ijftr.v48i4.7662>
- Li, X., Liu, Y., Chen, H., et al. (2023). Eco-friendly flame-retardant coatings for cellulose-based textiles: A review. *Polymer Degradation and Stability*, 218, 110572. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2023.110572>
- Yin, X., Li, L., Pang, H., et al. (2022). Halogen-free flame-retardant waterborne polyurethanes: composition and applications. *RSC Advances*, 12, 14509–14520. <https://doi.org/10.1039/D2RA01822E>
- A. Burkitbay, K.Z. Dyussenbiyeva, B.R. Taussarova, L.T. Sarttarova, E.E. Sarybayeva, M.S. Kalmakhanova Novel method for finishing nonwoven fabrics from domestic raw materials with flame retardant and antimicrobial properties. *The Journal of The Textile Institute* Published online: 27 Aug 2024. ISSN: 0040-5000 (Print) 1754-2340 (Online) Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/tjti20
- Onar Çamlıbel, N., Koç, E. (2022). Flame retardant and antibacterial coating on cotton fabric by layer-by-layer assembly with huntite-hydromagnesite, ammonium polyphosphate, chitosan and APTES. *Textile and Apparel*, 32(2), 115–125. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.959838>
- Xie, L., Duan, H., Chen, K., Qi, D., Li, J. (2024). Bio-based flame retardant coatings for polyester/cotton fabrics with high physical properties using ammonium-based phosphorus systems. *International Journal of Biological Macromolecules*, 279, 135318. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135318>
- Tang, Q., Ding, F., Ren, X. (2025). Flame retardants for cotton fabrics based on phosphorus/nitrogen systems: A review. *Journal of Industrial Textiles*. <https://doi.org/10.1177/24723444251331668>
- J. Petkovska, et al. (2024). Egg white proteins/lignin-DAP intumescent multilayer nanocoating for flame retardant cotton fabric. *Progress in Organic Coatings*, 186, 107983. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.107983>
- Fu, C. et al. (2022). Surface engineering for cellulose via Layer-by-Layer assembly for durable flame-retardant cotton. *Coatings*, 10(4), 333. <https://doi.org/10.3390/coatings10040333>
- Y. Zhang, H. Wang, Z. Liu, (2024). Universal intumescent polyelectrolyte complex for cotton, polyester and blends with high flame resistance. *Polymer Degradation and Stability*, 228, 110936. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2024.110936>
- G. Malucelli, (2024). Bio-sourced flame retardants for textiles: Recent advances and future directions. *Molecules*, 29 (13), 3067. <https://doi.org/10.3390/molecules29133067>
- K.Zh. Dyussenbiyeva, (2025). Development of fire-retardant compositions for textile materials. *Proceedings of the All-Russian Scientific Conference of Young Researchers with International Participation “Innovative Development of Engineering and Technology in Industry (INTEKS-2025)”*, April 17, 2025, pp. 48–49. <https://rguk.ru/science/students-nir/allrussian-and-internationals/inteks-2025/>
- K.Zh. Dyussenbiyeva, A. Burkitbay, (2024). Creation of flame-retardant compositions for polyester and cotton–polyester textile materials. *Chemical Journal of Kazakhstan*, No. 4, pp. 123–131.
- ГОСТ Р 50810–95. Ткани декоративные. Метод испытания на огнестойкость. М.: Госстандарт России, 1995.
- ГОСТ 12088–77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. М.: Издательство стандартов, 1977.
- ГОСТ 3813–2014. Ткани текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. М.: Стандартинформ, 2014.

