

ISSN 2304-5681
ISSN online 2710-0839



**ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

1, 2026

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
Научный журнал**

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



ISSN 2304-5681
ISSN online 2710-0839

**АЛМАТЫ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Басылым 1 (151)



**ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 1 (151)

**THE JOURNAL
OF ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

Issue 1 (151)



АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

1996 жылдан бастап шығарылады

№1 (151) 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.

№1 (151) 2026

Журнал включен в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНиВО РК для публикации основных результатов научной деятельности по техническим наукам и имеет ненулевой импакт-фактор по Казахстанской 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

Издаев Ауелбек Издаевич – 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

№1 (151) 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, Małgorzata – Ph.D. of Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, 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 Ciprova – 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

MODIFICATION IN THE MUSCLE STRUCTURE OF MUTTON UNDER THE ACTION OF A SALTING MIXTURE ENRICHED WITH LACTIC ACID BACTERIA

M. SHARAPATOVA *, K. ISSAYEVA 

(NJSC «Toraighyrov University», Republic of Kazakhstan, 140000, Pavlodar, Lomova str., 64)
Corresponding author's e-mail: madina_szd@mail.ru*

The use of starter cultures with high metabolic activity is regarded as an effective biotechnological approach for the controlled modification of the structure and functional properties of meat raw materials. During fermentation, microorganisms interact with the protein–lipid matrix of muscle tissue, promoting proteolysis, structural disorganization of muscle fibers, improvement of textural characteristics, and enhancement of microbiological stability. Of particular scientific and practical interest is the application of autochthonous lactic acid bacteria isolated from traditional fermented dairy products, as their use enables preservation of the authentic flavor profile and targeted improvement of the sensory attributes of meat products. The aim of this study was to investigate the effect of a salting mixture enriched with lactic acid bacteria isolated from the traditional fermented dairy product «irkit» on the structural, physicochemical, and sensory characteristics of mutton. The study object was neck muscle lamb obtained from animals under one year of age. Salting was performed using 5% sodium chloride with the addition of a starter culture (10%) applied by injection and surface rubbing for 36 hours at a temperature of +4 °C; the control sample was not subjected to salting or fermentation. The results demonstrated that LAB-enriched salting systems led to a decrease in muscle tissue pH to 5.72–5.87 and an increase in water activity, indicating intensification of fermentation processes and restructuring of the meat protein matrix. The most pronounced microstructural changes were observed with the injection method, manifested by disorganization of the myofibrillar framework and expansion of inter-fiber spaces. Surface rubbing provided a more controlled structural modification, accompanied by maximal water-holding capacity and a reduction in the fat fraction. Sensory evaluation revealed a decrease in the intensity of the characteristic “mutton” odor and the formation of meat-dairy and dairy aroma notes in samples treated with the starter culture.

Keywords: mutton, salting mixture, autochthonous lactic acid bacteria, meat fermentation, muscle tissue microstructure.

МОДИФИКАЦИЯ МЫШЕЧНОЙ СТРУКТУРЫ БАРАНИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОСОЛОЧНОЙ СМЕСИ, ОБОГАЩЕННОЙ МОЛОЧНОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ

М.М. ШАРАПАТОВА, К.С. ИСАЕВА

(НАО «Торайгыров университет», Республика Казахстан, 140000, Павлодар, ул. Ломова, 64)
Электронная почта автора-корреспондента: madina_szd@mail.ru

Использование стартовых культур с высокой метаболической активностью рассматривается как эффективный биотехнологический подход к управляемой модификации структуры и функциональных свойств мясного сырья. В процессе ферментации микроорганизмы воздействуют на белково-липидный матрикс мышечной ткани, способствуя протеолизу, структурной дезорганизации мышечных волокон и улучшению текстурных характеристик мяса, а также повышению его микробиологической стабильности. Особый научный и практический интерес представляет применение автохтонных молочнокислых бактерий, выделенных из традиционных кисломолочных продуктов, поскольку их использование позволяет сохранять аутентичный вкусовой профиль и целенаправленно улучшать органолептические свойства мясных изделий. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния посолочной смеси, обогащённой молочнокислыми бактериями, выделенными из традиционного кисломолочного продукта иркита, на структурные, физико-химические и сенсорные характеристики баранины. Объектом исследования служила баранина шейной части животных в возрасте до одного года. Посолочную обработку проводили с использованием 5 % поваренной соли с внесением закваски (10 %) методами шприцевания и поверхностного натирания в течении 36 часов при температуре +4 °C; контрольный образец не подвергался посолу и ферментации. Установлено, что применение LAB-

обогащённых посолочных систем приводит к снижению рН мышечной ткани до 5,72–5,87 и увеличению активности воды, что отражает интенсификацию ферментационных процессов и перестройку белковой матрицы мяса. Наиболее выраженные микроструктурные изменения выявлены при шприцевочном способе внесения закваски и проявлялись в дезорганизации миофибриллярного каркаса и расширении межволоконных пространств. Поверхностное натирание обеспечивало более контролируемую модификацию структуры при максимальной влагоудерживающей способности и снижении жировой фракции. Сенсорный анализ показал снижение интенсивности характерного «бараньего» запаха и формирование мясомолочных и молочных оттенков аромата в образцах с закваской.

Ключевые слова: баранина, посолочная смесь, автохтонные молочнокислые бактерии, ферментация мяса, микроструктура мышечной ткани.

СҮТҚЫШҚЫЛ БАКТЕРИЯЛАРЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ТҰЗДЫҚ ҚОСПАСЫНЫҢ ӘСЕРІНЕН ҚОЙ ЕТІНІҢ БҰЛЫШЫҚЕТ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ МОДИФИКАЦИЯСЫ

М.М. ШАРАПАТОВА, К.С. ИСАЕВА

(«Горайгыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 140000, Павлодар қ, Ломов көшесі 64)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: madina_szd@mail.ru

Метаболикалық белсенділігі жоғары стартерлік культураларды пайдалану ет шикізатының құрылымдық және функционалдық қасиеттерін басқарылатын түрде модификациялаудың тиімді биотехнологиялық тәсілі ретінде қарастырылады. Ферментация процесі барысында микроорганизмдер бұлшықетінің ақуыз-липидті матриксіне әсер етіп, миофибриллярлық және саркоплазмалық ақуыздардың протеолизін, бұлшықет талшықтарының құрылымдық дезорганизациясын қамтамасыз етеді, нәтижесінде еттің текстуралық сипаттамалары жақсарып, микробиологиялық тұрақтылығы артады. Ерекше ғылыми және практикалық қызығушылық дәстүрлі қышқыл сүт өнімдерінен бөлініп алынған автохтонды сүтқышқыл бактерияларын қолдануға бағытталған, өйткені олардың пайдаланылуы өнімнің аутентикалық дәмдік бейнесін сақтауға және ет өнімдерінің органолептикалық қасиеттерін мақсатты түрде жақсартуға мүмкіндік береді. Осы зерттеудің мақсаты дәстүрлі қышқыл сүт өнімі – «іркіттен» бөлініп алынған сүтқышқыл бактерияларымен байытылған тұздық қоспасының қой етінің құрылымдық, физика-химиялық және сенсорлық сипаттамаларына әсерін зерттеу болып табылады. Зерттеу нысаны ретінде бір жасқа дейінгі малдан алынған мойын бөлігінің қой еті пайдаланылды. Тұздау өңдеуі 5 % ас тұзын және 10 % ашытқы қолдану арқылы шприцтік енгізу және беткейлік жағу әдістерімен +4 °С температурада 36 сағат ішінде жүргізілді; бақылау үлгісі тұздауға және ферментацияға ұшыратылмады. Зерттеу нәтижелері LАВ-пен байытылған тұздық жүйелерін қолдану бұлшықет тінінің рН көрсеткішін 5,72–5,87 аралығына дейін төмендетіп, су белсенділігінің артуына әкелетінін көрсетті, бұл ферментациялық процестердің қарқындылығын және еттің ақуыздық матрицасының қайта құрылуын айқындайды. Микроқұрылымдық өзгерістердің ең айқын көрінісі ашытқының шприцтік енгізу әдісінде байқалып, миофибриллярлық құрылымының дезорганизациясы мен талшықаралық кеңістіктердің ұлғаюымен сипатталды. Ал беткейлік жағу әдісі құрылымның неғұрлым басқарылатын модификациясын қамтамасыз етіп, ылғал ұстау қабілетінің жоғарылауымен және май фракциясының төмендеуімен ерекшеленді. Сенсорлық талдау нәтижелері ашытқы қолданылған үлгілерде қой етіне тән иістің қарқындылығының төмендеп, ет-сүттік және сүттік хош иіс реңктерінің қалыптасқанын көрсетті.

Негізгі сөздер: қой еті, тұздық қоспасы, автохтонды сүтқышқыл бактериялар, ет ферментациясы, бұлшықетінің микроқұрылымы.

Introduction

Mutton occupies an important position in global meat production and traditional dietary systems, particularly in regions with well-developed sheep farming. It is considered a valuable type of meat raw material with high

nutritional and biological value and serves as a source of high-quality complete protein, providing essential amino acids in physiologically optimal proportions, as well as B-group vitamins and mineral elements. One hundred grams of lamb contains approximately 18 g of highly digestible

protein, predominantly represented by myofibrillar and connective tissue fractions, which determines its significance in the human diet [1].

The quality of lamb and its perception by consumers are largely determined by the structure of muscle tissue. The spatial organization of myofibrils, the degree of sarcomere contraction, the condition of connective tissue, and the nature of interprotein interactions directly affect the tenderness, juiciness, and textural properties of meat products [2]. Lamb, especially that obtained from adult animals, is characterized by an increased content of connective tissue and thermally stable collagen, which reduces its tenderness and necessitates the application of technological approaches aimed at targeted modification of meat structure and sensory characteristics. It has been established that lamb tenderness is determined by muscle fiber thickness, connective tissue content, and fat level, while a reduction in muscle fiber diameter is associated with improved textural and sensory properties of meat.

Meat aging is traditionally regarded as one of the key technological processes ensuring the improvement of textural properties through the activation of endogenous proteolytic systems. During post-mortem storage, calpains and cathepsins are activated, leading to partial degradation of myofibrillar proteins, weakening of the muscle framework, and an increase in meat tenderness [3-5]. However, conventional aging methods are characterized by long processing times, limited controllability of proteolytic reactions, and increased microbiological risks, which necessitates the development of alternative, biologically oriented, and technologically controllable approaches to modifying meat structure [6].

Meat salting represents an important technological stage that exerts a complex effect on the structural and functional properties of muscle tissue. Sodium chloride promotes the extraction of myofibrillar proteins, alters their hydration, enhances water-holding capacity, and creates favorable conditions for meat aging. The use of curing mixtures allows not only uniform salt distribution but also targeted modification of meat structure through the incorporation of functional components [7].

Of particular interest is the application of curing mixtures enriched with lactic acid bacteria (LAB), which possess pronounced biological and technological potential. LAB are capable of fermenting available carbohydrates with the

production of organic acids, resulting in a controlled decrease in pH, activation of proteolytic processes within muscle tissue, and the formation of a favorable microbiological environment [8,9]. In fermented meat products, representatives of the genera *Lactobacillus* and *Staphylococcus*, particularly *Lactobacillus sakei*, play a key role in ensuring microbiological stability through the production of lactic and acetic acids and the reduction of pH to values around 5. Acidic conditions promote the coagulation of muscle proteins and changes in their water-holding capacity, thereby influencing the texture of the final product and inhibiting the growth of pathogenic and spoilage microorganisms [10]. Due to their pronounced antimicrobial activity and their ability to create unfavorable conditions for undesirable microflora, LAB have recently been increasingly considered not only as technological agents of fermentation but also as promising tools for the biopreservation of meat products [11,12]. In the context of growing consumer concern regarding food additive safety and the desire to reduce the use of synthetic preservatives, lactic acid bacteria and their metabolites – including organic acids and bac-teriocins – are regarded as effective natural anti-microbial agents capable of inhibiting pathogenic and spoilage microorganisms, thereby contributing to improved microbiological stability and extended shelf life of meat products

In addition to structural characteristics, a major factor limiting the consumer acceptance of mutton is its characteristic odor. The flavor and aroma profile of mutton is associated with the presence of a complex mixture of volatile compounds, among which branched-chain fatty acids, as well as aldehydes, phenols, and ketones, play a predominant role. Branched-chain fatty acids, including 4-methyloctanoic and 4-methylnonanoic acids, are considered the principal contributors to the characteristic “sheepy” odor of mutton [13]. Alterations in the microenvironment of muscle tissue, particularly pH reduction induced by lactic acid bacteria (LAB), may influence the biotransformation of these compounds and, consequently, the intensity of the characteristic lamb odor.

In this context, the application of curing systems enriched with LAB is of particular interest as a biologically oriented alternative to the use of isolated proteolytic enzymes. Unlike commercial enzyme preparations, LAB provide a complex biochemical impact that includes controlled pH reduction, suppression of undesirable microflora,

and targeted biotransformation of protein and lipid substrates [14]. This multifactorial mechanism of action may contribute to the development of a more balanced aromatic profile and to the attenuation of the specific lamb odor. In contrast, the use of exogenous enzymes, often associated with rapid and intensive proteolysis, may be characterized by limited controllability and less predictable changes in volatile compounds. This highlights the relevance of investigating LAB-enriched curing systems from the perspective of simultaneous control over both structural and aromatic properties of meat raw materials [15].

Recent studies have demonstrated that LAB strains isolated from traditional fermented dairy products exhibit pronounced antagonistic activity, high resistance to stress factors inherent to the meat environment, and probiotic potential [16,17]. Historical evidence supporting the effectiveness of such approaches can be found in traditional Kazakh cuisine, where fermented dairy products rich in autochthonous microflora – such as «ayran, kurt, kumys» and others – have long been used not only as dietary components but also in meat processing and preservation technologies. The immersion of meat raw materials in fermented dairy media functioned as a natural biopreservation mechanism, promoting the development of LAB that inhibited the growth of pathogenic microflora while ensuring product stability without deterioration of organoleptic properties [18].

Thus, the use of authentic starter cultures isolated from traditional fermented dairy products in mutton curing technology can be considered a promising direction in sustainable biotechnology, combining enhanced microbiological safety, controlled modification of muscle tissue structure, and reduction of the intensity of characteristic mutton odor. Despite the growing interest in biologically active curing systems, the effects of LAB-enriched curing mixtures on structural changes in mutton muscle tissue remain insufficiently investigated.

Therefore, the aim of the present study was to investigate changes in the muscle structure of mutton under the action of a curing mixture enriched with lactic acid bacteria and to evaluate

their effects on the structural, physicochemical, and sensory characteristics of meat raw material.

Materials and research methods

Object of the Study. Mutton obtained from animals aged up to one year and sampled 24 h post mortem was used as the object of the study. For experimental purposes, defect-free neck muscle tissue was selected, with the *longissimus cervicis* muscle used as the model muscle. Prior to the experiments, the meat raw material was stored under refrigerated conditions at 4 °C.

Source and Preparation of Lactic Acid Bacteria. Lactic acid bacteria (LAB) were isolated from the traditional fermented dairy product «*irkit*» (a type of ayran or katyk). The isolated strains were identified to the genus and species levels using classical microbiological methods. The selected strains were characterized based on their ability to grow in a meat-based medium and their tolerance to acidic conditions.

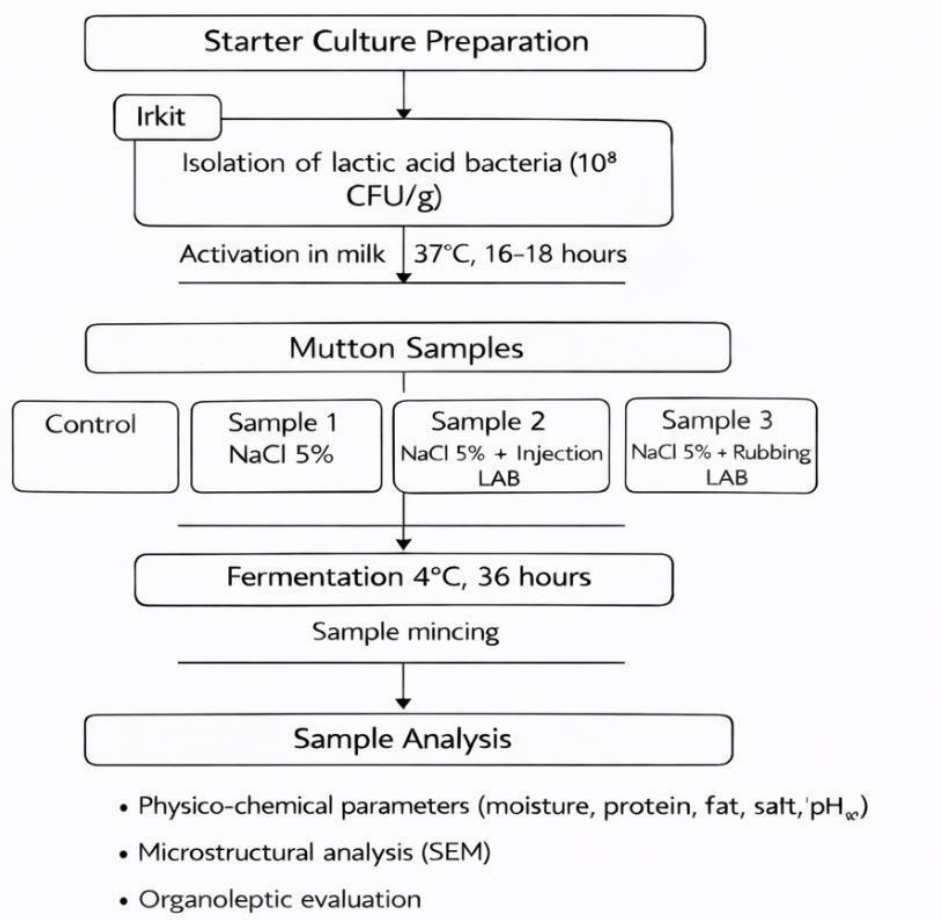
For salting, a starter culture mixture was prepared, including LAB at a concentration of 10^7 - 10^8 CFU/ g, which was 10% of the mass of the brine system, as well as sodium chloride (NaCl) at a concentration of 5%.

Microbiological research methods. Microbiological studies included standard methods of isolation and identification of microorganisms using nutrient media and subsequent identification of bacteria in accordance with GOST 10444.11–2013. Bacteria of the genus *Lactobacillus* included microaerophilic, gram-positive, rod-shaped, immobile, non-spore-forming and catalase-negative microorganisms.

The process of isolating pure crops included three stages: 1) obtaining a cumulative culture; 2) isolation of pure culture; 3) control of its purity.

To isolate pure cultures, tenfold dilutions of the cumulative culture were carried out in sterile saline solution. A drop of the appropriate dilution (10^{-3} or 10^{-4}) was applied to the surface of a dense GMF-AGAR nutrient medium (TU 9385-058-39484474-2009) in Petri dishes. Incubation was carried out in a thermostat at a temperature of 36.7 ± 1 °C for 48 hours. The grown colonies were analyzed according to morphological and cultural characteristics. Cell viability was determined according to GOST 32901-2014.

Table 1. Meat processing technology and experimental scheme



Mutton without the addition of NaCl and starter culture with lactic acid bacteria was used as a control sample. This approach made it possible to evaluate the contribution of biologically active starter culture to changes in the structural, physico-chemical and sensory characteristics of meat compared with traditional salt salting. Two methods of applying a salting system enriched with lactic acid bacteria were used in the work: syringe injection and surface rubbing. The syringe method provided a more uniform distribution of salt and microorganisms in the thickness of the muscle tissue, contributing to the intensification of fermentation processes and structural changes. Surface rubbing imitated traditional salting methods and had a predominant effect on the surface layers of meat. A comparative analysis of these options made it possible to evaluate the effect of the method of applying the salting system on the structural and organoleptic parameters of mutton.

The processed meat raw materials were kept at a temperature of 4 °C for 36 hours under conditions.

Physico-chemical analysis of meat samples.

The mass fraction of moisture, protein, fat, and table

salt was determined using an «Infralume» infrared analyzer. Before analysis, the meat samples were crushed and thoroughly mixed until a homogeneous mass was obtained. The measurements were carried out in accordance with generally accepted methods of analysis of meat raw materials and meat products that meet the requirements for storing chilled meat.

Determination of the active acidity (pH) of meat. The active acidity was determined by the potentiometric method in accordance with GOST 9793-2016. A 10 g meat sample was homogenized with 90 ml of distilled water (1:10 ratio). The pH meter was calibrated using standard buffer solutions with pH 4.00, 7.00 and 9.18. Measurements were carried out at a temperature of 20 ± 1 °C after stabilization of the electrode readings.

Determination of water activity (Aw). The water activity was determined using an HD-6 device in accordance with GOST 31747-2012. Pieces of meat weighing 50 g were selected for analysis, which were previously homogenized to a homogeneous state using a sterile homogenizer. The prepared sample was

placed in the measuring chamber of the device, ensuring tight filling without the formation of air gaps.

Microstructural analysis. Microstructural analysis was performed by scanning electron microscopy (SEM) on a JEOL JSM-6 microscope at an accelerating voltage of 7-8 kV, magnification of $\times 100$, $\times 200$ and $\times 500$, and a chamber pressure of 39-40 Pa. Representative micrographs were obtained for each sample, which were used for comparative analysis of the state of myofibrils and connective tissue. Experimental studies were conducted in the laboratories of the Scientific Research Institute of Agroinnovations and Biotechnologies of the Toraighyrov University, as well as in the Laboratory of Physico-chemical analysis of food products named after Doctor of technical sciences, Professor K. Zh. Amirkhanov Shakarim University.

Results and discussion

During the microbiological analysis of the fermented milk product «*irkit*», the approximate identification of lactic acid bacteria strains was isolated and determined, their cultural and morphological characteristics were determined.

As a result of studying the morphological properties of the grown colonies, it was found that the studied bacterial insulators are immobile, do not form spores and are characterized by a positive gram color, which indicates that they belong to typical representatives of the *Lactobacillaceae* family (Single oval cocci, diplococci, cell size 0.8-1.0 microns).

The morphological and cultural properties of lactobacilli were used to identify them. According to the Bergey determinant, the isolated lactic acid bacteria were classified as *Lacticaseibacillus* and *Lactococcus*.

For fermentation of skimmed milk in order to obtain a starter culture, strains of lactic acid bacteria *L. casei* LC-01 belonging to the genus *Lactobacillus* were used.

The starter culture was pre-activated in skimmed milk at 37 °C for 24 hours until a titer of 10^8 CFU/ml was reached.

During fermentation of raw materials, the titer of cells of lactic acid microorganisms was: 10^7 CFU/ml; strain. After introducing a starter culture (bacteria of the genus *Lactobacillus*) into the raw

material and then keeping it in a thermostat (at $t = 37^\circ \text{C}$), it was found that the casein protein coagulated and formed a dense clot and whey.

The resulting starter culture based on skimmed milk with a consortium of lactic acid bacteria isolated from the traditional irkit product demonstrated favorable organoleptic characteristics and a high titer of viable cells (at least 10^8 CFU/ml). During the thermostating process, an optimal level of acidity was achieved, corresponding to a pH value of 4.35–4.18, which indicates the active metabolic activity of microorganisms and the suitability of this starter culture for effective use as a starter culture during fermentation and salting of mutton meat products.

After biotechnological treatment of mutton using lactic acid bacteria-based starter cultures, four samples were examined: control (without the addition of NaCl and starter culture), sample 1 (NaCl 5%), sample 2 (NaCl 5%+ starter culture syringe method), sample 3 (NaCl 5%+ starter culture rubbing method) Each sample was ground in a meat grinder after fermentation.

The results of the study show that the method of processing and salting significantly affects the physico-chemical characteristics of mutton. In the experimental samples, compared with the control, changes in the mass fraction of moisture, protein, fat and salt were observed, reflecting the restructuring of the structure of muscle tissue under the influence of technological factors.

An increase in the mass fraction of moisture in the S2 (syringe) and S3 (rubbing) samples indicates an improvement in the water retention capacity of meat, probably due to salt exposure and loosening of myofibrillary proteins. The maximum moisture content in S3 (68.73%) may be due to the uniform distribution of salt during rubbing and lower water losses compared to liquid salting.

The protein growth in S1 and S3 is explained by the concentration effect and a change in the protein matrix, which helps to retain moisture and reduce exudation, which confirms the literature data on the positive effect of salt and mechanical treatments on the functional properties of proteins [7].

Table 2. Results of studies of physico-chemical parameters

Sampels	Protein (%) (%)	Moisture (%)	Fat (%)	Salt (%)
Control	14,18	52,50%	29,12%	0,93
S1 (NaCl5%)	16,28	56,35	21,45	4,17
S2 (NaCl5% +syringe LAB)	14,75	61,95	18,61	3,47
S3(NaCl5% +rubbing LAB)	16,48	68,73	10,68	2,69

A decrease in fat in all experimental samples, especially in O3 (10.68%), is associated with a redistribution of lipids and an increase in the proportion of bound moisture, which reflects a weakening of the structural bonds of fatty inclusions.

An increase in the salt content confirms the effectiveness of the salting methods: the highest value in S1 (4.17%) is associated with the use of a 5% solution, while S2 and S3 show differences in the mechanisms of salt penetration and its distribution.

Thus, the method of salting and processing comprehensively affects the physico-chemical properties of mutton, determining its functional characteristics, structural features of muscle tissue

and potential sensory qualities. The (S3) grating method seems to be the most promising, as it provides an optimal combination of high moisture retention, moderate salt content and fat reduction, which helps preserve the elastic fiber structure, reduce shrinkage and increase juiciness, which is especially important in the development of fermented and functional meat products.

Active acidity (pH) is an important indicator of biochemical and microbiological processes in meat raw materials, as it determines the state of muscle proteins, enzyme activity and microbiological stability of the product.

Table 3. Results of pH and Aw studies of the research samples

Indicator	Control	S1(NaCl 5%)	S2 (NaCl5% +syringe LAB)	S3(NaCl5% + rubbing LAB)
pH (GOST 9793-2016)	6.23	5.88	5.72	5.87
Active water (Aw) (ГОСТ 31862-2012.)	0.55	0.86	0.93	0.90

The obtained results indicate a pronounced effect of salting treatments on the acidity of mutton muscle tissue. In the control sample, the pH value was 6.23, corresponding to the initial state of meat without salting or fermentative intervention. In the experimental samples (Samples 1–3), a significant decrease in pH was observed, reaching a range of 5.88–5.72, which indicates the intensification of acid-forming processes. The most pronounced pH reduction was recorded in the sample treated by injection with a LAB-enriched curing mixture (pH 5.72), reflecting high metabolic activity of lactic acid bacteria and intensive production of organic acids. Lower pH values compared with the surface-rubbed sample (pH 5.87) suggest a more uniform distribution of microorganisms within the muscle tissue and a higher intensity of fermentation processes.”

Water activity (Aw) is a key factor determining microbiological stability and the intensity of fermentation processes in meat raw materials. In the control sample, the Aw value was 0.55, indicating limited moisture availability and low biochemical activity.

During salting only with salt (5% NaCl), water activity increased to 0.86 due to osmotic redistribution of moisture within the muscle tissue. The use of a LAB-enriched curing system resulted in a further increase in Aw, most pronounced under injection treatment (0.93), indicating more uniform hydration of the muscle tissue and favorable conditions for LAB metabolic activity. In the surface-rubbed variant, the Aw value was slightly lower (0.90), which can be attributed to limited moisture diffusion into the deeper tissue layers.

Thus, the method of applying the LAB-enriched salting system c affects the moisture distribution in mutton and, in combination with a decrease in pH, determines the direction and controllability of fermentation processes.

The results of microstructural analysis of samples. Scanning electron microscopy revealed pronounced differences in the microstructure of mutton muscle tissue, depending on the method of salting after 36 hours of exposure (Fig. 2). In the control sample (a), which was not salted, the muscle fibers retain a relatively ordered and dense structure. Myofibrils are oriented mainly in parallel, the inter-

fiber spaces are poorly expressed, and signs of destruction of connective tissue elements are minimal. This morphology corresponds to the initial state of the

muscle tissue and is consistent with higher pH values and low water activity, indicating a limited flow of enzymatic and diffusion processes.

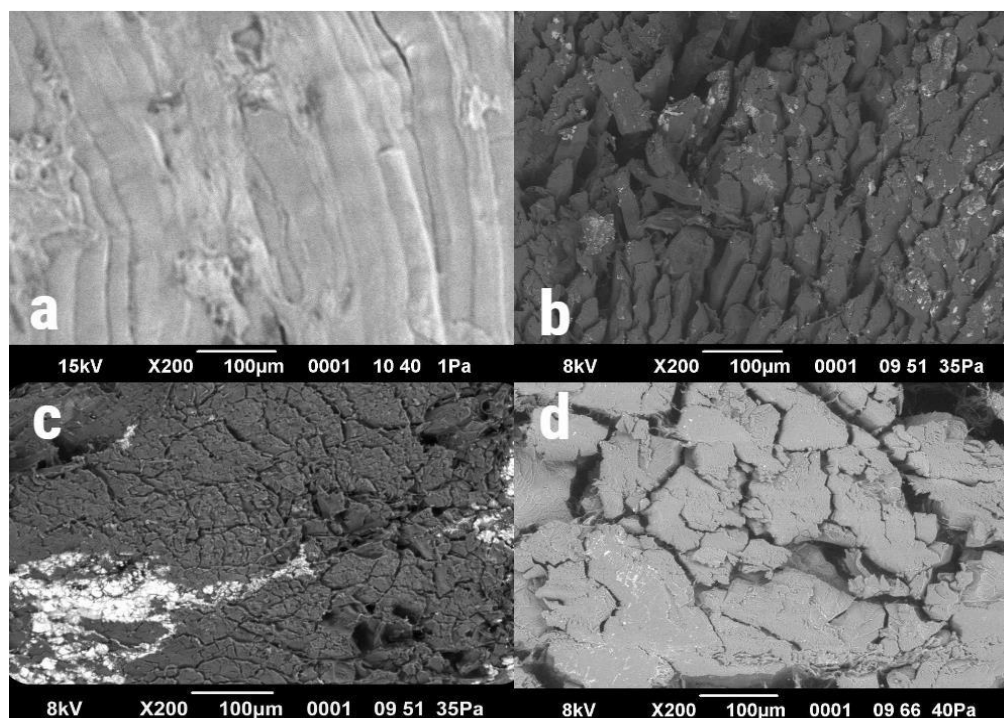


Figure 1. Microstructure of mutton samples after 36 hours of fermentation: a - control sample, b – Sample 1 (NaCl 5%), c – Sample 2 (NaCl 15% + syringe LAB), d – Sample 3 (NaCl 15% + rubbing LAB)

In the sample treated only with salt (NaCl 5%) (b), the initial signs of structural disorganization are observed: partial stratification of muscle fibers, increased interfibrillary gaps and the appearance of microcracks. These changes may be related to the osmotic effect of salt, extraction of myofibrillary proteins, and changes in their degree of hydration. However, in general, the muscular framework remains relatively intact, which indicates a limited degree of structural modification with traditional salt salting.

The most pronounced structural changes were recorded in a sample with a syringe injection of a salty mixture enriched with LAB (c). Micrographs show significant destruction of the integrity of the myofibrillary framework, pronounced fiber stratification, expansion of the inter-fiber spaces and disruption of the connective tissue structure. These changes indicate an intensive course of fermentation processes due to the uniform distribution of LAB in the thickness of muscle tissue, an active decrease in pH and an increase in proteolytic transformations. This microstructure correlates with the lowest pH values and high water activity recorded for this variant.

In a sample with surface rubbing with a salt mixture enriched with LAB (d), structural changes are also pronounced, but they are less intense compared to

the syringe method. There is a partial destruction of muscle fibers and deformation of connective tissue elements mainly in the surface layers, while the structure is relatively preserved in the deep zones. This indicates a limited diffusion of microorganisms and their metabolic products deep into the tissue, which is consistent with the intermediate values of pH and water activity.

In general, the results of microstructural analysis confirm that the use of a salting mixture enriched with lactic acid bacteria contributes to a deeper and more manageable modification of the muscle structure of mutton compared with traditional salt brining. The method of applying the starter culture is a critically important factor: syringe injection ensures the most uniform distribution of LAB and the maximum degree of structural transformation, while surface rubbing has a more local effect. The identified microstructural changes may be directly related to an improvement in the textural properties and a decrease in the intensity of the specific odor of mutton due to controlled enzymatic processes.

Also, the use of salting systems enriched with lactic acid bacteria has a direct effect on the formation of the aromatic profile of mutton during fermentation.

The control sample retained the intense characteristic "mutton" odor typical of fresh meat, while the traditional salt ambassador provided only partial attenuation. The use of starter cultures based on lactic acid bacteria isolated from the fermented milk product irkit led to more pronounced sensory changes, manifested in the formation of meat and dairy and dairy flavor shades, depending on the method of application of the salt mixture. These changes indicate the active participation of lactic acid microflora in the biotransformation of meat flavor-forming compounds, probably associated with a decrease in pH and changes in the microenvironment of muscle tissue, which helps to mask the specific smell of mutton.

Discussion

The data obtained demonstrate that the method of meat processing significantly affects the microstructure, physico-chemical and functional properties of mutton. The control sample, which was not exposed to salt or starter culture, maintained a dense and orderly myofibrillary network with minimal changes in the inter-fiber spaces. This indicates a stable structural organization of muscle tissue in the absence of technological intervention, however, low water activity ($A_w = 0.55$) and high pH (6.23) limit biochemical activity and the development of enzymatic processes, which makes the control sample a base for comparative analysis.

The use of 5% NaCl (Sample 1) caused a moderate expansion of the inter-fiber spaces and partial disorganization of the protein matrix, which is confirmed by an increase in the mass fraction of moisture (56.35%), protein (16.28%) and water activity ($A_w = 0.86$). Such changes indicate the ion-osmotic effect of salt, leading to hydration of myofibrillary proteins and an increase in the moisture-retaining capacity of meat. At the same time, a decrease in pH to 5.88 and a moderate increase in salt content confirm the effectiveness of dry salt for controlling fermentation and microbiological processes.

Mechanical application of the salt mixture by syringing (Sample 2) led to the most pronounced microstructural changes: multiple microcracks, expansion of the inter-fiber spaces, and initial signs of disorganization of the endomysium were observed. This was accompanied by a maximum moisture content by mass (61.95%), high water activity ($A_w = 0.93$), and a decrease in pH to 5.72. The data obtained indicate the combined effect of mechanical and salt action, which creates optimal conditions for the

intensification of proteolysis and fermentation, but requires increased microbiological control.

The most balanced manifestation of the technological effect turned out to be a sample with rubbing of a salt mixture, including salt and starter culture (Sample 3). In this case, partial disorganization of the myofibrillary structure and moderate expansion of the inter-fiber spaces were observed, but without destruction of the structure characteristic of syringing. The moisture retention capacity was maximal (68.73%), the water activity reached 0.90, and the pH decreased to 5.87, which provided favorable conditions for fermentation with controlled microbiological growth. The moderate reduction in muscle pH observed in this study may promote the establishment of a beneficial lactic acid microbiota and enhance the microbiological stability of meat products. At the same time, there was a decrease in the fat fraction (10.68%) and the preservation of the elastic fiber structure, which forms optimal sensory and textural characteristics of fermented mutton.

Thus, the results confirm the high efficiency of the combined use of salt and lactic acid bacteria isolated from the traditional fermented milk product «irkit» to modify the structure and functional properties of meat. Microstructural and physico-chemical changes in the starter culture samples indicate a targeted softening of muscle and connective tissue, an increase in moisture retention and the formation of a specific acid regime, which positively affects the organoleptic properties, microbiological stability and potential shelf life of the product. These data substantiate the prospects of using authentic starter cultures to develop new functional meat products with unique taste qualities and high nutritional value.

In a broader technological context, the obtained results are consistent with modern approaches to the biopreservation of meat products, which rely on the use of lactic acid bacteria and their metabolites to enhance the microbiological stability of raw materials. The optimal pH values and the establishment of an active lactic acid microbiota may limit the growth of undesirable microorganisms and thereby potentially contribute to extending the shelf life of meat products. In this regard, the use of autochthonous LAB isolated from traditional fermented dairy products is of interest not only as a tool for improving the structural and sensory properties of mutton but also as a promising approach for the development of natural biopreservation technologies in meat processing.

Conclusion

The conducted research has confirmed that the method of processing mutton significantly affects the microstructure, physico-chemical and functional characteristics of meat. The control sample without salt and starter culture retained a dense, ordered myofibrillary network with low water activity and high pH, which limits proteolytic and microbiological activity.

The addition of 5% NaCl caused a moderate expansion of the inter-fiber spaces and hydration of the protein matrix, increasing moisture retention, lowering the pH and improving the functional properties of meat. Mechanical application of the salt mixture by syringing enhanced these effects, creating conditions for intensive proteolysis and fermentation, but was accompanied by more pronounced microstructural changes.

The sample with a mixture of salt and starter culture was characterized by the most balanced indicators: an optimal combination of moisture retention, a decrease in fat fraction, partial disorganization of the myofibrillary network and a controlled decrease in pH was observed. These changes improve the organoleptic properties, texture, and microbiological stability of meat, creating favorable conditions for fermentation and storage.

The use of lactic acid microorganisms isolated from the traditional fermented milk product «irkit» has confirmed their high efficiency as a natural starter culture for the fermentation of mutton. The use of these cultures makes it possible to preserve the authentic taste profile of the product, while simultaneously improving the textural and functional characteristics of meat, as well as increasing its biological value and microbiological safety. The high adaptation of autochthonous lactic acid bacteria to osmotic stress, including the presence of table salt, ensures their stable activity in the composition of salt mixtures and promotes a gentle, controlled effect on the structure of muscle tissue, which makes this approach promising from the point of view of sustainable and traditionally oriented biotechnologies for processing meat raw materials.

The results obtained confirm the prospects of introducing traditional authentic starter cultures into mutton processing technology, opening up opportunities for the development of new functional and fermented meat products with high consumer value and extended shelf life.

REFERENCES

1. Della Malva, A.; Santillo, A.; Priolo, A.; Marino, R.; Ciliberti, M.G.; Sevi, A.; Albenzio, M. Effect of hazelnut skin by-product supplementation in lambs' diets: Implications on plasma and muscle proteomes and first insights on the underlying mechanisms. *J. Proteom.* 2023, 271, 104757.
2. Ding, W., Lu, Y., Xu, B., Chen, P., Li, A., Jian, F., Yu, G., & Huang, S. (2024). Meat of Sheep: Insights into Mutton Evaluation, Nutritive Value, Influential Factors, and Interventions. *Agriculture*, 14(7), 1060. <https://doi.org/10.3390/agriculture1407106031>
3. Listyarini, K.; Sumantri, C.; Rahayu, S.; Islam, M.A.; Akter, S.H.; Uddin, M.J.; Gunawan, A. Hepatic Transcriptome Analysis Reveals Genes, Poly-morphisms, and Molecules Related to Lamb Tenderness. *Animals* 2023, 13, 674.
4. Kaur L, Hui SX, Morton JD, Kaur R, Chian FM, Boland M. Endogenous Proteolytic Systems and Meat Tenderness: Influence of Post-Mortem Storage and Processing. *Food Sci Anim Resour.* 2021 Jul;41(4):589-607. doi: 10.5851/kosfa. 2021.e27. Epub 2021 Jul 1. PMID: 34291209; PMCID: PMC8277181
5. Chéret R, Delbarre-Ladrat C, de Lamballerie-Anton M, Verrez-Bagnis V. Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. *Food Chem.* 2007; 101:1474–1479. doi: 10.1016/j.foodchem. 2006.04.023
6. Chauhan, N.; Singh, J.; Chandra, S.; Chaudhary, V.; Kumar, V. Non-thermal techniques: Application in food industries: A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2018, 7, 1507–1518.
7. Toldrá, F., Flores, M., & Sanz, Y. (2016). Dry-cured ham flavour: Enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, 190, 291–300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.051>
8. Laranjo, M., Potes, M. E., & Elias, M. (2019). Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Frontiers in Microbiology*, 10, 853. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853>
9. Zhang, Y., Liu, Y., Wang, Y., Liu, J., & Li, X. (2020). Effect of lactic acid bacteria fermentation on proteolysis, texture and flavor development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 167, 108164. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108164>
10. Kaveh, S., Hashemi, S. M., Abedi, E., Amiri, M. J., & Conte, F. (2023). Bio-preservation of meat and fermented meat products by lactic acid bacteria strains and their antibacterial metabolites. *Sustainability*, 15(3), 2406. <https://doi.org/10.3390/su15032406>
11. Barcenilla, C.; Ducic, M.; López, M.; Prieto, M.; Álvarez-Ordóñez, A. Application of Lactic Acid Bacteria for the Biopreservation of Meat Products: A Systematic Review. *Meat Sci.* 2022, 183, 108661.
12. Mediani, A., Hamezah, H. S., Jam, F. A., Mahadi, N. F., Chan, S. X. Y., Rohani, E. R., & Abas, F. (2022). A comprehensive review of drying meat products and the associated effects and changes. *Frontiers in nutrition*, 9, 1057366.
13. Zhao, Y.; Zhang, Y.; Khas, E.; Bai, C.; Cao, Q.; Ao, C. Transcriptome analysis reveals candidate genes of the

synthesis of branched-chain fatty acids related to mutton flavor in the lamb liver using *Allium mongolicum* Regel extract. *J. Anim. Sci.* 2022, 100, skac256

14. Zhou, Y., Zhang, L., Wang, Y., & Li, B. (2022). Contribution of lactic acid bacteria to flavor formation in fermented meat products: A review. *Food Chemistry*, 370, 131292. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131292>

15. Pejkovski, Z., & Silovska Nikolova, A. (2023). Usage of starter cultures as inhibitors of microbiological hazards in fermented meat products. *KNOWLEDGE – International Journal*, 58(3), 433–437.

16. Gänzle M. G. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage //Current Opinion in Food Science. – 2015. – T. 2. – P. 106-117.

17. Pejkovski, Z., & Silovska Nikolova, A. (2023). USAGE OF STARTER CULTURES AS INHIBITORS OF MICROBIOLOGICAL HAZARDS IN FERMENTED MEAT PRODUCTS. *KNOWLEDGE - International Journal*, 58(3), 433–437. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6129>

18. Мусағажинова А. А., Д. Катран, Синявский Ю. А., ҚАЗАҚЫ АС: ДӘСТҮРІ МЕН ДӘМ. КАЗАХСКАЯ КУХНЯ: ВКУС И ТРАДИЦИИ. KAZAKH CUISINE: TASTE AND TRADITIONS. Нур-Султан 2019 – 28 б.

REFERENCES

1. Della Malva, A.; Santillo, A.; Priolo, A.; Marino, R.; Ciliberti, M.G.; Sevi, A.; Albenzio, M. Effect of hazelnut skin by-product supplementation in lambs' diets: Implications on plasma and muscle proteomes and first insights on the underlying mechanisms. *J. Proteom.* 2023, 271, 104757.

2. Ding, W., Lu, Y., Xu, B., Chen, P., Li, A., Jian, F., Yu, G., & Huang, S. (2024). Meat of Sheep: Insights into Mutton Evaluation, Nutritive Value, Influential Factors, and Interventions. *Agriculture*, 14(7), 1060. <https://doi.org/10.3390/agriculture1407106031>

3. Listyarini, K.; Sumantri, C.; Rahayu, S.; Islam, M.A.; Akter, S.H.; Uddin, M.J.; Gunawan, A. Hepatic Transcriptome Analysis Reveals Genes, Polymorphisms, and Molecules Related to Lamb Tenderness. *Animals* 2023, 13, 674.

4. Kaur L, Hui SX, Morton JD, Kaur R, Chian FM, Boland M. Endogenous Proteolytic Systems and Meat Tenderness: Influence of Post-Mortem Storage and Processing. *Food Sci Anim Resour.* 2021 Jul;41(4):589-607. doi: 10.5851/kosfa.2021.e27. Epub 2021 Jul 1. PMID: 34291209; PMCID: PMC8277181

5. Chéret R, Delbarre-Ladrat C, de Lamballerie-Anton M, Verrez-Bagnis V. Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. *Food Chem.* 2007; 101:1474–1479. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.04.023

6. Chauhan, N.; Singh, J.; Chandra, S.; Chaudhary, V.; Kumar, V. Non-thermal techniques: Application in

food industries: A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2018, 7, 1507–1518.

7. Toldrá, F., Flores, M., & Sanz, Y. (2016). Dry-cured ham flavour: Enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, 190, 291–300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.051>

8. Laranjo, M., Potes, M. E., & Elias, M. (2019). Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Frontiers in Microbiology*, 10, 853. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853>

9. Zhang, Y., Liu, Y., Wang, Y., Liu, J., & Li, X. (2020). Effect of lactic acid bacteria fermentation on proteolysis, texture and flavor development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 167, 108164. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108164>

10. Kaveh, S., Hashemi, S. M., Abedi, E., Amiri, M. J., & Conte, F. (2023). Bio-preservation of meat and fermented meat products by lactic acid bacteria strains and their antibacterial metabolites. *Sustainability*, 15(3), 2406. <https://doi.org/10.3390/su15032406>

11. Barcenilla, C.; Ducic, M.; López, M.; Prieto, M.; Álvarez-Ordóñez, A. Application of Lactic Acid Bacteria for the Biopreservation of Meat Products: A Systematic Review. *Meat Sci.* 2022, 183, 108661.

12. Mediani, A., Hamezah, H. S., Jam, F. A., Mahadi, N. F., Chan, S. X. Y., Rohani, E. R., ... & Abas, F. (2022). A comprehensive review of drying meat products and the associated effects and changes. *Frontiers in nutrition*, 9, 1057366.

13. Zhao, Y.; Zhang, Y.; Khas, E.; Bai, C.; Cao, Q.; Ao, C. Transcriptome analysis reveals candidate genes of the synthesis of branched-chain fatty acids related to mutton flavor in the lamb liver using *Allium mongolicum* Regel extract. *J. Anim. Sci.* 2022, 100, skac256

14. Zhou, Y., Zhang, L., Wang, Y., & Li, B. (2022). Contribution of lactic acid bacteria to flavor formation in fermented meat products: A review. *Food Chemistry*, 370, 131292. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131292>







15. Pejkovski, Z., & Silovska Nikolova, A. (2023). Usage of starter cultures as inhibitors of microbiological hazards in fermented meat products. *KNOWLEDGE – International Journal*, 58(3), 433–437.

16. Gänzle M. G. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage //Current Opinion in Food Science. – 2015. – T. 2. – P. 106-117.

17. Pejkovski, Z., & Silovska Nikolova, A. (2023). USAGE OF STARTER CULTURES AS INHIBITORS OF MICROBIOLOGICAL HAZARDS IN FERMENTED MEAT PRODUCTS. *KNOWLEDGE - International Journal*, 58(3), 433–437. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6129>

18. Musagazhinova A. A., Katran D., Sinyavskij Yu. A. Qazaqy as: dasturi men dam [Kazakh cuisine: taste and traditions]. – Nur-Sultan, 2019. – 28 p. (in Kazakh).

СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ПІСІРІЛІП-ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚТЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

¹Ш.Б. БАЙТУКЕНОВА *, ²С.Б. БАЙТУКЕНОВА , ¹С.С. АЛДАБЕРГЕНОВА ,
²М.К. ИЗТИЛЕУОВ , ¹Г.Т. ЮСУПОВА , ³Ж.А. ИСКАКОВА 

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғылы 62,

²Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті,
Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Қайым Мұхамедханова көш., 37 А

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы,
050010, Алматы қ., Абай к-сі, 8)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: baytukenova75@mail.ru*

Мақалада пісіріліп-ысталған шұжықтың технологиясын жетілдіру мақсатында сүт қышқылды микроорганизмдердің (СКМ) оңтайлы концентрациясын таңдау және шұжықтың құрамына енгізу қарастырылған. Зерттеу барысында *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* микроорганизмдерінен тұратын сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасын қолдануға ерекше көңіл бөлінді. Бұл микроорганизмдер технологиялық әсерге жоғары төзімділік көрсетіп, адам ағзасының ішек микробиоценозын жақсартуға ықпал етеді. Пісіріліп-ысталған шұжықтың технологиясын жетілдіру барысында *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* микроорганизмдерінен тұратын сүт қышқылды микроорганизмдерінің қоспасының 0,01-0,03% аралықта мөлшері енгізілді. Бақылау үлгісі ретінде «Любительская» 1-ші сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжықтың рецептурасы қолданылды. Үлгілердің физика-химиялық көрсеткіштерін салыстыру нәтижесінде сүт қышқылды микроорганизмдері қоспасының оптималды концентрациясы болып 0,02% мөлшері алынды. Зерттеу нәтижелері барысында 0,02% сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасын қолдану пісіріліп-ысталған шұжықтың функционалдық, органолептикалық және микробиологиялық көрсеткіштерін жақсартатынын көрсетті. Бұл тәсіл химиялық консерванттарды азайтуға және тұтынушылардың заманауи талаптарына сәйкес өнім алуға мүмкіндік береді. Сүт қышқылды микроорганизмдерді пісіріліп-ысталған шұжықтарды өндіру технологиясында қолдануда сапалық көрсеткіштерді жақсартумен қатар, өнімнің функционалдық қасиеттерін жоғарлатады. Зерттеулер нәтижесінде сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасын қолдану арқылы пісіріліп-ысталған шұжықтың технологиясы жасалды.

Негізгі сөздер: сүт қышқылды микроорганизмдер, пісіріліп-ысталған шұжық, органолептикалық көрсеткіштері, микробиологиялық көрсеткіштері, физика-химиялық қасиеттері, технологиялық схемасы.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАРЕНО-КОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

¹Ш.Б. БАЙТУКЕНОВА*, ²С.Б. БАЙТУКЕНОВА, ¹С.С. АЛДАБЕРГЕНОВА,
²М.К. ИЗТИЛЕУОВ, ¹Г.Т. ЮСУПОВА, ³Ж.А. ИСКАКОВА

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина»,
Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Женис 62,

²АО «Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова», Астана,
Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Кайым Мухамедханова, 37 А,

³Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Абая, 8)

Электронная почта автора-корреспондента: baytukenova75@mail.ru*

В статье рассматривается выбор оптимальной концентрации кисломолочных микроорганизмов (СКМ) и включение их в состав колбасы с целью совершенствования ее технологии. Особое внимание в исследовании уделялось использованию смеси молочнокислых микроорганизмов, состоящей из микроорганизмов *Lactobacillus curvatus* и *Staphylococcus carnosus*. Эти микроорганизмы проявляют высокую

*устойчивость к технологическому воздействию и способствуют улучшению микробиоценоза кишечника человеческого организма. В ходе совершенствования технологии варено-копченой колбасы введено количество смеси кисломолочных микроорганизмов, состоящих из микроорганизмов *Lactobacillus curvatus* и *Staphylococcus carnosus* в количестве 0,01-0,03%. В качестве контрольной модели использовалась рецептура варено-копченой колбасы 1-го сорта «Любительская». В результате сравнения физико-химических показателей образцов установлена оптимальная концентрация смеси кисломолочных микроорганизмов в количестве 0,02%. Результаты исследования показали, что применение смеси 0,02% кисломолочных микроорганизмов улучшает функциональные, органолептические и микробиологические показатели варено-копченой колбасы. Такой подход позволяет снизить содержание химических консервантов и получить продукцию, соответствующую современным требованиям потребителей. Использование молочнокислых микроорганизмов в производстве варено-копченых колбас не только улучшает качественные показатели, но и повышает функциональные свойства продукта. В результате исследований была разработана технология производства варено-копченой колбасы с использованием молочнокислых микроорганизмов.*

Ключевые слова: молочнокислые микроорганизмы, варено-копченая колбаса, органолептические показатели, микробиологические показатели, физико-химические свойства, технологическая схема.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING BOILED-SMOKED SAUSAGE USING LACTIC ACID MICROORGANISMS

¹SH.B. BAITUKENOVA*,²S.B. BAITUKENOVA,¹S.S. ALDABERGENOVA
²M.K. IZTILEUOV,¹G.T. YUSSUPOVA,³ZH.A. ISKAKOVA

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis av. 62,

²Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Kazakhstan, 010000, Astana, Kayim Mukhamedkhanov st., 37A

³Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay 8)

Corresponding author's e-mail: baytukenova75@mail.ru*

*In order to improve the technology of cooked and smoked sausage, the article provides for the selection and inclusion of the optimal concentration of lactic acid microorganisms (SCM) in the composition of sausages. In the course of the study, special attention was paid to the use of a mixture of lactic acid microorganisms consisting of microorganisms *Lactobacillus curvatus* and *Staphylococcus carnosus*. These microorganisms show high resistance to technological influences and contribute to the improvement of the intestinal microbiocenosis of the human body. In the process of improving the technology of cooked and smoked sausage, a mixture of lactic acid microorganisms consisting of microorganisms *Lactobacillus curvatus* and *Staphylococcus carnosus* was introduced at intervals of 0.01-0.03%. As a control sample, a recipe for Cooked-Smoked Sausage of the 1st grade "Lyubitelskaya" was used. As a result of comparing the physical and chemical indicators of the samples, the optimal concentration of a mixture of lactic acid microorganisms was obtained with a content of 0.02%. The results of the study showed that the use of a mixture of 0.02% lactic acid microorganisms improves the functional, organoleptic and microbiological indicators of cooked and smoked sausage. This approach allows you to reduce chemical preservatives and obtain products in accordance with modern consumer requirements. The use of lactic acid microorganisms in the production of cooked-smoked sausages not only improves the quality but also enhances the product's functional properties. Research has led to the development of a technology for producing cooked-smoked sausages using lactic acid microorganisms.*

Keywords: lactic acid microorganisms, cooked-smoked sausage, organoleptic indicators, microbiological indicators, physico-chemical properties, technological scheme.

Kіpіcne

Ет өнімдері, әсіресе пісіріліп-ысталған шұжықтар, тамақ өнеркәсібінің маңызды сегменті болып табылады. Тұтынушылардың сапалы, қауіпсіз және табиғи өнімдерге сұранысының артуы технологияларды жетілдіруді талап етеді [1]. Шұжық өндірісінде сүт

қышқылды микроорганизмдерді (СҚМ) қолдану патогенді микрофлораны тежеуге, органолептикалық қасиеттерді жақсартуға, сақтау мерзімін ұзартуға және химиялық қоспаларды (нитриттер, консерванттар) азайтуға мүмкіндік береді [2, 3].

Қазақстанда ет өнімдерін тұтыну тұрақты өсуде. Бюро ұлттық статистика мәліметтері бойынша, 2024 жылы ет өндірісінің жалпы көлемі шамамен 1,1 млн тоннадан асты, оның ішінде шұжық өнімдері елеулі үлес алады [1]. Жан басына шаққанда ет тұтыну жылына 80 кг-ға жуық, тұтынушылардың 60%-дан астамы химиялық қоспалары аз табиғи өнімдерді таңдайды [1].

Пісіріліп-ысталған шұжық өндіру технологиясына сүт қышқылды микроорганизмдерді енгізу өнімнің сапалық көрсеткіштерін, қауіпсіздігін және табиғилығын арттыруға мүмкіндік береді. Бұл қазіргі тамақ өнер-кәсібіндегі негізгі бағыттардың бірі – химиялық қоспаларды азайту және өнімдердің функционалдық қасиеттерін арттырумен толық сәйкес келеді [2].

Сүт қышқылды микроорганизмдерді қолдана отырып, пісіріліп-ысталған шұжық өндірісі технологиясын жетілдіру – Қазақстан мен әлемдік азық-түлік индустриясы үшін аса маңызды бағыт. Мұндай технологияларды енгізу мыналарға мүмкіндік береді:

- ішкі және сыртқы нарықтарда Қазақстандық ет өнімдерінің бәсекеге қабілеттілігін арттыру;
- табиғи және қауіпсіз өнімдерге деген өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру;
- отандық өнім сапасын арттыру арқылы импортқа тәуелділікті төмендету [4].

Сүт қышқылды бактериялар (*Lactobacillus spp.* және оларға жақын микроорганизмдер) шұжық өнімдерінің тағамдық өнім ретінде қалыптасуының биологиялық негізі болып табылады және олардың консервіленуінің негізгі факторы ретінде қызмет етеді. Ферментация процесі барысында бұл микроорганизмдер ет субстратының негізгі компоненттерінде биохимиялық өзгерістерді іске қосады, нәтижесінде өнімнің органолептикалық қасиеттерін анықтайтын қосылыстар – дәм, хош иіс және консистенция түзіледі. Сонымен қатар, ет тураманың физика-химиялық қасиеттері өзгеріп, оны бүлдіретін микроорганизмдердің дамуына қолайсыз жағдай қалыптасады.

Сүт қышқылды бактериялар (*Lactobacillus spp.*) және коагулаза-теріс стафилококктар (*Staphylococcus carnosus*, *S. xylosum*) ферментация процесінде шешуші рөл атқарады: қышқылдықты төмендетіп, ароматты қосылыстар түзеді, липолиз бен протеолизді катализдейді [5-8]. Бұл микроорганизмдер антимикробтық заттар (бактериоциндер) синтездейді, патогендердің өсуін тежейді [4, 9].

Белгілі болғандай, микроорганизмдердің көмірсу алмасуы барысында тағам өнімдерінің ароматын қалыптастыруда шешуші рөл атқаратын метаболиттер түзіледі. Сүт қышқылдан бөлек, метаболизм процесінде пирожүзім және сірке қышқылдары, этанол, ацетоин және басқа да қосылыстар синтезделеді, олар ет шикізаты мен дайын өнімге тән дәм мен хош иіс береді.

Ароматтың қалыптасуына липолиз өнімдері – бос май қышқылдары мен карбонилді қосылыстар да айтарлықтай үлес қосады. *Lactobacillus* және *Leuconostoc* туыстастықтарына жататын бактериялар липидтердің гидролизіне қатысатын липаза ферменттерін түзу қабілетіне ие [5-7].

Осылайша, сүт қышқылды бактериялар жоғары метаболиялық икемділікке ие, бұл оларға алмасу процестерінің өзгермелілігі арқылы орта жағдайының өзгерістеріне бейімделуге мүмкіндік береді. Шұжық турамасына қоспа түрінде енгізілген кезде, олардың метаболиттері дайын өнімнің ароматтық сипаттамаларының қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы пісіріліп-ысталған шұжық өндірісіне *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* микроорганизмдерінің аралас қоспасын (0,02% мөлшерінде) енгізу арқылы өнімнің функционалдық-технологиялық, органолептикалық және микробиологиялық көрсеткіштерін бір мезгілде жақсартудың тиімділігін эксперименталды түрде дәлелдеу болып табылады. Бұл тәсіл қосымша пробиотикалық қасиеттерді қамтамасыз ете отырып, химиялық консерванттарды азайтуға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу жүргізу үшін келесі материалдар қолданылды: 1-ші сұрыпты сіңірісдендірілген сиыр еті және құс еті [8], сондай-ақ сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы – *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus*.

«Любительская» 1-ші сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжықтың бақылау және тәжірибелік үлгілері дайындалды, оларға сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы әртүрлі мөлшерде енгізілді (0,01%, 0,02%, 0,03%) [10].

Белок, май, көмірсу, күл мөлшері және энергетикалық құндылығы анықталды. рН көрсеткіші рН-метр арқылы өлшенді. Ылғал байланыстыру қабілеті (ЫБҚ), ылғал ұстайтын қабілеті (ЫҰҚ) және май ұстайтын қабілеті (МҰҚ) бағаланды [11].

Микроорганизмдер санын анықтау үшін селективті ортада егу әдісі қолданылды. Патогенді микрофлораның (ішек таяқшалары тобы, сальмонеллалар, сульфитредукциялаушы клостридийлер) болуы бақылауға алынды. Органолептикалық бағалау стандартты әдістеме бойынша жүргізілді: сыртқы түрі, түсі, иісі, дәмі, консистенциясы және шырындылығы анықталды [12-14].

Статистикалық өңдеу вариациялық статистика әдістерін қолдану арқылы жүргізілді ($n=5$). Нәтижелер орташа мәндер және стандартты ауытқулар түрінде берілді. Айырмашылықтардың статистикалық маңыздылығы дисперсиялық талдау (ANOVA) көмегімен бағаланды, $p < 0,05$ деңгейінде маңызды болып саналды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Пісіріліп-ысталған шұжық өндірісінде сүт қышқылды микроорганизмдердің оңтайлы қатынасын анықтау – технологиялық, органолептикалық және пробиотикалық қасиеттері жақсартылған функционалды ет өнімдерін әзірлеудің маңызды кезеңі. Оптимизацияның негізгі мақсаты – ферментация процесінің тұрақтылығын қамтамасыз ету, өнімнің құрылымы, дәмі мен хош иісін жақсарту, сақтау мерзімін арттыру, сондай-ақ ішек микробиоценозын қалыпқа келтіруге ықпал ететін пробиотикалық культуралармен шұжықты байыту [15-17].

Штамдардың оңтайлы арақатынасын анықтауда келесі факторлар ескеріледі:

- бактериялардың технологиялық жүктемелерге (қыздыру, қақтау, тұздау) төзімділігі;
- биологиялық белсенді заттарды синтездеу қабілеті;
- қажетсіз микрофлораға қарсы антагонистік белсенділігі.

Штамдарды ғылыми тұрғыдан іріктеу *in vitro* және *in vivo* зерттеулер арқылы негізделеді. Бұл зерттеулер микроорганизмдердің өсу динамикасын, олардың метаболикалық белсенділігін, сондай-ақ дайын өнімнің органолептикалық және микробиологиялық көрсеткіштеріне әсерін бағалауға бағытталған.

Сүт қышқылды бактериялар ферментация процесінде жетекші рөл атқарады – сүт қышқылын түзу арқылы олар рН көрсеткішін төмендетіп, патогенді және шартты патогенді

микроорганизмдердің өсуін тежейді, сонымен қатар шұжықтың текстурасы мен дәмін жақсартады. Олардың ішінде ерекше қызығушылық тудыратындар – *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus*, олар өндірістік әсерлерге (жылулық өңдеу, тұздау, ыстау) жоғары төзімділігімен ерекшеленеді, бұл оларды пісіріліп-ысталған шұжық өндіруге арналған оңтайлы дақылдарға айналдырады.

Технологиялық артықшылықтардан бөлек, бұл микроорганизмдер өнімге жұмсақ қышқылдық дәм береді, хош иісін жақсартады және пробиотикалық қасиеттермен байытады, бұл ішек микрофлорасының жағдайына оң әсер етеді.

Пробиотикалық әсер негізінен микробиологиялық сан көрсеткіштері ($1 \times 10^7 - 1 \times 10^8$ КОЕ/г) арқылы бағаланды. Алайда, пробиотикалық тиімділікті толық растау үшін *in vivo* зерттеулер немесе модельдік тәжірибелер қажет екенін атап өткен жөн. Бұл бағыт болашақ зерттеулер үшін маңызды болып табылады.

Шикізат массасының 0,01-0,03% мөлшерінде ашытқы қоспасын енгізу ферментация процесіне және өнімнің консистенциясына теріс әсер етпей, белсенді микроорганизмдердің жеткілікті концентрациясын қамтамасыз етеді. *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* штамдарының осындай оңтайлы қатынасы технологиялық көрсеткіштер (ферментация, құрылым, сақтау мерзімі) мен функционалды қасиеттерді (пробиотикалық әсер, жақсартылған дәмдік-хош иіс сипаттамалар) үйлестіруге мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, ет турамасы ашытқы қоспасының (комбинацияланған закваска) микрофлорасы дамуы үшін қолайлы орта болып табылады, оның жалпы шикізат массасындағы мөлшері 0,01 - 0,03% болған жағдайда. Мұндай дозалау жоғары сапалы, айқын тұтынушылық қасиеттері бар және қосымша пайдалы әсері бар пісіріліп-ысталған шұжық алуға мүмкіндік береді.

Жаңа өнімді жасауда «Любительская» 1-ші сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжық рецептурасы қолданылды (СТ РК 1333-2005), оған сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы енгізілді, құрамында *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* бар (кесте 1).

Кесте 1. Пісіріліп-ысталған шұжықтардың бақылау және тәжірибелік үлгілерінің рецептурасы

Шикізаттар, кг	Бақылау үлгісі	Тәжірибелік үлгілер		
		№1	№2	№3
1-ші сұрыпты сіңірсіздендірілген сиыр еті	65,0	45,0	45,0	45,0
Шошканың қыртыс майы	35,0	-	-	-
Сиырдың іш-майы	-	25,0	25,0	25,0
Құс еті	-	30,0	30,0	30,0
Барлығы:	100	100	100	100
Сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы	-	0,01	0,02	0,03
Дәмдеуіштер мен қосыпша материялдар, 100кг/кг				
Ас тұзы	3,0	3,0	3,0	3,0
Натрий нитриті	0,01	0,01	0,01	0,01
Қант	0,2	0,2	0,2	0,2
Қара бұрыш ұнтағы	0,1	0,1	0,1	0,1
Хош иісті бұрыш ұнтағы	0,03	-	-	-
Кардамон ұнтағы	0,03	0,03	0,03	0,03

Сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасымен дайындалған пісіріліп-ысталған шұжық жоғары тағамдық құндылыққа ие, ол тек ет шикізатының дәстүрлі құрамымен ғана емес, сонымен қатар бактериялық мәдениеттерді қолданудың арқасында алынған қосымша функционалдық қасиеттермен де анықталады. Өнім құрамындағы жануарлық ақуыздар тіндердің синтезі мен организмнің өмірлік функцияларын қолдау үшін қажетті маңызды амин қышқылдарының көзі болып табылады. Май фракциясы өнімге жоғары энергетикалық құндылық беріп қана қоймай, шырындылықты қалыптастыруға және дәмдік қасиеттерді

жақсартуға да ықпал етеді. Май құрамында қаныққан және қанықпаған май қышқылдары бар, бұл липидтік профильдің теңгерімділігін қамтамасыз етеді. Көмірсулар аз мөлшерде кездеседі, негізінен қосылған қанттан және микроорганизмдер метаболизмі нәтижесінде түзіледі.

Осылайша, пісіріліп-ысталған шұжықтың тағамдық құндылығы ақуыз бен майдың жоғары мөлшерімен анықталады, бұл оны жоғары энергетикалық және қоректік өнімге айналдырады. Бақылау және тәжірибелік үлгілердің негізгі химиялық құрам көрсеткіштері 2-ші кестеде берілген.

Кесте 2. Пісіріліп-ысталған шұжықтардың химиялық құрамы (бақылау және тәжірибелік үлгілер)

Көрсеткіштер	«Любительская» 1-сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжық (СТ РК 1333-2005) (бақылау үлгі)	0,02% сүт қышқылды қоспасы қосылған пісіріліп-ысталған шұжық (тәжірибелік үлгі)
Су мөлшері, %	45,0±0,3	50,0±0,3
Ақуыз мөлшері, %	16,0±0,3	20,6±0,3
Май мөлшері, %	36,5±0,2	25,4±0,2
Көмірсу мөлшері, %	-	1,2±0,3
Минералды заттар мөлшері, %	2,5±0,2	2,8±0,2
Энергетикалық құндылығы, ккал/100 г	392,5±0,2	310,7±0,3

0,02% сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы енгізілген тәжірибелік партиядағы өнімдегі ақуыз мөлшері 20,6%-ға дейін артты, бұл консистенцияның жақсаруы мен ылғалды ұстап тұруымен байланысты. Майдың массалық үлесі 36,5%-дан 25,4%-ға төмендеді, бұл майдың біркелкі таралуымен түсіндіріледі. Энергетикалық құндылық 392,5 ккал/100 г-нан 310,7 ккал/100 г-ға дейін азайып, өнімді диеталық етеді.

Сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасының оңтайлы қатынасын пайдалану пісіріліп - ысталған шұжық өндірісінде технологиялық және функционалдық қасиеттерді арттыруға ықпал етеді. Жүргізілген зерттеулер «Любительская» 1-ші сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжық рецептурасына біріктірілген сүт қышқылды қоспасын енгізу дайын өнімнің функционалды - технологиялық қасиеттерін (ФТҚ) жақсартатынын көрсетті (кесте 3).

Кесте 3. Шұжықтардың ылғал байланыстыру қабілеті (ЫБК), ылғал ұстайтын қабілеті (ЫҰК) және май ұстайтын қабілеті (МҰК) көрсеткіштері

Көрсеткіштер ФТҚ	Зерттеу үлгілері			
	Қосымша компонентсіз шикі ет турамасы	1-ші сұрыпты «Любительская» пісіріліп-ысталған шұжығы	0,02% СҚМ қоспасымен шикі ет турамасы	0,02% СҚМ қоспасымен пісіріліп-ысталған шұжық
ЫБК, %	92,8	91,8	95,1	92,0
ЫҰК, %	93,7	90,9	94,8	91,8
МҰК, %	42,5	42,7	48,4	48,9

Ең жоғары ылғал байланыстыру, ылғал ұстайтын және май ұстайтын қабілеттер «Любительская» 1-ші сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжық үлгілерінде тіркелді, оған рецепт бойынша 100 г тұзсыз ет шикізатына 2 г сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы енгізілген. Құрамындағы қоспаның 0,02% мөлшерінде шикі ет турамасындағы ЫБК 95,1%-ға дейін артты, ал дайын өнімдегі 0,2% қоспамен 92,0%-ға жетті. ЫҰК 91,8%-дан 92,0%-ға, ал МҰК 42,7%-дан 48,9%-ға дейін өсті.

Өнім шығымы – бұл термиялық өндеуден бұрынғы және кейінгі өнімнің массасы арасындағы айырмашылық ретінде анықталатын сандық көрсеткіш. Әртүрлі ет өнімдерінде шығымның мөлшері олардың құрамы мен өндірістік технология ерекшеліктеріне байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Пісіріліп-ысталған шұжықтар дайын өнімнің салыстырмалы төмен шығымы (тұзсыз шикізат массасының шамамен 60%-ы) арқылы сипатталады. Мұның себебі, осындай шұжық рецептурасында 5%-ға дейін су қосылады, ол термиялық өндеу (пісіру) кезінде бұлшықет тіндерінің ақуыздарының ісінуіне ықпал етеді. Ақуыздардың гидратациясы фарш көлемінің шұжық батонында ұлғаюына әкеліп, дайын өнімнің шығымын арттырады.

Lactobacillus curvatus және *Staphylococcus carnosus* штамдары кіретін сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасын қолдану ет турамасындағы белсенді қышқылдықтың өзгеру жылдамдығы мен сипатына, сондай-ақ ұшқыш май қышқылдары мен бос амин қышқылдарының жиналуына айтарлықтай әсер етеді. Зерттеулер көрсеткендей, сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасының микрофлорасының қарқынды дамуы фарштағы ішек таяқшалары тобының бактерияларын (колиформды микроорганизмдер) тежеп, олардың өліміне әкеледі. Алынған тәжірибелік нәтижелер бұл қоспаны шұжық цехының өндірістік жағдайында тиімді қолдануға мүмкіндік берді.

Ет өнімдерінің сапасын бағалаудың ең маңызды критерийлерінің бірі олардың органолептикалық қасиеттері болып табылады. Органолептикалық талдау нәтижелері өнімнің тұтынушылық тартымдылығын анықтауда соңғы және шешуші факторлар болып табылады. Бұл әдістің артықшылығы - түс, дәм, хош иіс және консистенция сияқты көрсеткіштерді жылдам әрі кешенді түрде анықтау мүмкіндігінде. Шұжық өнімдерін органолептикалық бағалау үшін 5 балдық шкала бойынша жүргізілді. Нәтижелер 4-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 4. Пісіріліп-ысталған шұжықтардың органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш	«Любительская» 1-сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжық (СТ РК 1333-2005) (бақылау үлгі)	0,02% сүт қышқылды қоспасы қосылған пісіріліп-ысталған шұжық (тәжірибелік үлгі)
Сыртқы түрі	4,0	4,8
Түсі	4,2	4,9
Иісі	4,1	4,7
Дәмі	4,0	4,8
Консистенциясы	3,9	4,7

Зерттеулер нәтижесінде пісіріліп-ысталған шұжықтардың физика-химиялық көрсеткіштері, яғни бақылау үлгінің және оңтайлы 0,02% мөлшерінде сүт қышқылды микроорганизмдер

қоспасы енгізілген тәжірибелік үлгінің зерттеулер барысында алынған мәліметтері төменде 5-ші кестеде көрсетілген

Кесте 5. Пісіріліп-ысталған шұжықтардың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	«Любительская» 1-сұрыпты пісіріліп-ысталған шұжық (СТ РК 1333-2005) (бақылау үлгі)	0,02% сүт қышқылды қоспасы қосылған пісіріліп-ысталған шұжық (тәжірибелік үлгі)
Органолептикалық көрсеткіштер:		
Сыртқы түрі:	Біркелкі бет, әлсіз жылтыр	Біркелкі бет, айқын жылтыр
Түсі	Біркелкі, қызғылт	Біркелкі, ашық қызғылт
Иісі	ыстауға тән сипатта	ыстауға тән сипатта
Дәмі	ысталған шұжыққа тән	ысталған шұжыққа тән және теңгерімді
Консистенциясы	Икемді, сәл бос	Сәл икемді және тығыздау
Физика-химиялық көрсеткіштері :		
Су мөлшері, %	45	50
Тұз мөлшері, % аспауы тиіс	4	4
Нитрит мөлшері, % аспауы тиіс	0,005	0,005
Дайын өнім шығымы, %	60	63
pH мөлшері, бірлік	6,2-6,5	5,6-5,8
Шұжық батоны қалыңдығындағы температура, °С	от 0 до 12	от 0 до 12
Микробиологиялық көрсеткіштер:		
1 г өнімде ішек таяқшасы тобы бактерияларының болуы	рұқсат етілмейді	табылған жоқ
25 г өнімде сальмонелла бактерияларының болуы	рұқсат етілмейді	табылған жоқ
0,01 г өнімде сульфитті редукциялайтын клостридиялардың болуы	рұқсат етілмейді	табылған жоқ
КМАФАнМ, КОЕ/г (жалпы аэробты микрофлораның саны, КОЕ/г)	1×10^3	$1 \times 10^7 - 1 \times 10^8$

Пісіріліп-ысталған шұжыққа сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасын қосу рН деңгейін төмендетуге, патогенді микрофлораның өсуін тежеуге және өнімнің құрылымын жақсартуға мүмкіндік береді. Сүт қышқылды бактериялар шұжықты пробиотикалық қасиеттермен байытып, тұтынушының ішек микробиозын жақсартуға ықпал етеді. Сонымен қатар, бұл қоспа органолептикалық көрсеткіштерге әсер етіп, патогенді микрофлораның өсуін тежей отырып өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға, түсін және құрылымын тұрақтандыруға көмектеседі. 0,02% мөлшерінде қосылған тәжірибелік үлгілер сыртқы көрініс, түс, дәм және консистенция бойынша ең жоғары бағаларды алды. Сонымен қатар, бақылау үлгісіне қарағанда шырындылығы мен икемділігі жоғарылағаны байқалды.

Микробиологиялық көрсеткіштерге сәйкес, тәжірибелік үлгілерде пробиотикалық штамдар $1 \times 10^7 - 1 \times 10^8$ КОЕ/г мөлшерінде анықталды, бұл функционалды өнімдерге қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Тәжірибелік үлгілерде КМАФАнМ көрсеткішінің жоғарылауы ($1 \times 10^7 - 1 \times 10^8$ КОЕ/г) қолданған сүт қышқылды микроорганизмдердің қарқынды өсуімен байланысты және бұл функционалды өнімдерге тән

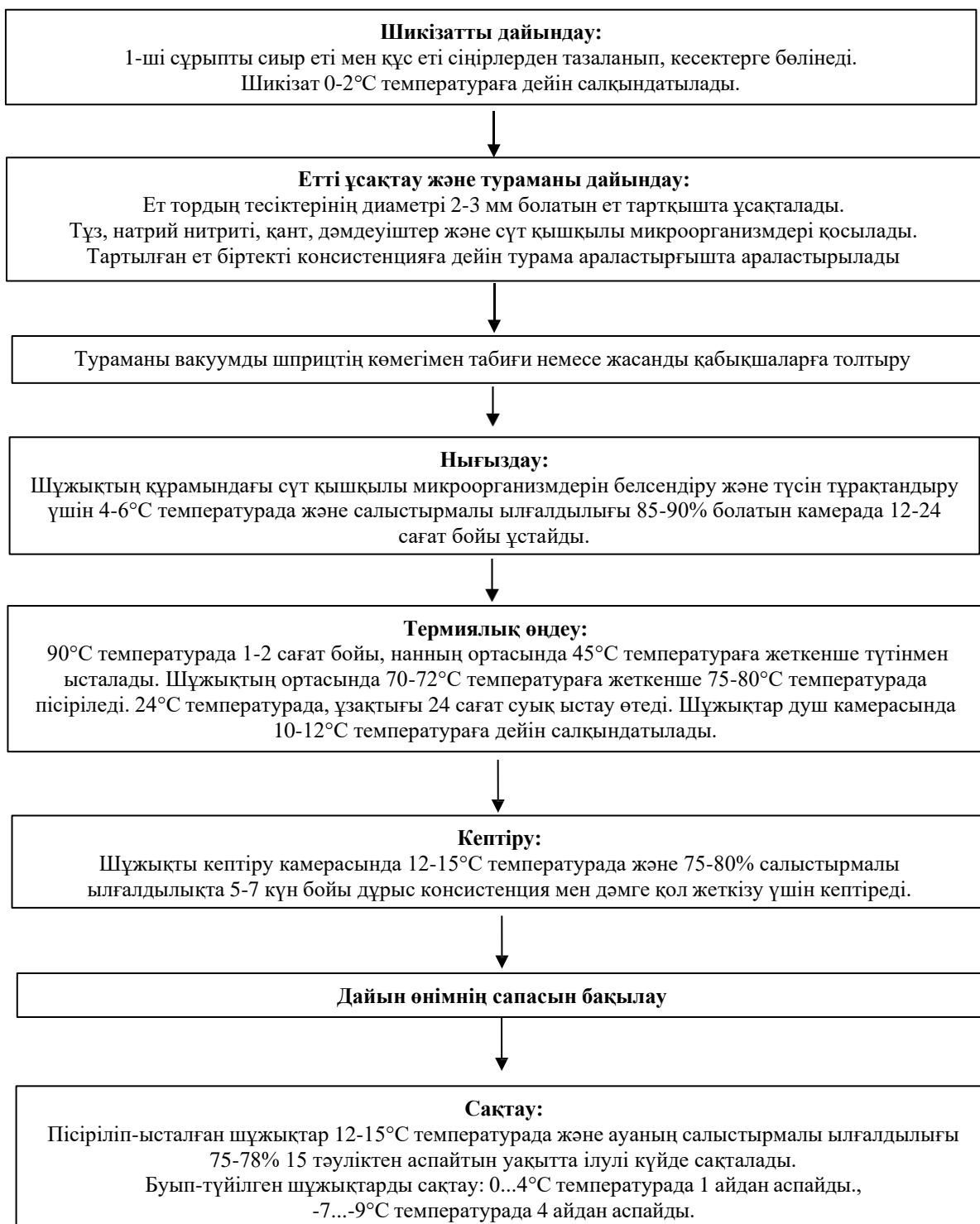
құбылыс. Бұл көрсеткіш СТ РК 1333-2005 талаптарына сәйкес келеді, өйткені патогенді микрофлора мүлдем анықталмады. Патогенді микрофлора (ішек таяқшасы, сальмонелла, клостридиялар) бірде-бір үлгіден анықталған жоқ.

Дәстүрлі технологиялық схема СҚҚ енгізілуімен келесідей өзгереді: сіңірісдендірілген ет (сиыр, шошқа еті) ұсақталғаннан кейін, тұз (NaCl), натрий нитритінің азайтылған мөлшері (50-75 мг/кг дейін) және сүт қышқылды микроорганизмдердің қоспасы ($10^6 - 10^7$ КОЕ/г дейін) қосылады. СҚ қоспасын алдын ала белсендіру (ферментация) ұсынылады, тұздалған турама 20-26°C температурада 12-24 сағат уақыт бойы ферментацияланады. Бұл кезеңде СҚМ белсенділігі жоғарлап, рН көрсеткішін 5,3-5,8 деңгейіне дейін төмендетеді. Бұл процесті бақылау өте маңызды, өйткені тым қатты қышқылданған турама (фарш) өнім сапасына теріс әсер етеді. Ферментациялау аяқталғаннан кейін, турама қабықшаларға толтырылады. Кейінгі кезеңдерде (пісіру, ыстау, кептіру) дәстүрлі технология бойынша жүргізіледі, бірақ ыстау кезінде сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасы әрекетінен түзілген қышқыл орта

«түтінді» иістерді жақсы сіңіруге ықпал етеді. Пісіру кезінде сүт қышқылды микроорганизмдердің көпшілігі жойылады, бірақ олардың әсері сақталады. Дайын өнімнің сапасын кешенді бақылау келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді: органолептикалық көрсеткіштері (сыртқы түр, түс, иіс, дәм, консистенция (5 балдық шкала

бойынша)); физика-химиялық көрсеткіштері (ақуыз, май, тұз, рН, энергетикалық құндылық); микробиологиялық көрсеткіштері (КМАФАнМ, патогенді микрофлора (ішек таяқшасы, сальмонелла, клостридия)): функционалдық-технологиялық көрсеткіштері (ЫБҚ, ЫҰҚ, МҰҚ, өнім шығымы).

Сурет 1. Сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасын қолдану арқылы пісіріліп-ысталған шұжықтың технологиялық схемасы



Жүргізілген зерттеулер негізінде *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* құрамындағы сүт қышқылды микроорганизмдердің аралас қоспасын қолдану арқылы пісіріліп-ысталған шұжықтарды өндіру технологиясы жасалды (Сурет 1).

Жетілдірілген технологияның артықшылықтары бұл СҚМ табиғи жолмен патогендік және бұзылу микроорганизмдерін басады, өнімнің сақталу мерзімін ұзартады. Химиялық консерванттардың мөлшерін азайтуға немесе толығымен ауыстыруға мүмкіндік береді. Түсі неғұрлым тұрақты және табиғи, дәмі толық, жұмсақ және ыстау кезінде қолданылған түтіннің иісіне тән сипатта болады. Өнімнің сапасы мен сақталу мерзімінің ұлғаюына байланысты шығындарды азайтуға болады.

Қорытынды

Сүт қышқылды микроорганизмдерді пісіріліп-ысталған шұжықтарды өндіру технологиясында қолдану дәстүрлі сапа көрсеткіштерін - дәм, хош иіс, түс және консистенцияны - жақсартумен қатар, өнімді қосымша функционалды қасиеттермен байытады. Бұл шұжықтарды бәсекеге қабілеттірек етеді және қазіргі заманғы тұтынушылардың тағамдық құндылыққа және өнімнің пайдалы қасиеттеріне қойылатын талаптарына сәйкес келеді. Сүт қышқылды микроорганизмдер қоспасының 0,02% мөлшеріндегі оңтайлы үлесі, құрамында *Lactobacillus curvatus* және *Staphylococcus carnosus* бар микроорганизмдер технологиялық тиімділік пен дайын өнімнің жоғары тұтынушылық сапасын үйлестіруді қамтамасыз етеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/labor-and-income/stat-life/publications/196861/> (дата обращения: 20.01.2025).
2. Hu Y.-Y. et al. Application of Lactic Acid Bacteria for Improving the Quality of Reduced-Salt Dry Fermented Sausage: Texture, Color, and Flavor Profiles // *LWT*. – 2022. – Vol. 154. – P. 112723. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112723.
3. Bungenstock L., Abdulmawjood A., Reich F. Suitability of Lactic Acid Bacteria and Deriving Antibacterial Preparations to Enhance Shelf-Life and Consumer Safety of Emulsion Type Sausages // *Food Microbiology*. – 2021. – Vol. 94. – P. 103673. DOI: 10.1016/j.fm.2020.103673.
4. Касымов С. К. [и др.]. Производство варено-копченых колбас из конины // Молодой ученый. – 2015. – № 10 (90). – С. 19-22. URL: <https://moluch.ru/archive/90/18997/>.
5. Барнакова Н. К. Разработка технологии варено-копченых колбас с использованием стартовых культур: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07, 05.18.04. – Улан-Удэ, 2005. – 163 с.
6. Zhang Y. et al. Co-Fermentation with *Lactobacillus curvatus* LAB26 and *Pediococcus pentosaceus* SWU73571 for Improving Quality and Safety of Sour Meat // *Meat Science*. – 2020. – Vol. 170. – P. 108240. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108240.
7. Dasiewicz K. et al. Effect of Fermentation Technology and Storage Time on the Quality of Salami-Type Sausages // *Applied Sciences*. – 2024. – Vol. 14, No. 18. – P. 8510. DOI: 10.3390/app14188510.
8. ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. – М., Стандартинформ, 2018.
9. Improvement the Texture of Nitrite-Free Fermented Sausages Using Microencapsulation of Fermenting Bacteria // *Food Bioscience*. – 2022. – Vol. 50. – P. 102010. DOI: 10.1016/j.fbio.2022.102010.
10. СТ РК 1333-2005. Колбасы варено-копченые. Технические условия. – Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства промышленности и торговли Республики Казахстан (179) от 30.06.2005.
11. ГОСТ Р 51478-99. Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН). – М., Стандартинформ, 2018.
12. ГОСТ 9959-2015. Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки. – М., Стандартинформ, 2016.
13. ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа. – М., Стандартинформ, 2013.
14. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М., Стандартинформ, 2010.
15. Меренково С.П. Роль пробиотических микроорганизмов в технологии инновационных мясопродуктов с высокой пищевой и биологической ценностью // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии, 2014.– №3. – С.13-20.
16. Хамагаева И.С., Ханхалаева И.А., Заиграева Л.И. Использование пробиотических культур для производства колбасных изделий. Монография – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 204 с.
17. Toldrá F., Hui Y. H. et al. Handbook of Fermented Meat and Poultry. – John Wiley & Sons, 2014. – 568 p.

REFERENCES

1. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan (In Russian). URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/labor-and-income/stat-life/publications/196861/> (accessed: 20.01.2025).
2. Hu Y.-Y. et al. Application of Lactic Acid Bacteria for Improving the Quality of Reduced-Salt Dry Fermented Sausage: Texture, Color, and Flavor Profiles // *LWT*. – 2022. – Vol. 154. – P. 112723. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112723.
3. Bungenstock L., Abdulmajjood A., Reich F. Suitability of Lactic Acid Bacteria and Deriving Antibacterial Preparations to Enhance Shelf-Life and Consumer Safety of Emulsion Type Sausages // *Food Microbiology*. – 2021. – Vol. 94. – P. 103673. DOI: 10.1016/j.fm.2020.103673.
4. Kasymov S. K. et al. Proizvodstvo vareno-kopchenykh kolbas iz koniny [Production of boiled-smoked horse meat sausages] // *Molodoy uchenyy*. – 2015. – No. 10 (90). – Pp. 19-(In Russian). URL: <https://moluch.ru/archive/90/18997/>.
5. Barnakova N. K. Razrabotka tekhnologii vareno-kopchenykh kolbas s ispol'zovaniem startovykh kul'tur [Development of boiled-smoked sausage technology using starter cultures]: PhD thesis. – Ulan-Ude, 2005. – 163 p. (In Russian).
6. Zhang Y. et al. Co-Fermentation with *Lactobacillus curvatus* LAB26 and *Pediococcus pentosaceus* SWU73571 for Improving Quality and Safety of Sour Meat // *Meat Science*. – 2020. – Vol. 170. – P. 108240. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108240.
7. Dasiewicz K. et al. Effect of Fermentation Technology and Storage Time on the Quality of Salami-Type Sausages // *Applied Sciences*. – 2024. – Vol. 14, No. 18. – P. 8510. DOI: 10.3390/app14188510.
8. GOST 9793-2016. Myaso i myasnye produkty. Metody opredeleniya vlagi [Meat and meat products. Methods for moisture determination] – M., Standartinform, 2018. (In Russian).
9. Improvement the Texture of Nitrite-Free Fermented Sausages Using Microencapsulation of Fermenting Bacteria // *Food Bioscience*. – 2022. – Vol. 50. – P. 102010. DOI: 10.1016/j.fbio.2022.102010.
10. ST RK 1333-2005. Kolbasy vareno-kopchenye. Tekhnicheskiye usloviya [Boiled-smoked sausages. Technical conditions] – Committee on Technical Regulation and Metrology of the Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan (179) dated 06.30.2005. (In Russian).
11. GOST R 51478-99. Myaso i myasnye produkty. Kontrol'nyy metod opredeleniya kontsentratsii vodorodnykh ionov (pH) [Meat and meat products. Reference method for determining hydrogen ion concentration (pH)] – M., Standartinform, 2018. (In Russian).
12. GOST 9959-91. Produkty myasnye. Obshchiye usloviya provedeniya organolepticheskoy otsenki [Meat products. General conditions for organoleptic evaluation] – M., Standartinform, 2016. (In Russian).
13. GOST R 54354-2011. Myaso i myasnye produkty. Obshchiye trebovaniya i metody mikrobiologicheskogo analiza [Meat and meat products. General requirements and methods of microbiological analysis] – M., Standartinform, 2013. (In Russian).
14. GOST 10444.15-94. Produkty pishchevyye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nykh aerobnykh i fakul'tativno-anaerobnykh mikroorganizmov [Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms] – M., Standartinform, 2010. (In Russian).
15. Merenkovo S. P. Rol' probioticheskikh mikroorganizmov v tekhnologii innovatsionnykh myaso-produktov s vysokoi pishchevoi i biologicheskoi tsennost'yu [The role of probiotic microorganisms in the technology of innovative meat products with high nutritional and biological value] // *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii*. – 2014. – № 3. – P. 13–20. (in Russian)
16. Khamagaeva I. S., Khankhalaeva I. A., Zaigraeva L. I. Ispol'zovanie probioticheskikh kul'tur dlya proizvodstva kolbasnykh izdelii [Use of probiotic cultures for the production of sausage products]: Monografiya. – Ulan-Ude: Izdatel'stvo VSGTU, 2006. – 204 p. (in Russian)
17. Toldrá F., Hui Y. H. et al. Handbook of Fermented Meat and Poultry. – John Wiley & Sons, 2014. – 568 p. DOI: 10.1002/9781118522653

BIOCHEMICAL TRANSFORMATION OF *VIGNA RADIATA* L. «ZHASYL DAN» SEEDS UNDER FERMENTATION WITH THE APPLICATION OF SUCROSE

¹A.A. MAKENOVA *, ¹S.D. MUSSAYEVA , ²G.T. TUMENOVA ,
³Z.B. KALDYBEKOVA , ⁴S.N. TUMENOV 

¹ M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke Khan Ave 5

² M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan, 150000, Petropavl, Zhumabayev street 114

³ M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan, Shymkent

⁴ Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty, Gagarin str., 238 «G»)

Corresponding author's e-mail: aliyamakenova02@gmail.com*

This study presents the results of investigating the effect of sucrose on the amino acid composition of germinated mung bean seeds of the 'Zhasyl dän' variety. Particular attention was paid to the dynamics of essential amino acids (EAA), which determine the biological value of the product. Control samples without sucrose and experimental variants with the addition of 2% sucrose were analyzed at 24, 48, and 72 hours of germination. The results showed that the germination process is accompanied by significant changes in the amino acid profile, with sucrose acting as a stimulating factor. The most intensive changes were observed between 24–48 hours, when the maximum accumulation of both essential and some non-essential amino acids was recorded. In particular, the content of leucine + isoleucine increased from 2895 to 3654 mg/100 g, lysine from 1523 to 1838 mg/100 g, phenylalanine from 1486 to 1836 mg/100 g, and valine from 1178 to 1459 mg/100 g. In the control samples, the increase in these amino acids was less pronounced. Additionally, an increase in aspartic acid + asparagine was observed (from 2658 to 3315 mg/100 g), while glutamic acid + glutamine increased from 3966 to 4916 mg/100 g, confirming the activation of nitrogen metabolism and enhanced proteolytic processes during germination. Visualization using graphs and a heatmap confirmed that sucrose enhances the metabolic activity of sprouts, resulting in higher accumulation of free amino acids. The obtained results demonstrate that sucrose supplementation during mung bean germination is an effective method to improve their nutritional value and can be applied in the development of functional food products.

Keywords: *Vigna radiata*, germination, fermentation, amino acid composition, sucrose, essential amino acids, functional foods.