REFERENCES

- Jin, L., Ji, C., Chen, S., Song, Z., Zhou, J., Qian, K., Guo, W. (2023). Multifunctional textiles with flame retardant and antibacterial properties: A review. *Molecules*, 28(18), 6628. <https://doi.org/10.3390/molecules28186628>
- M. Martí, C. Alonso, A. Manich, I. De Vilder, L. Coderch, (2023). Flame retardant textile finishing: Thermal analysis and dermal safety. *Textile Research Journal*. <https://doi.org/10.1177/00405175231199498>
- P. Kakar, A. Singh, J. Sheikh, (2024). Flame retardant finishing of textiles – A comprehensive review. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 48(4). <https://doi.org/10.56042/ijftr.v48i4.7662>
- X. Li, Y. Liu, H. Chen, et al. (2023). Eco-friendly flame-retardant coatings for cellulose-based textiles: A review. *Polymer Degradation and Stability*, 218, 110572. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2023.110572>
- X. Yin, L. Li, H. Pang, et al. (2022). Halogen-free flame-retardant waterborne polyurethanes: composition and applications. *RSC Advances*, 12, 14509–14520. <https://doi.org/10.1039/D2RA01822E>
- A. Burkitbay, K.Z. Dyussenbiyeva, B.R. Taussarova, L.T. Sarttarova, E.E. Sarybayeva, M.S. Kalmakhanova. Novel method for finishing nonwoven fabrics from domestic raw materials with flame retardant and antimicrobial properties. *The Journal of The Textile Institute* Published online: 27 Aug 2024. ISSN: 0040-5000 (Print) 1754-2340 (Online) Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/tjti20
- Onar Çamlıbel, N., Koç, E. (2022). Flame retardant and antibacterial coating on cotton fabric by layer-by-layer assembly with huntite-hydromagnesite, ammonium polyphosphate, chitosan and APTES.

Textile and Apparel, 32(2), 115–125. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.959838>

8. Xie, L., Duan, H., Chen, K., Qi, D., Li, J. (2024). Bio-based flame retardant coatings for polyester/cotton fabrics with high physical properties using ammonium-based phosphorus systems. *International Journal of Biological Macromolecules*, 279, 135318. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135318>

9. Tang, Q., Ding, F., Ren, X. (2025). Flame retardants for cotton fabrics based on phosphorus/nitrogen systems: A review. *Journal of Industrial Textiles*. <https://doi.org/10.1177/24723444251331668>

10. J. Petkovska, et al. (2024). Egg white proteins/lignin-DAP intumescent multilayer nanocoating for flame retardant cotton fabric. *Progress in Organic Coatings*, 186, 107983. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.107983>

11. Fu, C. et al. (2022). Surface engineering for cellulose via Layer-by-Layer assembly for durable flame-retardant cotton. *Coatings*, 10(4), 333. <https://doi.org/10.3390/coatings10040333>

12. Y. Zhang, H. Wang, Z. Liu, (2024). Universal intumescent polyelectrolyte complex for cotton, polyester and blends with high flame resistance. *Polymer Degradation and Stability*, 228, 110936. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2024.110936>

13. G. Malucelli, (2024). Bio-sourced flame retardants for textiles: Recent advances and future

directions. *Molecules*, 29 (13), 3067. <https://doi.org/10.3390/molecules29133067>

14. K.Zh. Dyussenbiyeva, (2025). Development of fire-retardant compositions for textile materials. *Proceedings of the All-Russian Scientific Conference of Young Researchers with International Participation “Innovative Development of Engineering and Technology in Industry (INTEKS-2025)”*, April 17, 2025, pp. 48–49. <https://rguk.ru/science/students-nir/allrussian-and-internationals/inteks-2025/>

15. K.Zh. Dyussenbiyeva, A. Burkitbay, (2024). Creation of flame-retardant compositions for polyester and cotton–polyester textile materials. *Chemical Journal of Kazakhstan*, No. 4, pp. 123–131.

16. GOST R 50810–95. Tkani dekorativnye. Metod ispytaniya na ognestoykost' [Decorative fabrics. Method for testing flammability]. Moscow: Gosstandart Rossii, 1995. (In Russian).

17. GOST 12088–77. Materialy tekstil'nye i izdeliya iz nikh. Metod opredeleniya vozdukhopronitsaemosti [Textile materials and articles. Method for the determination of air permeability]. M.: Izdatel'stvo standartov, 1977. (In Russian).

18. GOST 3813–2014. Tkani tekstil'nye. Metody opredeleniya razryvnoy nagruzki i udlineniya pri razryve [Textile fabrics. Methods for the determination of breaking load and elongation at break]. Moscow: Standartinform, 2014. (In Russian).