САХАРОЗА ҚОЛДАНЫЛҒАН ФЕРМЕНТАЦИЯ ЖАҒДАЙЫНДА *VIGNA RADIATA* L. «ЖАСЫЛ ДӘН» ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ БИОХИМИЯЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ

¹A.A. МАКЕНОВА*, ¹С.Д. МУСАЕВА, ²F.T. ТУМЕНОВА,
³Ж.Б. ҚАЛДЫБЕКОВА, ⁴С.Н. ТУМЕНОВ

¹ М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5

² М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Қазақстан Республикасы, 150000, Петропавл қ., Жұмабаев көшесі, 114

³ М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ. Тәуке хан даңғылы, 5

⁴ Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы қ., Гагарин көшесі, 238 «Г»)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aliyamakenova02@gmail.com*

Бұл зерттеуде «Жасыл дән» сортының маш тұқымдарын өндіру кезінде сахарозаның аминқышқылдық құрамға әсері зерттелді. Өнімнің биологиялық құндылығын анықтайтын алмастырылмайтын аминқышқылдарының (ЕАА) динамикасына ерекше назар аударылды. Талдауға сахарозасыз бақылау үлгілері және өндірудің 24, 48 және 72 сағатында 2% сахароза қосылған тәжірибелік нұсқалар алынды. Нәтижелер өндіру

процесі аминқышқылдық профильдің елеулі өзгерістерімен қатар жүретінін көрсетті, бұл кезде сахароза ынталандырушы фактор ретінде әрекет етеді. Ең қарқынды өзгерістер 24–48 сағат аралығында байқалды, бұл кезде алмастырылмайтын және кейбір алмастырылатын аминқышқылдарының ең жоғары жинақталуы тіркелді. Атап айтқанда, лейцин және изолейциннің мөлшері 2895-тен 3654 мг/100 г-ға, лизиннің мөлшері 1523-тен 1838 мг/100 г-ға, фенилаланиннің мөлшері 1486-дан 1836 мг/100 г-ға, ал валиннің мөлшері 1178-ден 1459 мг/100 г-ға дейін артты. Бақылау үлгілерінде бұл аминқышқылдарының өсуі айтарлықтай төмен болды. Сонымен қатар аспарагин қышқылы мен аспарагиннің мөлшері 2658-ден 3315 мг/100 г-ға, ал глутамин қышқылы мен глутаминнің мөлшері 3966-дан 4916 мг/100 г-ға дейін артқаны байқалды, бұл азот алмасуының белсенділенуін және өндіру барысында протеолитикалық процестердің күшеюін көрсетеді. Графиктер мен жылу картасы түріндегі визуализация сахарозаның өскіндердің метаболикалық белсенділігін күшейтетінін және бос аминқышқылдарының жоғары жинақталуын қамтамасыз ететінін растады. Алынған нәтижелер маш тұқымдарын өндіру кезінде сахароза қосудың олардың тағамдық құндылығын арттырудың тиімді әдісі екенін және функционалды тағам өнімдерін әзірлеуде қолдануға болатынын көрсетеді.

Негізгі сөздер: *Vigna radiata*, өндіру, ферментация, аминқышқылдық құрам, сахароза, алмастырылмайтын аминқышқылдары, функционалды тағам өнімдері.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕМЯН *VIGNA RADIATA* L. СОРТА «ЖАСЫЛ ДӘН» В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕНТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ САХАРОЗЫ

¹А.А. МАКЕНОВА*, ¹С.Д. МУСАЕВА, ²Г.Т. ТУМЕНОВА,
³Ж.Б. КАЛДЫБЕКОВА, ⁴С.Н. ТУМЕНОВ

¹ Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,
160012, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5

² Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Республика Казахстан,
150000, г. Петропавловск, ул. Жумабаева, 114

³ Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,
г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5

⁴Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности,
Республика Казахстан, 050060, г. Алматы, ул. Гагарина, 238 «Г»
Электронная почта автора-корреспондента: aliyamakenova02@gmail.com*

В данном исследовании представлены результаты изучения влияния сахарозы на аминокислотный состав пророщенных семян маша сорта «Жасыл дән». Особое внимание уделено динамике незаменимых аминокислот (ЕАА), которые определяют биологическую ценность продукта. Анализу подвергались контрольные образцы без сахарозы и экспериментальные варианты с добавлением 2% сахарозы через 24, 48 и 72 часа проращивания. Результаты показали, что процесс проращивания сопровождается значительными изменениями аминокислотного профиля, при этом сахароза выступает как стимулирующий фактор. Наиболее интенсивные изменения наблюдались в интервале 24–48 часов, когда фиксировалось максимальное накопление как незаменимых, так и некоторых заменимых аминокислот. Так, содержание лейцина и изолейцина увеличилось с 2895 до 3654 мг/100 г, лизина — с 1523 до 1838 мг/100 г, фенилаланина — с 1486 до 1836 мг/100 г, а валина — с 1178 до 1459 мг/100 г. В контрольных образцах пророст этих аминокислот был менее выраженным. Дополнительно отмечено повышение содержания аспарагиновой кислоты и аспарагина (с 2658 до 3315 мг/100 г) и глутаминовой кислоты и глутамина (с 3966 до 4916 мг/100 г), что подтверждает активизацию азотного обмена и усиление протеолитических процессов в ходе проращивания. Визуализация в виде графиков и тепловой карты подтвердила, что сахароза усиливает метаболическую активность проростков, обеспечивая более высокое накопление свободных аминокислот. Полученные данные показывают, что добавление сахарозы при проращивании семян маша является эффективным способом повышения их пищевой ценности и может быть использовано при разработке функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: *Vigna radiata*, проращивание, ферментация, аминокислотный состав, сахароза, незаменимые аминокислоты, функциональные продукты питания.

Introduction

Protein is a major macronutrient essential for growth, tissue repair, and metabolic regulation. For adults, the recommended daily intake is 0.8–1.0 g/kg of body weight, or on average 50–70 g [1]. Protein deficiency in the diet is associated with underweight, impaired development of muscle and bone tissue, weakened immunity, and reduced cognitive functions. In countries with limited access to animal proteins, plant sources serve as a key factor in ensuring nutritional security [2].

Mung bean seeds (*Vigna radiata* L.) are considered a promising source of plant protein, with a dry matter content of 21–24 g/100 g. An important advantage of mung beans is their balanced amino acid composition: along with high levels of aspartic and glutamic acids (up to 2.5–3.0 g/100 g each), the grain contains significant amounts of lysine (1.5–1.7 g/100 g) and leucine (1.7–1.9 g/100 g), which are deficient in most cereals [3]. Moreover, the protein digestibility coefficient exceeds 85% [4]. Thus, mung beans are among the most balanced legumes in terms of amino acid profile.

Fermentation is a process in which both endogenous and microbial enzymes are activated, leading to protein hydrolysis and accumulation of free amino acids. According to the literature, the total concentration of free amino acids in legumes increases by 20–40% after fermentation [5]. For example, leucine content in germinated mung beans after 48 h of fermentation increases from 1.7 to 2.3 g/100 g, lysine from 1.6 to 2.1 g/100 g, and threonine from 0.7 to 1.0 g/100 g [6]. This increase is explained by the activation of proteases and transaminases, which break down storage proteins into more digestible forms. In addition, fermentation reduces antinutrients such as protease inhibitors and phytates, which limit amino acid and mineral absorption. Thus, fermentation is considered a promising approach to enhancing the biological value of legume proteins [7].

The addition of sucrose to the fermentation medium has a dual effect. First, sucrose serves as an energy source for microorganisms and stimulates their metabolic activity. Second, the presence of carbohydrates accelerates seed germination and activates endogenous enzymatic systems. Studies show that when 2% sucrose is introduced into the germination medium, a rapid increase in free amino acids is observed: aspartic acid rises by 18%, glutamic acid by 22%, and lysine by 25% compared to the control without sucrose [8]. The most

pronounced changes are recorded at 48 h, when the total amino acid pool reaches its maximum and the proportion of essential amino acids increases by 15–20%. These results confirm that sucrose plays a key role in regulating biochemical processes, ensuring optimal conditions for amino acid accumulation.

Despite numerous publications on legume fermentation, systematic studies on the effect of sucrose on the amino acid profile of mung beans of specific varieties remain scarce. For the variety *Vigna radiata* L. ‘Zhasyl dan’, common in Kazakhstan, such data are lacking. Yet varietal characteristics may significantly affect germination rate, enzyme activity, and the pattern of amino acid changes.

This article presents an analysis of the content of 17 amino acids in *Vigna radiata* L. ‘Zhasyl dan’ seeds fermented with sucrose. The study covers four time points—0, 24, 48, and 72 h—allowing us to trace the dynamics of protein biochemical transformations. The aim of the study is to identify patterns of amino acid composition changes and to determine the optimal time for maximum accumulation of free amino acids under sucrose-assisted fermentation [9].

Materials and research methods

Seeds of *Vigna radiata* L. variety ‘Zhasyl dan’ from the 2024 harvest were used in this study. The average content of crude protein in the initial samples was 21.0 ± 0.3 g/100 g dry matter, fat — 2.3 ± 0.1 g/100 g, and carbohydrates — 55.0 ± 0.5 g/100 g.

Seeds were germinated for 72 hours in a medium supplemented with 2% sucrose. Fermentation was carried out using specialized equipment — the Householder Sprouting Machine — which provided controlled water supply, aeration, and maintenance of optimal humidity for growth and enzymatic activity. Samples were collected at 0, 24, 48, and 72 h. Control samples were incubated in distilled water without sucrose. Each measurement was performed in triplicate.

The amino acid profile was analyzed using high-performance liquid chromatography (HPLC) with pre-column derivatization by ortho-phthalaldehyde. For protein hydrolysis, the acid method was applied (6 N HCl, 110 °C, 24 h) [10]. The detection limit was 0.05–0.10 mg/g for different amino acids.

Results are expressed as mean \pm standard deviation ($n = 3$). One-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey’s post hoc test at a significance level of $p < 0.05$ was used to assess

differences between time points. The Benjamini–Hochberg correction was applied to control for multiple comparison errors.

Statistical processing and visualization were performed using GraphPad Prism 9.0. Heatmaps of the dynamics of 17 amino acids (z-score normalization by rows), grouped bar charts of the amino acid profile at each stage, line graphs of temporal changes in the total amino acid pool and specific groups (e.g., essential amino acids), as well as pie charts for assessing the relative contribution of amino acids to the overall profile were constructed. The use of GraphPad Prism enabled the integration of statistical analysis and graphical visualization within a single environment [11].

The method of acid hydrolysis followed by HPLC determination of amino acids is considered the standard for the analysis of legumes. According to the literature, variation in the content of individual amino

acids during repeated measurements does not exceed 5% [12], which is consistent with the present results. The use of sucrose as a substrate is explained by its ability to stimulate enzymatic processes and enhance the accumulation of free amino acids.

Results and discussion

In *Vigna radiata* L. ‘Zhasyl dan’ seeds fermented with 2% sucrose, the content of 17 amino acids was analyzed at four time points (0, 24, 48, and 72 h). The total amino acid content increased from 22,736 mg/100 g at the initial stage (0 h) to 24,742 mg/100 g at 24 h, reached a maximum at 48 h (26,768 mg/100 g), and slightly decreased by 72 h (25,836 mg/100 g). Thus, the overall increase by 48 h was approximately 18% compared to the baseline, which is consistent with literature data on peak accumulation of free amino acids at intermediate stages of legume germination [13]. The data used in the table are available in the Zenodo repository [14].

Table 1. Amino acid content (mg/100 g dry matter) in *Vigna radiata* L. ‘Zhasyl dan’ seeds during fermentation with sucrose.

Amino acid	0 h	24 h	48 h	72 h
Aspartic acid + Asparagine	2658	2938	3315	3213
Threonine	605	668	729	724
Serine	1142	1275	1428	1326
Glutamic acid + Glutamine	3966	4417	4916	4743
Glycine	725	816	898	857
Alanine	853	959	1071	1091
Valine	1178	1350	1459	1408
Methionine	278	306	337	332
Leucine + Isoleucine	2895	3233	3654	3489
Tyrosine	699	775	857	806
Phenylalanine	1486	1642	1836	1796
Lysine	1523	1688	1838	1816
Histidine	618	694	765	724
Arginine	1679	1867	2040	1969
Proline	956	1061	1173	1142
Cysteine	73	82	90	87
Tryptophan	205	224	250	235

Growth in amino acids was observed for most components. Thus, the content of aspartic acid (together with asparagine) increased from 2658 mg/100 g to 3315 mg/100 g at 48 h (+25%), while glutamic acid (together with glutamine) rose from 3966 mg/100 g to 4916 mg/100 g (+24%). Among the essential amino acids, the most pronounced changes were recorded for lysine, which increased from 1643 mg/100 g to 2017 mg/100 g (+23%), and leucine, which increased from 1520 mg/100 g to 1793

mg/100 g (+18%). The level of threonine increased from 605 mg/100 g to 729 mg/100 g (+20%). These changes are of particular importance since lysine and threonine are considered limiting amino acids in cereal crops [15].

For example, leucine content increased by almost one third, and lysine by 20–25% compared to the control. This is especially significant because these amino acids are critical for forming a complete amino acid profile. At the same time, without sucrose

supplementation, the values at 48 h were lower, and by 72 h there was a tendency toward stabilization or even a decrease in certain amino acids.

The sucrose treatment also demonstrated higher values of isoleucine and phenylalanine (an increase of 15–18% relative to the baseline), whereas without sucrose the increase of these amino acids did not exceed 5–8%. This dynamic indicates that additional carbohydrates serve as an energy substrate for sprout metabolism, stimulating protein synthesis and the release of free amino acids.

Thus, sucrose acts as a catalyst of amino acid metabolism, ensuring the retention and accumulation of essential amino acids throughout the germination period. The most pronounced effect was observed during the interval of 24–48 h, which can be considered the optimal window for obtaining samples with enhanced nutritional value.

For a more comprehensive visualization of changes in the amino acid profile of mung bean seeds, a heatmap was constructed, reflecting the dynamics of all 17 analyzed amino acids in both control samples and sucrose-supplemented variants at different time points (0, 24, 48, and 72 h). This format clearly demonstrates not only individual changes in each amino acid but also the general patterns of metabolic shifts during germination.

The use of a heatmap makes it possible to quickly identify amino acids with the highest increase (represented by more intense colors) and to compare their dynamics between variants with and without sucrose. This is particularly important for understanding which amino acids contribute most to enhancing the nutritional value of the fermented product.

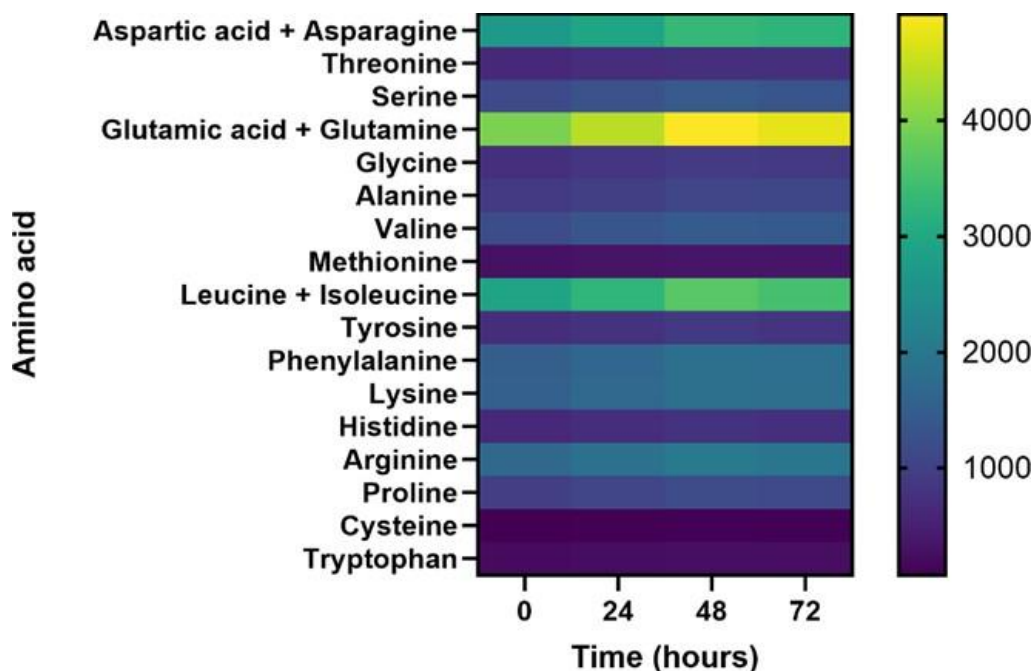


Figure 1. Dynamics of 17 amino acids (0, 24, 48, 72 h).

The heatmap shows the concentrations of 17 amino acids in *Vigna radiata* ‘Zhasyl dan’ seeds during fermentation with 2% sucrose at 0, 24, 48, and 72 h (mg/100 g dry matter). The maximum increase was observed at 48 h (especially for Glu+Gln and Leu+Ile), followed by stabilization or moderate decline at 72 h.

In this study, special attention was given to the dynamics of essential amino acids (EAA), since they determine the biological value of proteins and are critically important for the human body. The EAAs include leucine, isoleucine, valine, lysine, threonine, methionine, phenylalanine, and

tryptophan. These amino acids are not synthesized in the human body and must be obtained from the diet; therefore, their quantitative content in the studied material is a key indicator.

Based on the measurements, it was found that the accumulation dynamics of EAAs varied significantly depending on the germination conditions of mung bean seeds. To visualize these differences, a graph (Figure 1) was constructed, illustrating the changes in the total and individual content of essential amino acids in the control samples and in the sucrose-supplemented variants at different time points (0, 24, 48, and 72 h).

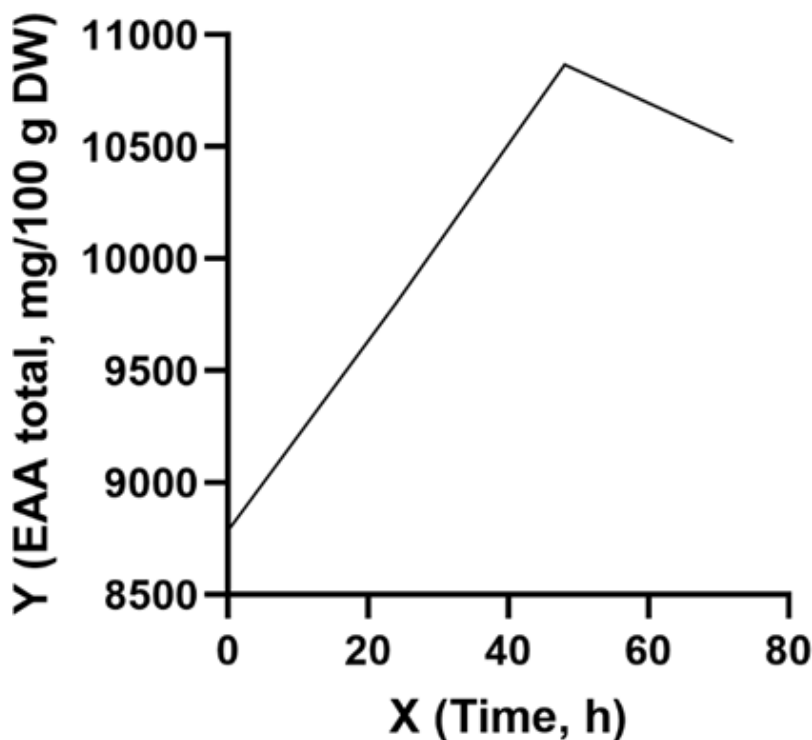


Figure 2. Dynamics of the total content of essential amino acids (0–72 h).

According to the figure, the total content of essential amino acids (EAA) in mung bean seeds showed a clear positive trend during germination in the sucrose-supplemented medium. In the control sample (0 h), the total amount of EAA was 8,788 mg/100 g, while after 24 h in the sucrose treatment the value increased to 9,805 mg/100 g, corresponding to an increase of approximately 11.6%. The highest accumulation was observed after 48 h, reaching 10,868 mg/100 g, which represents an increase of about 23.7% compared with the initial sample. The most pronounced growth was observed for leucine + isoleucine (2,895 → 3,654 mg/100 g), lysine (1,523 → 1,838 mg/100 g), valine (1,178 → 1,459 mg/100 g), and phenylalanine (1,486 → 1,836 mg/100 g), indicating activation of proteolytic processes and enhanced amino acid accumulation during germination

The obtained data confirm that fermentation of mung bean seeds with sucrose contributes to a targeted increase in their protein value due to the growth in essential amino acid content. This makes the technology particularly promising for the development of functional food products—from gluten-free bakery items to instant beverages [16]. The optimal fermentation time of 48 h may be recommended as a standard technological regime for producing intermediates with enhanced amino acid value. Furthermore, the use of sucrose as a

biochemical activator opens possibilities for targeted modification of protein composition and adaptation of technologies to specific mung bean varieties. From a practical perspective, this technology can be integrated into the production of plant protein concentrates and specialized products for children’s, sports, and medical nutrition [17]. In the long term, the application of sucrose-assisted fermentation allows the expansion of the range of functional products, enhances their biological value, and ensures the sustainable use of plant resources, which is of great importance for food security.

Conclusion

The analysis demonstrated that mung bean germination is accompanied by significant changes in the amino acid profile, with sucrose supplementation exerting a pronounced stimulating effect. The greatest increase was recorded for essential amino acids, particularly leucine, isoleucine, lysine, and phenylalanine, which substantially enhances the biological value of the product. At the same time, an increase in aspartic and glutamic acids was observed, both of which play a key role in metabolic processes and nitrogen balance.

The most intensive changes occurred within 24–48 hours of germination, when sucrose-treated samples exhibited peak values for most amino acids. In contrast, control samples without sucrose showed

a less pronounced dynamic, and at later stages (72 h) some parameters tended to stabilize or even decline.

Thus, the results confirm that sucrose supplementation is an effective factor of metabolic activation, contributing to the accumulation of free amino acids and enhancing the nutritional value of germinated mung bean seeds.

The practical significance of this study lies in the fact that the obtained data can be applied in the development of functional food products, including instant amino acid - enriched beverages and specialized food ingredients. This makes sucrose-assisted germination a promising direction for the food industry and dietetics.

REFERENCES

1. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. (2023). The State of Food Security and Nutrition in the World 2023: Urbanization, Agrifood Systems Transformation and Healthy Diets across the Rural–Urban Continuum. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/cd1254en>
2. Aitbaev, T.E. (2023). Mung Bean — a Promising Crop for Kazakhstan. *AgroMart*, February 23, 2023. Accessed July 24, 2025. <https://agro-mart.kz/mash-perspektivnaya-kultura-dlya-kazahstana/>
3. Day, L., Cakebread, J.A., Loveday, S.M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 428–442. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.020>
4. Hadidi, M., Hossienpour, Y., Nooshkam, M., Mahfouzi, M., Gharagozlou, M., Aliakbari, F.S., Aghababaei, F., McClements, D.J. (2024). Green Leaf Proteins: A Sustainable Source of Edible Plant-Based Proteins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(29), 10855–1072. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2229436>
5. Tarahi, M. (2024). The Potential Application of Mung Bean (*L.*) Protein in Plant-Based Food Analogs: A Review. *Legume Science*, 6(4), e70011. <https://doi.org/10.1002/leg3.70011>
6. Yang, R., Zhu, L., Meng, D., Wang, Q., Zhou, K., Wang, Z., Zhou, Z. (2022). Proteins from Leguminous Plants: From Structure, Property to the Function in Encapsulation/Binding and Delivery of Bioactive Compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(19), 5203–5223. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1883545>
7. Yutharaksanukul, P., Tangpromphan, P., Tunsagool, P., Sae-tan, S., Nitisinprasert, S., Somnuk, S., Nakphaichit, M., Pusuntisumpun, N., Wanikorn, B. (2024). Effects of Purified Vitexin and Iso-Vitexin from Mung Bean Seed Coat on Antihyperglycemic Activity and Gut Microbiota in Overweight Individuals' Modulation. *Nutrients*, 16(17), 3017. <https://doi.org/10.3390/nu16173017>
8. Liang, Z., Sun, J., Yang, S., Wen, R., Liu, L., Du, P., Li, C., Zhang, G. (2022). Fermentation of Mung Bean Milk by *Lactococcus Lactis*: Focus on the Physicochemical Properties, Antioxidant Capacities and Sensory Evaluation. *Food Bioscience*, 48, 101798. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101798>
9. Wu, H., Rui, X., Li, W., Chen, X., Jiang, M., Dong, M. (2015). Mung Bean (*Vigna radiata*) as Probiotic Food through Fermentation with *Lactobacillus plantarum* B1-6. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 445–451. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.011>
10. Kuo, T.M., Doehlert, D.C., Crawford, C.G. (1990). Sugar Metabolism in Germinating Soybean Seeds: Evidence for the Sorbitol Pathway in Soybean Axes. *Plant Physiology*, 93(4), 1514–1520. <https://doi.org/10.1104/pp.93.4.1514>
11. Lyu, H., Hernalsteens, S., Cong, H., Quek, S.-Y., Chen, X.D. (2024). Solid State Fermentation of Mung Beans by *Bacillus subtilis* Subsp. *Natto* on Static, Shaking Flask and Soft Elastic Tubular Reactors. *Food Science and Technology International*, 30(7), 623–635. <https://doi.org/10.1177/10820132231162167>
12. Onwurafor, E.U., Onweluzo, J.C., Ezeoke, A.M. (2014). Effect of Fermentation Methods on Chemical and Microbial Properties of Mung Bean (*Vigna radiata*) Flour. *Nigerian Food Journal*, 32(1), 89–96. [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30100-4](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30100-4)
13. Elhalis, H., See, X.Y., Osen, R., Chin, X.H., Chow, Y. (2023). Significance of Fermentation in Plant-Based Meat Analogs: A Critical Review of Nutrition, and Safety-Related Aspects. *Foods*, 12(17), 3222. <https://doi.org/10.3390/foods12173222>
14. Makenova, A., Mussayeva, S. (2025). Amino acid profiles of sprouted mung bean (*Vigna radiata*) under fermentation conditions. *Zenodo*, March 27, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15094675>
15. Słowik-Borowiec, M., Zdeb, G., Kuras, W., Książektreła, P. (2022). Influence of *Bacillus subtilis* Fermentation on Content of Selected Macronutrients in Seeds and Beans. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 26(1), 123–138. <https://doi.org/10.2478/auaft-2022-0010>
16. Weiwei, L., Mengqian, D., Xinyuan, L., Guoying, Z., Jianya, L. (2022). Effects on Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant Properties, and Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activity of Beans by Solid-State Fermentation with *Cordyceps militaris*. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 477–491. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2048009>
17. Yuqi, X., Chen, J., Lei, W., Yuwen, W., Fei, X. (2024). Exploring the Flavor Changes in Mung Bean Flour through *Lactobacillus* Fermentation: Insights from Volatile Compounds and Non-Targeted Metabolomics Analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(12), 7238–7248. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13545>

ҚОНАҚЖҮГЕРІ ЕНГІЗІЛГЕН БОРДАҚЫЛАЙТЫН ЖАС ІРІ ҚАРАҒА АРНАЛҒАН ҚҰРАМА ЖЕМ РЕЦЕПТЕРІН ЖАСАУ

А. Е. ӘБИТБЕК *, С.Т. ЖИЕНБАЕВА , Л. ЖОЛБОЛДЫ , А.А. КЕРИМБАЕВА 

(«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: abitbek.ainur11@gmail.com*

Мақалада бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жем құрамындағы кең қолданылатын жемдік жүгерінің орнына қуаңшылыққа төзімді жергілікті жемдік қонақжүгеріні енгізу қарастырылды. Қазақстан Республикасында ауыл шаруашылығы өндірісін әртараптандыру және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету жағдайында мал азықтық дәнді дақылдарды өсіруді дамытудың әлеуеті зор. Қазақстандағы қонақжүгері нарығы қарқынды дамып келеді, бұл аграрлық сектор тарапынан өсіп келе жатқан қызығушылықпен сипатталады. Климатты және егіс алқаптарының ұлғаюын ескере отырып, қонақжүгері дәстүрлі дәнді дақылдарға тартымды баламаға айналууда. Қазақстанның дәнді және қантты қонақжүгері сорттарын және шетелдік селекцияны зерттеу негізінде олардың негізгі экономикалық құнды белгілеріне баға берілді. Қонақжүгерінің «Волжское 51» және «Сажен» сорттары жоғары өнімділігімен, сабағының шырынындағы қанттың максималды мөлшерімен, сондай-ақ құрғақ зат пен дәннің мол өнімімен ерекшеленеді. Бұл сорттарды ғылыми мекемелер (селекциялық орталықтар) селекцияда жаңа сортты құрудың бас нысандары ретінде пайдаланады және Солтүстік Қазақстан облысының агроқұрылымдары мен шаруа қожалықтарына ұсынады. Әдебиет деректері қонақжүгерінің қуаңшылыққа төзімді, қоректік құндылығының жоғары екендігін және басқа азық түрлерін алмастыра алатындығын, мал шаруашылығын дамытуға ықпал ететіндігін көрсетеді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері әртүрлі аудандарда өнімділігі жоғары қонақжүгері сорттарын пайдаланудың кең перспективасын көрсетеді. Бордақылайтын жас ірі қараға арналған тәжірибе құрама жеміндегі жемдік жүгеріні 25%, 50%, 75% және 100% қонақжүгерімен алмастыру рецепті есептеу нәтижесі 100 кг жемдегі жемдік бірлік көрсеткіші тәжірибе үлгілерінде бақылаумен салыстырғанда төмендегенін, алайда норма талабына сай екендігін, ал шикі протеин мөлшерінің бақылау нұсқасымен салыстырғанда тәжірибе топтарында жоғарылағаны байқалды.

Негізгі сөздер: құрама жем, рецепт, құмай, жас ірі қара, химиялық құрам.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТОВ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ОТКОРМА МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРГО

А. Е. АБИТБЕК*, С.Т. ЖИЕНБАЕВА, Л. ЖОЛБОЛДЫ, А.А. КЕРИМБАЕВА

(АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора корреспондента: abitbek.ainur11@gmail.com*

В статье рассматривается внедрение засухоустойчивой местной кормовой сорги в качестве замены широко используемой кормовой кукурузы в составе комбикормов для молодняка откормочного скота. В контексте диверсификации сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной безопасности в Республике Казахстан существует большой потенциал для развития кормовых зерновых культур. Рынок кормовой сорги в Казахстане развивается быстрыми темпами, что характеризуется растущим интересом со стороны сельскохозяйственного сектора. С учетом климата и увеличения пахотных земель кормовая кукуруза становится привлекательной альтернативой традиционным зерновым культурам. На основе изучения зерновых и сахарных сортов казахстанской и зарубежной селекции была проведена оценка их основных экономических характеристик. Сорта кормовой сорги «Волжское 51» и «Сажен» отличаются высокой продуктивностью, максимальным содержанием сахара в соке стебля, а также высокой урожайностью сухого вещества и зерна. Эти сорта используются научными учреждениями (селекционными центрами) в качестве основных объектов создания новых сортов в селекции и предлагаются сельскохозяйственным структурам и хозяйствам Северо-Казахстанской области. Литературные данные свидетельствуют о том, что сорго засухоустойчиво, обладает высокой

питательной ценностью и может заменять другие виды кормов, способствуя развитию животноводства. Результаты проведенных исследований указывают на широкие перспективы использования высокоурожайных сортов сорго в различных регионах. Результаты расчета рецептуры замены кукурузы на сорго на 25%, 50%, 75% и 100% в экспериментальном комбикорме для молодняка на откорм показали, что показатель кормовой единицы на 100 кг корма в экспериментальных образцах снизился по сравнению с контрольной группой, но соответствовал норме, а количество сырого протеина увеличилось в экспериментальных группах по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: комбикорм, рецепт, сорго, молодняк крупного рогатого скота, химический состав.

DEVELOPMENT OF RECIPES FOR COMBINED FEED FOR FEEDING YOUNG CATTLE USING SORGO

A.E. ABITBEK *, S.T. ZHIENBAEVA, L. ZHOLBOLDY, A.A. KERIMBAEVA

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

Correspondent author email: abitbek.ainur11@gmail.com*

The article discusses the introduction of drought-resistant local feed sorghum as a substitute for widely used feed corn in compound feed for young fattening cattle. In the context of diversifying agricultural production and ensuring food security in Kazakhstan Republic, there is great potential for the development of feed grain crops. The feed sorghum market in Kazakhstan is developing rapidly, which is characterized by growing interest from the agricultural sector. Given the climate and the increase in arable land, feed corn is becoming an attractive alternative to traditional grain crops. Based on a study of grain and sugar varieties selected in Kazakhstan and abroad, an assessment of their main economic characteristics was carried out. The feed sorghum varieties "Volzhskoe 51" and "Sazhen" are distinguished by high productivity, maximum sugar content in the stem juice, as well as high dry matter and grain yields. These varieties are used by scientific institutions (breeding centers) as the main objects for creating new varieties in breeding and are offered to agricultural structures and farms in the North Kazakhstan region. Literature data indicate that sorghum is drought-resistant, has high nutritional value, and can replace other types of feed, contributing to the development of animal husbandry. The results of studies indicate broad prospects for the use of high-yielding sorghum varieties in various regions. The results of calculating the recipe for replacing corn with sorghum by 25%, 50%, 75%, and 100% in experimental compound feed for young animals for fattening showed that the feed unit index per 100 kg of feed in the experimental samples decreased compared to the control group but corresponded to the norm, and the amount of crude protein increased in the experimental groups compared to the control group.

Keywords: compound feed, recipe, sorghum, young cattle, chemical composition.

Kіpіcne

Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігі мен агроөнеркәсіп кешенін дамыту – елдің стратегиялық басымдығы. Әлемдегі нарықтағы баға тұрақсыздығы, климаттың өзгеруі және логистикалық қиындықтар жағдайында Қазақстанның өз өнімдерімен толық қамтамасыз етілуі аса маңызды.

Ауыл шаруашылығы – стратегиялық маңызы бар экономикамыздың маңызды саласына жататындығын, ауыл шаруашылығының алға басуы – бұл ауылдың, аймақтың, жалпы еліміздің дамуы екендігін Еліміздің Президенті Қасым-Жомарт Кемелұлы Тоқаев атап өтті [1].

Елімізде ауыл шаруашылығы өндірісін әртараптандыру және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету жағдайында мал азықтық дәнді дақылдарды өсіруді дамытудың әлеуеті зор.

Қазақстанда 2024 жылдың 1 қараша-сындағы жағдай бойынша мал мен құс саны өткен жылмен салыстырғанда өсті: ірі қара – 8,2 млн. басқа дейін (120,6%), оның ішінде сиыр – 4,4 млн. басқа дейін, (123,3%), жылқы – 4,1 млн. басқа дейін (104,9%), түйе – 2,8 млн. басқа дейін (104,7%) өсті [2].

Қонақжүгері (құмай) — құрғақшылыққа төзімді және әлемнің кез келген аймағында өндіруге болатын дәнді дақыл.

Құмайды 85-90 күндік кезінде жинауға болады. Құмайдың қоректік құндылығы жоғары, ол басқа азық түрлерін алмастыра алады.

Бұл дақылдарға деген сұраныс мал шаруашылығын дамытуға ықпал етеді.

Қазақстанның агроөнеркәсіп кешені соңғы жылдары жақсы нәтижеге қол жеткізуде: 2024 жылы шаруалар дәнді дақылдардан жақсы өнім

жинап, көлемі бойынша 2011 жылғы өнімнен кейін екінші орында тұр. Дегенмен, саланың алдында астыққа сұраныстың шектелуі және соның салдарынан бағасының төмендеуі міндеттері тұр, бұл алдағы жылдарда ауыл шаруашылығы саласының тұрақтылығы мен дамуы тәуелді болатын егістік алқаптарын эртаратандыру және жуық арада терең өңдеуді дамытуды талап етеді, бұл аграрлық сектордың тұрақтылығына және ары қарай дамуына ықпал етеді.

Соңғы жылдары бидай бағасы айтарлықтай төмендеді және тіпті аймақ пен шаруашылыққа байланысты өнімнің өзіндік құнынан төмен болуы мүмкін, бұл Қазақстандық фермерлер үшін елеулі қиындықтар туғызып, олардың қаржылық тұрақтылығына нұқсан келтіреді.

2024 жылы республикадағы барлық ауыл шаруашылығы дақылдарының жалпы егістік көлемі 23 миллион гектардан асты. Бұл аумақты үш негізгі топқа бөлуге болады – дәнді дақылдар (70%), майлы дақылдар (13%) және мал азықтық дақылдар (13%). Астық тобы 96% бидай мен арпадан тұрады, сәйкесінше 82% және 14% үлесі бар, ал майлы дақылдарда күнбағыс және зығыр дақылдары басым [3].

Қазақстанда қонақжүгеріні (құмайды) мал шаруашылығында да, тамақ өнеркәсібінде де пайдалану мүмкіндігі зор. Қонақжүгеріні мал азықтық дақыл ретінде, әсіресе мал бордақылау үшін, ал дәнді дақыл ретінде азық-түлік өнімдеріне пайдалануға болады. Қонақжүгерінің жоғары өнімділігі, құрғақшылық жағдайына төтеп беру қабілеті және жоғары тағамдық құндылығы оны фермерлер үшін тартымды нұсқаға айналдырады.

Қазақстанның дәнді және қантты қонақжүгері сорттарын және шетелдік селекцияны зерттеу негізінде олардың негізгі экономикалық құнды белгілеріне баға берілді. Қонақжүгерінің «Волжское 51» және «Сажен» сорттары жоғары өнімділігімен, сабағының шырынындағы қанттың максималды мөлшерімен, сондай-ақ құрғақ зат пен дәннің мол өнімімен ерекшеленеді. Бұл сорттарды ғылыми мекемелер (селекциялық орталықтар) селекцияда жаңа сортты құрудың бас нысандары ретінде пайдаланады және Солтүстік Қазақстан облысының агроқұрылымдары мен шаруа қожалықтарына ұсынады.

Ауыл шаруашылығы экономиканың маңызды салаларының бірі болып табылады. Бүгінде халықтың 37 пайыздан астамы ауылдық жерлерде тұрады, ал ауыл шаруашылығы өндірісінің даму деңгейі Қазақстандықтардың

көпшілігінің әл-ауқатына тікелей әсер етеді. Елдің кең аумағы мен қомақты ресурстарының арқасында орасан зор әлеует бар. Мемлекет жеңілдетілген қаржыландыру және субсидиялар беру арқылы аграрлық секторды белсенді түрде қолдайды, сонымен қатар ауыл шаруашылығы техникасының өндірісі мен лизингі көлемінің өсуін ынталандырады. Осының нәтижесінде биыл ел диқандары рекордтық астық өнімін алды[5].

2018 жылы Қазақстан Республикасы территориясында қолдануға рұқсат етілген «Славянское поле 591», «Славянское поле 18» қонақжүгері гибридтері Бүкілресейлік құмай және қытайбұршақ селекциялық жетістіктердің мемлекеттік тізіміне енгізілді.

Дүние жүзінің ғалымдары мен практиктері жаһандық климаттың жылынуы жағдайында бұл дақылдың егіс алқаптарын кеңейтудің орындылығын бірауыздан мойындайды, ең алдымен, мұндай жағдайларда құмай өзінің биологиялық қасиеттеріне байланысты дәнді дақылдардың және жасыл массаның жоғары өнімін қалыптастыруға қабілетті. Сонымен қатар құмай дәні көмірсуларға, белоктарға, аминқышқылдарына, каротинге, минералды заттар мен таниндерге, витаминдерге бай, олар адамның тамақтануында ғана емес, жануарлардың, құстардың және балықтардың өнімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады.

Жем-шөп өндірісі саласында да үлкен өзгерістер мен басымдықтардың өзгеруі болуы мүмкін: құмай жүгеріні айтарлықтай ығыстырып, негізгі дақылдардың біріне айналуы мүмкін [6].

Қазақстанның дәнді және қантты қонақжүгері сорттарын және шетелдік селекцияны зерттеу негізінде олардың негізгі экономикалық құнды белгілеріне баға берілді. Қонақжүгерінің «Волжское 51» және «Сажен» сорттары жоғары өнімділігімен, сабағының шырынындағы қанттың максималды мөлшерімен, сондай-ақ құрғақ зат пен дәннің мол өнімімен ерекшеленеді. Бұл сорттарды ғылыми мекемелер (селекциялық орталықтар) селекцияда жаңа сортты құрудың бас нысандары ретінде пайдаланады және Солтүстік Қазақстан облысының агроқұрылымдары мен шаруа қожалықтарына ұсынады.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері әртүрлі аудандарда өнімділігі жоғары қонақжүгері сорттарын пайдаланудың кең перспективасын көрсетеді [7,8].

АҚШ-да ауылшаруашылығы малдарының рационы негізінен жүгері және оның жанама өнімдерінен тұрады. Жүгері жанама өнімдері мал ағзасына тез сіңеді, басқа құрауыштармен бірге

оптималды өнімділік деңгейіне жетуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар жүгері мал рационында энергияның негізгі көзі болып табылады: энергияның көп мөлшері крахмалда және аздаған мөлшері майда сақталады [9].

Мал шаруашылығы өнімдерін тиімді пайдалану, еттік бағыттағы мал түрлерін өсіруді жетілдіру, табыстылығын жоғарылату малды азықтандыру сапасына және жемдік қорға байланысты.

Қоректік заттары, дәрумендері, макро-және микроэлементтері бойынша толық теңестірілген азықпен малды азықтандыру өміршеңдігі жоғары мал тұқымын алуға ықпал етеді [10].

Сүттің сапасы мен бұзау басын сақтау үшін табиғи энтеросорбенттерді қолданудың тиімділігі көптеген ғалымдардың еңбегінде дәлелденген [11].

Бұзаулардың сүтті өсіру кезеңінде сүт алмастырғыштар Формулак пен Logas сүт стандартын пайдаланатын бақылау және тәжірибе топтарындағы бұзаулардың тірі салмағы бірдей дерлік болды. Алайда, Logas сүт стандартының сүт алмастырғыштарының құны біршама төмен болғанын ескере отырып, алмастырылатын жас малдарды сату кезінде басына шаққандағы қосымша пайдамен көрсетілген экономикалық тиімділік байқалды [12].

Ірі қара малға арналған құрама жем стандарт талаптарына сәйкес болуы керек және құрама жем өнеркәсібінің өнімдерін өндірудің технологиялық процестерін ұйымдастыру және жүргізу ережелеріне немесе мемлекеттің аумағында қолданыстағы ветеринариялық-санитариялық ережелерді сақтай отырып, технологиялық регламенттерге (нұсқауларға) сәйкес сусымалы, түйіршіктелген және бри-кеттелген түрде шығарылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны – Қазақ топырақтану ғылыми-зерттеу институтынан алынған «Қазақстанская-20» қонақжүгері сұрыпы.

Эксперименттік зерттеулер АТУ АҚ «Оқу-ғылыми Құрама жем орталығында», АТУ «Тағам қауіпсіздігі» аккредителген зертханасында жүргізілді.

Зерттеу әдістері:

Шикі протеин мөлшері МЕМСТ 13496.4-

93 бойынша [13];

Шикі клетчатка мөлшері МЕМСТ 13496.2-93 бойынша [14];

Шикі май мөлшері МЕМСТ 13496.15-97 бойынша анықталды [15];

Рецептерді есептеу ААҚ «Бүкілресейлік құрама жем ғылыми-зерттеу институтының» ұсынған Методикалық нұсқауы бойынша құрастырылды [16].

Нәтижелер және оларды талқылау

Жемдік дәнді дақылдар негізінде жас ірі қараға арналған құрама жем рецепін құрастыру

Құрама жем өндірісінде рецепті есептеу маңызды кезең болып табылады. Есептеу кезінде дұрыс нормативтік қор, есептеу техникасының құралдарын дұрыс үйлестіре білу кәсіпорынға жоғары экономикалық тиімділік әкеледі.

Құрама жемнің сапасы қолданылып жүрген мемлекеттік стандарттың нормасы мен талаптарына сай болуы керек. Құрама жем өндірісінде әртүрлі шикізат түрлерін тиімді пайдалану үшін қолданылып жүрген рецептегі құрауышты қоректік заттарының мөлшері бойынша ұқсас басқа құрауышпен алмастырып, ары қарай қоректілігі мен құны бойынша оптимизациялау қарастырылған [13].

Осы талаптарды басшылыққа алып бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жем рецептері құрастырылды (2-кесте).

Бақылау рецепі ретінде БҚЖҒЗИ (Бүкіл-одақтық құрама жем ғылыми-зерттеу институты) әзірлеген жас ірі қараға арналған К-К-65-2К құрама жем рецепі алынды [14].

МЕМСТ 9268-2015 талабы бойынша 12 айдан 18 айға дейінгі бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жемнің жемдік құндылығына қойылатын талаптар: жемдік бірлігі – 85 кем емес; шикі протеиннің массалық үлесі – 15,0-17,0% кем емес; шикі майдың үлесі – 2,5% кем емес, шикі клетчатка мөлшері – 10,0% аспауы керек; кальцийдің массалық үлесі – 0,3-1,5 %, фосфор – 0,5-1,5%, натрий – 0,2-0,8%. [15].

Құрама жемге қойылатын негізгі талап оның құрамының қоректік көрсеткіштеріне сәйкес келуі болып табылады. Бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жемнің қоректілігі 1-кестеде берілген.

Кесте 1. Бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жемнің қоректілігі

Көрсеткіштер	Бордақылайтын жас ірі қара малға арналған құрама жемнің қоректілігі
100 кг-дағы жемдік бірлік, кем емес	85
Шикі протеин,% кем емес	16,0
Шикі клетчатка, % көп емес	10,0
Шикі май, % кем емес	2,5

12 айдан 18 айға дейінгі жас ірі қара малды бордақылау үшін қоректік заттармен және витаминді-минералды қоспалармен байытылған құрама жемді пайдалану ұсынылады. Оңтайлы құрамға ұсақталған жүгері, арпа, бидай кебегі, күнбағыс ұны, шөп ұны, тұз бен бор кіруі мүмкін. Жануарлардың дұрыс өсуі мен дамуын қамтамасыз ету үшін құрауыштарды құрама жемге енгізудің ұсынылған нормаларын сақтау маңызды.

12 айдан 18 айға дейінгі қорада өсірілетін жас ірі қараға арналған құрама жемге құрау-

ыштарды енгізудің максималды нормасы бойынша құрама жемге жүгеріні 50% дейін, арпаны 70% дейін, құмайды 20% дейін, бидай кебегін 40% дейін енгізуге болады.

Бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жем құрамындағы кең қолданылатын жемдік жүгерінің орнына жемдік қонақжүгеріні енгізу қарастырылды, ол үшін жүгері мен қонақжүгерінің химиялық құрамы салыстырылды. АТУ зертханасында жүгері мен қонақжүгерінің химиялық құрамы анықталды(2-кесте).

Кесте 2. Дәнді дақылдардың химиялық құрамы

Дәнді дақылдар	Шикі протеин	Шикі май	Шикі клетчатка	Шикі күл
Жүгері	9,0	4,0	2,0	1,30
Қонақжүгері	10,91	4,22	3,31	1,60

2-кестеде берілген жүгері мен қонақжүгерінің химиялық құрамын салыстыру нәтижесі шикі протеин мөлшері қонақжүгеріде жүгеріге қарағанда 28,35% көп екендігі, шикі май мөлшері 5,5% көп екендігі, шикі клетчатка

мөлшері 65,5% көп екендігін көрсетті [16].

3-кестеде бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жемнің бақылау рецепі мен жүгеріні қонақжүгерімен алмастырған тәжірибе рецептері берілген.

Кесте 3. Жас ірі қараға арналған құмай енгізілген құрама жем рецептері

Құрауыштар	% масса бойынша				
	№ 1-бақылау рецепі	№ 2 тәжірибе-жүгері 25% құмаймен алмастырыл-ған	№ 3 тәжірибе-жүгері 50% құмаймен алмастырыл-ған	№ 4 тәжірибе-жүгері 75% құмаймен алмастырыл-ған	№ 5 тәжірибе-жүгері 100% құмаймен алмастырыл-ған
Жемдік арпа	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Жемдік жүгері	25,0	18,75	12,50	6,25	-
Қонақжүгері	-	6,25	12,50	18,75	25,0
Бидай кебегі	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Қытайбұршақ шроты	25	25	25	25	25
Жемдік шөп ұны	22	22	22	22	22
Үшкальций фосфаты	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Бор	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Тұз	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
П-60-3 премиксі	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Барлығы, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
100 кг жемдегі жемдік бірлік, ж.б.	100,46	100,02	99,6	99,24	98,75
Шикі протеин, %	19,4	19,55	19,7	19,85	20,0
Шикі клетчатка,%	10,39	12,72	13,05	13,38	13,70

3-кестеде көрсетілген бордақылайтын жас ірі қараға арналған тәжірибе құрама жеміндегі жемдік жүгеріні 25%, 50%, 75% және 100% қонақжүгерімен алмастыру рецебін есептеу нәтижесі 100 кг жемдегі жемдік бірлік көрсеткіші тәжірибе үлгілерінде бақылаумен салыстырғанда төмендегенін, алайда норма талабына сай екендігін, ал шикі протеин мөлшерінің бақылау нұсқасымен салыстырғанда тәжірибе топтарында жоғарылағаны байқалды.

Ал қонақжүгері енгізілген топтарда шикі клетчатка мөлшерінің жоғарылауы байқалды, яғни бақылау рецебімен салыстырғанда тәжірибе топтарында 25% енгізілген топта 22,4% жоғары болса, 50% енгізілген топта 25,6%, 75% енгізілген топта 28,7% болса, 100% енгізілген топта 31,8% жоғары болды.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері 25% қонақжүгеріні енгізілген бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жем рецебінде клетчатка мөлшерінің аз сақталуына байланысты бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жем рецебтерін құрастыруда қонақжүгеріні 25% қолдануға болатындығы айқындалып және қонақжүгерінің сіңімділігін жоғарылату үшін жылумен өңдеу әдістерін қолдану қарастырылды.

Бордақылайтын жас ірі қараға құрама жем рецебтері құрастырылды. Рецебт құрамына жүгерінің орнына қонақжүгеріні 25% енгізуде шикі клетчатка мөлшерінің төмен болуына байланысты осы нұсқа тиімді болып табылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қ.Тоқаев «Прогресс сельского хозяйства - развитие всей страны». Сельскохозяйственный журнал «АгроИнфо» <https://agroinfo.kz/progress-selskogo-hozyajstva-razvitie-vsej-strany> (дата обращения: 18.12.2025г.)

2. По данным Агентство АПК Казахстана. Новости Ассоциации переработчиков масличных культур <https://www.apk-inform.com/ru/news/1552999> (дата обращения: 28.02.2026 г.)

3. Анализ рынка сорго в Казахстане - 2026. Показатели и прогнозы <https://tebiz.ru/mi/analiz-rynka-sorgo-v-kazahstane> (дата обращения: 28.02.2025 г.)

4. Итоги года: в 2024 году в Казахстане получен рекордный урожай зерна — 26,7 млн тонн <https://agrosektor.kz/agriculture-news/itogi-goda-v-2024-godu-v-kazahstane-poluchen-rekordnyj-urozhaj-zerna-26-7-mln-tonn.html> (дата обращения: 18.12.2025 г.)

5. Сорго: новая жизнь культуры /Аграрный сектор.№4 (46), декабрь 2020 - январь 2021. <https://agrosektor.kz/agricultural-technologies/sorgo-nova-ya-zhizn-kultury.html> (дата обращения: 18.12.2025 г.)

6. Богапов И.М., Кибальник О.П., Мемешов С.К., Сагалбеков У.М. Продуктивность и вегета-

ционный период кормового сорго в зависимости от гидротермических условий Северного Казахстана.

/Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РОСНИИСК «РОССОРГО» – Саратов, 2021. – С. 51-60.

7. Богапов И.М., Мемешов С.К., Костиков И.Ф., Кибальник О.П. Важнейшие аспекты агроклиматического районирования сахарного сорго силосного назначения в сопочноравнинной степи Северного Казахстана / И.М. Богапов, С.К. Мемешов, И.Ф. Костиков, О.П. Кибальник //3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. – 2023. – №1. – С.96-103.

8. Донник И.М., Неверова О.П., Горелик О.В. Качество молозива и сохранность телят в условиях использования природных энтеросорбентов // [Аграрный вестник Урала, 2016.— № 149(7).—С. 4-8.

9. Хайнацкий, В. Ю. Значение кормления при разведении скота мясных пород / В. Ю. Хайнацкий, О. А. Чернов, А. П. Искандерова // Вестник мясного скотоводства. — 2016. — № 1 (93). — С. 74–79.

10. Донник И.М., Неверова О.П., Горелик О.В. Качество молозива и сохранность телят в условиях использования природных энтеросорбентов // Аграрный вестник Урала, 2016.— № 149(7).— С. 4-8.

11. Мошкина С.В., Гагарина О.Ю. Правильное выращивание молодняка молочного скота – залог продуктивного долголетия животных // Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Дубровицы, 2015. — С. 12-15.

12. Щербакова О., Королева Н. Оптимизация рецептов на комбикормовом предприятии // Комбикорма. – 2005. - № 8. - С.50-51.

13. Методические рекомендации для расчета рецептов комбикормовой продукции.-М.: ОАО «ВНИИКП», 2003.-149с.

14. ГОСТ 9268-2015. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота.Технические условия.- Введ.2017-01-01.-М.,Стандартинформ.2016.-13с.

15. Әбітбек А.Е., Жиенбаева С.Т., Аскарбеков Э.Б., Нургожина Ж.К. Жемдік дәнді дақылдардың жаңа сұрыптарын ірі қараға арналған құрама жем өндірісінде тиімді қолдану//АТУ Хабаршысы.2025. — №1.-Б.70-76. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-70-76>

REFERENCES

1. Tokayev K. Progress sel'skogo khozyaystva – razvitie vsei strany [Progress of agriculture – development of the whole country] // AgroInfo. URL: <https://agroinfo.kz/progress-selskogo-hozyajstva-razvitie-vsej-strany> (accessed: 18.12.2025). (in Russian)

2. Agentstvo APK Kazakhstana. Novosti Assotsiatsii pererabotchikov maslichnykh kul'tur [News of the Oilseed Processors Association] // APK-Inform. URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1552999> (accessed: 28.02.2026). (in Russian)

3. Analiz rynka sorgo v Kazakhstane – 2026. Pokazateli i prognozy [Sorghum market analysis in Kazakhstan – 2026. Indicators and forecasts]. URL: <https://tebiz.ru/mi/analiz-rynka-sorgo-v-kazakhstane> (accessed: 28.02.2025). (in Russian)
4. Itogi goda: v 2024 godu v Kazakhstane poluchen rekordnyi urozhai zerna – 26,7 mln tonn [Year results: in 2024 Kazakhstan harvested a record 26.7 million tons of grain] // Agrosektor. URL: <https://agrosektor.kz/agriculture-news/itogi-goda-v-2024-godu-v-kazakhstane-poluchen-rekordnyj-urozhaj-zerna-26-7-mln-tonn.html> (accessed: 18.12.2025). (in Russian)
5. Sorgo: novaya zhizn' kul'tury [Sorghum: a new life of the crop] // Agrarnyi sektor. – 2020. – № 4(46), dekabr' 2020 – yanvar' 2021. URL: <https://agrosektor.kz/agricultural-technologies/sorgo-novaya-zhizn-kul'turyhtml> (accessed: 18.12.2025). (in Russian)
6. Bogapov I. M., Kibal'nik O. P., Memeshov S. K., Sagalbekov U. M. Produktivnost' i vegetatsionnyi period kormovogo sorgo v zavisimosti ot gidro-termicheskikh uslovii Severnogo Kazakhstana [Productivity and vegetation period of forage sorghum depending on hydrothermal conditions of Northern Kazakhstan] // Sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 35-letiyu FGBNU ROSNIISK “ROSSORGO”. – Saratov, 2021. – P. 51–60. (in Russian)
7. Bogapov I. M., Memeshov S. K., Kostikov I. F., Kibal'nik O. P. Vazhneishie aspekty agroklimati-cheskogo rayonirovaniya sakharnogo sorgo silosnogo naznacheniya v sopochno-ravninnoi stepi Severnogo Kazakhstana [Key aspects of agroclimatic zoning of silage sweet sorghum in the hilly plain steppe of Northern Kazakhstan] // 3i: Intellect, Idea, Innovation – Intellect, ideya, innovatsiya. – 2023. – № 1. – P. 96–103. (in Russian)
8. Donnik I. M., Neverova O. P., Gorelik O. V. Kachestvo moloziva i sokhrannost' telyat v usloviyakh ispol'zovaniya prirodnykh enterosorbentov [Colostrum quality and calf survival when using natural enterosorbents] // Agrarnyi vestnik Urala. – 2016. – № 149(7). – P. 4–8. (in Russian)
9. Khainatskii V. Yu., Chernov O. A., Iskanderova A. P. Znachenie kormleniya pri razvedenii skota myasnykh porod [The importance of feeding in breeding beef cattle] // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2016. – № 1(93). – P. 74–79. (in Russian)
10. Donnik I. M., Neverova O. P., Gorelik O. V. Kachestvo moloziva i sokhrannost' telyat v usloviyakh ispol'zovaniya prirodnykh enterosorbentov [Colostrum quality and calf survival under the conditions of using natural enterosorbents] // Agrarnyi vestnik Urala. – 2016. – № 149(7). – P. 4–8. (in Russian)
11. Moshkina S. V., Gagarina O. Yu. Pravil'noe vyrashchivanie molodnyaka molochnogo skota – zalog produktivnogo dolgoletiya zhivotnykh [Proper rearing of dairy young stock as a basis for productive longevity] // Puti prodleniya produktivnoi zhizni molochnykh korov na osnove optimizatsii razvedeniya, tekhnologii sodержaniya i kormleniya zhivotnykh: Materialy mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf. – Dubrovitsy, 2015. – P. 12–15. (in Russian)
12. Shcherbakova O., Koroleva N. Optimizatsiya retseptov na kombikormovom predpriyatii [Optimization of feed formulations at a compound feed enterprise] // Kombikorma. – 2005. – № 8. – P. 50–51. (in Russian)
13. Metodicheskie rekomendatsii dlya rascheta retseptov kombikormovoi produktsii [Methodological recommendations for calculating compound feed formulations]. – Moscow: OAO “VNIIPK”, 2003. – 149 p. (in Russian)
14. GOST 9268-2015. Kombikorma-kontsentraty dlya krupnogo rogatogo skota. Tekhnicheskie usloviya [Compound feed concentrates for cattle. Specifications]. – Moscow: Standartinform, 2016. – 13 p. (in Russian)
15. Abitbek A. E., Zhiembayeva S. T., Askarbekov E. B., Nurgozhina Zh. K. Zhemdik dandi dakildardyn zhana suryptaryn iri karağa arnalğan qurama zhem ondirisinde tiimdi qoldanu [Efficient use of new feed grain varieties in compound feed production for cattle] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2025. – № 1. – P. 70–76. DOI: 10.48184/2304-568X-2025-1-70-76. (in Kazakh)

IMPROVING THE QUALITY AND SAFETY OF MEAT PRODUCTS THROUGH DIGITAL CONTROL OF STORAGE CONDITIONS

M.K. ALIMARDANOVA , M.S. SERIKKYZY *, A.N. KURMANALI ,
S.H.A. ABZHANOVA , L.K. BAIBOLOVA 

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

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

With increasing demands on the quality and safety of meat products, it is becoming urgent to find solutions that combine functional additives and modern storage technologies. The present study aims to assess the impact of digital control of storage conditions and the addition of a vegetable component on the quality and microbiological stability of national meat products. The object of the study was products made according to the same formulation: in one group, a standard formula was used, in the second— an additional herbal component with potential antioxidant properties was introduced. Each group was stored for 30 days in two modes: The Dixell XWEB300 system is digitally controlled and in traditional conditions without automated monitoring. The comprehensive analysis included the determination of physico-chemical parameters (acid number, peroxide number, TBARS), microbiological parameters and organoleptic assessment. The results showed that the best preservation indicators were demonstrated by samples with a plant component stored under digital monitoring conditions: they were characterized by more stable organoleptic properties, lower oxidation rates, and stable microbiological characteristics. Thus the combination of functional ingredients with digital storage control provides a synergistic effect in improving the quality and safety of meat products.

Keywords: digital monitoring, national meat products, storage, vegetable component, quality, safety.

САҚТАУ ШАРТТАРЫН ЦИФРЛЫҚ БАҚЫЛАУ АРҚЫЛЫ ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ

М.К. АЛИМАРДАНОВА, М.С. СЕРИККЫЗЫ*, А.Н. ҚҰРМАНӘЛІ,
Ш.А. АБЖАНОВА, Л.К. БАЙБОЛОВА

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би к-сі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: mira.serikkyzy@mail.ru*

Ет өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды күшейту жағдайында функционалды қоспалар мен заманауи сақтау технологияларын біріктіретін шешімдерді іздеу өзекті болып табылады. Осы зерттеу Өсімдік компонентін сақтау және қосу жағдайларын цифрлық бақылаудың ұлттық ет өнімдерінің сапасы мен микробиологиялық тұрақтылығына әсерін бағалауға бағытталған. Зерттеу нысаны сол формула бойынша жасалған өнімдер болды: бір топта стандартты формула қолданылды, екіншісінде потенциалды антиоксиданттық қасиеттері бар өсімдік компоненті қосымша енгізілді. Әр топ 30 күн бойы екі режимде сақталды: сандық бақылауда DIXELL XWEB300 жүйесі және дәстүрлі жағдайларда автоматтандырылған бақылаусыз. Кешенді талдау физикалық-химиялық көрсеткіштерді (қышқыл саны, пероксид саны, TBARS), микробиологиялық параметрлерді және органолептикалық бағалауды анықтауды қамтыды. Нәтижелер цифрлық мониторинг жағдайында сақталған өсімдік компоненті бар үлгілердің ең жақсы сақталу көрсеткіштерін көрсеткенін көрсетті: олар тұрақты органолептикалық қасиеттерімен, тотығу жылдамдығының төмендігімен және тұрақты микробиологиялық сипаттамаларымен ерекшеленді. Осылайша, функционалды ингредиенттерді сақтаудың сандық бақылауымен біріктіру ет өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттыруда синергетикалық әсерді қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: сандық мониторинг, ұлттық ет өнімдері, сақтау, өсімдік компоненті, сапасы, қауіпсіздігі.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗА СЧЁТ ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ

М.К. АЛИМАРДАНОВА, М.С. СЕРИККЫЗЫ, А.Н. ҚУРМАНАЛИ,
Ш.А. АБЖАНОВА, Л.К. БАЙБОЛОВА*

(Алматынський технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, Толе би 100)
Электронная почта автора корреспондента: mira.serikkyzy@mail.ru*

В условиях усиления требований к качеству и безопасности мясных продуктов актуальным становится поиск решений, сочетающих функциональные добавки и современные технологии хранения. Настоящее исследование направлено на оценку влияния цифрового контроля условий хранения и добавления растительного компонента на качество и микробиологическую стабильность национальных мясных изделий. Объектом исследования стали изделия, изготовленные по одной и той же рецептуре: в одной группе использовалась стандартная формула, во второй — дополнительно введён растительный компонент с потенциальными антиоксидантными свойствами. Каждая группа хранилась в течение 30 суток в двух режимах: под цифровым контролем система Dixell XWEB300 и в традиционных условиях без автоматизированного мониторинга. Комплексный анализ включал определение физико-химических показателей (кислотное число, перекисное число, TBARS), микробиологических параметров и органолептической оценки. Результаты показали, что наилучшие показатели сохранности продемонстрировали образцы с растительным компонентом, хранившиеся в условиях цифрового мониторинга: они отличались более стабильными органолептическими свойствами, меньшими темпами окисления и устойчивыми микробиологическими характеристиками. Таким образом, совмещение функциональных ингредиентов с цифровым контролем хранения обеспечивает синергетический эффект в повышении качества и безопасности мясных изделий.

Ключевые слова: цифровой мониторинг, национальные мясные изделия, хранение, растительный компонент, качество, безопасность.

Introduction

The quality and safety of meat products remain the top priorities of the food industry. Despite the development of processing and packaging technologies, a significant part of product losses occurs precisely at the storage stage, because of unstable temperature and humidity conditions, acceleration of oxidative processes and the development of microflora [1]. Traditional meat products are particularly vulnerable, including national products, the formulation of which often does not provide for heat treatment or synthetic stabilizers.

Digitalization of food storage processes is one of the most promising areas of modern food science. The use of automated monitoring systems such as the Dixell XWEB300 allows for continuous monitoring of temperature and humidity, rapid response to deviations, and data collection for real-time analysis [2]. Such technologies have already shown effectiveness in cold storage chains for fish, dairy products and chilled meat [3–4]. However, scientific data on the use of digital monitoring specifically for traditional meat products, especially those enriched with functional additives, is still insufficient.

Modern research confirms that even minor temperature fluctuations (more than 2 °C) can lead to activation of opportunistic microflora and accelerated oxidation of fats, which reduces not only the shelf life, but also the organoleptic properties of products

[5]. At the same time, digital control of environmental parameters ensures stability of storage conditions, prevents fluctuations and helps prolong the consumer suitability of products [6].

Against this background, the relevance of comprehensive research is increasing, which simultaneously considers the recipe features of meat products and the technological conditions of their storage. In particular, the study of the impact of digitalization on the stability of products with various compositions (including plant components) will allow us to form scientifically sound approaches to ensuring product safety and quality.

The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of the influence of digital and traditional control of storage conditions on the microbiological, physico-chemical and organoleptic characteristics of national meat products with and without the addition of a vegetable component.

Materials and research methods

The object of the study was national meat products made from horse meat, prepared according to a traditional recipe with the addition of a functional component — sea buckthorn extract (*Hippophae rhamnoides*). For the experimental group, a 5% extract was used, evenly distributed over the entire mass of the product. The control group contained only basic meat raw materials and standard spices (salt, pepper, coriander).

Fresh horse meat purchased from certified suppliers and subjected to preliminary veterinary and sanitary control was used for production [7]. After grinding and adding the components, the minced meat was molded, packed in a vacuum film and divided into two groups depending on the storage conditions.

Sea buckthorn fruits were dried at a temperature of 50 °C for 16-18 hours in a convection dryer, followed by grinding to a powdery state. Extraction was carried out in ethanol (70%) in the ratio of raw material: solvent — 1:10. Ultrasound exposure was performed in a bath at a temperature of 55-60 °C for 30 minutes. The solution was then filtered and evaporated on a rotary evaporator until a concentrated extract was obtained. After drying in a vacuum drying chamber, a powder was obtained, which was added to the formulation in an amount of 5% by weight of meat [8].

The samples of each group were vacuum packed and stored at a temperature of 0...+2 °C and humidity of 85-90%. The control group consists of storage in a standard refrigerator with manual measurement of parameters. The experimental group consists of storage in a chamber with a connected Dixell XWEB300 digital monitoring system that automatically registers temperature, humidity and deviations in real time [9].

The XWEB300 system recorded storage parameters every 10 minutes, allowing it to detect deviations over the entire period. Such data was used to analyze the stability of storage conditions and their impact on product quality [10].

The quality of meat products was assessed by a set of indicators, including organoleptic properties, microbiological safety, and physico-chemical stability.

Organoleptic evaluation was performed on the first, seventh and fourteenth days of storage on a five-point scale. The estimated parameters were color, smell, taste, and texture. The examination was carried

out by a commission of five specialists in accordance with the methodology established by the GOST 9959-2015 standard [10].

Microbiological studies included the determination of the total number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, as well as monitoring for the presence of pathogenic bacteria *Salmonella* spp. They were detected according to the requirements of GOST 31659-2012, and *Listeria monocytogenes* — according to GOST 32031-2012. Samples were taken and analyzed on the seventh and fourteenth days of storage using selective nutrient media [11].

The physico-chemical characteristics of oxidative stability included the determination of the following indicators:

- acid number — according to GOST 55480-2013 [12];
- peroxide value is according to GOST 34118-2017 [13];
- thiobarbituric number — according to GOST 55810-2013 [14].

Temperature and humidity control were carried out daily. In the control group, the parameters were recorded manually, and in the experimental group, using the Dixell XWEB300 digital monitoring system. The device recorded data every ten minutes, providing automatic monitoring of temperature and relative humidity. This made it possible to analyze the stability of storage conditions and their impact on product quality.

Results and discussion

Sensory evaluation showed that by the 7th day of storage, the products from the experimental group had higher scores for color, taste, and texture compared to the control group (Table 1). On the 14th day, a deterioration in texture and the appearance of an off-odor were observed in the control samples (Figure 1), while the experimental group retained acceptable sensory characteristics.

Table 1. Sensory properties on the 7th day of storage

Parameters	Control group	Experimental group
Color	3.1	4.6
Taste	3.0	4.7
Texture	2.8	4.8

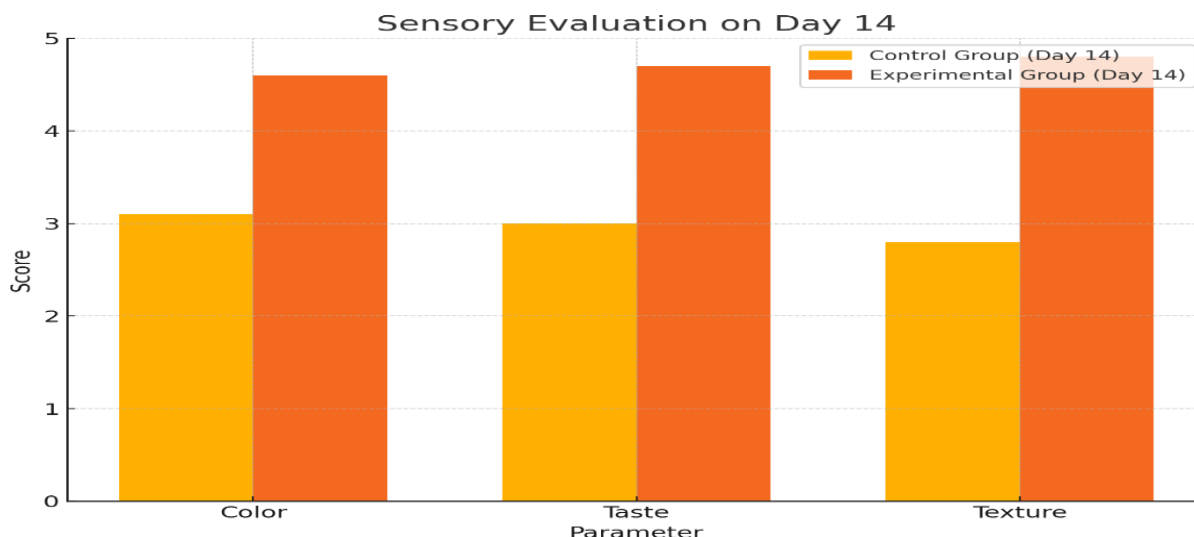


Figure 1. Organoleptic parameters on the 14th day of storage

During the experiment, it was found that in the control group, which was stored without digital monitoring, temperature fluctuations of up to 3.5 °C and a decrease in relative humidity of up to 80% were observed. While in the experimental group equipped with the Dixell XWEB300 digital

control system, the parameters remained stable: temperature — within 0...+2 °C, humidity — 85-90%. This confirms the effectiveness of using digital systems to maintain optimal storage conditions (Table 2) [15].

Table 2. Temperature and humidity indicators during the storage period

Parameters	Control group	Experimental group
Average temperature	3,5 °C	1,8 °C
Average humidity	80%	87%

By the 14th day of storage, the total number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the control group reached 4.8×10^5 CFU/g, while in the experimental group it reached 2.5×10^5 CFU/g, which indicates a decrease in bacterial contamination of 48%. This

confirms the influence of stable storage conditions and antimicrobial properties of sea buckthorn extract. The presence of pathogenic microorganisms (*Salmonella* spp.) was recorded only in the control group.

Table 3. Microbiological parameters on the 14th day of storage

Parameters	Control group	Experimental group
Bacterial Contamination (CFU/g)	$4,8 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$
Presence of <i>Salmonella</i> spp.	Trace	Not found
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not found	Not found

To assess lipid degradation processes, three oxidative indicators were measured on days 1, 7, and 14 of storage: acid value (AV), peroxide value (POV), and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS).

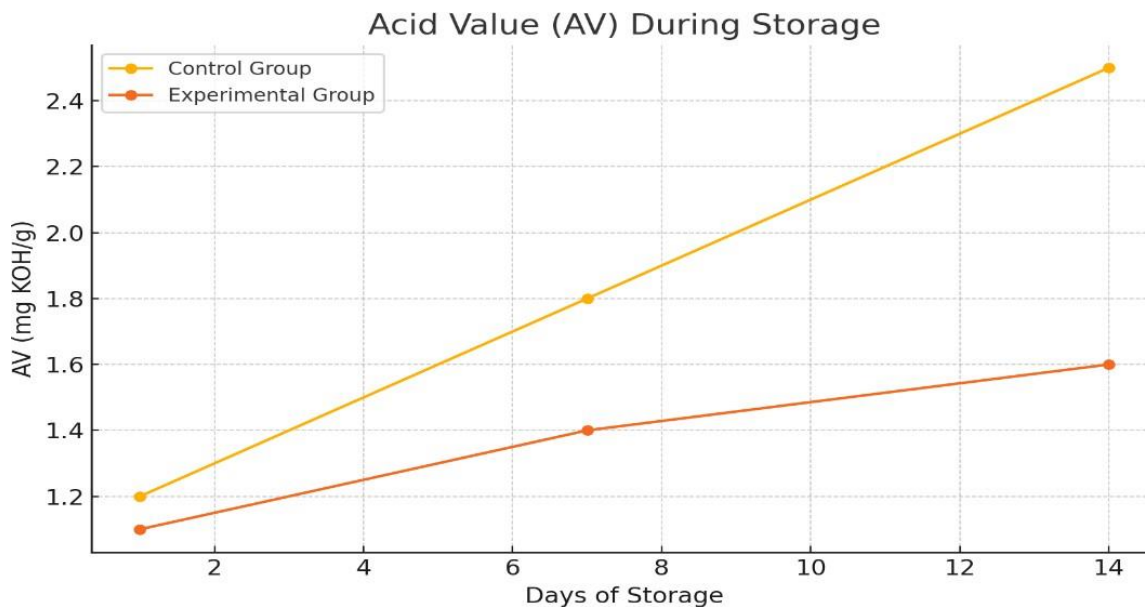


Figure 2. Dynamics of acid value (AV) during storage

The acid value increased progressively in both groups, but more markedly in the control group. On day 14, the AV reached 2.5 mg KOH/g in the control group versus 1.6 mg KOH/g in the

experimental group — a 36% reduction, indicating slower hydrolytic lipid degradation under digitally monitored storage with added sea buckthorn extract.

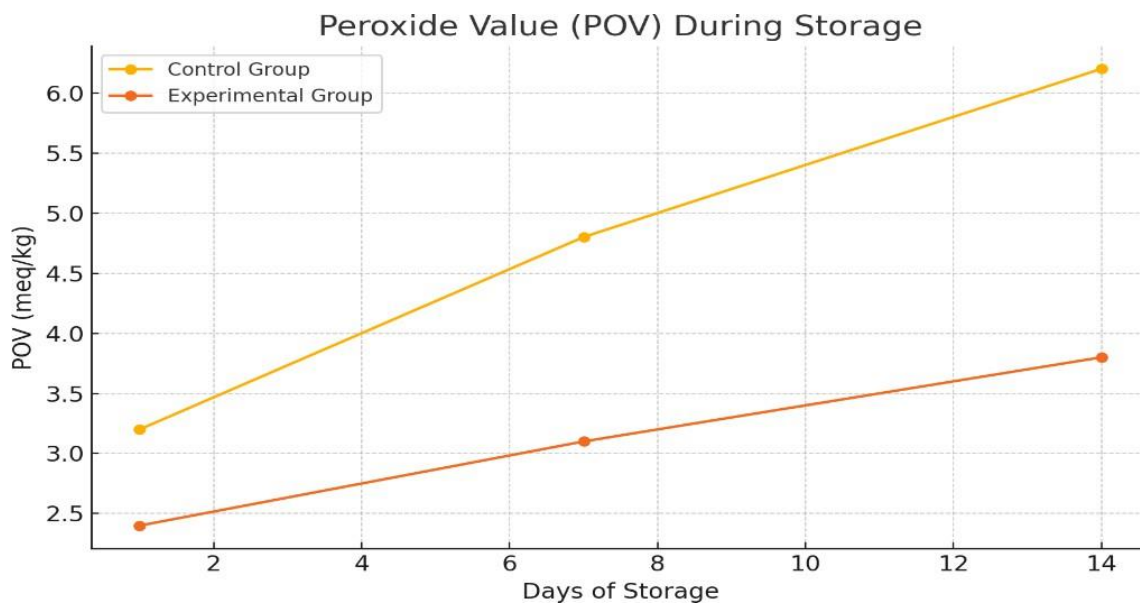


Figure 3. Dynamics of peroxide value (POV) during storage

The peroxide value (POV), a marker of primary lipid oxidation, rose significantly in the control group (from 3.2 to 6.2 meq/kg). In contrast, the experimental group exhibited a more moderate increase (from 2.4 to 3.8 meq/kg), a 39% lower final value, suggesting enhanced oxidative stability.

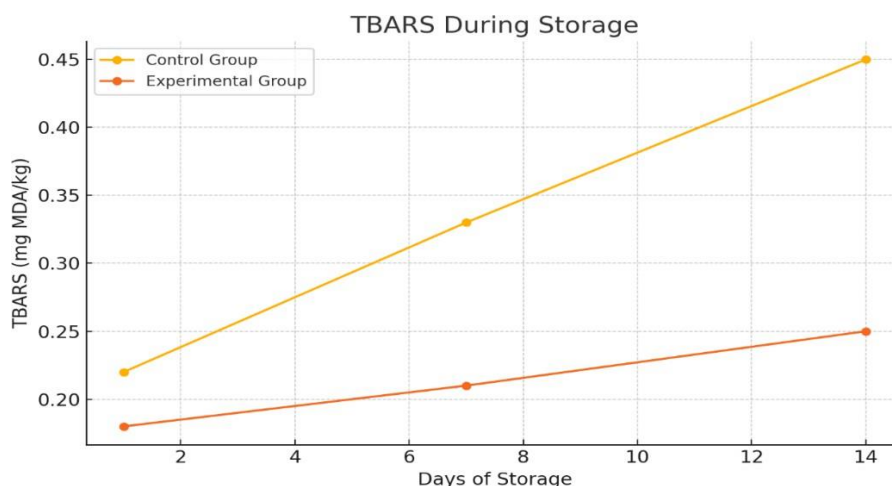


Figure 4. Dynamics of TBARS during storage

TBARS values, which reflect secondary oxidation products, increased in both groups, with the control reaching 0.45 mg MDA/kg by day 14. The experimental group remained at 0.25 mg MDA/kg — a 44% reduction. This indicates that the experimental storage conditions effectively suppressed secondary lipid oxidation.

Across all three oxidative indicators, the experimental group — combining 5% sea buckthorn extract and real-time digital monitoring — demonstrated significantly improved lipid stability. This suggests a synergistic protective effect of both technological and bioactive interventions during meat storage.

Conclusions

The conducted research has shown the high efficiency of integrating digital technologies for monitoring storage conditions and functional herbal additives to improve the quality and safety of traditional meat products. Under conditions close to real storage, samples of the national horsemeat meat product enriched with 5% sea buckthorn extract powder and stored using the Dixell XWEB300 digital monitoring system showed better performance compared to the control group stored under standard conditions.

The use of the Dixell XWEB300 system ensured a stable temperature and humidity regime (0...+2 °C, humidity 85-90%), allowed for rapid response to deviations and ensured continuous data collection. This contributed to a significant reduction in microbiological risks and a slowdown in fat oxidation processes. Microbiological research data showed lower levels of the total microbial count, as well as the absence of pathogenic microflora in the experimental group by the 14th day of storage.

The inclusion of 5% sea buckthorn extract in the formulation had a positive effect on the

antioxidant stability of the products. The values of the acid number, peroxide number, and TBK index in the experimental samples were significantly lower than in the control samples. This indicates the inhibition of lipid oxidation processes due to the high content of polyphenols, tocopherols and carotenoids in sea buckthorn. In addition, the organoleptic evaluation showed that the products of the experimental group retained a more attractive color, aroma and texture throughout the shelf life.

The results obtained provide a scientifically sound basis for the introduction of digital storage systems into the production practices of meat processing enterprises, especially in the production of functional and ethnic meat products. A promising area of further research is to study the impact of digitalization on logistics processes in the cold chain, as well as product shelf-life modeling using machine learning.

Funding information

This research was prepared with the project IRN BR24993234 “Innovative technologies for the production of National products: intensification and digitalization of the production of meat and dairy products”.

REFERENCES

1. Wazir H. et al. Effects of storage time and temperature on lipid oxidation and protein co-oxidation of low-moisture shredded meat products //Antioxidants. – 2019. – Vol. 8. – №. 10. – P. 486. DOI: 10.3390/antiox8100486
2. Afreen H., Bajwa I. S. An IoT-based real-time intelligent monitoring and notification system of cold storage //IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – pp. 38236-38253. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3056672
3. Gillespie J. et al. Real-time anomaly detection in cold chain transportation using IoT technology

//Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – №. 3. – P. 2255. DOI: 10.3390/su15032255

4. Yar M. S. et al. Advances in intelligent time-temperature indicators for cold chain monitoring: mechanisms, challenges, and applications //Trends in Food Science & Technology. – 2025. – P. 105128. DOI: 10.1016/j.tifs.2025.105128

5. Yuan J. et al. Effects of temperature fluctuations on the quality and microbial diversity of beef meatballs during simulated cold chain distribution //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2024. – Vol. 104. – №. 12. – pp. 7704-7712. DOI: 10.1002/vms3.1017

6. Khodaei S. M. et al. Application of intelligent packaging for meat products: A systematic review //Veterinary Medicine and Science. – 2023. – Vol. 9. – №. 1. – pp. 481-493. DOI: 10.1002/vms3.1017

7. СТ РК ГОСТ Р 51447-2010 Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб. – 2013. – 14с.

8. He N. et al. A comprehensive review on extraction, structure, detection, bioactivity, and metabolism of flavonoids from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) //Journal of Food Biochemistry. – 2023. – Vol. 2023. – №. 1. – P. 4839124. DOI: 10.1155/2023/4839124

9. Kulazhanov T.K., Baibolova L.K., Serikkyzy M.S., Balev D.K., Vlahova-Vangelova D.B. Effectiveness of digital traceability in long-term storage of semi-smoked sausages. //The Journal of Almaty Technological University. 2024;144(2):111-116. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-111-116>

10. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. - 2016. – 19с.

11. СТ РК ГОСТ 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа. – 2013. – 42с.

12. ГОСТ 55480-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа. – 2013. – 8с.

13. ГОСТ 34118-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения перексидного числа. – 2017. – 12с.

14. ГОСТ 55810-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения тиобарбитурового числа. – 2017. – 8с.

15. Serikkyzy M.S., Kulazhanov T.K., Baibolova L.K., Balev D.K. Innovative approaches to quality and safety assessment of meat products based on the digitalization of the storage system. //The Journal of Almaty Technological University. 2025;147(1):35-40. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-35-40>

REFERENCES

1. Wazir H. et al. Effects of storage time and temperature on lipid oxidation and protein co-oxidation of low-moisture shredded meat products //Antioxidants. – 2019. – Vol. 8. – №. 10. – P. 486. DOI: 10.3390/antiox8100486

2. Afreen H., Bajwa I. S. An IoT-based real-time intelligent monitoring and notification system of cold

storage //IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – pp. 38236-38253. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3056672

3. Gillespie J. et al. Real-time anomaly detection in cold chain transportation using IoT technology //Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – №. 3. – P. 2255. DOI: 10.3390/su15032255

4. Yar M. S. et al. Advances in intelligent time-temperature indicators for cold chain monitoring: mechanisms, challenges, and applications //Trends in Food Science & Technology. – 2025. – P. 105128. DOI: 10.1016/j.tifs.2025.105128

5. Yuan J. et al. Effects of temperature fluctuations on the quality and microbial diversity of beef meatballs during simulated cold chain distribution //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2024. – Vol. 104. – №. 12. – pp. 7704-7712. DOI: 10.1002/vms3.1017

6. Khodaei S. M. et al. Application of intelligent packaging for meat products: A systematic review //Veterinary Medicine and Science. – 2023. – Vol. 9. – №. 1. – pp. 481-493. DOI: 10.1002/vms3.1017

7. СТ РК ГОСТ Р 51447-2010. Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб [Meat and Meat Products. Methods of Sampling]. 2010. (In Russian).

8. He N. et al. A comprehensive review on extraction, structure, detection, bioactivity, and metabolism of flavonoids from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) //Journal of Food Biochemistry. – 2023. – Vol. 2023. – №. 1. – P. 4839124. DOI: 10.1155/2023/4839124

9. Kulazhanov T.K., Baibolova L.K., Serikkyzy M.S., Balev D.K., Vlahova-Vangelova D.B. Effectiveness of digital traceability in long-term storage of semi-smoked sausages. The Journal of Almaty Technological University. 2024;144(2):111-116. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-111-116>

10. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки [Meat and Meat Products. General Conditions for Organoleptic Assessment]. 2016, P. 19. (In Russian).

11. СТ РК ГОСТ 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа [Meat and Meat Products. General Requirements and Methods for Microbiological Analysis]. 2013, P. 42. (In Russian).

12. ГОСТ 55480-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа [Meat and Meat Products. Method for Determining Acid Number]. 2013, P. 8. (In Russian).

13. ГОСТ 34118-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения перексидного числа [Meat and Meat Products. Method for Determining Peroxide Number]. 2017, P. 12. (In Russian).

14. ГОСТ 55810-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения тиобарбитурового числа [Meat and Meat Products. Method for Determining Thiobarbituric Acid Number]. 2017, P. 8. (In Russian).

15. Serikkyzy M.S., Kulazhanov T.K., Baibolova L.K., Balev D.K. Innovative approaches to quality and safety assessment of meat products based on the digitalization of the storage system. The Journal of Almaty Technological University. 2025;147(1):35-40. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-35-40>

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА

У.Ч. ЧОМАНОВ , Г.Е. ЖУМАЛИЕВА *, Г.С. КЕНЕНБАЙ  А.К. БОРИБАЙ 

(ТОО «Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, Серкебаева 238)

Электронная почта автора-корреспондента: g.zhumalieva@rpf.kz*

В условиях аридного климата Казахстана повышение продуктивности верблюдиц тесно связано с качеством и сбалансированностью кормов. В ранее опубликованной работе (Processes, 2025, 13(10), 3362) была разработана технология экструдированного комбикорма с добавкой полыни (Artemisia) как биологической активной добавки. В настоящем исследовании проведена оценка влияния различных доз полыни (0, 10 и 15 %) в составе комбикорма на молочную продуктивность и химический состав молока верблюдиц. Кормление осуществляли в течение 10 дней на базе крестьянского хозяйства «Шынғыс» (г. Сарыағаш). Мониторинг включал определение удоя, массовой доли жира, белка, сухих веществ молока. Установлено, что увеличение содержания полыни до 15 % в экструдированном комбикорме способствовало росту удоя на 1,0 л (с 1,9 до 2,9 л), повышению содержания жира на 0,62 %, белка - на 0,56 % и сухих веществ - на 1,8 %. Анализ кормов выявил максимальные уровни флавоноидов и витаминов А, В₁, В₃ в образце с 15 % полыни. Регрессионный анализ подтвердил статистическую значимость влияния добавки и длительности кормления ($R^2 = 0,92-0,97$; $p < 0,001$). Поверхности отклика показали положительное взаимодействие факторов. Оптимальной признана рецептура экструдированного комбикорма с 15% полыни, обеспечивающая улучшение молочной продуктивности и качества молока верблюдиц.

Ключевые слова: верблюд, экструдированный комбикорм, полынь, БАД, молочная продуктивность, регрессионный анализ.

БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСПАНЫҢ СҮТТІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ

У.Ч. ЧОМАНОВ, Г.Е. ЖУМАЛИЕВА*, Г.С. КЕНЕНБАЙ, Ә.Қ. БОРИБАЙ

(«Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми - зерттеу институты» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Серкебаева 238)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: g.zhumalieva@rpf.kz*

Қазақстанның қуаң климат жағдайында інгендердің өнімділігін арттыру жемнің сапасы мен теңгерімділігімен тығыз байланысты. Бұған дейін жарияланған зерттеуде (Processes, 2025, 13(10), 3362) полынь (Artemisia) қосылған экструдталған құрамажемнің технологиясы биологиялық белсенді қоспа ретінде әзірленген болатын. Осы зерттеуде құрамажем құрамындағы полыньдің әртүрлі дозаларының (0, 10 және 15 %) інгендердің сүт өнімділігіне және сүттің химиялық құрамына әсері бағаланды. Жемдеу 10 күн бойы «Шынғыс» шаруа қожалығының (Сарыағаш қ.) базасында жүргізілді. Мониторингке сүттің тәуліктік сауымы, майдың, ақуыздың және құрғақ заттардың массалық үлесі кірді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, экструдталған құрамажемдегі полынь мөлшерін 15 %-ға дейін арттыру сауымды 1,0 л-ге (1,9-дан 2,9 л-ге дейін) көбейтті, май үлесін 0,62 %, ақуызды – 0,56 %, құрғақ заттарды – 1,8 % арттырды. Жем құрамын талдау полыньдің 15 % қосылған нұсқасында флавоноидтар мен А, В₁, В₃ дәрумендерінің ең жоғары деңгейін анықтады. Регрессиялық талдау қоспаның әсерінің және жемдеу ұзақтығының статистикалық мәнділігін растады ($R^2 = 0,92-0,97$; $p < 0,001$). Жауап беттері факторлардың оң өзара әрекеттесуін көрсетті. Оптималды рецептура ретінде 15 % полынь қосылған экструдталған құрамажем анықталды, ол інгендердің сүт өнімділігін және сүт сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: түйе, экструдталған құрамажем, полынь, биологиялық белсенді қоспа (ББК), сүт өнімділігі, регрессиялық талдау.

EFFECT OF THE DIETARY SUPPLEMENT ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF MILK

U.CH. CHOMANOV, G.E. ZHUMALIEVA*, G.S. KENENBAY, A.K. BORIBAY

(Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Kazakhstan, 050010, Almaty, 238 Serkebayeva Street)

Corresponding author's e-mail: g.zhumalieva@rpf.kz*

Under the arid climatic conditions of Kazakhstan, the improvement of camel milk productivity is closely linked to the quality and balance of feeds. In a previously published study (Processes, 2025, 13(10), 3362), a technology for extruded compound feed supplemented with wormwood (Artemisia) as a biologically active additive was developed. In the present study, the effect of different doses of wormwood (0, 10, and 15%) in the compound feed on the milk productivity and chemical composition of camel milk was evaluated. Feeding was carried out for 10 days at the "Shyngys" farm (Saryagash city). Monitoring included measurements of daily milk yield, fat content, protein content, and total solids. It was found that increasing the wormwood content to 15% in the extruded compound feed contributed to a 1.0 L increase in milk yield (from 1.9 to 2.9 L), an increase in fat by 0.62%, protein by 0.56%, and total solids by 1.8%. Feed analysis revealed the highest levels of flavonoids and vitamins A, B1, and B3 in the 15% wormwood sample. Regression analysis confirmed the statistical significance of the effects of the additive and feeding duration ($R^2 = 0.92-0.97$; $p < 0.001$). Response surface analysis showed a positive interaction of factors. The optimal formulation was identified as extruded compound feed containing 15% wormwood, which ensures improved milk productivity and milk quality of camels.

Keywords: camel, extruded compound feed, wormwood, dietary supplement, milk productivity, regression analysis.