МАЗМҰНЫ

Тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібінің технологиясы

<i>Ж.С. Алимкулов, А.А. Амантаева, К.Т. Шаулиева, К.Н. Фазылова</i>	
Ауыл шаруашылық малдарына арналған жем байыту концентраты.....	5
<i>М.Р. Сыздық, Н.А. Нурсейтова, Е.Ж. Масанов, М. Сериккызы, А.Ф. Төлеген, Қ.Ж. Сыман, Н.Н. Ахметсадыков</i>	
Қазақстандағы жануар майларының тұрмыстық қолданысы: мәдени және практикалық аспектілері.....	14
<i>Г.К. Исакова, М. Байғайыпқызы, Ж.Ә. Жарылқасынова, А.К. Изембаева, Н.Б. Батырбаева, М.П. Байысбаева, З.Н. Молдақұлова, А.С. Абдреева</i>	
Пектин концентратын қолданып, көп дәнді кондитерлік өнімдерін әзірлеу және сапалық сипаттамаларын зерттеу.....	27
<i>Г.Т. Юсупова, Ж.К. Шадьярова, Д.Б. Курманғалиева, А.А. Дарибаева, Н.Т. Замзамова</i>	
Ферменттелген балық өнімдері сапасының құрылымдық-функционалдық көрсеткіштерін кешенді талдау.....	36
<i>А.Б. Бакиева, М.М. Ташыбаева, А.К. Какимов, Г.А. Жумадилова</i>	
Еттартқыштың кесу механизмінің құрылмасын жетілдіру.....	43
<i>Ш.А. Турсунбаева, А.И. Изтаев, М.А. Якияева, Ж.К. Нургожина, Б.И. Изтаев, Б.Ж. Мұлдабекова, М.Н. Мамыраев</i>	
Жиде ұнтағының ашытқысыз механикалық аэрацияланған нанның сапасына әсері.....	54
<i>Л.Д. Абубакирова, Т.Ч. Тултабаева</i>	
Тұтынушылардың тарыға көзқарасы және тары өнімдерін қабылдау факторлары.....	68
<i>Ж.Т. Букабаева, А.Е. Турсынханова, Б.Қ. Оспанова, А.Ұ.Е. Асанова, Ш.Т. Қырықбаева</i>	
Биойогурт өндірісінде бие сүтін қолданудың артықшылықтары және жеміс қоспаларының әсері	75
<i>А.Д. Нурманова, М.Ж. Кизатова, Д.А. Шаймерденова, А.Б. Абуова, С.С. Ануарбекова, Ж.М. Чаканова</i>	
Қазақстанның дәнді дақыл шикізаты негізінде көмірсу теңгерімделген нан-бөлке өнімдерін жасаудың технологиялық тәсілдерін ғылыми негіздеу.....	83
<i>Ж. Қалибекқызы, К.С. Бекбаев, Ш.К. Жакупбекова, А.А. Мелісова, А.Д. Дайырбекова, А.М. Муратбаев</i>	
Молекулалық сутекпен барботаждаудың және функционалдық қоспалардың қатықтың физика-химиялық және микробиологиялық тұрақтылығына әсері.....	91
<i>Г.Е. Тұрлыбекова, Н.С. Ханжаров, В.А. Потапов, Б. Абдижаппарова</i>	
Күлдендірілген түйе сүті мен одан алынған өнімдердің негізгі минералдық және органогендік элементтерінің EDS-талдауы.....	100
<i>Қ.Ж. Сыман, А.Ж. Берденқұлова, Г.К. Тулиндинова, Р.Б. Жандавлетова, Н.П. Корогод</i>	
Өсімдіктер және жануар текті өнімдердегі табиғи қосылыстар.....	110
<i>М.А. Иосифов, А.М. Таева, Г.Д. Шамбулова</i>	
Термиялық өңдеу мен тағамдық қоспалардың балық жартылай фабрикаттарының тұтынушылық қасиеттеріне әсері.....	119
<i>С.Ш. Асрандина, А.К. Кекибаева, С.Д. Атабаева, С.С. Кенжебаева, Г. Доқтырбай</i>	
Стевия концентраттарымен байытылған функционалды сусындардың сапа көрсеткіштерін зерттеу.....	129
<i>У.Ч. Чоманов, Г.С. Кененбай, Ә.Қ. Борибай, Ж.К. Токанова</i>	
Өсімдік қоспаларын қоса отырып, жылқы етінен дайындалған ет нанының рецептурасын әзірлеу.....	142
<i>М. Тасқын, К.А. Казаев, Ж.Н. Уванисканова, А.Ю. Мироненко, А.Ш. Шарипбаева</i>	
Батыс және шығыс Қазақстан нарықтарында ет өнімдерінің тағамдық құндылығына салыстырмалы сипаттама.....	153
<i>Дж.А. Рахмонова, Н.А. Тошходжаев</i>	
Функционалды тамақтануға арналған шикізат ретіндегі өрік жемістерінің тағамдық және биологиялық құндылығы.....	160