Введение

В условиях засушливого климата жвачные животные играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, поскольку способны эффективно использовать скудную кормовую базу [1]. Однако при этом часто возникает дефицит высокопитательных кормов и снижение здоровья животных. Актуальным решением является применение природных фитобиотиков – растительных биологически активных добавок, которые компенсируют недостаток нутриентов и повышают устойчивость животных [1]. Одной из таких добавок является полынь (*Artemisia*), содержащая эфирные масла, каротиноиды, витамины В и С, инулин, дубильные вещества, флавоноиды и др. [2]. Известно, что биоактивные компоненты полыни обладают выраженным антимикробным, антигельминтным и иммуномодулирующим действием [3]. При кормлении жвачных полынь способствует улучшению морфологии кишечника, стабилизации микробиоты рубца и укреплению неспецифической резистентности организма [3,4]. Практические исследования подтверждают, что добавление полыни в рацион обогащает его витаминами и фенольными соединениями, повышая пищевую ценность кормовой смеси [4,5]. Кроме того, при разработке технологии комбикорма важно учитывать физико-технологические параметры (степень измельчения, влажность, форма

конечного продукта), влияющие на сохранность БАД и прочность гранул [6]. Учитывая вышесказанное, целесообразно создать экструдированный комбикорм для верблюдов с добавкой полыни как источника биологически активных веществ, направленный на повышение питательной ценности корма и улучшение здоровья животных [6,5].

Целью исследования являлась разработка технологии экструдированного комбикорма для лактирующих верблюдиц с добавлением полыни и оценка его влияния на молочную продуктивность и качество молока.

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на лактирующих верблюдицах в хозяйстве КХ «Шынгыс» (Сарыагашский р-н, Южный Казахстан). Для опытов был использован ранее разработанный экструдированный комбикорм, обогащённый полынью (*Artemisia lerchiana*). Базовый состав комбикорма включал пророщенное тритикале, верблюжью колючку (*Alhagi*) и продукты переработки зерновых (ячмень, зародыши пшеницы, подсолнечный жмых и шрот, отруби), а также премикс и соль. Рационы были рассчитаны на живую массу ~550 кг и начальный удой -4 л. В контрольном варианте полынь не добавлялась, тогда как в опытных рецептурах 10 % или 15 % сухой массы комбикорма приходилось на измельчённую полынь, с соответствующим перераспределением долей остальных компо-

нентов для поддержания баланса по питательным веществам. Перед экструзией сырьё инфракрасно подсушивали (до влажности ~10–12 %) и измельчали до размера частиц - 1 мм; полынть измельчали до - 5 мм. Смесь увлажняли до 14–16 % и экструдировали в лабораторном одношнековом экструдере при температуре 110–140 °С (давление 2–3 МПа). Полученный экструдат имел низкую крошимость (<4 %) и высокую водопоглощающую способность, что обеспечивало прочность гранул и их высокую усвояемость при скармливании.

В эксперименте сформированы три группы животных (по принципу аналогов): контрольная (0 % полыни в комбикорме) и две опытные (10 % и 15 % полыни). Каждая группа получала - 10 кг комбикорма в сутки в дополнение к основному рациону. Кормление продолжалось 10 дней; молоко отбирали ежедневно в одно и то же время для анализа. Для оценки исходных показателей до начала опытного кормления были зафиксированы параметры молока без скармливания комбикорма.

Анализ образцов молока проводили с помощью экспресс-анализатора «Лактан» (Россия), работающего на ультразвуковом и оптическом принципах, что обеспечивает высокую точность при минимальной подготовке проб. Каждый образец молока (15–20 мл) анализировали в течение 2 минут. Определяли массовую долю жира, белка, лактозы, общих сухих веществ, плотность и кислотность молока. Измерения выполнялись согласно стандартным методикам: ГОСТ 23453-2014 (жир) [7], ГОСТ 23327-98 (белок) [8], ГОСТ 3626-73 (сухие вещества) [9], ГОСТ 3624-92 (кислотность) [10]. Полученные данные позволили отследить динамику показателей молока под влиянием различных уровней растительной добавки.

Для оценки содержания биологически активных веществ в комбикорме его образцы исследовали в лаборатории оценки качества продуктов АО «Алматинский технологический университет». Определяли суммарное количество флавоноидов (в % от массы), и содержание витаминов (А, группы В) в контрольном и обогащённых вариантах кормов.

Статистическую обработку результатов проводили методами описательной статистики и регрессионного анализа. Разработаны модели, связывающие удой и состав молока с указанными факторами, с последующей проверкой значимости коэффициентов (критерий t-Стьюдента) и общей значимости модели (F-критерий). Также использован метод отклика поверхности (Response

Surface Methodology, RSM) для оценки совместного влияния факторов.

Обзор литературы

Интенсификация животноводства требует внедрения инновационных подходов в кормопроизводстве и использования биологически активных добавок. Витамины и микроэлементы играют важную роль в питании животных, однако обычные рационы часто не удовлетворяют полностью физиологические потребности, что вызывает нарушение обмена веществ и снижение продуктивности [11]. Дополнительное введение в рацион натуральных биологически активных соединений признано эффективным методом стимулировать обмен веществ и повышать продуктивность, особенно молочную, а также улучшать качество продукции [12,3]. Как в отечественном, так и зарубежном опыте подтверждена целесообразность применения природных добавок вместо синтетических, поскольку они обладают множественным положительным воздействием на организм при минимальных побочных эффектах [5,12]. Для увеличения производства молока и мяса необходимо не только нарастить объёмы кормов, но и повысить концентрацию обменной энергии, протеина и других питательных веществ в сухом веществе рациона [13,14]. Одной из причин неполной продуктивной отдачи кормов является их недостаточная переваримость, особенно растительных компонентов, богатых клетчаткой. До трети органического вещества корма обычно не усваивается жвачным животным [15]. Снижение этих потерь даже на 2–3 % даёт существенный прирост продукции. Использование ферментных препаратов микробного происхождения и других биологически активных добавок позволяет расщеплять труднопереваримые компоненты корма, повышая коэффициент его использования [15,3]. В частности, при несбалансированных по энергии и протеину рационах введение БАД способствует улучшению пищеварения, повышению усвояемости питательных веществ, стимуляции обменных процессов и, как следствие, росту продуктивности животных [3]. Таким образом, применение биологически активных добавок в кормлении способствует повышению переваримости кормов и продуктивности животных, обеспечивая получение более качественной животноводческой продукции.

Результаты и их обсуждение

В ранее опубликованной статье (Zhumaliyeva et al., 2025) [16], разработана и оптимизирована рецептура и технология производства

комбикорма для верблюдов, обогащённого полынью, с использованием последовательных процессов сушки, измельчения и экструзии. Разработанная технология позволила получить продукт с улучшенными физико-химическими и технологическими характеристиками, обеспечивающими его стабильность и пригодность для кормления верблюдов в условиях аридного климата.

В данной работе основное внимание уделено изучению влияния введённой биологически активной добавки - полыни (*Artemisia*) - на продуктивность верблюдиц. Проводился мониторинг ключевых показателей, включая удой, массовую долю жира и сухого вещества в молоке.

Исследование направлено на выявление стимулирующего эффекта растительного компонента в составе разработанного комбикорма и определение его потенциала для повышения молочной продуктивности и улучшения качества верблюжьего молока.

Содержание биологически активных веществ в комбикорме.

Анализ образцов комбикорма проведен в научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов при АО «Алматинского технологического университета» с целью определения содержания биологически активных веществ (рис. 1).

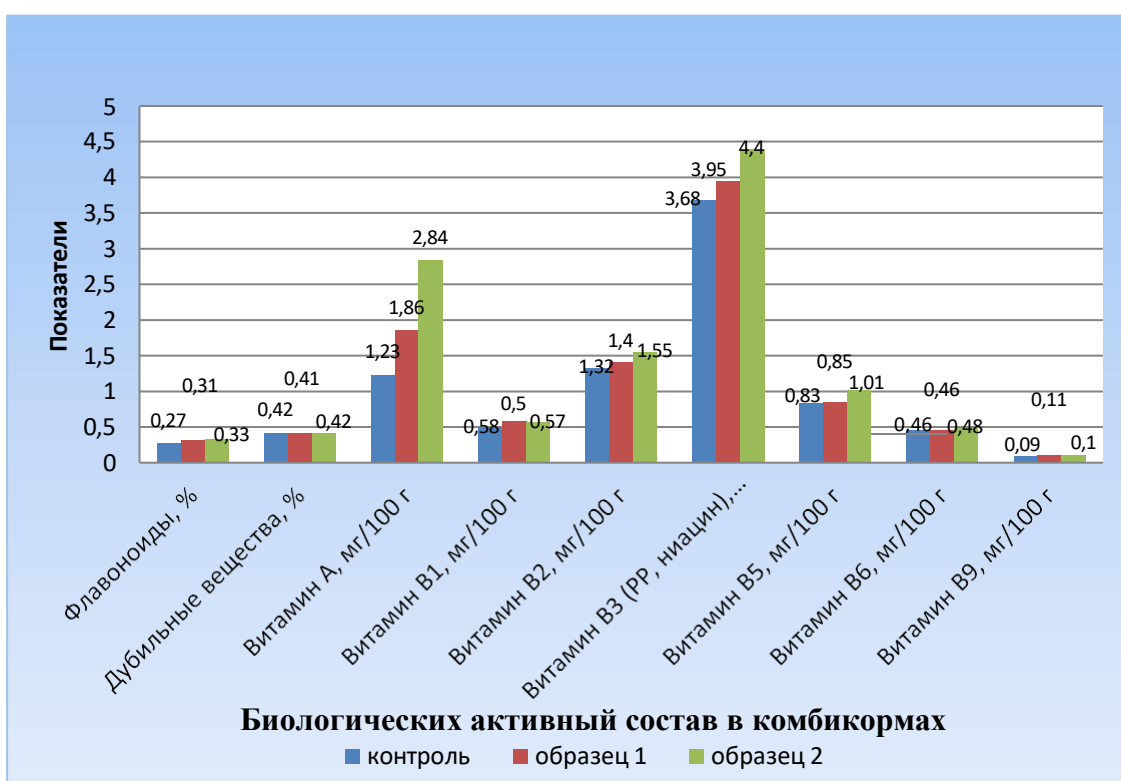


Рисунок 1. Результаты анализа содержания биологически активных веществ в образцах комбикорма

Как видно из рисунка 1, химический анализ контрольного и опытных образцов комбикорма подтвердил обогащение рациона биологически активными веществами при добавлении полыни. Так, во втором опытном образце (15 % полыни) содержание флавоноидов достигало 0,33 % от массы, что выше, чем в контроле (0,27 %) и образце с 10 % полыни (0,31 %). Уровень дубильных веществ (танинов) в рецептуре с 15 % полыни был примерно на уровне контроля ($\approx 0,42$ %), лишь незначительно превышая показатель для 10 % варианта (0,41 %). Наиболее заметные различия отмечены по витаминам: концентрация витамина А в корме с 15 % полыни увеличилась

более чем в 2 раза по сравнению с контрольным образцом (прирост -130 %), тогда как при 10 % полыни рост составил - 51 %. Содержание витамина В₃ (ниацина) возросло на -18 % (при 15 % полыни) против - 9 % (при 10 %). Витамины В₁ и В₂ также имели умеренный рост (на 15–17 % и 6–17 % соответственно в 10 % и 15 % образцах). В то же время содержание витамина В₅ в высокодозированном образце несколько снизилось по сравнению с контролем. В целом, комбикорм с максимальной долей полыни (15 %) характеризовался наивысшим уровнем флавоноидов и значительно повышенным содержанием отдельных витаминов (прежде всего А и В₃). Это

свидетельствует о его большей биологической ценности и потенциале как функционального корма для животных.

Молочная продуктивность верблюдиц при скармливании комбикорма.

Перед началом испытаний (базовый уровень, без скармливания опытного комбикорма) молоко верблюдиц имело характерный состав: жир - 4,35 %, белок - 3,92 %, лактоза - 6,00 %, сухие вещества - 15,3 %, плотность - 1,029 г/см³. Эти показатели послужили исходной точкой для сравнения с последующими

результатами опытов.

В ходе 10-дневного кормового опыта во всех группах отмечен рост суточного удоя и улучшение химического состава молока, выраженное в разной степени. В таблице 1 обобщены изменения удоя, жирности и белковости молока в контрольной и опытных группах за период эксперимента (1-й и 10-й день кормления).

Для наглядного представления количественные показатели молока в начале и конце опыта сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Удой и основные показатели молока верблюдиц (день 1 и день 10 опытного кормления)

Группа (доля полыни)	Удой (день 1), л	Удой (день 10), л	Жир (день 1), %	Жир (день 10), %	Белок (день 1), %	Белок (день 10), %
Контроль (0 %)	1,3	2,3	4,49	4,96	4,30	4,75
Группа 1 (10 %)	1,6	2,6	5,25	5,80	4,78	5,28
Группа 2 (15 %)	1,9	2,9	6,00	6,62	5,40	5,96

Как видно из представленных данных, во всех группах суточный удой увеличился примерно на 1,0 л за период опыта. Это совпадало с плановым приростом удоя при введении концентрированного комбикорма и отражает общее улучшение кормления. Однако качественные показатели молока – жирность и содержание белка – росли различными темпами в зависимости от рецептуры. В контрольной группе (без полыни) удой вырос с 1,3 до 2,3 л, массовая доля жира увеличилась с 4,49 % до 4,96 % (+0,47 %), белка – с 4,30 % до 4,75 % (+0,45 %). В группе 1 (10 % полыни) удой возрос аналогично (с 1,6 до 2,6 л), но жирность поднялась с 5,25 % до 5,80 % (+0,55 %), а белок – с 4,78 % до 5,28 % (+0,50 %). Наибольшие изменения отмечены в группе 2 (15 % полыни): удой с 1,9 увеличился до 2,9 л, содержание жира возросло с 6,00 % до 6,62 % (+0,62 %), а белка – с 5,40 % до 5,96 % (+0,56 %). Таким образом, добавление полыни в комбикорм способствовало более значительному обогащению молока жиром и белком по сравнению с контролем, причём эффект возрастал при увеличении дозы полыни. Даже стандартный экструдированный корм без БАД оказал положительное влияние на состав молока относительно исходного уровня (за счёт общего улучшения питания), однако введение фитобиотической добавки усилило этот эффект.

При 10 % полыни улучшение показателей было заметнее, а при 15 % – наиболее выраженным. Это демонстрирует эффективность полыни как добавки, стимулирующей синтез основных компонентов молока. Следует отметить, что содержание сухих веществ (суммарно) также увеличивалось по группам от контроля к опыту (например, в группе 2 сухие вещества возросли с ~17,5 % до ~19,3 %), отражая общую тенденцию улучшения качества молока под влиянием полыни.

Статистический анализ и регрессионное моделирование факторов кормления.

Для установления зависимости продуктивных показателей верблюдиц от факторов кормления проведён регрессионный анализ. В качестве зависимых переменных рассматривались: удой, содержание жира и белка в молоке. В качестве независимых переменных: содержание БАД из полыни (%) и дни кормления.

Множественная линейная регрессия позволила определить вклад каждого фактора в изменение продуктивности.

В ходе множественного регрессионного анализа было исследовано влияние содержания БАД (X_1 ; %) и дни кормления (X_2) на показатели молочной продуктивности: содержание белка (P ; %), содержание жира (Z ; %) и удой (Y , л).

Построенные модели продемонстрировали высокую объяснительную способность: коэффициенты детерминации (R^2) находились в диапазоне от 0,92 до 0,97, что свидетельствует о

надежности полученных регрессионных уравнений и возможности их использования для прогноза. Параметры моделей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты регрессионного анализа по показателям молочной продуктивности

Зависимая переменная	Показатели				
	Константа - (b_0)	Коэффициент - b_1 (X_1)	Коэффициент - b_2 (X_2)	R^2 -(объяснённая дисперсия)	p -значение модели
Белок (%) (P)	4.14	0.67	0.13	0.94	< 0.001
Жир (%) (Z)	4.33	0.69	0.14	0.97	< 0.001
Удой (л) (Y)	1.15	0.13	0.72	0.99	< 0.001

В результате регрессионного анализа получены следующие уравнения:

$$\begin{aligned} P &= 4,14 + 0,67 \cdot X_1 + 0,13 \cdot X_2 \\ Z &= 4,33 + 0,69 \cdot X_1 + 0,14 \cdot X_2 \\ Y &= 1,15 + 0,13 \cdot X_1 + 0,72 \cdot X_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где:

- P - содержание белка (%),
- Z - содержание жира (%),
- Y - удой (л),
- X_1 - содержание БАД (полынь, %),
- X_2 - количество дней кормления.

Значения p-уровней для коэффициентов при обеих переменных оказались значительно ниже 0,05, что подтверждает статистическую

значимость влияния как содержания БАД, так и дней кормления на рассматриваемые показатели. В частности, содержание БАД оказывает сильное положительное влияние на белок ($\beta = 0,67$, $p < 0,001$) и жир ($\beta = 0,69$, $p < 0,001$).

Константы (b_0) - 4,14 для белка, 4,33 для жира и 1,15 для удоя - отражают базовые уровни показателей при отсутствии БАД.

Для детализированного анализа влияния факторов (дни кормления и БАД) использована методика поверхностей отклика (RSM).

На рисунках - 2,3,4 представлены 3D-графики поверхностного отклика в зависимости от содержания БАД (из полыни, %) и количества дней кормления.

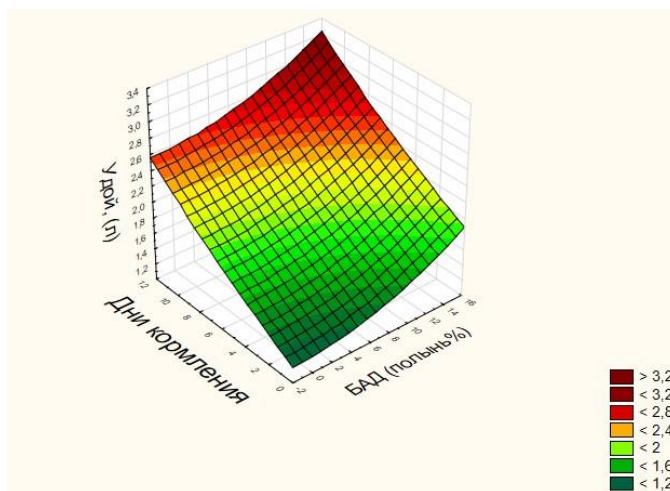


Рисунок 2. Поверхность отклика (удой; л) в зависимости от содержания БАДа и количества дней кормления

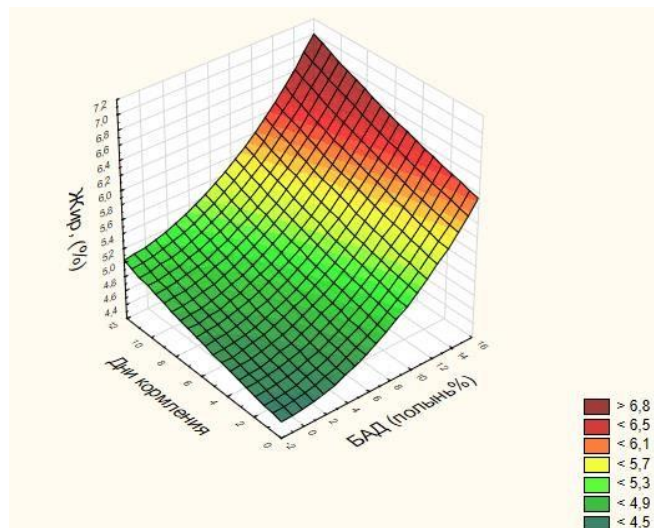


Рисунок 3. Поверхность отклика (жир; %) в зависимости от содержания БАДа и количества дней кормления

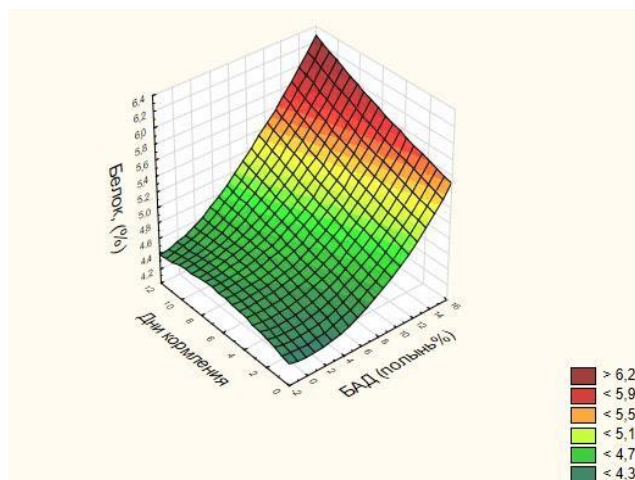


Рисунок 4. Поверхность отклика (белок; %) в зависимости от содержания БАДа и количества дней кормления

По рисункам 2,3,4 видно, что 3D-поверхности демонстрируют согласованное влияние факторов: увеличение массовой доли БАД и длительности кормления сопровождается ростом удоя, а также содержания жира и белка. Для показателей состава выражены нелинейные зависимости с эффектом убывающей отдачи на высоких уровнях факторов. Отмечено положительное взаимодействие: при более длительном кормлении эффект повышения доли БАД усиливается.

Таким образом, во всех трёх откликах наблюдается согласованное положительное влияние факторов. Доля БАДа главным образом определяет качественные показатели (жир, белок), длительность кормления - удой. Введение БАД в комбикорм и увеличение продолжительности кормления значительно повышают качество и

количество молока, что имеет важное практическое значение в кормлении верблюдов.

Заключение

Результаты проведённого исследования подтверждают целесообразность использования полыни (*Artemisia*) в составе экструдированного комбикорма для лактирующих верблюдиц. Добавление данной биологически активной добавки в рацион на уровне до 15 % обеспечило достоверное улучшение молочной продуктивности: удой увеличился на 52,6 % (с 1,9 до 2,9 л), содержание жира - на 10,3 % (с 6,00 % до 6,62 %), белка - на 10,4 % (с 5,40 % до 5,96 %), а общих сухих веществ - на 10,3 % (с 17,5 % до 19,3 %) по сравнению с контрольной группой.

Применение регрессионного анализа позволило установить высокую значимость влияния как уровня полыни в корме, так и продолжительности

её скармливания на продуктивность животных, при этом зафиксировано их синергичное действие.

Таким образом, включение полыни в состав комбикорма в количестве 15 % может рассматриваться как эффективный способ повышения как количественных, так и качественных показателей молока верблюдиц. Полученные данные имеют практическое значение для кормления животных.

Благодарность

Данная работа была поддержана финансированием научно-технической программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы BR24892775 «Разработка технологии комплексной и глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для производства продуктов питания, обеспечивающей высокое качество и безопасность выпускаемой продукции» в рамках выполнения проекта «Разработка технологии комбикормов для верблюдов с применением биологически активных добавок».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pandey B.P., Thapa R., Upreti A. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oil and methanol extract of *Artemisia vulgaris* and *Gaultheria fragrantissima* collected from Nepal // *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. – 2017. – Vol. 10, № 9. – P. 952–959.
2. Sharifi-Rad J., Imran M., Salehi B., et al. *Artemisia* spp.: An Update on Its Chemical Composition, Phytopharmacology, Toxicology, and Therapeutic Potential // *Pharmaceuticals*. – 2022. – Vol. 15, № 4. – P. 1–24.
3. Ганущенко О.Ф., Боброва Л.С., Славецкий В.В. Эффективность использования новых вариационно-возрастных видов ЗЦМ при выращивании телят // *Зоотехническая наука Беларуси*. – 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 31-40.
4. Філіц І.І., Довгань Н.Я., Паєнок С.М., Дулеба О.Ю. Вплив ферментних препаратів Ноппро і Зімо Бест на окремі показники обміну // *Матеріали ІV Республік. конф.* - Львів, 1968. - С. 36-39.
5. AnifeedSci Review. Camel digestion and feed technology adaptation. - 2020. - URL: <https://www.anifeedsci.org/cameltech2020> (дата обращения 22.04.2025).
6. Патент RU 2662666 C2. Способ получения корма для животных. - Оpubл. 10.08.2018. - URL: <https://patents.google.com/patent/RU2662666C2/ru> (дата обращения 22.04.2025).
7. Kabdulkarimova K.K., et al. Determination of the chemical composition and mineral substances and the content of antioxidant substances in wormwood (*Artemisia vulgaris*) // *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. – 2022. – Vol. 10. – P. 232–238.
8. ГОСТ 23453-2014. Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли жира. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
9. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка. – Введ. 1999-07-01. – М.: Госстандарт России, 1999. – 12 с.
10. ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли сухих веществ. – Введ. 1974-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 8 с.
11. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности. – Введ. 1993-01-01. – М.: Госстандарт России, 1993. – 9 с.
12. Зайцев В.В., Сеитов М.С., Зайцева Л.М. и др. Влияние биологически активных добавок на молочную продуктивность коров // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2022. - № 2(94). - С. 288-292. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-94-2-288-292.
13. Buryakov N.P. Evaluation of the content of cattle rations // *Dairy Industry*. - 2014. - № 7. - P. 19-24.
14. Кузнецов С., Заболотнов Л., Панин И. и др. Оптимизация кормления высокопродуктивных молочных коров // *Комбикорма*. - 2012. - № 3. - С. 79-82.
15. Радчиков В.Ф., Гурин В.К., Шинкарева С.Л., Ганущенко О.Ф., Сучкова И.В. Повышение продуктивного действия комбикормов при производстве говядины // *Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сб. науч. тр.* - Гродно: ГГАУ, 2016. - Т. 35: Зоотехния. - С. 144-151.
16. Лемешевский В.О., Курепин А.А., Натынчик Т.М. Биохимические критерии рубцового пищеварения КРС под влиянием качества кормового белка // *Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов: материалы конф., Дубровицы, 14-16.06.2016.* - Дубровицы: ВИЖ, 2016. - С. 346-351.
17. Zhumaliyeva G., Chomanov U., Kenenbay G., Kassymbek R., Boribay A. Development of Drying–Grinding–Extrusion Technology for Camel Compound Feeds Enriched with Wormwood // *Processes*. – 2025. – Vol. 13, No. 10. – P. 3362. DOI: 10.3390/pr13103362

REFERENCES

1. Pandey B. P., Thapa R., Upreti A. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oil and methanol extract of *Artemisia vulgaris* and *Gaultheria fragrantissima* collected from Nepal. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 2017;10(9):952–959.
2. Sharifi-Rad J., Imran M., Salehi B., et al. *Artemisia* spp.: An update on its chemical composition, phytopharmacology, toxicology, and therapeutic potential. *Pharmaceuticals*. 2022;15(4):1–24.
3. Ganushchenko O. F., Bobrova L. S., Slavetskiy V. V. Effektivnost' ispol'zovaniya novykh variabel'no-vozzrastnykh vidov ZTsM pri vyrashchivani

telyat [Effectiveness of using new variable-age types of milk replacers in calf rearing]. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*. 2012;47(2):31–40. (In Russian)

4. Filits I. I., Dovgan' N. Ya., Paienok S. M., Duleba O. Yu. Vplyv fermentnykh preparativ Noprho i Zimo Best na okremi pokaznyky obminu [Effect of enzyme preparations Noprho and Zymo Best on certain metabolic indicators]. In: *Materialy IV Respubl. konf. Lviv*; 1968. p. 36–39. (In Ukrainian)

5. AnifeedSci Review. Camel digestion and feed technology adaptation. 2020. Available at: <https://www.anifeedsci.org/cameltech2020> (accessed 22 April 2025).

6. Patent RU 2662666 C2. Sposob polucheniya korma dlya zhivotnykh [Method for producing animal feed]. Published 10.08.2018. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2662666C2/ru> (accessed 22 April 2025). (In Russian)

7. Kabdulkarimova K.K., et al. Determination of the chemical composition and mineral substances and the content of antioxidant substances in wormwood (*Artemisia vulgaris*) // *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. – 2022. – Vol. 10. – P. 232–238.

8. GOST 23453-2014. Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya massovoy doli zhira [Milk and milk products. Methods for determination of fat mass fraction]. Moscow: Standartinform; 2015. (In Russian)

9. GOST 23327-98. Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya massovoy doli belka [Milk and milk products. Methods for determination of protein mass fraction]. Moscow: Gosstandart Rossii; 1999. (In Russian)

10. GOST 3626-73. Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya massovoy doli sukhikh veshchestv [Milk and milk products. Methods for determination of total solids]. Moscow: Izdatel'stvo standartov; 1973. (In Russian)

11. GOST 3624-92. Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya kislotnosti [Milk and milk products. Methods for determination of acidity]. Moscow: Gosstandart Rossii; 1993. (In Russian)

12. Zaytsev V. V., Seitov M. S., Zaytseva L. M., et al. Vliyanie biologicheskii aktivnykh dobavok na molochnyuyu produktivnost' korov [Effect of biologically active additives on milk productivity of cows]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;2(94):288–292. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-94-2-288-292. (In Russian)

13. Buryakov N. P. Evaluation of the content of cattle rations. *Dairy Industry*. 2014; 7: 19–24.

14. Kuznetsov S., Zabolotnov L., Panin I., et al. Optimizatsiya kormleniya vysokoproduktivnykh molochnykh korov [Optimization of feeding highly productive dairy cows]. *Kombikorma*. 2012; 3:79–82. (In Russian)

15. Radchikov V. F., Gurin V. K., Shinkareva S. L., Ganushchenko O. F., Suchkova I. V. Povyshenie produktivnogo deystviya kombikormov pri proizvodstve govyadiny [Enhancing the productive effect of compound feeds in beef production]. In: *Sel'skoe khozyaistvo – problemy i perspektivy*. Grodno: GGAU; 2016. Vol. 35: Zootekhnika. p. 144–151. (In Russian)

16. Lemeshevskiy V. O., Kurepin A. A., Natynchik T. M. Biokhimicheskie kriterii rubtsovogo pishchevareniya KRS pod vliyaniem kachestva kormovogo belka [Biochemical criteria of rumen digestion in cattle under the influence of feed protein quality]. In: *Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i tekhnologii kormov*. Dubrovitsy: VIZh; 2016. p. 346–351. (In Russian)

17. Zhumaliyeva G., Chomanov U., Kenenbay G., Kassymbek R., Boribay A. Development of Drying–Grinding–Extrusion Technology for Camel Compound Feeds Enriched with Wormwood. *Processes*. 2025;13(10):3362. DOI: 10.3390/pr13103362.

ПОЛБА ҰНЫН АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ НАУБАЙХАНАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

М.П. БАЙЫСБАЕВА *, М.Н. МАМЫРАЕВ ,
М.Е. СЕЙСЕНАЛЫ , Д. Ф. ӨМІРЗАХОВА 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би, 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: meruert_80@mail.ru*

Бұл мақалада полба (*Triticum dicossum Schrank*) дәнінен алынған ұнның технологиялық және наубайханалық қасиеттері зерттелді. Зерттеу барысында полба ұны әртүрлі ұнтақтау тәсілдерімен (дезинтегратор және CD1 жүйесі) алынып, оның құрылымдық-механикалық, термомеханикалық және реологиялық сипаттамалары кеушенді түрде бағаланды. Құрылымдық қасиеттері «Структурометр СТ-2» аспабында, термомеханикалық сипаттамасы *Mixolab 2* құрылғысында, ал қамырдың газ түзілуі мен газды ұстау қабілеті *Reo F4* реоферментометрінде анықталды. Зерттеу нәтижелері полба ұнының ұнтақтау дәрежесі оның пластикалылығы, серпімділігі, су сіңіру қабілеті, желімше беріктігі және амилазалық белсенділігіне елеулі әсер ететінін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны жоғары пластикалылық пен газды ұстау қабілетімен сипатталса, CD1 жүйесінде алынған ұн тығыз әрі құрылымдық тұрақты қасиет көрсетті. Ұнтақталған полба ұнының сапасы сынақ нан пісіру арқылы анықталып, стандарттық көрсеткіштер бойынша сапасы жоғары деп таңдалған оның оптимал нұсқасы анықталды. Ал бақылау үлгісі реологиялық көрсеткіштер бойынша анағұрлым оңтайлы нәтижелер көрсетті. Алынған нәтижелер полба ұнын функционалдық және нан өнімдерін өндіруде қолданудың перспективасы екенін дәлелдейді және ұн алу технологиясын оңтайландыру үшін ғылыми негіз бола алады.

Негізгі сөздер: полба, ұн, ұнтақтау тәсілі, құрылымдық-механикалық қасиеттер, реология, *Mixolab*, наубайханалық қасиеттер.

ПОЛУЧЕНИЕ МУКИ ИЗ ПОЛБЫ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЕЁ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ

М.П. БАЙЫСБАЕВА*, М.Н. МАМЫРАЕВ,
М.Е. СЕЙСЕНАЛЫ, Д. Ф. ӨМІРЗАХОВА

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)
Электронная почта автора корреспондента: meruert_80@mail.ru*

В данной статье исследованы технологические и хлебопекарные свойства муки, полученной из полбы (*Triticum dicossum Schrank*). В процессе исследования мука из полбы была получена различными способами измельчения (дезинтегратор и система CD1), а ее структурно-механические, термомеханические и реологические свойства оценены комплексно. Структурные характеристики определялись с использованием структурометра СТ-2, термомеханическое поведение изучалось на приборе *Mixolab 2*, а газообразующая и газоудерживающая способность теста — на реоферментометре *Reo F4*. Результаты исследований показали, что степень измельчения муки из полбы оказывает существенное влияние на ее пластичность, упругость, водопоглощающую способность, прочность клейковины и амилазную активность. Мука, измельченная в дезинтеграторе, характеризуется высокой пластичностью и газоудерживающей способностью, тогда как мука, полученная в системе CD1, формирует более плотную и структурно устойчивую систему. Качество порошкообразной муки из полбы определялось с помощью пробной выпечки, и по стандартным показателям была выбрана её оптимальная, высококачественная версия. Контрольный образец продемонстрировал наиболее оптимальные реологические показатели. Полученные результаты подтверждают перспективность использования муки из полбы при производстве функциональных и хлебобулочных изделий и могут служить научной основой для оптимизации технологии ее переработки.

Ключевые слова: полба, мука, способ измельчения, структурно-механические свойства, реология, *Mixolab*, хлебопекарные свойства.

TECHNOLOGY OF SPELT FLOUR PRODUCTION AND COMPREHENSIVE EVALUATION OF ITS BAKING PROPERTIES

M.P. BAIYSBAYEVA*, M.N. MAMYRAYEV,
M.E. SEISENALY, D. G. OMIRZAKHOVA

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

Corresponding author e-mail: meruert_80@mail.ru*

*This article investigates the technological and baking properties of flour obtained from spelt wheat (*Triticum dicoccum* Schrank). In the course of the study, spelt flour was produced using different milling methods (disintegrator and CD1 system), and its structural-mechanical, thermomechanical, and rheological properties were comprehensively evaluated. Structural characteristics were determined using a CT-2 structure analyzer, thermomechanical behavior was studied with a Mixolab 2 device, and dough gas-forming and gas-retention capacities were assessed using a Reo F4 rheofermentometer. The results demonstrated that the degree of flour grinding significantly affects its plasticity, elasticity, water absorption capacity, gluten strength, and amylase activity. Spelt flour ground in a disintegrator was characterized by high plasticity and gas-retention capacity, while flour obtained using the CD1 system formed a denser and more structurally stable system. The quality of the powdered spelt flour was determined through test baking, and the optimal variant, selected as high-quality according to standard indicators, was identified. The control sample exhibited the most optimal rheological characteristics. The findings confirm the potential of spelt flour for use in the production of functional and bakery products and provide a scientific basis for optimizing its processing technology.*

Keywords: spelt, flour, grinding method, structural-mechanical properties, rheology, Mixolab, baking properties.

Kіpіcne

Қазіргі таңда тамақ өнімдерінің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру, сондай-ақ дәстүрлі емес шикізат түрлерін тиімді пайдалану мәселесі өзекті болып табылады. Осы тұрғыда ежелгі дәнді дақылдарға жататын полба (*Triticum dicoccum* Schrank) ерекше қызығушылық тудырады. Полба жоғары ақуыздылығымен, тағамдық талшықтарға бай болуымен, экологиялық жағдайларға төзімділігімен және агротехникалық қарапайымдылығымен сипатталады. Соған қарамастан, қазіргі уақытта бұл дақыл азық-түлік өндірісінде, әсіресе ұн және нан өнімдерін өндіруде жеткілікті деңгейде қолданылмай отыр.

Полба дәні негізінен жармалық мақсатта пайдаланылғанымен, оның ұн алу технологиясы мен нан пісіру қасиеттері жан-жақты зерттеуді қажет етеді. Ұнның ұнтақталу дәрежесі мен фракциялық құрамы дайын өнімнің құрылымдық-механикалық, реологиялық және термомеханикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететіні белгілі. Сондықтан полба ұнын әртүрлі ұнтақтау тәсілдері арқылы алып, оның наубайханалық қасиеттерін кешенді бағалау ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды болып табылады.

Осы зерттеу жұмысының мақсаты – полба дәнінен алынған ұнның ұнтақтау тәсіліне байланысты құрылымдық-механикалық, термомеханикалық және реологиялық қасиеттерін зерттеу және оның нан пісіруге жарамдылығын кешенді бағалау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бидай ұны МЕМСТ 26574—2017, полба ұны ТШ 9293-001-21051295-2013, ас тұзы сапасы МЕМСТ Р 51574-2018 талаптарын сай болды. Қамырдың зертханалық үлгілері, пісірілген өнімдердің үлгілері.

Шикізаттардың (МЕМСТ 27839-2013, МЕМСТ 26574-2017, МЕМСТ 9404-88, МЕМСТ 27839-2013), жартылай фабрикаттардың (МЕМСТ 2109-75) дайын өнімнің органолептикалық (МЕМСТ 5667-65) және физикалық-химиялық (МЕМСТ 5669-96, МЕМСТ 5670-96, МЕМСТ 18321-73, МЕМСТ 21094-75) сапа көрсеткіштерін анықтау стандарттық талаптарда келтірілген әдіс бойынша, қамырдың реологиялық көрсеткіштері «Структурометр-2», газ бөлініп шығару қабілеті Chopin фирмасының Реоферментометр. Рео F4 аспабында анықталды.

Әдеби шолу

Кез келген ұлттық тағамдардың негізі – ғасырлар бойы қалыптасқан дәстүрлі шикізаттық (азық-түліктік) жиынтық. Ол жергілікті табиғи жағдайларға, климатқа және халықтың өмір салтына сай қалыптасады. Көптеген ұлттық асханалардың негізгі бөлігі – дәнді дақылдардан жасалған тағамдар. Бұл ауыл шаруашылығының, әсіресе егіншіліктің, оның ішінде астық шаруашылығының басым болғанын көрсетеді. Дәнді дақылдардың түрлері әртүрлі болған. Барлық жерде сұлы, қарақұмық, тары өсірілді. Сонымен қатар қара бидай, арпа және ежелгі бидай түрі – полба кеңінен таралған. Адамдардың

негізгі тағамдары нан, ұннан және жармадан жасалған тағамдар болды. Бүгінде көптеген нутрициологтар дәнді дақылдарды күнделікті тамақтану рационының негізгі бөлігі ретінде сақтауды ұсынады. Себебі олар табиғи түрде көмірсуларға бай және май мөлшері төмен. Күн сайын жеткілікті мөлшерде тұтынылатын нан мен дәнді дақылдардан жасалған тағамдар дәрумендер, минералдар және басқа да биологиялық белсенді заттармен байыту үшін оңтайлы өнім болып табылады. Дәнді дақылдар негізінде пайдалы тағамдар жасау үшін олардың биологиялық және тұтынушылық қасиеттерін қазіргі заманғы деңгейде бағалау қажет. Бұл ретте нутрициологияның тағам өнімдерінің химиялық құрамы мен биологиялық құндылығына қойылатын талаптары ескеріледі. Осыған байланысты бұл жұмыста қазіргі уақытта сирек қолданылатын, қабықты бидай түрлеріне жататын екі дәнді полба (*Triticum dicocum* Schrank) қарастырылады. Бұл бидай түрі бұрын Ресейдің оңтүстік-шығысында кеңінен өсіріліп, тамақтануда қолданылған. Қазіргі уақытта ол аз көлемде ғана өсіріледі. Белгілі болғандай, полба өсіру жағдайларына қарапайым, құрғақшылық пен ауруларға төзімді және ақуыз мөлшері жоғары дақыл болып табылады.

“Полба” сөзі орыс және славян сөзі емес, ол “шығыстың қандай да бір тілінен алынған” (Этимологиялық сөздік, II шығарылым, 1915, 91-бет). Полба дәндері археологтар тарапынан неолит дәуіріндегі (б.з.д. VII - VI мыңжылдық) көптеген тұрақтарда табылған. Бұл тұрақтар Таяу Шығыста, Закавказьеде, Қара теңіз жағалауында (қазіргі Украина және Молдова аумағы) орналасқан. Сонымен қатар, полба дәндері ежелгі Египет пен ежелгі Грекияның храмдарындағы құрбандық орындарынан, патшалар мен абыздардың мазарларынан табылған [1]. Болжам бойынша, ежелгі Египетте полба маңызды нан дақылы болған. Алайда, гректердің ықпалымен жалаң дәнді бидай пайда болғаннан кейін оның егістіктері қысқара бастаған. Бірінші ғасырда Плиний полбаны “египеттік нан” деп атаған [3].

Ресейде полба өсірілген ең көне орындар б.з.д. III мыңжылдыққа жатады. Олар қазіргі Калининград облысы, Приморск қаласының маңынан табылған. Ал VII ғасырда полба Ресейдің солтүстігінде, Старая Ладога аймағына дейін кең таралған [4]. Ресейде полба XVIII ғасырға дейін кеңінен өсірілді. Бұл дақылдың түсімі туралы мәліметтер әдебиетте XX ғасырдың 60-жылдарына дейін кездеседі [6]. Саратов губерниясында тұратын чуваштар полбаны “қасиетті өсімдік” деп санаған. Ал “қасиеттілік” –

бұл дақылдың сол халық арасында өте ертеден бері қолданылып келе жатқандығының белгісі [5]. Морфологиялық белгілері бойынша полба басқа бидай түрлерінен оңай ажыратылады. Оның масағы тығыз, екі қатарлы жағы бір қатарлы жағынан кеңірек. Масағы қысым түскенде жеке масақтарға бөлінеді. Масақ қабыршағының қыры айқын көрінеді және жоғары жағы тісшеге айналады. Әр масақта екі дән болады [8]. Полба экологиялық-географиялық топтарға қатты жіктелген, түрлік құрамы полиморфты және климаттық жағдайларға аса талапшыл емес [4]. Н.И. Вавилов (1931) полба егілген алқаптарды теңіз деңгейінен 3000 метр биіктікте (Аддис-Абеба маңында) бақылаған. Ол ерте пісетіндігімен, қарапайым күтімді қажет етпейтіндігімен ерекшеленеді, құнарсыз топырақтарда – күлгін топырақтарда, сазды жерлерде жақсы өседі, жұмсақ және қатты бидайларға қарағанда төзімдірек. Йеменде өсірілетін полба үлгілерінің ішінде ультраерте пісетін сорттар анықталған [2]. Полба отандық және шетелдік зерттеушілер тарапынан кеңінен пайдаланылып, әртүрлі бидай түрлерімен будандастырылған және қабықты бидай түрлерінің ішінде селекцияда ең көп қолданылған [7].

Полбаның шаруашылық тұрғысынан бағалы қасиеттеріне қарапайым күтімді қажет етпейтіндігі, ерте пісетіндігі, құрғақшылыққа төзімділігі, сондай-ақ сабақ таты, қара күйе, ұнтақты көгеру сияқты ауруларға төзімділігі жатады. Полбаның өсіп-жетілу кезеңі орташа пісетін жаздық бидай сорттарына қарағанда 10-12 күнге қысқа. Көктеген өсімдіктер -8°C дейінгі үсіктерге төзімді, ал тұқымдары $+2 - +3^{\circ}\text{C}$ топырақ температурасында өне бастайды [5]. Соңғы жылдардағы әдебиеттерде полба дәнінің химиялық құрамы туралы деректер іс жүзінде кездеспейді. Сондықтан бұл мәселені жан-жақты зерттеу, сондай-ақ зерттеліп отырған дақылдың көрсеткіштерін кеңінен таралған және жақсы зерттелген жармалық дақылдармен салыстыру өзекті болып табылады. Әдетте, полба жарма ретінде пайдаланылған, ұнға сирек өңделген. Ежелгі дәуірде полба маңызды нан дақылы болғаны белгілі. Бірақ Диоскорид (I ғасыр) және Гомер (IX ғасыр) полбадан жасалған нанның тез қататынын атап өткен. Бұл, мүмкін, полба крахмалындағы амилоза мөлшерінің жоғары болуымен және клейковинаның сапасымен байланысты болуы мүмкін. Әдеби деректерге сәйкес [10], полба ұнының нан пісіру қасиеттері төмен, бірақ оны бидай ұнына қосу нан сапасын жақсартады. Закавказьеде (мұнда полбаны “зандури” деп атайды) және Дағыстанда полбадан

ежелден бері ботқа мен палау дайындалған, әрі оны күріштен жоғары бағалаған. Полба ботқасы Еділ бойы халықтары арасында да жоғары бағаланған [6]. Полба ботқасы иісі, консистенциясы мен дәмі бойынша арпа жармасынан және бидай ботқасынан асып түседі, бірақ түсі жағынан арпа мен бидай ботқасына жол береді. Полбадан дайындалған тағамдар мерекелік және діни ас ретінде де қолданылған. Көптеген зерттеушілер полбаны жоғары жармалық қасиеттері бар дақыл деп санайды. М.П. Прокопьевтің пікірінше, полба жармалық дақыл ретінде қоректік құндылығы жағынан сұлы, арпа және күріштен асып түседі [8].

А.А. Филатенко, Р.Л. Богуславский және басқа зерттеушілер полбаны жармалық дақыл ретінде бидаймен емес, тары және қарақұмықпен салыстыру керек деп есептейді, өйткені олардың өнімділік және сапа көрсеткіштері ұқсас. Қазіргі уақытта полбадан жасалған өнімдер Италия мен Батыс Еуропаның басқа елдерінде денсаулыққа пайдалы тағам ретінде ұсынылады, ал оның егістік алқаптары жоғары нарықтық бағасының арқасында кеңеюде.

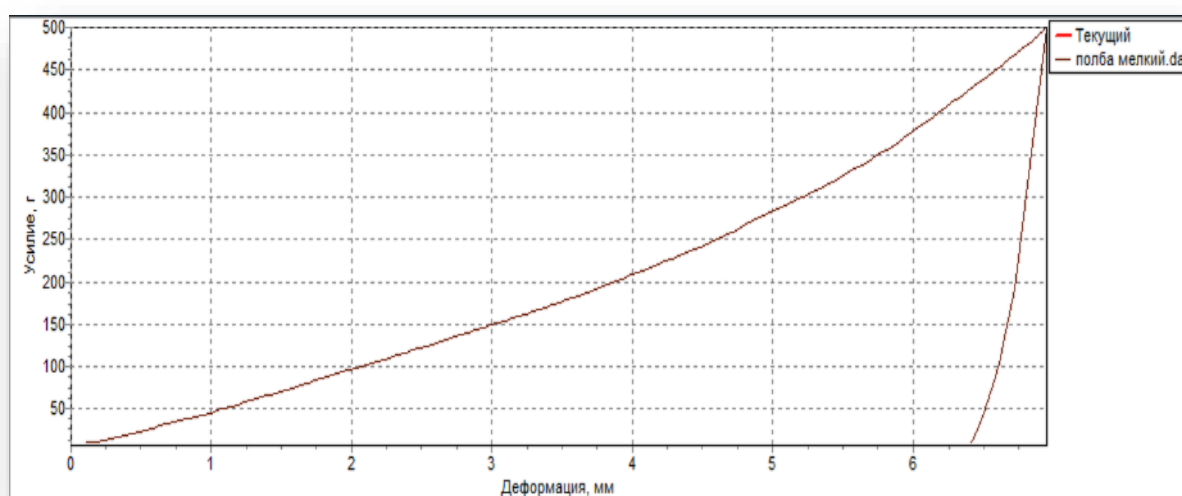
Полбаны тұтыну онкологиялық және жүрек-қан тамыр ауруларының қаупін төмендетеді. Бұл оның құрамындағы тағамдық талшықтардың басқа бидай түрлеріне қарағанда жоғары болуымен түсіндіріледі [11]. Сондай-ақ, полбадан жасалған өнімдер балама медицинада қолданылады деген деректер бар. Италиядағы диеталық тамақтану орталықтарында полбадан дайындалған тағамдар артық салмағы бар пациенттердің рационына енгізіледі. Нан пісіруге

жарамдылығы дәннің химиялық құрамына және ферменттік кешенінің күйіне байланысты. Ұн тарту қасиеттері дәннің құрылымына, анатомиялық бөліктерінің массалық арақатынасына, эндосперм мен қабықтардың микроструктуралық ерекшеліктеріне тәуелді. Эндоспермнің микроструктуралық көрсеткіштері мен ұн тарту қасиеттері арасында тығыз өзара байланыс бар. Микроструктураның ерекшеліктері дәннің қаттылығы мен әйнектік қасиеттерімен байланысты. Эндоспермнің негізгі компоненті – белоктармен байланысқан крахмал түйіршіктері. Ақуыздың жоғары мөлшері эндоспермнің беріктігін арттырады. Өсіп-өну кезеңіндегі климаттық жағдайлар эндоспермнің қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді [9].

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу нысаны ретінде полба дәнінен алынған ұн қолданылды. Ұн зертханалық жағдайда стандартты әдістеме бойынша алынды. Зерттеулер заманауи реологиялық және құрылымдық талдау аспаптарын қолдану арқылы жүргізілді.

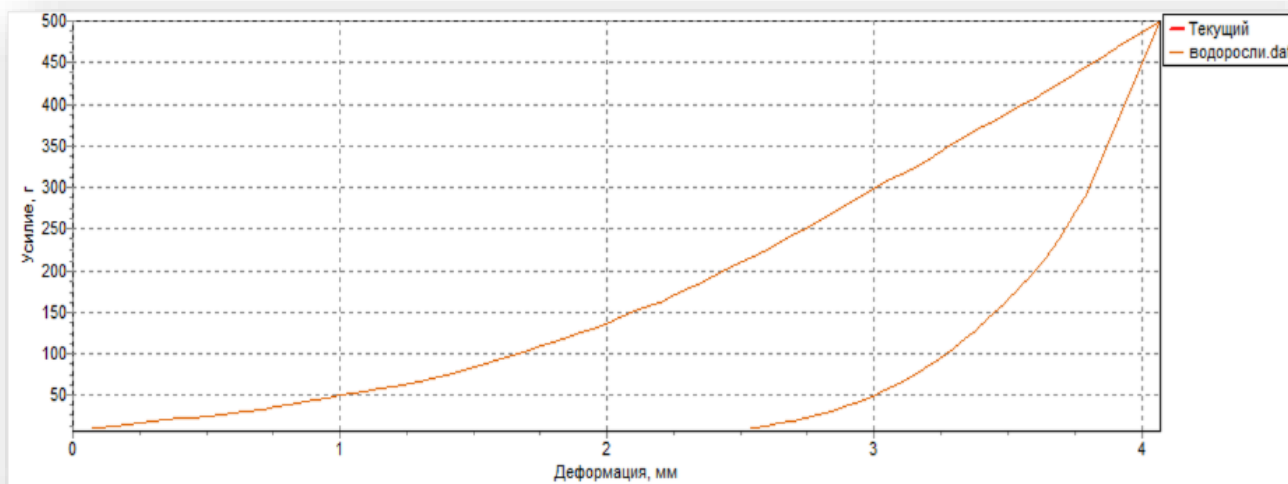
Полба ұнынан алынған әртүрлі ұнтақтау дәрежесіне ие үлгілердің құрылымдық-механикалық қасиеттері «Структурометр СТ-2» приборында стандартты қысу әдісімен анықталды. Зерттеу барысында ұн негізінде дайындалған өнім үлгілеріне жүктеме беріліп, жалпы (Н1), пластикалық (Н2) және серпімді (Н3) деформация мәндері тіркелді. Бақылау үлгісі ретінде дәстүрлі технология бойынша дайындалған стандартты өнім қолданылып 1-3 суретте көрсетілген.



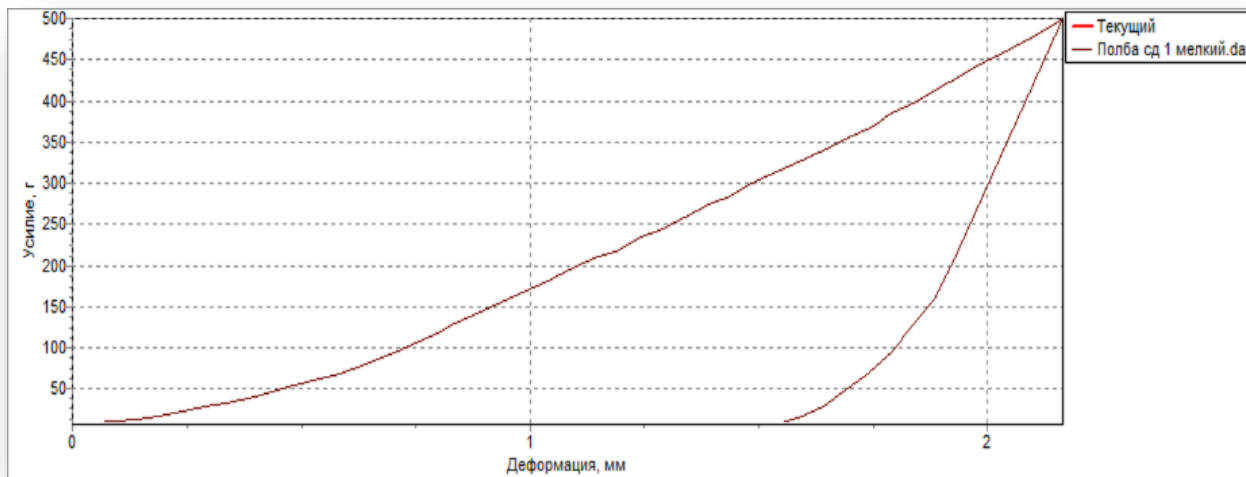
Сурет 1. Полба ұсақ үлгісінің құрылымдық-механикалық деформация көрсеткіштері

Суретте көрсетілгендей, полба ұнының әртүрлі ұнтақтау тәсілдері бойынша алынған үлгілерінің құрылымдық-механикалық қасиеттері айтарлықтай айырмашылық көрсетеді. Полба ұсақ дезинтегратор үлгісінде жалпы деформацияның ең жоғары мәні (6,953 мм) байқалады, бұл бақылау үлгісімен (4,070 мм) салыстырғанда шамамен 1,7 есе артық. Сонымен

қатар, аталған үлгіде пластикалық деформация көрсеткіші (6,406 мм) басым болып, бақылау үлгісіндегі мәннен (2,491 мм) едәуір жоғары екені анықталды. Ал серпімді деформация мәні (0,547 мм) бақылау үлгісінен (1,579 мм) шамамен 2,9 есе төмен, бұл үлгінің жүктеме әсерінен қайтымсыз деформацияға бейімділігін көрсетеді.



Сурет 2. Полба CD 1 ұсақ үлгісінің құрылымдық-механикалық деформация көрсеткіштері



Сурет 3. Бақылау үлгісінің құрылымдық-механикалық деформация көрсеткіштері

Полба CD1 жүйесінде ұсақ ұнтақталған фракциясынан дайындалған үлгіде жалпы деформация 2,164 мм құрап, бұл бақылау үлгісінен шамамен 1,9 есе төмен болды. Пластикалық деформация мәні 1,539 мм, ал серпімді деформация 0,625 мм деңгейінде тіркелді. Бақылау үлгісімен салыстырғанда, бұл үлгіде пластикалық деформация төмен болып, құрылымның тығыз әрі механикалық әсерге төзімді

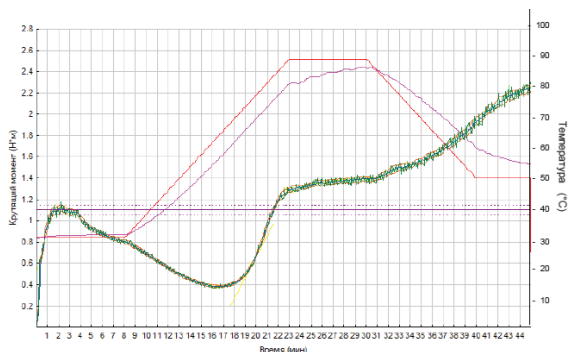
екені байқалды. Серпімді деформация көрсеткіші бақылаудан төмен болғанымен, үлгінің пішін тұрақтылығы жоғары екені анықталды.

Алынған нәтижелерді талдай келе, салыстырмалы талдау нәтижелері полба ұнын ұнтақтау тәсілі мен фракциялық құрамының дайын өнімнің құрылымдық-механикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақталған полба ұны жоғары

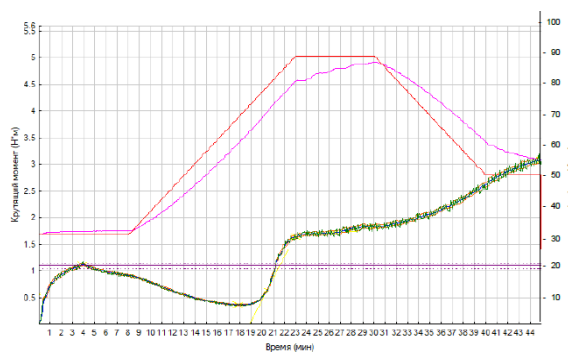
созылғыштықпен сипатталса, CD1 жүйесінде ұнтақталған ұн тығыз әрі тұрақты құрылым түзетіні анықталды. Бақылау үлгісі ең жоғары серпімді деформация мәнімен ерекшеленіп, серпімді құрылымға ие екені байқалды. Структурометриялық талдаудан кейін полба ұнының термомеханикалық және реологиялық қасиеттері Mixolab 2 (Chopin Technologies, Франция) құрылғысында зерттелді. Зерттеуге полба дәнінен әртүрлі дисперстілік дәрежесінде

алынған ұн үлгілері енгізілді. Бақылау үлгісі ретінде стандартты технология бойынша алынған ұн қолданылды. Зерттеу барысында келесі ұн үлгілері қолданылып 4 суретте көрсетілді:

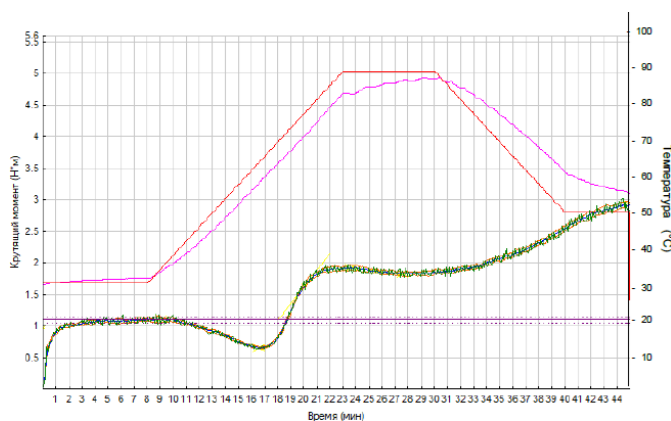
- CD1 жүйесінде орташа ұнтақталған полба ұны;
- дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны;
- бақылау үлгісі.



а



в



с

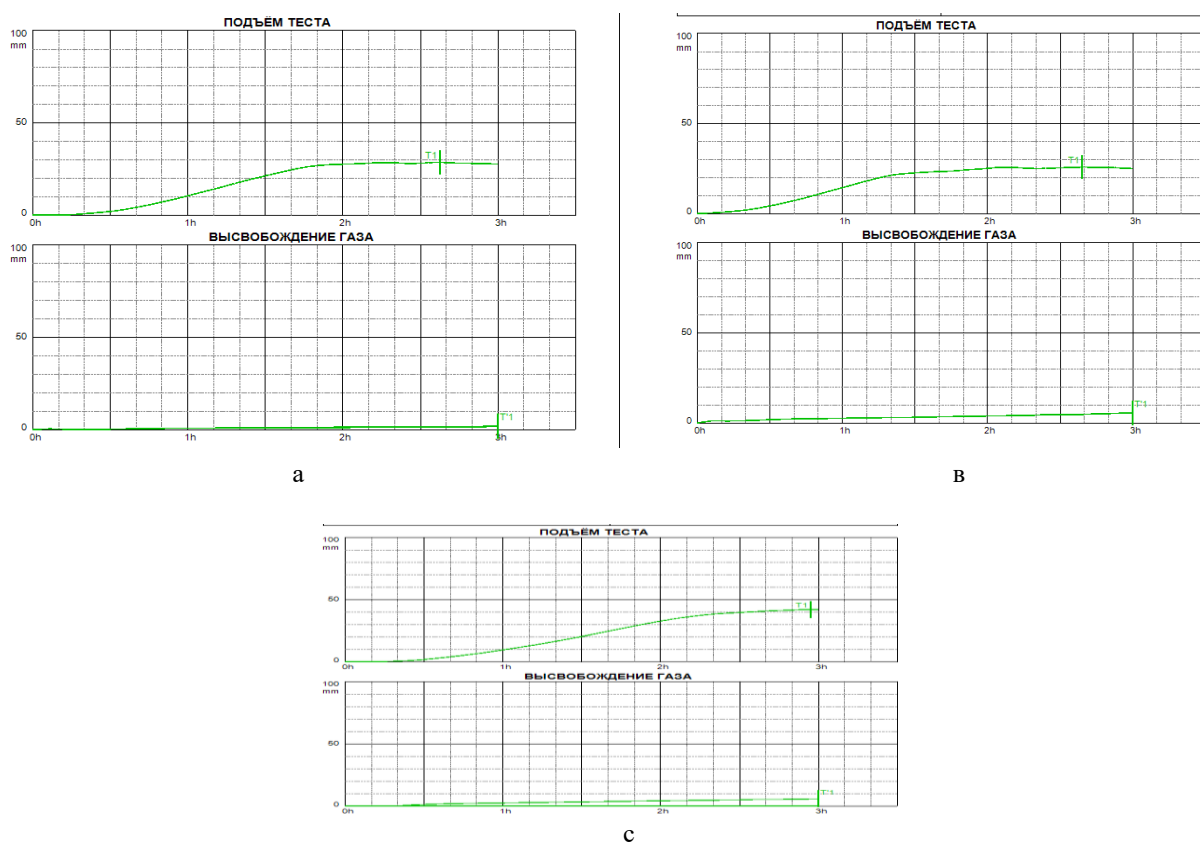
Сурет 4. а - CD1 жүйесінде орташа ұнтақталған полба ұны; в - дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны; с - бақылау үлгісі

Суретте көрсетілгендей, дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұнының су сіңіру индексі бақылау үлгісімен салыстырғанда айтарлықтай төмен болды (2 бірлік, бақылауда – 7). Бұл ұн бөлшектерінің ұсақталу дәрежесінің жоғары болуына және құрылымдық зақымдануына байланысты. Клейковина беріктігінің индексі дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған үлгіде 2 мәнін көрсетіп, бақылау үлгісінен (7) едәуір төмен екені байқалды. Бұл полба ұны ақуыз кешенінің механикалық әсерге сезімтал екенін көрсетеді. Сонымен қатар, аталған үлгіде амилазалық белсенділік (8) және крахмал ретроградациясы (8) бақылау үлгісінен (7 және 5) жоғары болып,

ферментативтік белсенділіктің күшеюін және сақтау кезінде құрылымның тез өзгеру мүмкіндігін көрсетеді. CD1 жүйесінде ұсақ ұнтақталған полба ұнының су сіңіру көрсеткіші (8) бақылау үлгісіне (7) жақын мән көрсетті, бұл ұн құрылымының салыстырмалы түрде тұрақты екенін білдіреді. Клейковина беріктігінің индексі (5) бақылау үлгісінен төмен болғанымен, дезинтеграторда ұсақталған үлгімен салыстырғанда жоғары деңгейде сақталған. Бұл CD1 жүйесінде ұнтақтау ақуыз құрылымының аз зақымдануына ықпал ететінін көрсетеді. Амилазалық белсенділік пен крахмал ретроградациясы көрсеткіштері бақылау үлгісімен

салыстырғанда шамалас деңгейде болып, өнімнің құрылымдық тұрақтылығын сақтауға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Mixolab қисықтарының талдауы полба ұны үлгілерінің термомеханикалық мінез-құлқында айқын айырмашылықтар бар екенін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған үлгілерде С2 мәнінің төмендеуі ақуыздың термиялық тұрақтылығының төмен екенін көрсетсе, CD1 жүйесінде ұнтақталған үлгілерде бұл көрсеткіш салыстырмалы түрде жоғары болды. С3 және С4 мәндері дезинтегратор үлгілерінде крахмалдың желімделуі мен амилазалық белсенділігінің жоғары екенін көрсетті.

Полба ұнының әртүрлі ұнтақтау дәрежесіне байланысты қамырдың көтерілу динамикасы, газ түзілуі және көмірқышқыл газын ұстау қабілеті Reo F4 құрылғысында зерттелді. Зерттеуге ұн негізінде дайындалған үлгілердің ұсақ ұнтақталған (мелкий) және бақылау үлгілері енгізілді. Зерттеу нәтижелері полба ұнының ұнтақтау тәсілі мен фракциялық құрамының қамыр құрылымына және газ түзілу үрдісіне әсерін анықтауға мүмкіндік берді. Төмендегі суретте көрсетілгендей, ұсақ ұнтақталған полба ұнының үлгілері мен бақылау үлгілері арасында айтарлықтай айырмашылықтар байқалды.



Сурет 5. а – CD ұсақ үлгі, в – дезинтеграторда ұсақ үлгі, с – бақылау үлгі

CD1 жүйесінде ұнтақталған полба ұны үлгісінде қамырдың максималды көтерілу биіктігі (H_m) 28,7 мм болып, бақылау үлгісіндегі 42,1 мм көрсеткішінен едәуір төмен болды. Қамырдың нақты көтерілу биіктігі (h) 27,8 мм, ал $(H_m - h)/H_m$ қатынасы 3,2 %, бұл құрылымның салыстырмалы түрде тұрақты екенін көрсетеді, алайда газ түзілу көлемі бақылаудан төмен (25 мл vs 88 мл). Газды ұстау коэффициенті 95,6 %, бұл бақылау үлгісіне қарағанда сәл төмен, яғни қамырдың көлемдік өсуі шектелген. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны үлгісінде максималды көтерілу биіктігі (H_m) 25,9 мм,

нақты көтерілу (h) 25,0 мм, ал $(H_m - h)/H_m$ қатынасы 3,3 %, яғни қамыр салыстырмалы түрде біртекті құрылымға ие.

Түзілген газдың жалпы көлемі 90 мл, газды ұстау коэффициенті 98,7 %, бұл бақылау үлгісіндегі 88 мл және 0 % мәнімен салыстырғанда, дезинтегратор үлгісі газды жақсы ұстайтынын көрсетеді. Дегенмен, қамырдың көтерілу биіктігі бақылауға қарағанда төмен, яғни көлемдік өсу шектеулі. Қорытындылай келе:

– CD1 ұсақ үлгісі – тығыз құрылыммен сипатталып, газ түзілу көлемі төмендеу;

– Дезинтеграторда ұсақ үлгі – газ түзілуі белсенді, газды ұстау қабілеті жоғары, бірақ камыр көтерілуі аз;

– Бақылау үлгісі – барлық негізгі параметрлер бойынша ең қолайлы реоферментометриялық қасиеттерге ие екенін көруге болады.

Алынған реологиялық, термомеханикалық және құрылымдық-механикалық зерттеу нәтижелерін ескере отырып, полба ұнының нан пісіру қасиеттерін тәжірибелік түрде бағалау мақсатында зертханалық жағдайда нан үлгілері дайындалды. Нан пісіру дәстүрлі технология бойынша жүргізіліп, бақылау үлгісі ретінде жоғары сұрыпты бидай ұнынан дайындалған нан қолданылды. Зерттеу барысында полба ұнынан дайындалған нанның физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Негізгі бағаланған көрсеткіштерге нанның меншікті көлемі, кеуектілік дәрежесі, жұмсағының серпімділігі, ылғалдылығы, қышқылдығы,

сондай-ақ сыртқы түрі, қыртысының түсі, иісі мен дәмі жатады. Полба ұнынан дайындалған нан үлгілерінде камырдың реологиялық қасиеттерімен тікелей байланысты ерекшеліктер байқалды. Атап айтқанда, дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұнынан алынған нан үлгілері салыстырмалы түрде тығыз құрылыммен және ұсақ кеуектілікпен сипатталды, бұл ұнның жоғары пластикалылығы мен ақуыз кешенінің механикалық зақымдануымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, газды ұстау қабілетінің жоғары болуы нан жұмсағының біркелкі құрылым түзуіне ықпал етті.

Әртүрлі әдісте ұнтақталған полба ұны мен бақылау ретінде дәстүрлі технологиямен алынған полба ұндарынан салыстырмалы түрде сынама нандар пісіріліп, сапа көрсеткіштері әдістемеді келтірілген әдістер бойынша анықталды [12]. Алынған зерттеу нәтижесі 1-кестеде келтірілді.

Кесте 1. Дайын нанның сапа көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бақылау нұсқасы	Полба бидай ұнының ұсақтау дәрежесі	
		CD1 ұсақ үлгісі	Дезинтеграторда ұсақ үлгі
Көзмөлшерлік көрсеткіштері			
Дәмі	Өзіне тән, ашымалдың дәмі анық сезіледі	Өзіне тән, ашымалдың дәмі сезіледі	Аздап полба бидай ұнының дәмі сезіледі, дәмі жақсы
Иісі	Өзіне тән, ашымалдың иісі сезіледі	Өзіне тән, ашымалдың иісі сезіледі	Аздап полба бидай ұнының жағымды иісі және ашымалдың иісі аздап сезіледі.
Сыртқы көрінісі	Беті тегіс, кедір-бұдыр жоқ		
Пішіні	Қалыпты пішіні дұрыс		
Жұмсақ ортасының түсі	Қоңыр	Қоңыр	Ақшыл-қоңыр
Қыртысының түсі	Қоңыр	Қоңыр	Қоңыр
Физикалық-химиялық көрсеткіштері			
Ылғалдығы, %	47	47,5	46,5
Қышқылдығы, град	10	10,5	10,5
Салмағы, грамм	335	335	338
Кеуектілігі,	54	56	58
Көлемі	750	800	850

CD1 жүйесінде ұнтақталған полба ұнынан алынған нан үлгілері құрылымдық тұрақтылығымен, пішінінің сақталуымен және жұмсағының серпімділігімен ерекшеленді. Бұл үлгілерде нанның көлемі бақылау үлгісінен төмен болғанымен, кеуектілік біркелкі және механикалық әсерге төзімді болып қалыптасты. Бақылау үлгісі ең жоғары көлемдік көрсеткіштермен және жұмсақтың жақсы серпімділігімен сипатталды. Органолептикалық бағалау нәтижелері полба ұнынан дайындалған нанның өзіндік дәмі мен иісі бар екенін көрсетті. Нанның қыртысы қоңыр түсті, дәмі сәл жаңғақ тәрізді болып, тұтынушылық қасиеттерін арттырды. Бұл ерекшеліктер полба дәнінің химиялық құрамына және биологиялық белсенді заттарының сақталуына байланысты екені анықталды. Алынған нәтижелер полба ұнынан дайындалған нанның сапа көрсеткіштері ұнтақтау тәсілі мен ұнның құрылымдық қасиеттеріне тікелей тәуелді екенін көрсетеді және бұл факторларды технологиялық процесті оңтайландыру кезінде ескеру қажет екенін дәлелдейді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу жұмысы полба (*Triticum dicoccum* Schrank) дәнінен алынған ұнның ұнтақтау тәсілі оның құрылымдық-механикалық, термомеханикалық және реологиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Дезинтеграторда ұсақ ұнтақталған полба ұны жоғары пластикалық пен газды ұстау қабілетімен сипатталса, CD1 жүйесінде ұнтақталған ұн құрылымдық тұрақтылығы және ақуыз кешенінің салыстырмалы түрде сақталуымен ерекшеленді.

Mixolab және реоферментометриялық зерттеулер нәтижелері полба ұнының нан пісіру кезінде крахмалдың желімделуі мен ферментативтік белсенділігінің ұнтақтау дәрежесіне тәуелді екенін көрсетті. Бұл факторлар қамырдың көтерілу динамикасына және дайын нанның құрылымдық қасиеттеріне тікелей әсер ететіні анықталды.

Полба ұнынан дайындалған нанның сапалық көрсеткіштері оның бидай ұнынан дайындалған бақылау үлгісіне қарағанда көлемі жағынан төмен болғанымен, кеуектілігінің біркелкілігімен, өзіндік дәмдік ерекшеліктерімен және функционалдық қасиеттерімен ерекшеленді. Бұл полба ұнын функционалдық және диеталық бағыттағы нан өнімдерін өндіруде қолданудың перспективалы екенін дәлелдейді.

Зерттеу нәтижелері полба ұнын өндіру технологиясын жетілдіруге және оны наубайхана өндірісіне енгізуге ғылыми негіз бола алады,

сондай-ақ отандық функционалдық тағам өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Қаржыландыру

Эксперименттер №0125РКД0119 «Полбадан ұн алу және оның ашытқысыз нанның сапасына әсерін бағалау» тақырыбындағы ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыс аясында жүргізілді. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Sinkovič L., Tóth V., Rakszegi M., Pipan B. Elemental composition and nutritional characteristics of spelt flours and wholemeals // *Journal of Elementology*. – 2023. – Vol. 28, № 1. – P. 27–39. – DOI: 10.5601/jelem.2022.27.4.2358.
2. Deyalage S. T., House J. D., Thandapilly S. J., Malalgoda M. Nutritional characteristics and physicochemical properties of ancient wheat species for food applications // *Food Bioscience*. – 2024. – Vol. 62. – Article 105397. – DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105397.
3. Kulathunga J., Reuhs B. L., Zwinger S., Simsek S. Comparative study on kernel quality and chemical composition of ancient and modern wheat species: einkorn, emmer, spelt and hard red spring wheat // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 761. – DOI: 10.3390/foods10040761.
4. Wojciechowicz-Budzisz A., Skřivan P., Sluková M., Švec I., Pejcz E., Stupák M., Czubaszek A., Harasym J. Comprehensive characterization of micronized wholemeal flours: investigating technological properties across various grains // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 1. – P. 39. – DOI: 10.3390/foods13010039.
5. Mencin M., Markanovič N., Mikulič Petkovšek M., Veberič R., Terpinc P. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, № 8. – P. 3428. – DOI: 10.3390/molecules28083428.
6. Costantini A., Da Ros A., Nikoloudaki O., Montemurro M., Di Cagno R., Genot B., Gobbetti M., Rizzello C. G. How cereal flours, starters, enzymes, and process parameters affect the in vitro digestibility of sourdough bread // *Food Research International*. – 2022. – Vol. 159. – Article 111614. – DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111614.
7. Korcari D., Secchiero R., Laureati M., Marti A., Cardone G., Rabitti N. S., Ricci G., Fortina M. G. Technological properties, shelf life and consumer preference of spelt-based sourdough bread using novel, selected starter cultures // *LWT*. – 2021. – Vol. 151. – Article 112097. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112097.
8. Șerban L. R., Păucean A., Chiș M. S., Pop C. R., Man S. M., Pușcaș A., Ranga F., Socaci S. A., Alexa E., Berbecea A. et al. Metabolic profile of einkorn, spelt, emmer ancient wheat species sourdough fermented with strain of *Lactiplantibacillus plantarum* ATCC 8014 // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, № 5. – P. 1096. – DOI: 10.3390/foods12051096.

9. Islam M. A., Islam S. Sourdough bread quality: facts and factors // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 13. – P. 2132. – DOI: 10.3390/foods13132132.

10. Oleinikova Y., Amangeldi A., Zhaksylyk A., Saubenova M., Sadanov A. Sourdough microbiota for improving bread preservation and safety: main directions and new strategies // *Foods*. – 2025. – Vol. 14, № 14. – P. 2443. – DOI: 10.3390/foods14142443.

11. Ribet L., Dessalles R., Lesens C., Brusselsaers N., Durand-Dubief M. Nutritional benefits of sourdoughs: a systematic review // *Advances in Nutrition*. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 22–29. – DOI: 10.1016/j.advnut.2022.10.003.

12. Байысбаева, М.П., Нан өнімдерінің сапасын бағалау әдістері [Текст/Электронный ресурс] : оқу құралы. - Алматы, 2020. - 171 б.

REFERENCES

1. Sinkovič L., Tóth V., Rakszegi M., Pipan B. Elemental composition and nutritional characteristics of spelt flours and wholemeals // *Journal of Elementology*. – 2023. – Vol. 28, № 1. – P. 27–39. – DOI: 10.5601/jelem.2022.27.4.2358.

2. Deyalage S. T., House J. D., Thandapilly S. J., Malalgoda M. Nutritional characteristics and physicochemical properties of ancient wheat species for food applications // *Food Bioscience*. – 2024. – Vol. 62. – Article 105397. – DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105397.

3. Kulathunga J., Reuhs B. L., Zwinger S., Simsek S. Comparative study on kernel quality and chemical composition of ancient and modern wheat species: einkorn, emmer, spelt and hard red spring wheat // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 761. – DOI: 10.3390/foods10040761.

4. Wojciechowicz-Budzisz A., Skřivan P., Sluková M., Švec I., Pejcz E., Stupák M., Czubaszek A., Harasym J. Comprehensive characterization of micronized wholemeal flours: investigating technological properties across various grains // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 1. – P. 39. – DOI: 10.3390/foods13010039.

5. Mencin M., Markanovič N., Mikulič Petkovšek M., Veberič R., Terpinč P. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical

characteristics of wheat bread // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, № 8. – P. 3428. – DOI: 10.3390/molecules28083428.

6. Costantini A., Da Ros A., Nikoloudaki O., Montemurro M., Di Cagno R., Genot B., Gobbetti M., Rizzello C. G. How cereal flours, starters, enzymes, and process parameters affect the in vitro digestibility of sourdough bread // *Food Research International*. – 2022. – Vol. 159. – Article 111614. – DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111614.

7. Korcari D., Secchiero R., Laureati M., Marti A., Cardone G., Rabitti N. S., Ricci G., Fortina M. G. Technological properties, shelf life and consumer preference of spelt-based sourdough bread using novel, selected starter cultures // *LWT*. – 2021. – Vol. 151. – Article 112097. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112097.

8. Șerban L. R., Păucean A., Chiș M. S., Pop C. R., Man S. M., Pușcaș A., Ranga F., Socaci S. A., Alexa E., Berbecea A. et al. Metabolic profile of einkorn, spelt, emmer ancient wheat species sourdough fermented with strain of *Lactiplantibacillus plantarum* ATCC 8014 // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, № 5. – P. 1096. – DOI: 10.3390/foods12051096.

9. Islam M. A., Islam S. Sourdough bread quality: facts and factors // *Foods*. – 2024. – Vol. 13, № 13. – P. 2132. – DOI: 10.3390/foods13132132.

10. Oleinikova Y., Amangeldi A., Zhaksylyk A., Saubenova M., Sadanov A. Sourdough microbiota for improving bread preservation and safety: main directions and new strategies // *Foods*. – 2025. – Vol. 14, № 14. – P. 2443. – DOI: 10.3390/foods14142443.

11. Ribet L., Dessalles R., Lesens C., Brusselsaers N., Durand-Dubief M. Nutritional benefits of sourdoughs: a systematic review // *Advances in Nutrition*. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 22–29. – DOI: 10.1016/j.advnut.2022.10.003.

12. Baiysbaeva M. P. Nan onimderinin sapasyn bagalau adisteri [Methods for evaluating the quality of bakery products]: oqu kuraly. – Almaty, 2020. – 171 p. (in Kazakh).

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПОРОШКА ЛУКА РОЗЕНБАХА (СИЁХАЛАФ) НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Д.А. КОМИЛОВА* , Н.А. ТОШХОДЖАЕВ 

(Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими в городе Худжанде, Республика Таджикистан)
Электронная почта автора корреспондента: dilka85@bk.ru*

В статье рассматривается проблема повышения биологической ценности пшеничного хлеба в условиях Республики Таджикистан, где хлеб традиционно является одним из основных продуктов питания. В качестве источника функциональных компонентов предложено использование растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф), богатого йодом, железом, кальцием, фосфором и другими микро- и макроэлементами. Представлены результаты химического анализа растительного сырья, проведённого в лабораториях Аграрного университета Кракова, а также органолептические и физико-химические показатели опытных образцов хлеба, обогащённых 1, 3 и 5 % растительного порошка. Установлено, что внесение 1–3 % порошка обеспечивает повышение пищевой и биологической ценности хлеба без снижения его качества, тогда как дозировка 5 % приводит к ухудшению структурно-механических характеристик. Выполнен экономический расчёт себестоимости производства функционального хлеба, подтверждающий целесообразность внедрения технологии. На основании расчетов определено, что цена 1 шт. готового пшеничного хлеба с добавлением порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф), имеющего функциональное назначение и рекомендуемого для населения и лиц, страдающих йододефицитом, составляет 8 сомони 25 дирамов. Рентабельность продукции составляет 17,99%, а рентабельность продаж – 14,9%, что является значимым результатом для современной хлебопекарной отрасли, а внедрение такого нового вида продукции в перспективе даст очень хорошие результаты для развития отрасли, обеспечения продовольственной безопасности и повышения конкурентоспособности национальной экономики. Полученные результаты свидетельствуют о перспективах использования лука Розенбаха для создания функциональных хлебобулочных изделий, способствующих улучшению минерального состава рациона населения.

Ключевые слова: пшеничный хлеб, функциональные продукты, лук Розенбаха (сиёхалаф), биологическая ценность, йододефицит, растительный порошок.

РОЗЕНБАХ ЖУАНСАБАҒЫ (СИЁХАЛАФ) ҰНТАҒЫН ҚОСУДЫҢ БИДАЙ НАНЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ МЕН МИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ

Д.А. КОМИЛОВА*, Н.А. ТОШХОДЖАЕВ

(Тәжікстан Республикасының Худжанд қаласындағы академик М.С.Осими атындағы Тәжік техникалық университетінің Политехникалық институты)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dilka85@bk.ru*

Мақалада Тәжікстан Республикасында бидай нанының биологиялық құндылығын арттыру мәселесі қарастырылған, мұнда нан дәстүрлі түрде негізгі азық-түлік өнімдерінің бірі болып табылады. Функционалдық компоненттердің көзі ретінде йодқа, темірге, кальцийге, фосфорға және басқа да микро- және макроэлементтерге бай Розенбах пиязынан (сиёхалаф) алынған өсімдік ұнтағын қолдану ұсынылады. Өсімдік шикізатына жүргізілген химиялық талдау нәтижелері Краков Аграрлық университетінің зертханаларында алынған, сондай-ақ 1, 3 және 5 % өсімдік ұнтағымен байытылған тәжірибелік нан үлгілерінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері ұсынылған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ұнтақты 1–3 % мөлшерде енгізу нанның тағамдық және биологиялық құндылығын оның сапасын төмендетпестен арттырады, ал 5 % дозасы құрылымдық-механикалық қасиеттерінің нашарлауына әкеледі. Функционалды нан өндірудің өзіндік құнын анықтау бойынша экономикалық есеп жүргізіліп, технологияны енгізудің тиімді екенін растады. Есептеулер бойынша, йод тапшылығынан зардап шегетін адамдар мен жалпы халыққа ұсынылатын функционалдық мақсаттағы Розенбах пиязы (сиёхалаф) ұнтағы қосылған дайын бидай нанының 1 данасының бағасы 8 сомони 25 дирамды құрайды. Өнімнің рентабельдігі 17,99 %, ал сату

рентабельдігі – 14,9 %, бұл қазіргі нан өндіру саласы үшін маңызды көрсеткіш болып табылады. Мұндай жаңа өнім түрін енгізу болашақта саланың дамуына, азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін арттыруға үлкен мүмкіндіктер береді. Алынған нәтижелер Розенбах пиязын халықтың минералдық құрамын жақсартуға бағытталған функционалдық нан-тоқаш өнімдерін жасау үшін пайдаланудың перспективалы екенін көрсетеді.

Негізгі сөздер: бидай наны, функционалдық өнімдер, Розенбах жуансабағы (сиёхалаф), биологиялық құндылық, йод тапшылығы, өсімдік ұнтағы.

INFLUENCE OF ROSENBACH ONION POWDER ADDITION ON THE BIOLOGICAL VALUE AND MINERAL COMPOSITION OF WHEAT BREAD

D.A. KOMILOVA*, N.A. TOSHKHODJAEV

(Khujand Polytechnic Institute of Tajik technical University named after academician M.S. Osimi, Republic of Tajikistan)

Corresponding author e-mail: dilka85@bk.ru*

The article examines the issue of increasing the biological value of wheat bread in the Republic of Tajikistan, where bread has traditionally been one of the main staple foods. As a source of functional components, the use of plant powder derived from Rosenbach onion (siyohalaf), which is rich in iodine, iron, calcium, phosphorus, and other micro- and macroelements, is proposed. The results of the chemical analysis of the plant raw material conducted in the laboratories of the University of Agriculture in Krakow are presented, along with the organoleptic and physicochemical indicators of experimental bread samples enriched with 1%, 3%, and 5% of the plant powder. It was established that adding 1–3% of the powder increases the nutritional and biological value of the bread without reducing its quality, whereas a 5% dosage leads to deterioration of its structural and mechanical characteristics. An economic calculation of the production cost of functional bread was performed, confirming the feasibility of implementing this technology. Based on the calculations, the price of one loaf of finished wheat bread containing Rosenbach onion (siyohalaf) powder—intended as a functional food product recommended for the general population and for individuals suffering from iodine deficiency—is 8 somoni 25 dirams. The product profitability is 17.99%, and the sales profitability is 14.9%, which is a significant indicator for the modern baking industry. The introduction of such a new type of product is expected to yield very positive results for the future development of the industry, ensuring food security and increasing the competitiveness of the national economy. The results obtained indicate promising prospects for the use of Rosenbach onion in the development of functional bakery products that help improve the mineral composition of the population's diet.

Keywords: wheat bread, functional foods, Rosenbach's onion (siyohalaf), biological value, iodine deficiency; plant powder.

Введение

Хлеб является одним из древнейших и наиболее употребляемых продуктов питания. Несмотря на продолжающиеся дискуссии о его пользе и потенциальных рисках, хлеб остаётся важным элементом мирового рациона. В Республике Таджикистан, где сельское хозяйство и, в особенности, возделывание пшеницы имеют тысячелетнюю историю, хлеб представляет собой не только продукт питания, но и символ благополучия, труда и достойной жизни. В условиях глобализации и изменения образа жизни анализ роли «пшеничного хлеба» в питании современного человека приобретает научную значимость для понимания социальных, экономических и пищевых процессов. В современную эпоху, независимо от индустриального прогресса, хлеб по-прежнему остаётся неотъемлемой частью рациона.

Согласно исследованиям ГУ «Государственный научно-исследовательский институт питания» (2020–2022 гг.), более 55–60% суточной энергетической ценности рациона населения обеспечивается за счёт продуктов из муки, включая хлеб [8].

Доля хлеба в рационе претерпела изменения под влиянием технологического прогресса и культурных трендов, однако научные данные подтверждают, что качественный хлеб, является важным компонентом здорового питания.

Исследования показывают, что хлеб, изготовленный из муки первого и высшего сортов, состоит преимущественно из углеводов (50–55%) и содержит лишь небольшое

количество белка (7–8%). Содержание витаминов группы В, минеральных веществ (Fe, Zn, Mg) и пищевых волокон в таких изделиях крайне низкое [11]. Несмотря на то, что уровень потребления хлеба в городах несколько снизился, он по-прежнему остаётся основой каждого приёма пищи.

С исторической точки зрения хлеб являлся основным источником энергии, углеводов и белка для большинства слоёв общества. Однако в связи с изменением условий производства, совершенствованием технологий переработки зерна и ростом потребительского спроса на здоровое питание вопрос повышения биологической ценности хлеба превратился в одну из значимых научно-практических проблем современности.

Хлеб с высокой биологической ценностью содержит большее количество полноценных белков, витаминов, пищевых волокон и минеральных веществ. Тем не менее, в существующем ассортименте хлебопекарной промышленности Республики Таджикистан, как и большинства других стран, до сих пор преобладают изделия, производимые из муки высшего сорта, обладающей более низкой биологической ценностью. Такая ситуация приводит к тому, что хлеб и хлебобулочные изделия преимущественно выполняют функцию насыщения, однако характеризуются сравнительно низкой питательной полноценностью.

В Республике Таджикистан функционируют более 300 хлебопекарных предприятий. Согласно данным Министерства промышленности и новых технологий (2024), свыше 85% производимого хлеба изготавливается из муки первого и высшего сортов. Данная мука обладает привлекательным внешним видом и мягким вкусом, однако вследствие глубокой степени очистки значительная часть питательных веществ пшеницы удаляется.

Производство хлеба с высокой биологической ценностью в стране пока имеет ограниченный масштаб. Исследования показывают, что использование смеси пшеничной муки с обогащенной мукой из клечатки или натуральными добавками может повысить биологическую ценность продукции на 25–30% [10].

Таким образом, проблема производства хлеба с высокой биологической ценностью в современных условиях приобретает научное, экономическое и социальное значение. В Республике Таджикистан, несмотря на разви-

тие хлебопекарной отрасли, продукция с высокой биологической ценностью по-прежнему занимает незначительную долю. Основными причинами являются недостаток сырья, устаревшие технологии и низкий уровень пищевой грамотности населения.

Материалы и методы исследования

Целью исследования является повышение биологической и минеральной ценности пшеничного хлеба путём введения порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) в его рецептуру и оценка влияния добавки на качество и экономическую эффективность производства.

Повышение биологической ценности возможно за счёт использования природного сырья, такого как бобовые, зерновые культуры, семена растений, овощи, сухофрукты, молочные продукты, а также новые источники сырья. Такие смеси не только улучшают пищевой состав, но и способствуют повышению вкусовых качеств и устойчивости хлеба.

Использование новых источников сырья в производстве пшеничного хлеба представляет собой эффективный путь для повышения его биологической ценности и улучшения пищевых характеристик. Применение таких видов сырья не только увеличивает содержание белков и витаминов, но также улучшает вкус, устойчивость и внешний вид хлеба, что способствует решению задачи обеспечения населения Республики Таджикистан высокопитательными и здоровыми продуктами.

Исследования проводились на базе лабораторий Политехнического института Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими в городе Худжанде, Республика Таджикистан, а также Аграрного Университета Кракова, Республика Польша.

Объектами исследования являлись, растительное сырьё — листья лука Розенбаха (сиёхалаф); образцы пшеничного хлеба, обогащённые 1 %, 3 % и 5 % порошка из данного растения; контрольный образец хлеба, приготовленный без добавок.

Методы исследования, которые использовались для получения результатов — это органолептические показатели (внешний вид, вкус, аромат, структура мякиша); физико-химические параметры (удельный объём, влажность, пористость, кислотность); химический состав (Fe, Ca, Mg, I, P и др.); экономическая эффективность технологии. Специалистами хлебопекарной отрасли проводилась балльная оценка качества по пятибалльной системе.

Результаты и их обсуждения

Для решения данной задачи в состав пшеничного хлеба был введён растительный порошок из лука Розенбаха (сиёхалаф) в количестве 1%, 3% и 5% от массы муки.

Лук Розенбаха (сиёхалаф) в Средней Азии является самым распространённым представителем семейства Амариллисовых (*A. Rosenbachianum* Rgl.). Это однолетнее растение преимущественно произрастает в горных районах Республики Таджикистан. Листья лука Розенбаха (сиёхалаф) собирают в весенний период, в апреле–мае, до начала цветения. Лук Розенбаха (сиёхалаф) содержит широкий спектр биологически активных веществ и микроэлементов, включая йод, кальций, калий, марганец, фосфор и др., что определяет его питательную и лечебную ценность [4, 6, 9]. Благодаря наличию йода и других микроэлементов лук Розенбаха (сиёхалаф) может использоваться в качестве дополнительного

источника питательных веществ для организма человека.

Лук Розенбаха (сиёхалаф) в состав пшеничного хлеба был добавлен в виде порошка. Сушка лука Розенбаха (сиёхалаф) проводилась конвекционным методом. Каждые две недели, начиная с марта, проводился сбор образцов растения с последующим контролем содержания микро- и макроэлементов. Эти показатели изменялись в зависимости от стадии роста и времени сбора. Сушка растения осуществлялась при температуре 40–50 °С в течение 2,5–3 часов, что позволяло сохранить ценные растительные компоненты [12, 13, 14]. После сушки материал охлаждали и измельчали до состояния порошка.