<i>Э.К. Оқусханова, А.К. Суйчинов, Б.К. Кабдылжар, Г.А. Капашева, А.А. Даутова</i>	
Ақуыз-май эмульсиясы қосылған ет паштеттерін өндіру технологиясы.....	165
<i>Д.Б. Абдраимова, Д.А. Шанишарова, Г.А. Умирзакова, Ж.А. Асанғалиева</i>	
Жеміс-жидек шикізатының негізінде функционалдық қоспаны қолдану арқылы бидай нанын өндірудің технологиялық процесін қарқындау.....	175

МАЗМҰНЫ

Тоқыма және киім технологиясы, дизайн

<i>Ж. Усенбеков, С.Қ. Нұрбай, Б.Х. Сеитов</i>	
Тау туризмі спортшыларының күзгі киім пакеттерінің тозуға төзімділігін зерттеу.....	184
<i>М.Б. Отынишиев, А.Н. Асанова, М.Р. Тойшиманов, Р. Канат, М.Х. Шамекова, К.Ж. Жамбакин, А. Еркінқызы</i>	
Зығыртекгі талшықтар мен жүн қоспасынан камвольді жабдықта иірімжіп өндіру.....	189
<i>Қ.Е. Тілеумбек, З.Д. Молдағажиева</i>	
Тігін өндірісі бұйымдарына арналған құйылмалы металлды элементтерді жасау әдістерін зерттеу.....	195
<i>С.Ш. Таипулатов, Е.В. Лунина, М.А. Назарова, З.У. Зуфарова</i>	
Мата үлгісі мен киім құрылысын бірлескен сандық әзірлеуде тоқыма мен киім дизайнының интеграциясы.....	204
<i>И.Ш. Хакимжонов</i>	
Қайта өңделген джинс матасынан жасалған бұйымдардың дизайны мен сапа параметрлерін кешенді бағалау.....	216
<i>З.У. Зуфарова, З.А. Мамаханова, С.Ш. Таипулатов</i>	
Су спорт түрлерінің жіктемесін әзірлеу негізінде гидрокомпьюм дизайнына әдістемелік көзқарас.....	223
<i>Ж. Усенбеков, Р. Мырзатай</i>	
Тігін машинасын циклограммасы мен микрокамераларды қолданып диагностикалау.....	233
<i>Л.Ә. Мыңбатырова, Р.Ш. Мирзамуратова</i>	
Жүн кератинінің молекулярлық құрылымының бояудан кейінгі өзгерістеріне салыстырмалы талдау.....	241
<i>О.Ю. Кадникова, Б.Т. Нурмухамбетова, М.Т. Омарбекова, К.Д. Кожабергенова</i>	
Киім жобалауды цифрландыру және оның қазақстанның сән индустриясындағы экологиялық әлеуеті.....	252
<i>А. Абайқызы, И.М. Джуринская, К.Ж. Дюсенбиева</i>	
Текстиль материалдарына арналған тиімді отқа төзімді жабындарды әзірлеу.....	260