На базе лабораторий Аграрного Университета Кракова, Республика Польша, был проведен химический анализ состава порошка из растительного сырья лука Розенбаха (сиёхалаф). Результаты данного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты химического анализа порошка из растительного сырья лука Розенбаха (сиёхалаф)

Результаты анализа химического состава образцов			
Наименование показателей	порошок из лука Розенбаха		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Ag, mg/kg	0,011608	0,013240	0,009332
Al, mg/kg	237,22758	167,41434	165,41397
B, mg/kg	16,84736	48,17562	39,28344
Ca, g/kg	23,00884	20,43391	18,17806
Co, mg/kg	0,192952	1,065640	1,141470
Cu, mg/kg	6,828470	6,322075	6,660280
Fe, mg/kg	303,2579	234,8610	253,6753
K, g/kg	12,00540	14,38514	14,14312
I, mg/kg	2,107546	2,238079	2,335021
Mg, g/kg	3,854846	3,125535	2,925825
Mn, mg/kg	165,7760	117,2451	120,3944
Mo, mg/kg	1,094602	0,968894	0,914921
Na, mg/kg	76,28610	106,06090	94,17829
P, mg/kg	2199,826	2128,718	2250,725
S, g/kg	4,625980	4,217716	4,232220
Se, mg/kg	0,271217	0,075682	0,499363
Si, g/kg	53,60459	36,04269	43,01710
Zn, g/kg	0,229671	0,241320	0,248015

Содержание йода в растительном порошке из лука Розенбаха (сиёхалаф) превышает 22,95 мг/кг по сравнению с сушёными финиками и на 8,35–20,85 мг/кг по сравнению с морскими водорослями. Как известно, финики и морские водоросли считаются богатыми источниками йода. Содержание железа в этом порошке также на 98,5 % и 2,5 % выше по сравнению с сушёными финиками и морскими водорослями соответственно, что свидетельствует о богатом химическом составе данного порошка.

В лабораторных условиях Политехнического института Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими в городе Худжанде, Республика Таджикистан была определена возможность использования растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) в составе пшеничного хлеба. Рецепт пшеничного хлеба с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) представлена в таблице 2.

Таблица 2. Рецепт для приготовления пшеничного хлеба с добавлением растительного порошка

Наименование образцов	Наименование сырья, кг				
	Мука пшеничная высшего сорта	Соль	Дрожжи	Растительный порошок из лука Розенбаха (сиёхалаф)	Вода питьевая
Контроль	100	1,25	2,0	0	По расчету в зависимости от влажности всех компонентов
Образец 1	100	1,25	2,0	1,0	
Образец 2	100	1,25	2,0	3,0	
Образец 3	100	1,25	2,0	5,0	

Приготовление пшеничного хлеба с добавлением различных дозировок растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) осуществлялось следующим образом: приготовление теста, брожение, деление теста на куски, формовка, расстойка и выпечка. Для приготовления теста использовались сухие дрожжи, активированные при температуре 35–40 °С. Продолжительность замешивания теста состав-

ляла 4–5 минут. Брожение теста проводилось при температуре 40–45 °С и относительной влажности 80–85 %. Выпечка образцов хлеба осуществлялась при температуре 220–240 °С [1, 2, 7]. Внешний вид пшеничного хлеба с добавлением различных дозировок растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Образцы пшеничного хлеба с добавлением различных дозировок растительного порошка из лука Розенбаха.

Качество образцов пшеничного хлеба с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) было определено органо-

лептическими и физико-химическими методами [3], результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты анализа качества функционального пшеничного хлеба с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф)

Наименование образцов	Наименование показателей			
	Удельный объем, $см^3/г$	Массовая доля влажности, %	Пористость, %	Кислотность, град.
Контроль	3,27	41,6	76,4	1,5
Образец 1	3,05	41,8	75,4	1,8
Образец 2	2,9	41,2	62,6	2,1
Образец 3	2,28	41,35	57,4	2,25

Результаты исследования показали, что оптимальная доза добавления растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) в рецептуру пшеничного хлеба составляет 1–3 % от массы муки. Такая доза не оказывает отрицательного влияния на качество готового продукта, при этом хлеб приобретает высокую пищевую и биологическую ценность, а также богатый химический состав.

Добавление более 3 % растительного порошка в состав пшеничного хлеба отрицательно сказывается на качестве продукции: готовый продукт демонстрирует более низкие

органолептические и физико-химические показатели по сравнению с образцами, приготовленными по установленным нормам ГОСТ.

Для оценки качества образцов пшеничного хлеба с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) также была проведена балльная оценка, в которой участвовали специалисты отрасли. Оценка проводилась по пятибалльной системе. Результаты анализа представлены в виде профилограммы, показанной на рисунке 2.

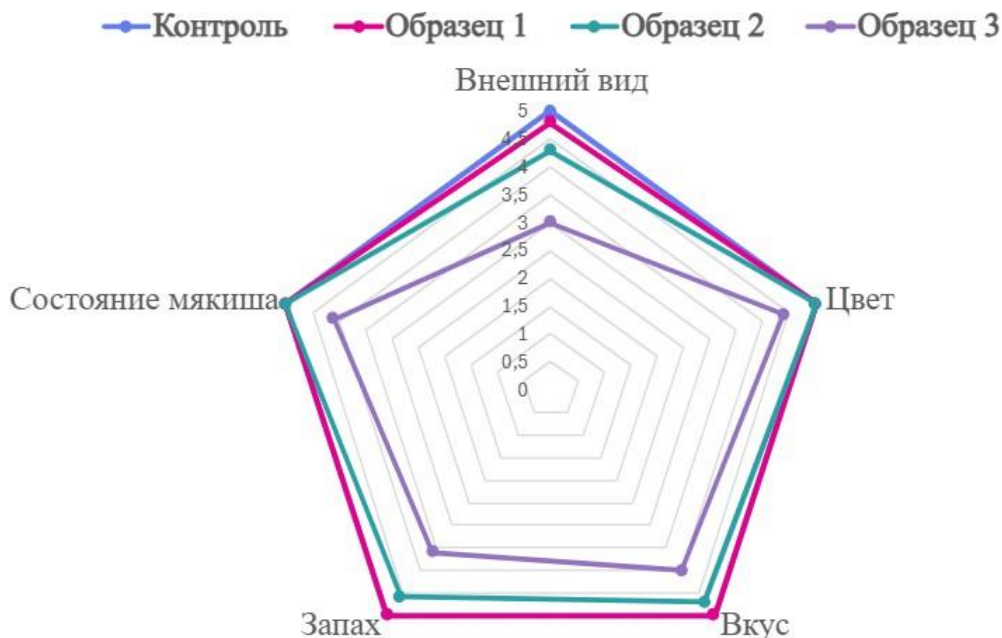


Рисунок 2. Профилограмма балльной оценки качества пшеничного хлеба с добавлением различных дозировок растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф)

Согласно результатам балльной оценки, образцы, в состав рецептуры которых было добавлено 1–3 % порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) к массе пшеничной муки, показали

хорошие результаты, тогда как образец с добавлением 5 % порошка получил относительно низкие оценки (табл.4).

Таблица 4. Химический состав функционального хлеба с добавкой порошка из растительного сырья лука Розенбаха

Наименование показателей	Количество вносимого растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) в состав хлеба, % к массе муки		
	1	3	5
Al, мг/кг	18,72	10,01	13,17
B, мг/кг	2,14	1,34	1,68
Ca, мг/кг	518,84	526,15	559,25
Cu, мг/кг	2,87	2,48	2,54
Fe, мг/кг	41,00	29,04	34,30
K, г/кг	2,02	2,49	2,95
I, мг/кг	20,58	21,38	21,80
Mg, мг/кг	323,83	342,03	354,83
Mn, мг/кг	5,52	5,21	5,71
Na, г/кг	6,33	5,76	4,60
P, г/кг	1,44	1,55	1,54

Благодаря внесению растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) в состав пшеничного хлеба, в готовом изделии сохраняются в максимальной степени так необходимые организму человека минеральные вещества, такие как железо, кальций, йод, фосфор, магния и др. Производство функционального хлеба с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) позволяет увеличить содержание алюминия – на 2,6%, железо – на 9,5%, кальция – на 2,1%, фосфора – 1,2%,

магния – на 8,7%, йода – на 22% в рационе питания человека, а также способствует производству продуктов питания с повышенной биологической ценностью. Такую продукцию можно рекомендовать для питания всех групп населения, а также в качестве функциональной пищи.

Также рассчитана экономическая эффективность предлагаемой технологии. Результаты расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5. Расчет полной себестоимости и цены пшеничного хлеба с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф) в сомони (национальная валюта Республики Таджикистан)

Наименование затрат	Пшеничный хлеб с добавлением растительного порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф), на 100 кг продукции
Сырьё и материалы (VC)	809,3
Расходы на топливо и электроэнергию для технологических целей (VC)	20,5
Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих (VC)	423,25
Расходы на содержание и обслуживание оборудования (FC)	18,93
Производственная себестоимость	1271,98
Внепроизводственные расходы (FC) (8 % от производственной себестоимости)	101,75
Полная себестоимость продукции	1373,73
Норма прибыли, 18 %	247,27
НДС, всего 15 %	37,01
Оптовая отпускная цена	1658,01
Оптовая отпускная цена за 1 кг готовой продукции, сомони/кг (цена 1 шт. формового хлеба массой 0,5 кг составляет 8,25 сомони)	16,5

Для расчета данных показателей установленные нормы взяты из соответствующих разделов и статей Налогового кодекса Республики Таджикистан в новой редакции с учётом изменений и дополнений от 14.05.2025, № 2168 [5, 11]. На основании расчетов определено, что цена 1 шт. готового пшеничного хлеба с добавлением порошка из лука Розенбаха (сиёхалаф), имеющего функциональное назначение и рекомендуемого для населения и лиц, страдающих йододефицитом, составляет 8 сомони 25 дирамов.

Заключение

Благодаря оптимизации технологии, в готовом продукте максимально сохраняются микро- и макроэлементы, необходимые для организма человека, такие как железо, кальций, йод, фосфор, магний и другие. Как известно, лук Розенбаха (сиёхалаф) содержит значительное количество йода, поэтому использование такого сырья также способствует решению проблемы недостатка йода в организме.

Таким образом, рентабельность продукции составляет 17,99%, а рентабельность продаж – 14,9%, что является значимым результатом для современной хлебопекарной отрасли, а внедрение такого нового вида продукции в

перспективе даст очень хорошие результаты для развития отрасли, обеспечения продовольственной безопасности и повышения конкурентоспособности национальной экономики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурчакова И.Ю. Организация процесса приготовления и приготовление сложных хлебо-булочных, мучных кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.Ю. Бурчакова, С.В. Ермилова. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 384 с.
2. Васюкова А.Т. Технология сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий: учебное пособие / Т.А. Васюкова. – М.: РУСАЙНС, 2017 – 250с.
3. ГОСТ 58233-2018 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. Введ. 09.10.2018 Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ 2019. – 20с
4. Ишанкулова Б.А. Фармакология некоторых сахароснижающих лекарственных растений Таджикистана. Душанбе, РТ: Типография ТГМУ им. Абуали ибни Сино; 2015. - 193с.
5. Комилова Д.А., Рахмонова Дж.А. Экономическая эффективность разработки нового вида хлебобулочных изделий с добавлением нетрадиционного сырья. //Вестник ПИТТУ имени академика М.С.Осими. 2024. — №3 (32). — С. 110-121

6. Линич Е.П., Сафонова Э.Э. Функциональное питание: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 180с.

7. Пашенко Л.П., Санина Т.В. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий). -М.: «КоллосС», 2006 – 214 с.

8. Министерство здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан. Анализ пищевой ценности мучных продуктов в Таджикистане. – Душанбе, 2023.

9. Рыжкова НП, Пикунцов ЕЮ. Лекарственные растения от А до Я. Ростов на Дону, РФ: Феникс; 2006. - 416 с.

10. FAO (Food and Agriculture Organization). Wholegrain Bread and Nutrient Fortification in Central Asia, Rome, 2022. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2022/02/FAO-UNPFII2022.pdf>. (Дата обращения 22.11.2025).

11. Налоговый кодекс РТ в новой редакции с учётом изменений и дополнений от 14.05.2025, №2168. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: https://andoz.tj/docs/kodex/Tax-Code_14_05_2025-RT_ru.pdf. (Дата обращения 22.11.2025).

12. RU Патент 2 770 708 C1, кл. A23B 7/01, A23B 7/04, заявл. 2021.11.26 «Способ получения порошка из растительного сырья (варианты)». [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://patents.google.com/patent/RU2770708C1/ru>. (Дата обращения 22.11.2025).

13. RU Патент 2 629 109 C1, кл. F26B 3/347, F26B 3/06, заявл. 2016.05.26 «Способ сушки зеленых растительных материалов с использованием СВЧ-обработки».

14. RU Патент 2 737 442 C1, кл. A23L 33/105, A23L 17/60, заявл. 2020.06.08 «Способ переработки морских трав семейства ZOSTERACEAE для получения продукта в виде порошка и экстракта».

REFERENCES

1. Burchakova I. Yu., Ermilova S. V. Organizatsiya protsessa prigotovleniya i prigotovlenie slozhnykh khlebobulochnykh, muchnykh konditerskikh izdeliy: uchebnik [Organization of the process and preparation of complex bakery and flour confectionery products: textbook]. – Moscow: Izdatel'skiy tsentr “Akademiya”, 2014. – 384 p. (in Russian)

2. Vasyukova T. A. Tekhnologiya slozhnykh khlebobulochnykh, muchnykh konditerskikh izdeliy: uchebnoe posobie [Technology of complex bakery and flour confectionery products: учебное пособие]. – Moscow: RUSAINS, 2017. – 250 p. (in Russian)

3. GOST 58233-2018. Khleb iz pshenichnoi muki. Tekhnicheskie usloviya [Bread made from wheat flour. Technical specifications]. – Interstate standard. – Moscow: Standartinform, 2019. – 20 p. (in Russian)

4. Ishankulova B. A. Farmakologiya nekotorykh sakharosnizhayushchikh lekarstvennykh rastenii Tadjikistana [Pharmacology of some antidiabetic medicinal plants of Tajikistan]. – Dushanbe: Tipografiya TSMU im. Abuali ibni Sino, 2015. – 193 p. (in Russian)

5. Komilova D. A., Rakhmonova Dzh. A. Ekonomicheskaya effektivnost' razrabotki novogo vida khlebobulochnykh izdeliy s dobavleniem netraditsionnogo syr'ya [Economic efficiency of developing a new type of bakery products with the addition of non-traditional raw materials] // Vestnik PITTTU imeni akademika M. S. Osimi. – 2024. – No. 3 (32). – P. 110–121. (in Russian)

6. Linich E. P., Safonova E. E. Funktsional'noe pitanie: uchebnoe posobie [Functional nutrition: textbook]. – Saint Petersburg: Lan' Publishing House, 2017. – 180 p. (in Russian)

7. Pashchenko L. P., Sanina T. V. Praktikum po tekhnologii khleba, konditerskikh i makaronnykh izdeliy (tekhnologiya khlebobulochnykh izdeliy) [Workshop on the technology of bread, confectionery and pasta products (technology of bakery products)]. – Moscow: KollosS, 2006. – 214 p. (in Russian)

8. Ministry of Health and Social Protection of the Population of the Republic of Tajikistan. Analiz pishchevoi tsennosti muchnykh produktov v Tadjikistane [Analysis of the nutritional value of flour products in Tajikistan]. – Dushanbe, 2023. (in Russian)

9. Ryzhkova N. P., Pikunov E. Yu. Lekarstvennye rasteniya ot A do Ya [Medicinal plants from A to Z]. – Rostov-on-Don: Feniks, 2006. – 416 p. (in Russian)

10. Food and Agriculture Organization (FAO). Wholegrain Bread and Nutrient Fortification in Central Asia. – Rome, 2022. Available at: <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2022/02/FAO-UNPFII2022.pdf> (accessed 22.11.2025).

11. Tax Code of the Republic of Tajikistan (new edition with amendments of 14.05.2025 No. 2168). Available at: https://andoz.tj/docs/kodex/Tax-Code_14_05_2025-RT_ru.pdf (accessed 22.11.2025).

12. RU Patent 2770708 C1. Sposob polucheniya poroshka iz rastitel'nogo syr'ya (varianty) [Method for obtaining powder from plant raw materials (variants)]. Application: 26.11.2021. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2770708C1/ru> (accessed 22.11.2025).

13. RU Patent 2629109 C1. Sposob sushki zelenykh rastitel'nykh materialov s ispol'zovaniem SVCh-obrabotki [Method for drying green plant materials using microwave processing]. Application: 26.05.2016. (in Russian)

14. RU Patent 2737442 C1. Sposob pererabotki morskikh trav semeistva Zosteraceae dlya polucheniya produkta v vide poroshka i ekstrakta [Method for processing marine grasses of the family Zosteraceae to obtain a product in the form of powder and extract]. Application: 08.06.2020. (in Russian)

БАЛҚАРАҒАЙ ЖАҢҒАҚТАРЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ТАҒАМ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУДЕ ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Б.М. ИСКАКОВ , М.М. КАКИМОВ , А.М. ШУЛЕНОВА ,
М.Т. МУРСАЛЫКОВА *, Г.А. КОКАЕВА 

(«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті»
010011, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: maigul_85@mail.ru*

Мақала Шығыс Қазақстанда өсетін сібір балқарағайының жаңғағынан алынатын табиғи компонент – балқарағай майы негізінде функционалдық тағам өнімдерінің ассортиментін кеңейту мүмкіндіктерін қарастыруға арналған. Авторлар бұл шикізаттың ерекшелігіне назар аударып, оны тек майлардың көзі ғана емес, сонымен қатар аминқышқылдарға бай ақуыздарды қамтитын биологиялық белсенді заттардың көзі ретінде бағалайды. Зерттеу барысында жаңғақтың барлық бөліктері – дәндерінің, қабықтарының және дән айналасындағы қабықшасыларының химиялық құрамы зертеліп, бұл өнімді терең өңдеу мүмкіндігін береді. Дән ақуыздарының аминқышқылдық құрамны ерекше көңіл бөлінді. Жұмыста сондай-ақ органикалық таза өнімдерге деген сұраныстың артуы аясында балқарағай майының жергілікті өндірістің өзектілігі мен Қазақстанның экспорттық әлеуеті қарастырылды. Нәтижелер майларды, ақуыз концентраттарын, күнжара ұнын және биологиялық белсенді қоспаларды қоса алғанда, функционалдық қасиеттері бар тағамдарды алу мен байытудың жаңа технологияларын әзірлеуде пайдаланылуы мүмкін. Осылайша, зерттеу сібір балқарағайын функционалды тамақтану үшін құнды компоненттердің көзі ретінде пайдаланудың пәнаралық маңыздылығын көрсетеді, тамақ өнеркәсібінің инновациялық даму бағыттарын ашады және май шикізатын терең өңдеудің жоғары тиімді, экологиялық таза технологияларын құруды ынталандырады. Алынған нәтижелер тағам Қазақстанның азық-түлік өніркәсібінде тамақ өнімдерін әзірлеуде және майлы дақылдарды өңдеудің жаңа түрлерін енгізуде пайдалануға болады.

Негізгі сөздер: сібір балқарағайы, дән, қабық, дән айналасындағы қабықша, химиялық құрам, аминқышқылды құрам, микробиологиялық көрсеткіштер.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КЕДРОВЫХ ОРЕХОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Б.М. ИСКАКОВ, М.М. КАКИМОВ, А.М. ШУЛЕНОВА,
М.Т. МУРСАЛЫКОВА*, Г.А. КОКАЕВА

(«Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина»
010011, Республика Казахстан, г.Астана, проспект Женис, 62)
Электронная почта автора-корреспондента: maigul_85@mail.ru*

Статья посвящена возможности расширения ассортимента функциональных пищевых продуктов на основе природного компонента — кедрового масла, получаемого из орехов сибирского кедра, произрастающего в Восточном Казахстане. Авторы акцентируют внимание на уникальности сырья, подчеркивая его ценность не только как источника жиров, но и как носителя биологически активных веществ, включая белки с богатым аминокислотным составом. Исследование включает поэтапный анализ химического состава всех частей ореха — ядра, скорлупы и околоядровой пленки, что позволяет оценить потенциал глубокой переработки продукта. Особое внимание уделено аминокислотному составу белков ядра, выявлены ключевые аминокислоты, обладающие функциональной активностью и потенциальной пользой для здоровья человека. Работа также рассматривает актуальность локального производства кедрового масла в контексте растущего спроса на органические и экологически чистые продукты, а также возможный экспортный потенциал Казахстана. Полученные данные могут быть использованы при разработке новых технологий получения и обогащения пищевых продуктов с функциональными

свойствами, включая масла, белковые концентраты, муку из жмыха и биологические активные добавки. Таким образом, исследование подчеркивает междисциплинарную значимость использования сибирского кедра как источника ценных компонентов для функционального питания, раскрывает направления инновационного развития пищевой промышленности и стимулирует создание высокоэффективных, экологических технологий глубокой переработки масличного сырья. Полученные результаты могут быть использованы в пищевой промышленности Казахстана при разработке продуктов питания и внедрении новых видов переработки масличных культур.

Ключевые слова: кедр сибирский, ядро, скорлупа, околоядровая пленка, химический состав, аминокислотный состав, микробиологические показатели.

FUNCTIONAL PROPERTIES OF PINE NUTS AND PROSPECTS FOR THEIR USE IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

*B. ISKAKOV, M. KAKIMOV, A. SHULENOVA,
M. MURSALYKOVA*, G. KOKAYEVA*

*(«S. Seifullin Kazakh agrotechnical research university» 010011, Republic of Kazakhstan,
Astana city, Zhenis avenue, 62)*

*Corresponding authore's e-mail: maigul_85@mail.ru**

The article is devoted to the possibility of expanding the range of functional food products based on a natural ingredient—cedar oil obtained from the nuts of the Siberian cedar tree, which grows in Eastern Kazakhstan. The authors emphasize the uniqueness of the raw material, highlighting its value not only as a source of fats, but also as a carrier of biologically active substances, including proteins with a rich amino acid composition. The study includes a step-by-step analysis of the chemical composition of all parts of the nut — the kernel, shell, and pericarp — which allows for an assessment of the product's potential for deep processing. Particular attention is paid to the amino acid composition of kernel proteins, identifying key amino acids with functional activity and potential health benefits for humans. The study also examines the relevance of local cedar oil production in the context of growing demand for organic and environmentally friendly products, as well as Kazakhstan's potential for export. The data obtained can be used in the development of new technologies for the production and enrichment of food products with functional properties, including oils, protein concentrates, meal flour, and biologically active additives. Thus, the study highlights the interdisciplinary significance of using Siberian cedar as a source of valuable components for functional nutrition, reveals directions for innovative development of the food industry, and stimulates the creation of highly efficient, environmentally friendly technologies for deep processing of oilseeds. The results obtained can be used in the food industry of Kazakhstan in the development of food products and the introduction of new types of oilseed processing.

Keywords: Siberian cedar, kernel, shell, pericarp, chemical composition, amino acid composition, microbiological indicators.

Kіpіcne

2023 жылы әлемдік азық-түлік өнеркәсібінің көлемі 3,3 триллион АҚШ долларына жетіп, жылдық өсімі 3,5 %-ды құрады, ал 2028 жылға қарай оның 3,9 триллион долларға дейін ұлғаюы болжануда [1]. Саланың дамуы тұтынушылардың дұрыс тамақтану, экологиялық қауіпсіздік және табиғи құрамға басымдық беруімен тығыз байланысты. Соңғы жылдары органикалық өнімдерге, сондай-ақ функциялық қасиеттерге ие тағам компоненттеріне сұраныс айтарлықтай артты. Бұл үрдістер өсімдік майлары өндірісінің кеңеюіне, майлы дақылдарды терең өңдеу технологияларын жетілдіруге түрткі болып отыр [2,3].

Қазақстанның азық-түлік өнеркәсібі экономиканың құрылымдық маңызды саласының бірі болып саналады. Өндірістік кәсіпорындар жалпы өнеркәсіп өнімінің шамамен 20 %-ын және жұмыспен қамтудың 10 %-ын қамтамасыз етеді [6]. Соңғы жылдары май өндірісі ең серпінді дамып келе жатқан бағыттардың бірі: күнбағыс дақылдарының егіс көлемі артты, қайта өңдеу кәсіпорындарының қуаттылығы кеңейтілді, ал өсімдік майларының экспорты айтарлықтай көбейді [7–9]. Дегенмен, отандық нарықта әлі де терең қайта өңделген, биологиялық тұрғыдан құнды, функционалдық қасиеттері жоғары өнім түрлері жеткіліксіз.

Осындай өнімдердің бірі — сібір балқарағайы жаңғағынан алынатын балқарағай майы. Балқарағай майы дәрумендерге (А, Е, D), поликанықпаған май қышқылдарына (Омега-3, -6 және -9), минералды элементтерге (магний, селен, мырыш) бай болуымен сипатталады [11–

13]. Ресейде бұл өнім кеңінен өндірілсе де, Қазақстанда оның өндірісі шектеулі, ал нарықтың басым бөлігі импорт өнімдерімен толтырылады [14–15]. Шығыс Қазақстан өңірінде сібір балқарағайының табиғи ареалының болуы елімізде осы бағытты дамытуға мүмкіндік береді.

Функционалдық тамақтанудың дамып келе жатқан жаһандық трендтері, экологиялық таза өнімдерге сұраныс, сондай-ақ Қытай мен Еуропалық Одақтың премиум-сегментіне экспорттау мүмкіндігі Қазақстанда балқарағай майын өндірудің өзектілігін арттыра түседі. Бұл бағыттағы ғылыми-технологиялық зерттеулер майдың химиялық құрамын, биологиялық белсенді компоненттерін, аминқышқылдық және микробиологиялық сипаттамаларын анықтап, оның тағамдық және өндірістік құндылығын кешенді бағалауды талап етеді.

Осыған байланысты, зерттеудің мақсаты — балқарағай жаңғағының әр компонентінің (дән, қабық, дән айналасындағы қабықша) химиялық және аминқышқылдық құрамын, сондай-ақ олардың микробиологиялық көрсеткіштерін анықтау арқылы балқарағай майын функционалдық тағам өнімдерінің өндірісінде қолданудың перспективаларын ғылыми негіздеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Қазақстанда балқарағай ормандары негізінен тек Шығыс Қазақстан облысында шоғырланған, олардың жалпы алаңы шамамен 44 000 гектарды құрайды [16].

Сібір балқарағайы (*Pinus sibirica*) тек Шығыс Қазақстан облысының таулы аймақтарында – Тигирец, Көксу, Холзун, Листвяга, Катунь, Иванов, Күршім, Нарым, Сарымсақты,

Тарбағатай жоталарында, сондай-ақ Кәбен мен Оңтүстік Алтай сілемдерінің солтүстік-батыс бөліктерінде табиғи түрде өседі..

Зерттеу нысандары ретінде 2024 жылғы өнімнің сібір балқарағайының жаңғақтары пайдаланылды.

Зерттеуге қажетті піскен бүрлер Сарымсақты жотасының етегінде, Бұқтырма өзенінің бойындағы балқарағайлы ормандардан жиналды.

Бұл өңір 1700–2400 метр теңіз деңгейінен биіктікте орналасқан жоғары тау белдеулеріндегі балқарағай өсетін табиғи ареалдарға жатады.

Жаңғақтарды дәнге, қабыққа және дән айналасындағы қабықшаға бөлу жұмыстары С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің «Өсімдік майы» эксперименттік-өндірістік цехының зертханасында жүргізілді.

Жаңғақтардың химиялық құрамы стандартты әдістемелерге сәйкес талданды.

Дән құрамындағы аминқышқылдарды анықтау МЕМСТ Р 55569–2013 «Жемшөп, құрама жем және құрама жемдік шикізат. Капиллярлық электрофорез әдісімен протеиногенді аминқышқылдарды анықтау» стандарты бойынша жүргізілді.

Микробиологиялық көрсеткіштер МЕМСТ 31852–2012 (ISO 6756:1984) «Тазартылған балқарағай жаңғақтары» стандартына сәйкес анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Жиналған балқарағай жаңғақтарының қабығы қатты, кара-қоңыр түсті, құрылымы ағаш тәрізді. Дәні ашық кілегей түсті, сәл сарғыш реңкті, жұмсақ, майлы консистенцияға ие. Дән айналасындағы қабықша ашық қоңыр түсті, жұқа және жартылай мөлдір, дәнге тығыз жанасқан (1-сурет).

Қабықтың, дәннің және дән айналасындағы қабықшаның химиялық құрамы анықталды, нәтижелер 1-кестеде келтірілген.



Сурет 1. Сібір балқарағайы : а) Балқарағай жаңғағы б) Қабық в) Дән айналасындағы қабықша г) Дән

Кесте 1. Балқарағай жаңғағының химиялық құрамы, %

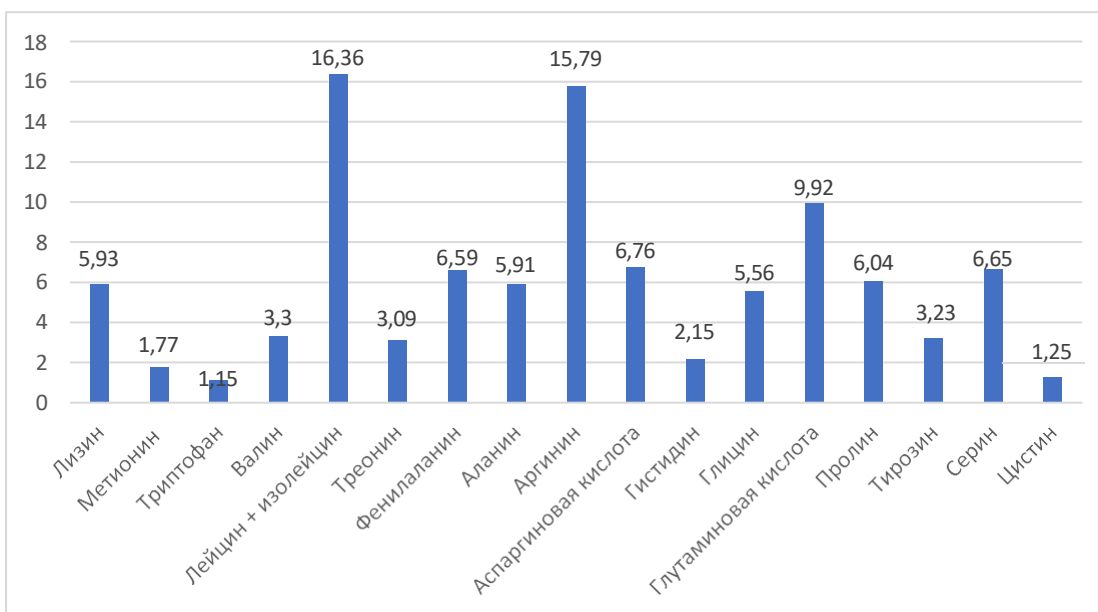
Атауы	Ақуыздар, % (массалық үлес)	Липидтер, %	Көмірсулар, %		Күл, %
			Полисахаридтер, %	Жеңіл гидролизденетін канттар, %	
Қабық	1,55±0,15	0,50±0,15	96,5±0,4	0,25±0,005	0,65±0,2
Дән	16,4±0,15	61,9±0,1	14,7±0,5	4,7±0,2	2,5±0,1
Дән айналасын- дағы қабықша	5,5±0,14	5,35±0,15	86,2±0,9	0,75±0,2	1,5±0,1

Балқарағай жаңғақтарын қайта өңдеу өнімдерінің химиялық құрамын талдау негізінде олардың минералды заттар қорының жиналуы мен таралуы барлық майлы дақылдарға тән заңдылықтарға бағынатынын айтуға болады.

Балқарағай жаңғағының қабығы мен дән айналасындағы қабықшасының негізгі компоненттері – ерімейтін полисахаридтер мен лигнин.

Дәл осы лигнин жаңғақтың ағаш тіндеріне беріктік қасиет беріп, оларды су өткізбейтін, қатты және ыдырауға төзімді етеді. Аталған құрылымдардағы ақуыздар, липидтер және күл мөлшері 15%-дан аспайды, ал крахмал мүлде анықталмады.

Дәннің ақуыздарының аминқышқылдық құрамы 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Дән ақуызының аминқышқылдық құрамы, г/100 г ақуыз

Алынған деректерді талдай отырып, балқарағай жаңғақ дәндірінің ақуыздары алмастырылмайтын аминқышқылдарының жоғары мөлшерімен ерекшеленетінін айтуға болады, оның ішінде бесеуі сандық жағынан басым үлесте кездеседі. Сонымен қатар, олардың құрамында аланин, аргинин және тирозин сияқты шартты түрде алмастырылатын аминқышқылдар едәуір мөлшерде кездеседі, бұл зат алмасу процесерінде маңызды рөл атқарады.

Балқарағай жаңғақ ақуыздарының негізгі бөлігі аргинин, пролин және глутамин қышқылынан тұрады, бұл олардың қалпына келтіргіш және иммуномодуляциялық қасиеттерінің болуы мүмкін екенін көрсетеді. Лейцин,

валин және треонин сияқты алмастырылмайтын аминқышқылдарының мөлшері жеткілікті деңгейде, алайда триптофан мен метиониннің төмен концентрациясы ақуыздың жалпы биологиялық құндылығына кері әсер етуі мүмкін.

Серин, глицин және аспарагин қышқылы сияқты алмастырылатын аминқышқылдарының бай құрамы ақзадағы энергия және ақуыз теңгерімін сақтауға ықпал етеді. Алайда, валин шектеуші аминқышқыл ретінде бағаланады. Жалпы алғанда, балқарағай жаңғағының ақуыздарының аминқышқылдық құрамы олардың жоғары биологиялық құндылығын және ағза үшін әлеуетті пайдасын көрсетеді.

Кесте 2. Микробиологиялық көрсеткіштер

Микробиологиялық көрсеткіштер	Қорытынды
БГКП (ішек таяқшасы тобының бактериялары, колиформалар), КОЕ/г немесе 0,01 г өнімде	табылған жоқ
Патогенді микроағзалар, оның ішінде сальмонелла, 25 г өнімде	табылған жоқ
Зең саңырауқұлақтар, КОЕ/г	табылған жоқ
<i>Escherichia coli</i> , 1 г	табылған жоқ
Алтын түстес стафилококктар, 1 г	табылған жоқ
<i>Clostridium perfringens</i> , 0,01 г	табылған жоқ

Микробиологиялық көрсеткіштері техникалық регламенттер мен санитарлық нормаларға толық сәйкес келеді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері балқарағай жаңғағының дәндерінің ақуыздары жоғары

сапалы және аминқышқылдық құрамы жағынан теңгерімді екенін көрсетті. Аргинин, пролин және глутамин қышқылының ең жоғары мөлшерде болуы бұл белоктардың қалпына келтіруші, метаболикалық және иммуномодуляциялық қасиеттерге ие болу әлеуетін

айқындайды. Лейцин, валин және треонин сияқты алмастырылмайтын аминқышқылдарының жоғары деңгейі балқарағай майын функционалдық тамақ өнімдері үшін құнды компонент етеді. Алайда, триптофан мен метиониннің төмен мөлшері оның биологиялық толықтығын төмендетуі мүмкін, бұл тағамдық өнімдер рецептурасын әзірлеу кезінде ескерілуі тиіс. Жаңғақтың микробиологиялық қауіпсіздігі санитарлық талаптарға толық сәйкес келеді, бұл оны тамақ өнеркәсібінде пайдалануға жарамды ететінін дәлелдейді. Жалпы алғанда, балқарағай майы — экологиялық таза және функционалдық өнімдерге деген сұраныс артқан қазіргі жағдайда отандық майлы өнімдер ассортиментін кеңейтудің перспективалы бағыты болып табылады. Зерттеу нәтижелері шикі-затты терең өңдеуге, заманауи технологияларды енгізуге және табиғи майлардың халықаралық нарығына шығуға берік ғылыми және практикалық негіз қалайды.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі қаржыландыратын 2025–2027 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жоба – ЖТН АР27510745 «Брикеттелген балқарағай майын алудың технологиясын әзірлеу» тақырыбы бойынша жас ғалымдарды гранттық қаржыландыру шеңберінде орындалды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Основные тренды пищевой промышленности 2023 года. (Электронный ресурс <https://sfera.fm/articles/trendy/osnovnye-trendy-pishchevoi-promyshlennosti-2023-goda>, дата обращения 07 марта 2023 г.)

2. Решение основных проблем пищевой индустрии напитков в 2025 году. (Электронный ресурс <https://leverx.com/newsroom/plm-for-the-food-industry>, дата обращения 09 апрель 2025 г.)

3. Мощности по переработке масличных культур в РФ в 2025 году вырастут на 5 %. (Электронный ресурс <https://www.finmarket.ru/news/6323024> дата обращения 14 январь 2025 г.)

4. Биржанова А. Современное состояние пищевой промышленности в Республике Казахстан. Международный экономический форум, 2014. Алматы, Республика Казахстан.

5. Natalya Pyzhikova, Kristina Shvalov* and Pavel Shvalov. The model of the distribution of oilseed processing products to foreign markets. E3S Web Conf. Volume 176, 2020. International Scientific and Practical Conference “From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture” (IDSISA 2020). 22 June 2020.

6. Суйеубаева С.Н., Мадиярова Э.С., Апышева А.А. Қазақстан Республикасының тамақ өнеркәсібінің

жай-күйін талдау. Алматы гумани-тарлық-экономикалық университет. Статистика, есеп және аудит. Том 80 № 1 (2021). –193-200 бб.

7. Краткая характеристика пищевой отрасли Казахстана. Реестр крупнейших предприятий 2024 года, 30.06.2024 г. – 50с.

8. Aidarov T.A., Ramashova A.N., Daurbayeva M.O., Mustafayeva V.I. perspective directions of economic cooperation between Kazakhstan and Uzbekistan in the vegetable oils segment. Scientific journal “University Bulletin Turan”, 2024 –No. 1(101). – Pp. 170-185.

9. Butakova M.M., Borisova O.V. and Goryaninskaya O.A. Exports of Vegetable Oils to Asian Markets: Opportunities, Risks, and Prospects. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 670 012045.

10. Baltabayeva A. Development of oil and fat industry in Kazakhstan. //Problems of AgriMarket. 2019;(1):193-200.

11. Ramadas Manjula, Thigarajan Padma*. Importance and Applications of Cedar oil. Research //Journal of Pharmacy and Technology. Year: 2015, Volume: 8, Issue: 12.

12. Chauiyakh Oussama, El Fahime Elmostafa, Aarabi Samar, Ninich Oumaima, Bentata Fatiha, Kettani Kamal, Chaouch Abdelaziz, Ettahir Aziz. A systematic review on chemical composition and biological activities of cedar oils and extracts. Research Journal of Pharmacy and Technology. Year: 2023, Volume: 16, Issue: 8.

13. Sandeep Kumar, Ashwani Kumar and Randhir Kumar. Himalayan (Himachal region) cedar wood (Cedrus deodara: Pinaceae) essential oil, its processing, ingredients and uses: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2019; 8(1): 2228-2238.

14. Бахтин Ю., Будаева В.В., Верещагин А.Л., Егорова Е.Ю., Жукова Е.Е., Саратиков А.С. Профилактическое питание: эффективность использования масла кедрового в комплексном лечении больных артериальной гипертензией. //Бийский технологический институт, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Бийск, 2013 г.

15. Artem D. Rogachev, Nariman F. Salakhutdinov. Chemical Composition of Pinus sibirica (Pinaceae). Chemistry and Biodiversity. Volume12, Issue1, January 2015, Pages 1-53

16. Оканов К.С., Новак А.П., Роговский С.В. Лесной генетический резерват кедрового сибирского на территории Западно-Алтайского государственного природного заповедника. /Материалы 6-ой Международной конференции-совещание «Сохранение лесных генетических ресурсов», 16-20 сентября 2019 г., Щучинск – С. 160-163.

REFERENCES

1. Osnoynye trendy pishchevoj promyshlennosti 2023 goda [Key trends in the food industry in 2023]. (Elektronnyj resurs <https://sfera.fm/articles/trendy/osnovnye-trendy-pishchevoi-promyshlennosti-2023-goda>, data obrashcheniya 07 marta 2023 g.) (In Russian)

2. Reshenie osnovnyh problem pishchevoj industrii napitkov v 2025 godu [Addressing key challenges facing the beverage industry in 2025]. (Elektronnyj resurs <https://leverx.com/newsroom/plm-for-the-food-industry>, data obrashcheniya 09 aprel' 2025 g.) (In Russian)
3. Moshchnosti po pererabotke maslichnyh kul'tur v RF v 2025 godu vyrastut na 5 % [Oilseed processing capacity in Russia will grow by 5% in 2025]. (Elektronnyj resurs <https://www.finmarket.ru/news/6323024> data obrashcheniya 14 yanvar' 2025 g.) (In Russian)
4. Birzhanova, A. Sovremennoe sostoyanie pishchevoj promyshlennosti v Respublike Kazahstan [The current state of the food industry in the Republic of Kazakhstan]. Mezhdunarodnyj ekonomicheskij forum 2014. Almaty, Respublika Kazahstan. (In Russian)
5. Natalya Pyzhikova, Kristina Shvalov* and Pavel Shvalov. The model of the distribution of oilseed processing products to foreign markets. E3S Web Conf. Volume 176, 2020. International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture" (IDSISA 2020). 22 June 2020.
6. Suiyubaeva S.N., Madiyarova E.S., Apysheva A.A. Analiz sostoyaniya pishchevoj promyshlennosti Respubliki Kazahstan [Analysis of the state of the food industry in the Republic of Kazakhstan]. Almatinskij gumanitarno-ekonomicheskij universitet. Statistika, uchet i audit. Tom 80 № 1 (2021). S. 193-200. (In Kazakh)
7. Kratkaya karakteristika pishchnovoj otrasli Kazahstana [Brief overview of Kazakhstan's food industry]. Reestr krupnejshih predpriyatij 2024 goda. 30.06.2024 g., 50 s. (In Russian)
8. T.A. Aidarov, A.N. Ramashova, M.O. Daurbayeva, V.I. Mustafayeva. perspective directions of economic cooperation between Kazakhstan and Uzbekistan in the vegetable oils segment. Scientific journal "Bulletin of Turan University" 2024 No. 1(101). Pp. 170-185.
9. M.M. Butakova, O.V. Borisova and O.A. Goryanskaya. Exports of Vegetable Oils to Asian Markets: Opportunities, Risks, and Prospects. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 670 012045.
10. Baltabayeva A. Development of oil and fat industry in Kazakhstan. Problems of AgriMarket. 2019;(1):193-200.
11. Ramadas Manjula, Thigarajan Padma*. Importance and Applications of Cedar oil. Research Journal of Pharmacy and Technology. Year: 2015, Volume: 8, Issue: 12.
12. Chauiyakh Oussama, El Fahime Elmostafa, Aarabi Samar, Ninich Oumaima, Bentata Fatiha, Kettani Kamal, Chaouch Abdelaziz, Ettahir Aziz. A systematic review on chemical composition and biological activities of cedar oils and extracts. Research Journal of Pharmacy and Technology. Year: 2023, Volume: 16, Issue: 8.
13. Sandeep Kumar, Ashwani Kumar and Randhir Kumar. Himalayan (Himachal region) cedar wood (Cedrus deodara: Pinaceae) essential oil, its processing, ingredients and uses: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2019; 8(1): 2228-2238.
14. Yu. Bakhtin, V.V. Budaeva, A.L. Vereshchagin, E.Yu. Egorova, E.E. Zhukova, A.S. Saratkov. Profilakticheskoe pitanie: effektivnost' ispol'zovaniya masla kedra sibirskogo v kompleksnom lechenii bol'nyh arterial'noj gipertenziej [Preventive nutrition: the effectiveness of using Siberian cedar oil in the complex treatment of patients with arterial hypertension]. Bijskij tekhnologicheskij institut, Altajskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. I.I. Polzunova, g. Bijsk, 2013 g. (In Russian)
15. Artem D. Rogachev, Nariman F. Salakhutdinov. Chemical Composition of Pinus sibirica (Pinaceae). Chemistry and Biodiversity. Volume 12, Issue 1, January 2015, Pages 1-53
16. Okanov K.S., Novak A.P., Rogovsky S.V. Lesnoj geneticheskij rezervat kedra sibirskogo na territorii Zapadno-Altajskogo gosudarstvennogo prirodno go zapovednika [Forest genetic reserve of Siberian cedar in the West Altai State Nature Reserve]. Materialy 6-oj Mezhdunarodnoj konferencii-soveshchanie «Sohranenie lesnyh geneticheskikh resursov», 16-20 sentyabrya 2019 g., Shchuchinsk, Kazahstan, str. 160-163. (In Russian)

THE IMPACT OF NON-TRADITIONAL OILSEED WASTE ON DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS

¹A.A. AMANTAYEVA , ¹N.B. BATYRBAYEVA , ²ZH. S. ALIMKULOV ,
²K.T. SHAYLIYEVA , ²K.N. FAZYLOVA .

(¹“Almaty Technological University” JSC, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100;
²“Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries” LLP, Kazakhstan, 050060,
Almaty, E. Serkebaev str., 62)

Corresponding author's e-mail: ajara86@mail.ru*

This article presents the results of research aimed at studying the effectiveness of a new formula for compound feed for lactating cows that includes non-traditional oilseed waste. The aim of the study was to evaluate the impact of the new feed on milk production and milk quality. The research was conducted at the Yntymak farm in a scientific and farming trial, with a control group and three experimental groups of animals matched for age, body weight, and physiological condition. Cows in the experimental groups received a diet containing the developed feed, while animals in the control group were kept on the farm's standard diet. The studies revealed that the use of the newly developed feed increased milk production. The highest average daily milk yield was observed in cows in the second experimental group, reaching 23.2 kg, 16% higher than in the control group. Improvements in milk quality were also observed, including an increase in the content of complete protein, a key indicator of its nutritional and biological value. The highest protein content was recorded in the milk of cows in the second experimental group. Overall, the experimental group animals outperformed the control group in key physicochemical milk parameters. The use of compound feed with the inclusion of non-traditional raw materials allows for a reduction in the proportion of grain components, a reduction in the cost of feed, an increase in its biological value and an environmental efficiency of production.