СОДЕРЖАНИЕ

Технология пищевой и перерабатывающей промышленности

<i>Ж.С. Алимкулов, А.А. Амантаева, К.Т. Шаулиева, К.Н. Фазылова</i>	
Кормовой обогатительный концентрат для сельскохозяйственных животных.....	5
<i>М.Р. Сыздык, Н.А. Нурсеитова, Е.Ж. Масанов, М. Сериккызы, А.Г. Толеген, К.Ж. Сыман, Н.Н. Ахметсадыков</i>	
Бытовое применение и технологический потенциал животных жиров в Казахстане: культурные и практические аспекты.....	14
<i>Г.К. Искакова, М. Байгайыпкызы, Ж.А. Жарылкасынова, А.К. Изембаева, Н.Б. Батырбаева, М.П. Байысбаева, З.Н. Молдакулова, А.С. Абдраева</i>	
Разработка и исследование качественных характеристик мультизлаковых мучных кондитерских изделий с применением пектинового концентрата.....	27
<i>Г.Т. Юсупова, Ж.К. Шадырова, Д.Б. Курмангалиева, А.А. Дарибаева, Н.Т. Замзамова</i>	
Комплексная оценка структурно-функциональных показателей качества ферментированных рыбных продуктов.....	36
<i>А.Б. Бакиева, М.М. Ташыбаева, А.К. Какимов, Г.А. Жумадилова</i>	
Совершенствование конструкции режущего механизма мясорубки.....	43
<i>Ш.А. Турсунбаева, А.И. Изтаев, М.А. Якияева, Ж.К. Нургожина, Б.И. Изтаев, Б.Ж. Мулдабекова, М.Н. Мамыраев</i>	
Влияние порошка джиды на качество сбивного бездрожжевого хлеба.....	54
<i>Л.Д. Абубакирова, Т.Ч. Тултабаева</i>	
Отношение потребителей к просу и факторы, связанные с готовностью к его потреблению.....	68
<i>Ж.Т. Букабаева, А.Е. Турсынханова, Б.К. Оспанова, А.У.Е. Асанова, Ш.Т. Кырыкбаева</i>	
Преимущества использования кобыльего молока в производстве биоюгурта и влияние фруктовых добавок на его пищевую ценность.....	75
<i>А.Д. Нурманова, М.Ж. Кизатова, Д.А. Шаймерденова, А.Б. Абуова, С.С. Ануарбекова, Ж.М. Чаканова</i>	
Научное обоснование технологических подходов к созданию углеводно-сбалансированных хлебобулочных изделий на основе зернового сырья Казахстана.....	83
<i>Ж. Калибеккызы, К.С. Бекбаев, Ш.К. Жакупбекова, А.А. Мелисова, А.Д. Дайырбекова, А.М. Муратбаев</i>	
Влияние барботажа молекулярным водородом и функциональных добавок на физико-химическую и микробиологическую стабильность катыка.....	91
<i>Г.Е. Турлыбекова, Н.С. Ханжаров, В.А. Потапов, Б. Абдижаппарова</i>	
EDS-анализ основных минеральных и органогенных элементов озолённого верблюжьего молока и производных продуктов.....	100
<i>К.Ж. Сыман, А.Ж. Берденкулова, Г.К. Тулиндинова, Р.Б. Жандавлетова, Н.П. Корогод</i>	
Природные соединения в продуктах растительного и животного происхождения.....	110
<i>М.А. Иосифов, А.М. Таева, Г.Д. Шамбулова</i>	
Воздействие термической обработки и пищевых добавок на потребительские свойства рыбных полуфабрикатов.....	119
<i>С.Ш. Асрандина, А.К. Кекибаева, С.Д. Атабаева, С.С. Кенжебаева, Г. Доктырбай</i>	
Исследование показателей качества функциональных напитков, обогащенных концентратами стевии.....	129
<i>У.Ч. Чоманов, Г.С. Кененбай, А.К. Борибай, Ж.К. Токанова</i>	
Разработка рецептуры колбасного хлеба из конины с добавлением растительных компонентов	142
<i>М. Таскын, К.А. Казаев, Ж.Н. Уванисканова, А.Ю. Мироненко, А.Ш. Шарипбаева</i>	
Сравнительная характеристика пищевой ценности мяса, реализуемого на рынках Западного и Восточного Казахстана.....	153
<i>Дж.А. Рахмонова, Н.А. Тоиходжаев</i>	
Пищевая и биологическая ценность плодов абрикоса как сырья для функционального питания.....	160

<i>Э.К. Окусханова, А.К. Суйчинов, Б.К. Кабдылжар, Г.А. Капашева, А.А. Даутова</i> Технология производства мясных паштетов с добавлением белково-жировой эмульсии.....	165
<i>Д.Б. Абдраимова, Д.А. Шанишарова, Г.А. Умирзакова, Ж.А. Асангалиева</i> Интенсификация технологического процесса производства пшеничного хлеба при использовании функциональной добавки из плодово-ягодного сырья.....	175

СОДЕРЖАНИЕ

Технология текстиля и одежды, дизайн

<i>Ж. Усенбеков, С.К. Нурбай, Б.Х. Сеитов</i> Исследование износостойкости пакетов осенней одежды спортсменов горного туризма.....	184
<i>М.Б. Отынищев, А.Н. Асанова, М.Р. Тойшиманов, Р. Канат, М.Х. Шамекова, К.Ж. Жамбакин, А. Еркінқызы</i> Производство пряжи из смесей лубяных волокон и шерсти на камвольном оборудовании.....	189
<i>К.Е. Тилеумбек, З.Д. Молдагажиева</i> Исследование методов изготовления литых металлических элементов для изделий швейного производства.....	195
<i>С.Ш. Таипулатов, Е.В. Лунина, М.А. Назарова, З.У. Зуфарова</i> Интеграция текстильного и швейного проектирования при совместной цифровой разработке раппорта ткани и конструкции швейных изделий.....	204
<i>И.Ш. Хакимжонов</i> Комплексная оценка параметров дизайна и качества изделий, изготовленных из переработанной джинсовой ткани.....	216
<i>З.У. Зуфарова, З.А. Мамаханова, С.Ш. Таипулатов</i> Методологический подход к проектированию гидрокостюма на основе формирования классификации водных видов спорта.....	223
<i>Ж. Усенбеков, Р. Мырзатай</i> Диагностика швейной машины с использованием циклограммы и микрокамер.....	233
<i>Л.А. Мынбатырова, Р.Ш. Мирзамуратова</i> Сравнительный анализ изменений молекулярной структуры кератина шерсти после окрашивания.....	241
<i>О.Ю. Кадникова, Б.Т. Нурмухамбетова, М.Т. Омарбекова, К.Д. Кожаберженова</i> Цифровизация проектирования одежды и её экологический потенциал в модной индустрии Казахстана.....	252
<i>А. Абайқызы, И.М. Джуринская, К.Ж. Дюсенбиева</i> Разработка эффективных огнезащитных покрытий для текстильных материалов.....	260

CONTENTS

Food and processing industry technology

<i>Zh.S. Alimkulov, A.A. Amantayeva, K.T. Shayliyeva, K.N. Fazylova</i> Feed enrichment concentrate for farm animals.....	5
<i>M.R. Syzdyk, N.A. Nurseitova, E.Zh. Masanov, M. Serikkyzy, A.G. Tolegen, K.Zh. Siman, N.N. Ahmetsadykov</i> Domestic use and technological potential of animal fats in Kazakhstan: cultural and practical aspects.....	14
<i>G.K. Iskakova, M. Baigaiypkyzy, Zh.A. Zharylkasynova, A.K. Izembaeva, N.B. Batyrbaeva, M.P. Baiysbayeva, Z.N. Moldakulova, A.S. Abdreeva</i> Development and research of qualitative characteristics of multigrain flour confectionery products with the use of pectin concentrate.....	27
<i>G. Yussupova, Zh. Shadyarova, D. Kurmangaliyeva, A. Daribayeva, N. Zamzamova</i> Comprehensive assessment of structural and functional quality indicators of fermented fish products.....	36
<i>A.B. Bakiyeva, M.M. Tashybayeva, A.K. Kakimov, G.A. Zhumadilova</i> Enhancement of the meat grinder cutting mechanism design.....	43
<i>Sh.A. Tursunbayeva, A.I. Iztayev, M.A. Yakiyayeva, Zh.K. Nurgozhina, B.I. Iztayev, B.Zh. Muldabekova, M.N. Mamyrayev</i> Influence of oleaster powder on the quality of mechanically aerated yeast-free bread.....	54
<i>L.D. Abubakirova, T.Ch. Tultabayeva</i> Consumer attitudes toward millet and factors associated with its acceptance.....	68
<i>Zh.T. Bukabayeva, A.E. Tursynhanova, B.K. Ospanova, U.E. Asanova, Sh.T. Kyrykbayeva</i> Advantages of using mare's milk in bioyogurt production and the impact of fruit additives.....	75
<i>A.D. Nurmanova, M.Zh. Kizatova, D.A. Shaimerdenova, A.B. Abuova, S.S. Anuarbekova, Zh.M. Chakanova</i> Scientific substantiation of technological approaches to the development of carbohydrate-balanced bakery products based on Kazakhstan's cereal raw materials.....	83
<i>Zh. Kalibekkyzy, K.S. Bekbayev, Sh.K. Zhakupbekova, A.A. Melissova, A.D. Daiyrbekova, A.M. Muratbayev</i> Effect of molecular hydrogen barbotage and functional additives on the physicochemical and microbiological stability of kатык.....	91
<i>G.E. Turlybekova, N.S. Khanzharov, V.A. Potapov, B. Abdizhapparova</i> EDS analysis of the main mineral and organogenic elements of ashed camel milk and its derived products.....	100
<i>K.Zh. Syman, A.Zh. Berdenkulova, G.K. Tulindinova, R.B. Zhandavletova, N.P. Korogod</i> Natural compounds in products of plant and animal origin.....	110
<i>M.A. Iossifov, A.M. Tayeva, G.D. Shambulova</i> The effect of heat treatment and food additives on the consumer properties of fish semi-finished products.....	119
<i>S.Sh. Asrandina, A.K. Kekibaeva, S.D. Atabayeva, S.S. Kenzhebayeva, G. Doktyrbay</i> Study of quality indicators of functional beverages enriched with stevia concentrates.....	129
<i>U.Ch. Chomanov, G.S. Kenenbay, A.K. Boribay, Zh.K. Tokanova</i> Development of a horsemeat sausage loaf formulation with the addition of plant-based components.....	142
<i>M. Taskyn, K.A. Kazaev, Zh.N. Uvaniskanova, A.Yu. Mironenko, A.Sh. Sharipbaeva</i> Comparative characterization of the nutritional value of meat sold in the markets of western and eastern Kazakhstan.....	153
<i>J.A. Rahmonova, N.A. Toshkhodjaev</i> Nutritional and biological value of apricot fruits as a raw material for functional nutrition.....	160
<i>E.K. Okuskhanova, A.K. Suychinov, B.K. Kabdylzhar, G.A. Kapasheva, A.A. Dautova</i> Technology for producing meat pates with the addition of protein-fat emulsion	165
<i>D.B. Abdraimova, D.A. Shansharova, G.A. Umirzakova, Zh.A. Assangaliyeva</i> Intensification of the technological process of wheat bread production using a functional additive based on fruit and berry raw materials.....	175

CONTENTS

Textile and clothing technology, design

<i>Zh. Usenbekov, S.K. Nurbay, B.Kh. Seitov</i> Research of the wear resistance of athletic autumn clothing packages for mountain tourism.....	184
<i>M.B. Otynsiyev, A.N. Assanova, M.R. Toishimanov, R. Kanat, M.Kh. Shamekova, K. Zh. Zhambakin, A. Yerkinkyzy</i> Production of yarn from blends of bast fibers and wool on worsted equipment.....	189
<i>K.E. Tileumbek, Z.D. Moldagazhiyeva</i> Research into methods of manufacturing cast metal elements for garment production.....	195
<i>S.Sh. Tashpulatov, E.V. Lunina, M.A. Nazarova, Z.U. Zufarova</i> Integration of textile and garment design in the joint digital development of fabric rapport and garment construction.....	204
<i>I.Sh. Khakimzhonov</i> Comprehensive evaluation of design and quality parameters of products made from recycled denim fabric sportswear design.....	216
<i>Z.U. Zufarova, Z.A. Mamahanova, S.Sh. Tashpulatov</i> A methodological approach to wetsuit design based on the formation of a classification of water sports.....	223
<i>Zh. Usenbekov, R. Myrzatai</i> Diagnostics of a sewing machine using a cyclogram and irocameras.....	233
<i>L.A. Myngbatyrova, R.Sh. Mirzamuratova</i> Comparative analysis of changes in the molecular structure of wool keratin after dyeing.....	241
<i>O.Y. Kadnikova, B.T. Nurmukhambetova, M.T. Omarbekova, K.D. Kozhabergenova</i> Digitalization of clothing design and its environmental potential in kazakhstan's fashion industry....	252
<i>A. Abaikyzy, I.M. Jurinskaya, K.Zh. Dyussenbiyeva</i> Development of Effective Flame-Retardant Coatings for Textile Materials.....	260

Сдано в набор 14.09.2026. Подписано в печать 21.09.2026
Формат 60x84 1/18. Бумага офсетная. Печать RISO.
Объем 15,8 у.п.л. Тираж 50 экз. Заказ № 580

Отпечатано в издательском отделе АТУ
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100