Keywords: feed, formulation, diet, productivity, waste from oilseeds.

ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС МАЙЛЫ ДАҚЫЛДАРДЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ САУИНДЫ СИЫРЛАРДЫҢ СҮТ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

¹A.A. АМАНТАЕВА, ¹Н.Б. БАТЫРБАЕВА, ²Ж. С. АЛИМКУЛОВ,
²К.Т. ШАУЛИЕВА, ²К.Н. ФАЗЫЛОВА

(¹«Алматы технология университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы, 050012, қ.Алматы, Толе би көш. 100.

²«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан
Республикасы, 050060, Алматы қ., Е. Серкебаев көш., 62)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ajara86@mail.ru*

Мақалада майлы дақылдардың дәстүрлі емес қалдықтарын құра жем құрамына енгізу арқылы сауынды сиырларға арналған жаңа құрама жем рецепіні қолданудың тиімділігін зерттеуге бағытталған зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты жаңа құрама жемнің сүт өнімділігі деңгейіне, сондай-ақ сүттің сапалық құрамына әсерін бағалау болды. Зерттеулер "Ынтымақ" ШҚ базасында жасына, тірі салмағына және физиологиялық жағдайына ұқсас жануарлардан үш тәжірибелік тобын қалыптастыра отырып оларға ғылыми-шаруашылық тәжірибе жүргізілді. Тәжірибелі топтардағы сиырлар азығына жаңа рецеппен әзірленген құрама жем берілді, ал бақылау тобындағы сиырларға шаруашылықтың негізгі рационындағы жем ұсталды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде әзірленген құрама жемді қолдану сүт өнімділігінің артуына ықпал еткені анықталды. Ең үлкен орташа тәуліктік сүт екінші тәжірибелік топтағы сиырларда байқалды ол 23,2 кг құрады, бұл бақылау нұсқасымен салыстырғанда 16% - ға жоғары. Сонымен бірге сүттің сапалық көрсеткіштерінің жақсаруы, оның ішінде оның тағамдық және биологиялық құндылығының маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылатын толыққанды ақуыздың құрамының арқаны анықталды. Ақуыздың мөлшері екінші тәжірибелік топтағы сиырлардың сүтінде жоғары екені дәлелденді. Тәжірибелі топтардың жануарлары сүттің негізгі физика-химиялық көрсеткіштері бойынша бақылау жануарларынан басым болды. Дәстүрлі емес шикізатты қоса

отырып, құрама жемді қолдану астық компоненттерінің үлесін азайтуға, жемнің өзіндік құнын төмендетуге, олардың биологиялық сапасын арттыруға және өндірістің экологиялық тиімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: Жем, рецепт, тамақтануы, өнімділік, майлы дақылдардың қалдықтары.

ВЛИЯНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОТХОДОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

¹А.А. АМАНТАЕВА, ¹Н.Б. БАТЫРБАЕВА, ²Ж.С. АЛИМКУЛОВ,
²К.Т. ШАУЛИЕВА, ²К.Н. ФАЗЫЛОВА

¹АО «Алматынский технологический университет», Республика Казахстан, 050012, г.Алматы, ул. Толе би 100

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»,
Республика Казахстан, 050060, г.Алматы, Е.Серкебаева 62)

Электронная почта автора-корреспондента: ajara86@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований, направленных на изучение эффективности применения разработанного нового рецепта комбикорма для лактирующих коров с включением нетрадиционных отходов масличных культур. Целью исследования являлась оценка влияния нового комбикорма на уровень молочной продуктивности, а также на качественный состав молока. Исследования проводились на базе КХ «Бнтымак» в научно-хозяйственном опыте с формированием контрольной и трех опытных групп животных, идентичных по возрасту, живой массе и физиологическому состоянию. Коровы опытных групп получали рацион с использованием разработанного комбикорма, в то время как животные контрольной группы содержались на базовом рационе хозяйства. В результате проведенных исследований установлено, что применение нового разработанного комбикорма способствовало увеличению молочной продуктивности. Наибольший среднесуточный удой был отмечен у коров второй опытной группы и составил 23,2 кг, что на 16 % выше по сравнению с контрольным вариантом. Одновременно выявлено улучшение качественных показателей молока, в том числе повышение содержания полноценного белка, который является одним из важнейших показателей его пищевой и биологической ценности. Максимальные значения содержания белка зафиксированы в молоке коров второй опытной группы. Животные опытных групп в целом превосходили контрольных животных по основным физико-химическим показателям молока. Применение комбикорма с включением нетрадиционного сырья позволяет снизить долю зерновых компонентов, уменьшить себестоимость кормов, повысить их биологическую полноценность и обеспечить экологическую эффективность производства.

Ключевые слова: корма, рецептура, рацион, продуктивность, отходы масличных культур.

Introduction

The development of livestock farming is one of the main strategic economic objectives of Kazakhstan and continues to be the main source of employment, food and income for the rural population [1].

The needs of industrial-scale livestock farming for all species, groups, and ages of animals are met by feed milling, which is a distinct, established sector of industrialization. This sector fulfills a strategic task: providing agricultural producers with high-quality feed.

One of the main ways to improve production in agriculture is to rationalize operating costs, which leads to a reduction in the cost of finished products with high crop productivity.

A major role is given to the use of highly efficient resource-saving technologies that can reduce the environmental impact and are also less costly for agricultural enterprises. High-quality resource provision is one of the key components of the proportional and balanced development of grain processing and livestock farms as structural elements of the meat, dairy, and grain product industries. subcomplexes [2,3].

To ensure a stable ecological situation in the environment, it is necessary to have a more rational and economical use of material resources in the national economy, comprehensive processing of raw materials, low-waste, waste-free technology, the full involvement of local types of raw materials and materials in circulation, the recycling of secondary resources, and the maximum reduction in the use of

food raw materials and other agricultural products for technical purposes.

A pressing issue for agricultural production in our country is the ongoing and widespread adoption of new technologies, primarily aimed at ensuring food security. To achieve this, high productivity in livestock farming, including the production of maximum output that meets international standards, must be a key priority. However, one of the main factors hindering the achievement of these living standards is.

For the successful development of the feed industry, it is necessary to expand the feed supply and reduce the shortage of highly nutritious and affordable raw materials. Since feed accounts for approximately 70% of agricultural production costs, only improved feed quality and increased feed digestibility can enhance the competitiveness of domestic products [4, 5].

This use of grain is irrational, since the majority should be spent on food purposes.

At the same time, by-products and waste from various industries, as well as non-traditional types of raw materials, are underutilized [6,7].

In the context of developing market relations in the processing industries, raw materials play a special role, the real source of replenishment of which is the reduction of losses during harvesting, transportation, storage, and processing of products. When determining the level of technology, the goal is not only to increase the utilization of raw materials but also to ensure the production of useful products from waste, that is, to incorporate so-called secondary raw materials into production [8].

Secondary raw materials represent an easily renewable, cheap and accessible source of raw materials for new high-quality and nutritious feeds and, after appropriate processing, can acquire feed properties that are 1.5–3 times superior to good-quality feed grain [9,10].

Kazakhstan has significant potential to increase its share of the global oil and fat market. To this end, the government has taken steps to diversify crop production and shift away from monopolistic wheat cultivation toward expanding oilseed crops. Agricultural production is characterized by significant waste and byproducts. Growing grain and oilseed crops produces straw, baskets, and stalks.

One of the promising types of raw materials for the production of compound feed is waste obtained during the processing of sunflower and rapeseed (heads and stems) [11, 12].

The yield of heads per hectare is approximately 60% of the seed weight. With a sunflower seed yield of 12-15 centners per hectare, 7-

9 centners of heads are produced, or over 500 feed units., and 50 kg of digestible protein. This valuable feed is comparable in chemical composition to hay. 1 kg of baskets contains 0.4-0.5 feed unit and 30-35 g of digestible protein, as well as 3-4% fat, 1.7-2% calcium, 1% phosphorus, 40% nitrogen-free extractive substances and 25-30% fiber.

Dried sunflower stalks are comparable in nutritional value to good-quality winter straw. The best way to use sunflower waste in animal feed is to make flour. Sunflower waste flour is best used in granulated mixtures, comprising up to 40% of the ingredients by weight. Cattle can be fed 2.5-3 kg of sunflower waste per head per day.

The best way to use sunflower waste in animal feed is to make flour. Flour made from sunflower and rapeseed waste is best used in granulated mixtures, comprising up to 40% of the components by weight. Cattle can be fed 2.5–3 kg of sunflower waste per head per day. Furthermore, sunflower waste has been shown to contain pectin. During harvesting and threshing, the pectin content averages 25–26%.

Rapeseed and its derivatives are currently being considered as an alternative to expensive concentrated animal and plant feeds. This is due to the relatively low price of rapeseed products, along with their high concentration of metabolizable energy, essential amino acids, and polyunsaturated fatty acids. Despite the lower availability of some minerals in rapeseed compared to soybeans, the former is a better source of readily available calcium, iron, manganese, phosphorus, selenium, and magnesium than soybeans, while the latter is a better source of copper, zinc, and potassium [13, 14, 15].

Thus, the use of waste in modern feed production enables the advanced processing of raw materials, a reduction in the cost of production of primary products through the sale of additional products, an expansion of the range of modern feed, the development of domestic animal husbandry, and improved environmental safety of food and processing facilities [16, 17]. The deficiency of protein components in compound feed can be reduced by using by-products from food and processing industries. Rational use of waste in feed production will ensure a cumulative effect and help related industries reach new levels of development.

The aim of the research is to study the impact of compound feed with the introduction of non-traditional oilseed waste on the level of milk productivity and milk quality.

Materials and research methods

To achieve this goal, a scientific and economic trial was conducted at the Yntymak farm in the spring using the diet of dairy cows, according to the scheme

presented in Table 1. The trial lasted 60 days and utilized a balanced group method. 40 Black-and-White cows were selected for the trial based on age, productivity, physiological condition, and live weight, and were divided into four groups of 10 cows.

The differences in feeding were that in the first

control groups, feed was used in accordance with the technology adopted on the farm, and in the experimental groups, the animals received compound feed according to a developed recipe, in which grain raw materials were replaced with feed flour obtained from post-harvest waste of oilseed crops (Table 2).

Table 1. Scheme of scientific and economic experiment

Groups	Number of animals in a group, heads.	Feeding conditions
I – control	10	Basic diet (BD)
II - experimental	10	Basic diet + test diet (sunflower flour - 5%, safflower flour 2% by weight)
III - experimental	10	Basic diet + test diet (sunflower flour - 7%, safflower flour 3% by weight)
IV - experimental	10	Basic diet + test diet (sunflower flour - 10%, safflower flour 5% by weight)

Table 2. The recipe for compound feed for dairy cows

Components	Experienced recipes, %		
	1	2	3
Wheat	17,0	14,0	11,0
Corn	30,0	30,0	30,0
Barley	10,0	10,0	10,0
Wheat bran	16,0	16,0	16,0
Corn feed	10,0	10,0	10,0
Sunflower cake	5,0	5,0	5,0
Feed phosphate	2,0	2,0	2,0
Chalk feed	1,0	1,0	1,0
Table salt	1,0	1,0	1,0
Premix	1,0	1,0	1,0
Sunflower Waste Flour	5	7	10
Safflower Waste Flour	2	3	5

The average daily milk yield served as the primary indicator for calculating the feeding ration. Milk production was determined individually for each experimental cow twice daily, with an average milk sample collected. Protein and fat content in the milk were determined using a Lactan -4M milk quality analyzer.

Results and discussion

During the study, the experimental cows

were fed a commercial diet balanced in all nutrients. A well-balanced diet ensures lactating cows produce the maximum possible amount of milk. Feed intake also influences milk production.

Cow productivity can be assessed by both milk quantity and milk quality. The milk quality obtained from experimental animals is presented in Table 3.

Table 3. Quality indicators of milk from experimental cows

Indicators	Groups			
	Control	Experience I	Experience - II	Experience - III
Average daily milk yield per cow, kg	20.0±1.7	21.1 ±2.1	23.2 ±1.8	22.4 ±1.7
Gross milk yield per cow per experiment, kg	1200±2.0	1266±2.2	1392±2.0	1344±1.9
Mass fraction of fat, %	3.50±0.5	3.52±0.3	3.60±0.6	3.58±0.3
Protein content, %	3.20±0.3	3.26±0.3	3.28±0.5	3.25±0.5
Gross milk yield per cow of basic fat content for the experiment, kg	1235±2.9	1310±2.9	1473±3.2	1423±3.0

Analyzing the data in Table 3, we can conclude that the developed feeding formula for lactating cows increased productivity and improved milk quality. Average daily milk yield per cow was 20 kg in the control group, compared to 21.1, 23.2, and 22.4 kg in the experimental groups. The protein content in milk from cows in the control group was 3.2%. Experimental cows fed oilseed waste in their diets exceeded their control group counterparts by 1.5-2.5% in this indicator.

A trend toward an increase in fat mass fraction was observed in the milk of cows in experimental group 2, which was 2.8% higher than in the control. Cows in experimental groups 2 and 3 exceeded the control in terms of fat mass fraction by 2,5-3%. An increase in fat mass fraction was observed in the milk of cows in the experimental groups, which was 0.5-2.0% higher than in the control.

The results of the study showed that feeding lactating cows with the developed compound feed contributed to increased productivity and improved milk quality due to more efficient use of nutrients in the diet.

Conclusion

Thus, the results of the conducted studies indicate that the developed feed recipe for lactating cows contributed to increased milk production and improved milk quality. The highest average daily milk yield was recorded in the second experimental group, reaching 23.2 kg, a 16% increase compared to the control. The most important component of milk is complete proteins, which combine a vast number of properties important for humans. The highest protein content was found in the milk of cows in the second experimental group.

It was established that animals in the experimental groups had similar quality indicators to animals in the control groups.

Consequently, the newly developed recipe, which contains non-traditional raw materials, allows us to solve a number of important problems, reduce the proportion of valuable grain raw materials in the composition of compound feed, reduce their cost, increase biological value, and improve the environmental situation.

REFERENCES

1. Бауэр М.Ш., Окутаева С.Т. Оптимизация рациона кормления как фактор повышения эффективности производства мяса крс //Проблемы агрорынка. – 2017. №3. -С. 84-89.
2. Оспанова Ш. К., Капов С.Н., Бегалина А.А., Серикпаева Ж. К. Проблемы кормопроизводства в северномказахстане и пути выхода из кризисного состояния //Вестник науки Казахского агротехни-

ческого университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2022. - №3 (114). –Ч.1. - С. 131-143

3. Амантаева А.А., Батырбаева Н.Б., Алимкулов Ж.С. Применение побочных продуктов нетрадиционных масличных культур в производстве комбикормов //Вестник Алматинского технологического университета - 2025.-№1(147). -С. 123-130. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-123-130>

4. Мизанбекова С.К., Тиреуов К.М., Айтмуханбетова Д.А. Комбикормовая промышленность Республики Казахстан: тенденции модернизации //Проблемы агрорынка. -2022. -№4.- С.104-111. <https://doi.org/10.46666/2022-4.2708-9991.11>

5. Макарецов, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для вузов / Н. Г. Макарецов. - 4-е изд., испр. и доп. - Калуга : Ноосфера, 2017. - 640 с.

6. Жиенбаева С.Т., Жолдаспекова А.М. Перспективы использования отходов масложировой промышленности при производстве комбикормов//Вестник Алматинского технологического университета. -2013.- №2 (98) - С. 26-30.

7. Алимкулов Ж.С., Жиенбаева С.Т. Казахстан укрепляет кормовую базу//Комбикорма -2012. -№4. - С.21-22.

8. Василенко В. Н., Фролова Л. Н., Драган И. В. Технология переработки отходов масложировой промышленности РФ//Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 2271–2275.

9. Курочкин А.А. Способ производства кормов из отходов животного и растительного происхождения с повышенной влажностью ингредиентов //Инновационная техника и технология.- 2019. -№ 2.-С. 21-24.

10. Абилов Б. Т., Крючков П. Г., Джафаров Н. М. Использование отходов подсолнечника в рационах откормочного молодняка крупного рогатого скота// Сельскохозяйственный журнал - 2004. -№2-2.

11. Бречко, Я. Н. Повышение эффективности возделывание рапса в Республике Беларусь // Сборник научных трудов «Проблемы экономики» – Горки: БГСХА. -2016. – № 2. – С. 3–15.

12. Могилатова Н. Ю., Соловьева Е. В., Ефименко Л. В. Корзинки подсолнечника - перспективное сырье при производстве комбикормов // Известия вузов. Пищевая технология. -2005. №5-6.

13. Егоров И.А., Андрианова Е.Н. Рапс в комбикормах для цыплят-бройлеров// Птицеводство. – 2012. – № 2. – С. 21–23.

14. Осепчук Д. В., Мартынеско Е. А. Рапсовые корма в рационах для животных // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. - 2013. №16 (1).

15. Alvarez-Hess P.S., Jacobs J.L., Kinley R.D., Roque V.M., Neachtain A.S.O. Twice daily feeding of canola oil steeped with *Asparagopsis armata* reduced methane emissions of lactating dairy cows// Animal Feed Science and Technology Article 2023 DOI:10.1016/j.anifeedsci.2023.115579

16. Цай В. П. Переваримость и использование питательных веществ, энергии корма ремонтных бычков в зависимости от структуры рациона// Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 61-69.

17. Цай В.П. Отходы солодового произ-водства как компонент комбикормов при откорме молодняка крупного рогатого скота// Зоотехническая наука Беларуси. – 2024. -№2(59) - С.107-116.

REFERENCES

1. Baýer M.Sh., Okýtaeva S.T. Optimizatsiia ratsiona kormleniia kak faktor povysheniia effektivnosti proizvodstva miasa krs [Optimization of the feeding ration as a factor in increasing the efficiency of cattle meat production]// Problems of the agricultural market. - 2017. No. 3. -pp. 84-89. (In Russian)

2. Ospanova Sh. K., Kapov S.N., Begalina A.A., Serikpaeva J. K. Problemy kormoproizvodstva v severnomkazahstane i pýti vyhoda iz krizisnogo sostoianniia [Problems of feed production in northern Kazakhstan and ways out of the crisis]// Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin (interdisciplinary). - 2022. - №3 (114). – Part 1. - pp. 131-143. (In Russian)

3. Amantaeva A.A., Batyrbaeva N.B., Alimkýlov J.S. Primenenie pobochnykh prodýktov netraditsionnykh maslichnykh kýltýr v proizvodstve kombikormov [The use of by-products of non-traditional oilseed crops in the production of compound feeds]// Bulletin of the Almaty Technological University.- 2025.-№1(147). - Pp. 123-130. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-123-130> (In Russian)

4. Mızanbekova S.K., Tireýov K.M., Aıtmyhanbetova D.A. Kombikormovaiia promyshlennost Respyblikı Kazahstan: tendentsii modernizatsii [Feed industry of the Republic of Kazakhstan: modernization trends]// Problems of the agricultural market. -2022. -No. 4.- pp.104-111. <https://doi.org/10.46666/2022-4.2708-9991.11>.(In Russian)

5. Makartsev, N.G. Kormlenie selskohoziaistvennykh jivotnykh: ýchebnik dlia výzov [Feeding farm animals: a textbook for universities]/ N. Mr. Makartsev. - 4 ED., ISPR. and DOP. - Kaluga: Noosphere, 2017. - 640 p. (In Russian)

6. Jienbaeva S.T., Joldaspekova A.M. Perspektivy ispolzovaniia othodov maslojirovoi promyshlennosti pri proizvodstve kombikormov [Prospects for the use of waste from the fat and oil industry in the production of animal feed]// Bulletin of the Almaty Technological University. - 2013.- №2 (98)- pp. 26-30. (In Russian)

7. Alimkýlov J.S., Jienbaeva S.T. Kazahstan ýkrepliaet kormovýy bazý [Kazakhstan strengthens its food supply]// Compound feed -2012. -No.4. -pp.21-22.

8. Vasilenko V. N., Frolova L. N., Dragan I. V. Tehnologiiia pererabotki othodov maslojirovoi

promyshlennosti RF [Technology of processing waste from the fat and oil industry of the Russian Federation]// Innovative machinery and technology.- 2019. -No. 2.-pp. 21-24. (In Russian)

9. Kýrochkin A.A. Sposob proizvodstva kormov iz othodov jivotnogo i rastitelnogo proishojdeniia s povyshennoi vlnajnostý ingredientov [Method of production of feed from waste of animal and vegetable origin with high moisture content of ingredients] //Innovative machinery and technology.- 2019. -No. 2.-pp. 21-24. (In Russian)

10. Abilov B. T., Krýchkov P. G., Djafarov N. M. Ispolzovanie othodov podsolnechnika v ratsionah otkormochnogo molodniaka krýpnogo rogatogo skota [The use of sunflower waste in the diets of fattening young cattle] Agricultural magazine.- 2004. -№2-2. (In Russian)

11. Brechko, Ia. N. Povyshenie effektivnosti vzdelyvaniia rapsa v Respyblike Belarýs [Improving the efficiency of rapeseed cultivation in the Republic of Belarus]// Collection of scientific papers "Problems of economics" – Gorki: BHSA. -2016. – No. 2. – pp. 3-15. (In Russian)

12. Mogilatova N. Íy., Soloveva E. V., Efimenko L. V. Korzinki podsolnechnika - perspektivnoe syre pri proizvodstve kombikormov [Sunflower baskets are promising raw materials in the production of compound feeds]// Izvestiya vuzov. Food technology. -2005. №5-6. (In Russian)

13. Egorov I.A., Andrianova E.N. Raps v kombikormah dlia tsypliat-broilerov [Rapeseed in compound feed for broiler chickens]// Poultry farming, 2012, No. 2, pp. 21-23. (In Russian)

14. Osepchýk D. V., Martynenko E. A. Rapsovye korma v ratsionah dlia jivotnykh [Rapeseed feed in animal diets]// Actual problems of intensive development of animal husbandry. -2013. №16 (1). (In Russian)

15. Alvarez-Hess P.S., Jacobs J.L., Kinley R.D., Roque B.M., Neachtain A.S.O. Twice daily feeding of canola oil steeped with *Asparagopsis armata* reduced methane emissions of lactating dairy cows// Animal Feed Science and Technology Article 2023 DOI:10.1016/j.anifeedsci.2023.115579.

16. Tsai V. P. Perevarimost i ispolzovanie pitatelnykh veestv, energii korma remonnykh bychkov v zavisimosti ot strýktýry ratsiona [Digestibility and use of nutrients and energy of repair bullhead feed, depending on the structure of the diet]// Zootechnical science of Belarus: collection of scientific tr. – Zhodino, 2013. – Vol. 48, part 2. – pp. 61-69. (In Russian)

17. Tsai V.P. Othody solodovogo proizvodstva kak komponent kombikormov pri otkorme molodniaka krýpnogo rogatogo skota [Malt production waste as a component of compound feed in the fattening of young cattle]// Zootechnical science of Belarus. – 2024. -№2(59) - Pp.107-116. (In Russian)

EFFECT OF COLLAGEN HYDROLYSATE AND PLANT ANTIOXIDANT ON THE TEXTURE PARAMETERS OF COOKED SAUSAGES

¹YA.M. UZAKOV , ¹M.A-A. KALDARBEKOVA , ²I.M. CHERNUKHA ,
¹A.N. TORTAI *

(¹JSC «Almaty Technological University», Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100,
²V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, 109316, Moscow, Talalikhina str., 26)
Corresponding author e-mail: tortay.arsen@gmail.com*

In the meat industry, it is important to enrich meat products with plant-based functional components, which improves their nutritional value but also changes the mechanical properties of the matrix. The aim of this study was to evaluate the effect of collagen hydrolysate and cranberry powder on the structural and mechanical properties of cooked sausages. The study was conducted using a standard two-cycle scheme on a structurometer, and the hardness, springiness, cohesion, resilience and chewiness of cooked sausage products were determined. Approximation was performed using simple linear models and paired correlation analysis. The addition of 10% collagen hydrolysate led to a slight decrease in indicators relative to the control, while the addition of cranberry powder (1–3%) at a fixed level of hydrolysate (10%) caused a dose-dependent decrease in all indicators, which was confirmed by linear trends with a high explanation of variance ($R^2=0,89-0,99$). Pairwise correlation analysis showed very strong inverse correlations for cranberries with TPA ($r=-0,92...-0,98$, $p=0,0045-0,0250$), while moderate negative correlations without statistical significance were obtained for hydrolysate ($r=-0,50...-0,80$, $p>0.05$). The results indicate that cranberry powder is the main factor in reducing the structural and mechanical properties, and further research is needed to establish the limits for the amount of functional ingredient to be added. Further research is planned in the RSM method, taking into account the interactions of factors, with organoleptic evaluation, as well as rheological and microstructural analysis.

Keywords: collagen hydrolysate, cranberry powder, cooked sausages, texture profile analysis (TPA), pairwise correlation.

ПІСІРІЛГЕН ШҰЖЫҚТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМ СИПАТТАМАЛАРЫНА КОЛЛАГЕН ГИДРОЛИЗАТЫНЫҢ ЖӘНЕ ӨСІМДІК АНТИОКСИДАНТЫНЫҢ ӘСЕРІ

¹Я.М. УЗАКОВ, ¹М.Ә-А. ҚАЛДАРБЕКОВА, ²И.М. ЧЕРНУХА, ¹А.Н. ТОРТАЙ*

(¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100,
²В. М. Горбатов атындағы ФГО азық-түлік жүйелерінің орталығы, Ресей Федерациясы,
109316, Мәскеу, Талалихина көш., 26)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: tortay.arsen@gmail.com*

Ет өнеркәсібінде өсімдік текті функционалдық құрамдастармен байыту өзектілігі жоғары, бұл тағамдық құндылықты арттырумен қатар, матрицаның механикалық қасиеттерін өзгертеді. Осы зерттеудің мақсаты – пісірілген шұжықтардың құрылымдық-механикалық қасиеттеріне коллаген гидролизаты мен мүкжидек ұнтағының әсерін бағалау. Зерттеу құрылымометрде стандартты екі циклдық схема бойынша жүргізіліп, қаттылық, серпімділік, когезия, қалпына келгіштік және шайналғыштық анықталды. Аппроксимация қарапайым сызықтық модельдермен және жұптық корреляциялық талдаумен орындалды. 10 % коллаген гидролизатын енгізу бақылаумен салыстырғанда көрсеткіштердің шамалы төмендеуіне әкелді, ал гидролизат деңгейі 10 % болғанда мүкжидек ұнтағын 1–3 % қосу барлық көрсеткіштердің дозаға тәуелді төмендеуін туғызды, бұл жоғары дисперсия түсіндіруімен ($R^2=0,89-0,99$) сызықтық трендтермен расталды. Жұптық корреляциялық талдау мүкжидек үшін ТПА-мен өте күшті кері байланыстарды көрсетті ($r=-0,92...-0,98$, $p=0,0045-0,0250$), ал гидролизат үшін статистикалық маңыздылығы жоқ орташа теріс байланыстар алынды ($r=-0,50...-0,80$, $p>0,05$). Нәтижелер құрылымдық-механикалық көрсеткіштерді төмендетуде негізгі фактор мүкжидек ұнтағы екенін көрсетеді; функционалдық ингредиенттің енгізу шектерін белгілеу үшін қосымша зерттеулер қажет. Алдағы жұмыстар факторлар өзара әрекеттесуін ескеретін RSM тәсілінде, органолептикалық бағалаумен, сондай-ақ реологиялық және микроструктуралық талдаумен жоспарлануда.

Негізгі сөздер: коллаген гидролизаты, мүкжидек ұнтағы, пісірілген шұжық, текстуралық профиль талдауы, жұптық корреляция.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА КОЛЛАГЕНА И РАСТИТЕЛЬНОГО АНТИОКСИДАНТА НА СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРЕННЫХ КОЛБАС

¹Я.М. УЗАКОВ, ¹М.А.-А. КАЛДАРБЕКОВА, ²И.М. ЧЕРНУХА, ¹А.Н. ТОРТАЙ*

¹АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²ФНЦ Пищевых систем имени В.М.Горбатова РАН, Российская Федерация, 109316, Москва, ул. Талалихина, 26)

Электронная почта автора-корреспондента: tortay.arsen@gmail.com*

В мясной отрасли является актуальным обогащение мясных изделий растительными функциональными компонентами, что улучшает их пищевую ценность, но одновременно меняет механические свойства матрицы. Целью работы было оценить влияние гидролизата коллагена и порошка клюквы на структурно-механические свойства варёных колбас. Исследование проводилось по стандартной двухцикловой схеме на структуромере, где определяли твердость, упругость, когезию, устойчивость и пережевываемость вареных колбасных изделий. Аппроксимация проводилась простыми линейными моделями и парным корреляционным анализом. Внесение 10% гидролизата коллагена приводило к незначительному снижению показателей относительно контроля, тогда как добавление клюквенного порошка (1–3%) при фиксированном уровне гидролизата (10%) вызывало дозозависимое уменьшение всех показателей, что подтверждено линейными трендами с высоким объяснением дисперсии ($R^2=0,89–0,99$). Парный корреляционный анализ показал для клюквы очень сильные обратные связи с ТРА ($r=-0,92…-0,98$, $p=0,0045–0,0250$), для гидролизата получены умеренные отрицательные зависимости без статистической значимости ($r=-0,50…-0,80$, $p>0,05$). Полученные результаты указывают, что главным фактором понижения показателей структурно-механических свойств выступает порошок клюквы и необходимо провести дальнейшее исследование для установления лимитов количества внесения функционального ингредиента. Дальнейшие исследования планируются в формате RSM с учётом взаимодействий факторов, с органолептической оценкой, а также с реологическим и микроструктурным анализом.

Ключевые слова: гидролизат коллагена, порошок клюквы, варёная колбаса, анализ профиля текстуры (ТРА), парная корреляция.

Introduction

In the preceding two decades, the notion of "functional ingredients" in the domain of meat technology has undergone a transition, evolving from a niche to a mainstream reformulation strategy. This evolution is driven by the dual objectives of enhancing nutritional profiles while maintaining product quality. The seminal work of Jiménez-Colmenero and colleagues established meat products as conduits for bioactive constituents and delineated core strategies (e.g. fat and salt replacement, incorporation of antioxidants, fibres, and peptides) that deliver health benefits beyond basic nutrition [1]. Subsequent reviews have consolidated these approaches, highlighting seven principal groups of functional constituents (fatty acids, minerals, vitamins, plant antioxidants, dietary fibres, probiotics, bioactive peptides) and emphasising that technological performance (e.g. water-binding, emulsion stability, and texture) is as critical as the physiological function when formulating "healthier" meat products [2].

A significant trend in the field of "clean-label" enrichment involves the utilisation of plant fibres and fruit by-products. In the context of sausage models, dietary fibres and pomaces have been observed to modulate Texture Profile

Analysis (TPA) readouts via water binding, viscosity, and microstructural effects. For instance, inulin and grape pomace altered the hardness, gumminess and chewiness of Spanish-style sausages, whereas in some Frankfurt-type systems TPA remained unchanged, emphasising the matrix- and dose-dependence of fibre effects. Mechanistically, insoluble fibres have been shown to form an auxiliary 3-D network that competes with, or reinforces, the myofibrillar gel. Furthermore, differences in particle size and hydrophobicity have been demonstrated to tune water distribution and emulsion stability [3].

The appeal of berries lies in their phenolic profile (proanthocyanidins, anthocyanins), which is responsible for their antimicrobial and antioxidant properties. In the context of fermented sausages, the incorporation of 5 g/kg cranberry powder has been shown to significantly influence the microbiota, predominantly comprising *Pediococcus* and *Staphylococcus* species, with a proportion exceeding 90%. This intervention has been observed to enhance the colour and quality attributes of the product, thereby validating its function as a natural nitrite adjunct.

In meat-containing cooked sausages, cranberry extract at 0,01–0,03% retarded oxidative

processes with an optimum sensory result around 0,02%. Aside from redox effects, polyphenols interact with muscle proteins: recent reviews indicate that covalent and non-covalent phenolic–protein binding can alter protein conformation and gelation, which may, in turn, alter TPA metrics—for example, lower springiness or hardness at higher phenolic loads—via changes in cross-linking and water immobilization. These interactions provide a mechanistic rationale for dose-dependent softening observed in some berry-enriched systems. [4, 5].

Gelatin (collagen) and hydrolysates are widely used texturizers and fat replacers. Their effects on TPA depend upon source, molecular weight distribution, and addition level. In cooked sausage, 1% addition of duck skin gelatin hydrolysate enhanced cohesiveness and chewiness without changing pH or cooking loss, thereby suggesting that low-level hydrolysates can strengthen the gel network [6]. For chicken burgers, partial substitution of fat with collagen hydrolysate at 50–75% increased hardness and chewiness. Consumer acceptance was not altered at 50% replacement, suggesting that collagen can restore some of the structure lost due to fat reduction. On the other hand, in meatballs, the addition of fish gelatin reduced hardness by 26,4% while also increasing yield and moisture retention, revealing that collagen origin/thermal behavior—for example, the melting point of fish gelatin—can soften the bite and improve juiciness. Altogether, these studies have shown bidirectional TPA effects governed by dose, matrix characteristics, and gelatin characteristics rather than any one trend [7].

These studies have established that domestic researchers confirm that both berry additives and protein hydrolysates substantially affect the structural and mechanical properties of meat systems [8]. For the berry powders, M. Serikkyzy et al. showed better organoleptic and structural-chemical characteristics of semismoked sausages with goji berries (0,3–0,7%) compared to the control, stressing that the plant components specifically affected the product matrix [9]. In parallel, changes in technological/structural indicators were described in works on protein hydrolysates in cooked sausages when 3–7% and 5% of hydrolysate in combination with purslane

was used, affecting the consistency of the emulsion [10]. The recent study on the mixture 'collagen hydrolysate + cranberry' in cooked sausages recorded a significant improvement in quality and oxidative stability, underlining that the combined addition of protein and phenolic components changes the behavior of the gel network and, as a result, the texture profile [11].

The aim of the research was to investigate the structural and mechanical characteristic changes in cooked sausages after addition of collagen hydrolysate and cranberry powder.

Materials and research methods

Cooked sausages with low-value animal by-products were produced at the Educational and Scientific Center for Meat Processing of Almaty Technological University (Almaty, Kazakhstan).

Fetlock joints were cleaned, washed, and cut (80–100 g). After defatting ($t=60-65^{\circ}\text{C}$; $\tau=45-50$ min), the material was cooled (to $t=45^{\circ}\text{C}$) and hydrolyzed enzymatically ($t=45^{\circ}\text{C}$; $\tau=24$ h) with BLT-7 (1%). Enzymes were inactivated ($t=95\pm 2^{\circ}\text{C}$; $\tau=30$ min) and the hydrolysate was spray-dried (inlet $t=135-140^{\circ}\text{C}$; outlet $t=85-90^{\circ}\text{C}$) for subsequent use.

Cranberry berries were dried ($t=40-45^{\circ}\text{C}$ for 12–16 h) using dehydrator (FD1104, Redmond, Russia) in order to preserve polyphenols and vitamin C, then milled to a homogeneous powder (Grindomix GM 200, Retsch, Germany).

Deboned and trimmed meats and beef fat were coarsely ground (CE 660F, la Minerva, Italy). The mince was salted and matured ($t=2\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 8–12 h), and then treated using bowl cutter (K30Neo, Talsa, Spain) with spices, ice, and the functional additives (collagen hydrolysate and cranberry powder). The prepared emulsion was stuffed into casings and rested ($t=0-4^{\circ}\text{C}$; $\tau=2$ h). Thermal treatment was carried out in a smoke-cook chamber (UK-3\1M100, Tekhtron+, Russia) under controlled conditions, including roasting ($t=80-100^{\circ}\text{C}$; $\tau=65-140$ min) and cooking ($t=76-85^{\circ}\text{C}$; $\tau=50-150$ min), and were chilled in a room at $t=8^{\circ}\text{C}$ to a core temperature of $t=0-15^{\circ}\text{C}$.

The formulation of cooked sausage products developed using low-value by-products is presented in Table 1.

Table 1. Formulations of experimental cooked sausages with low-value by-products

Ingredients	Sample 1 (Control)	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
Raw materials, kg per 100 kg					
Poultry meat (chicken fillet)	45	40	40	40	40
Beef, trimmed	45	40	39	38	37
Bovine visceral raw fat	10	10	10	10	10
Protein hydrolysate from low-value by-products	–	10	10	10	10
Cranberry powder	–	–	1	2	3
Spices, g per 100 kg					
Salt	2000	2000	2000	2000	2000
Sugar	100	100	100	100	100
Black pepper	50	50	50	50	50
Nutmeg	25	25	25	25	25

Texture Profile Analysis (TPA) were performed on a Structurometer ST-2 texture analyzer. Prior to testing, samples were prepared as rectangular prisms of 100×20×20 mm. Each specimen was placed on the stationary lower platform and compressed by a cylindrical indenter 36 mm mounted on the moving upper crosshead. The test followed the instrument routine “ST-2 Texture Profile Analysis_TPA”. The probe was driven into the sample to a depth of 5 mm at 0,5 mm/s, then fully withdrawn to the start position. A second compression to 10 mm was subsequently applied at 0,5 mm/s, after which the probe returned to the origin. Force–time data acquisition and primary processing were carried out with the ST-2 instrument software packages “ST-2” and “Algorithm”.

From the TPA curves, the following responses were calculated in accordance with the instrument’s method definitions: Hardness (g/mm²), Springiness (%), Cohesiveness (%), Resilience (%), and Chewiness (g/mm²).

For each formulation, not less than three independent replicates were measured. The arithmetic mean across replicates was reported as the final result. Results are presented as mean ± SE (standard error of the mean), calculated across replicates. Data handling and statistical analysis were performed in Microsoft Excel and STATISTICA.

Pearson correlation analysis was used to assess associations between factor levels (X_1, X_2) and texture responses (Y_1 – Y_5). Correlations were calculated using formulation-level mean values as independent observations (n equals the number of formulations; $df = n - 2$) and evaluated using a two-tailed significance criterion ($p < 0,05$). If multiple correlations were tested simultaneously within the same factor (five texture responses), a Bonferroni-adjusted threshold was additionally considered.

All laboratory tests were carried out at the Research and Testing Center of the Federal Research Center for Food Systems named after V. M. Gorbатов, Russian Academy of Sciences (accredited by the Federal Service for Accreditation; certificate No. RA.RU.21III69).

Results and discussion

All formulations were profiled on the Structurometer using a standard two-cycle TPA routine. The results are summarized as bar-plots where the height of each bar corresponds to the mean value calculated from replicate measurements. The vertical error bars indicate the variability around the mean and reflect the reproducibility of the measurements. The fitted trendline illustrates the overall direction of change across the sample series and provides a visual assessment of the presence of a consistent tendency.

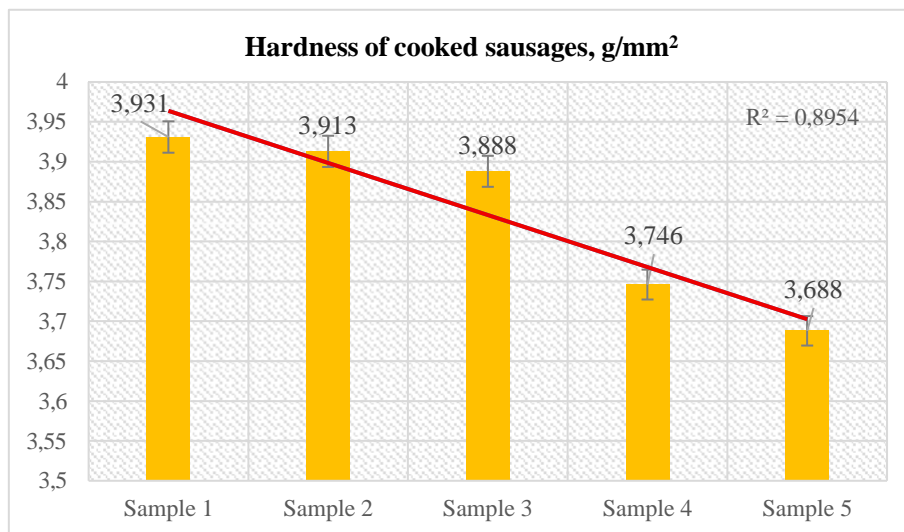


Figure 1. Hardness (Y_1) indicators of various experimental samples of cooked sausages

Hardness denotes the peak force during the first compression and reflects the initial bite firmness of the product (primary mechanical descriptor in TPA). In Figure 1, the control (Sample 1) showed the maximum (3,931 g/mm²), whereas the Sample 5 was the minimum (3,688 g/mm²). Introducing 10% collagen hydrolysate (Sample 2) reduced hardness of sausage by 0,46%

(3,913 g/mm²). At the same collagen level, adding cranberry powder led to further declines and at 3% cranberry (Sample 5) hardness was reduced by 6,18% than control. A linear trendline ($R^2 = 0,895$) confirms the overall decrease across the series of cooked sausage samples.

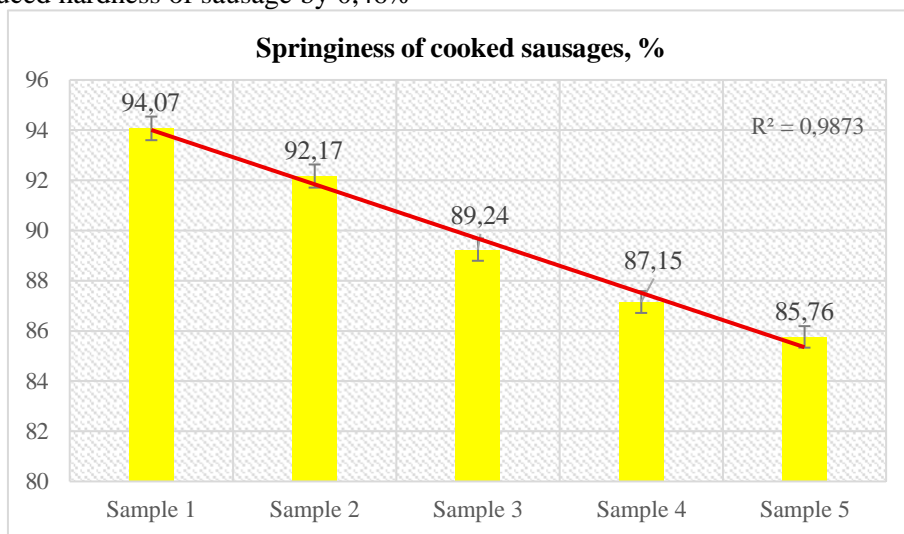


Figure 2. Springiness (Y_2) indicators of various experimental samples of cooked sausages

Springiness is the extent to which a sample returns to its original height after the first compression in TPA. It is computed from the force–time (or force–distance) curve as the ratio of the recovered distance between the first and second compressions to the initial compression distance. As can be seen in Figure 2, the control sample of cooked sausages (Sample 1) showed the maximum springiness —94,07%. When 10% collagen hydrolysate was added (Sample 2), springiness

decreased to 92,17%, which is a 2,02% decrease compared to the control. The addition of cranberry powder with the same hydrolysate content was accompanied by a further decrease in springiness. The minimum value was observed in Sample 5 (85,76%), where the index decreased by 8,83% relative to the control. The trend line ($R^2 = 0,9873$) confirms a steady decrease in springiness with an increase in the concentration of additives in the recipe.

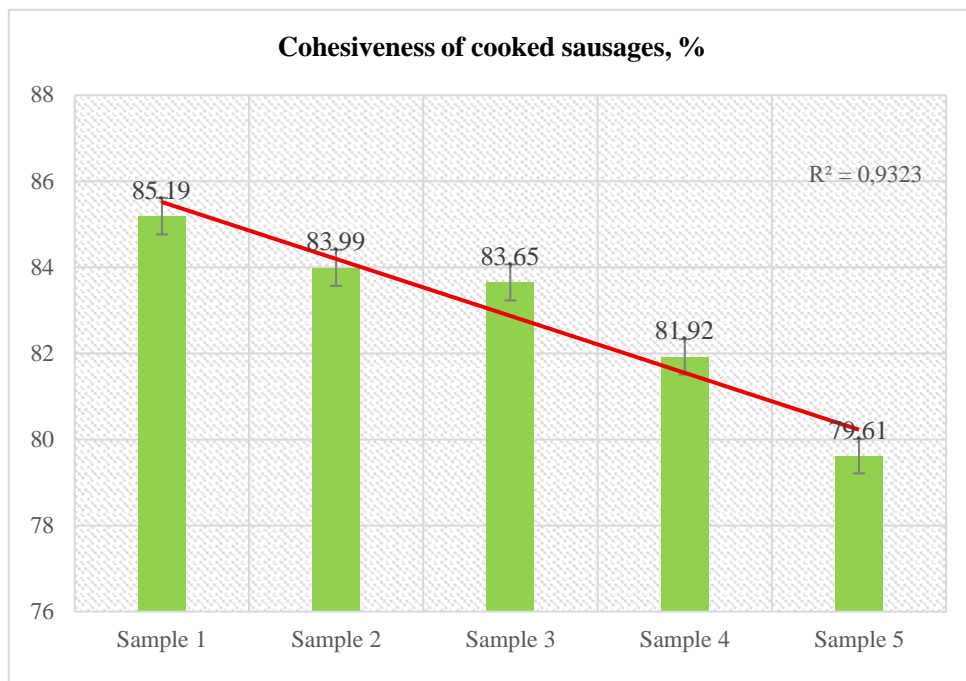


Figure 3. Cohesiveness (Y_3) indicators of various experimental samples of cooked sausages

Cohesiveness quantifies the internal bonding of the sample and its resistance to breakdown on the second bite. In TPA it is computed as the area ratio of the second to the first compression from the force–time curve. As can be seen in Figure 3, the control sample (Sample 1) showed the maximum cohesion – 85,19%. When 10% hydrolysate was added to cooked sausages (Sample 2), cohesion decreased to 83.99% (–1,41% relative to the

control). The addition of cranberry powder at a fixed level of hydrolysate was accompanied by a further decrease in the indicator: at 1% powder – 83,65%, at 2% – 81,92%, at 3% cohesion decreased to 79,61%. The trend line ($R^2 = 0,9323$) also confirms a steady decrease in cohesion with increasing additive concentration.

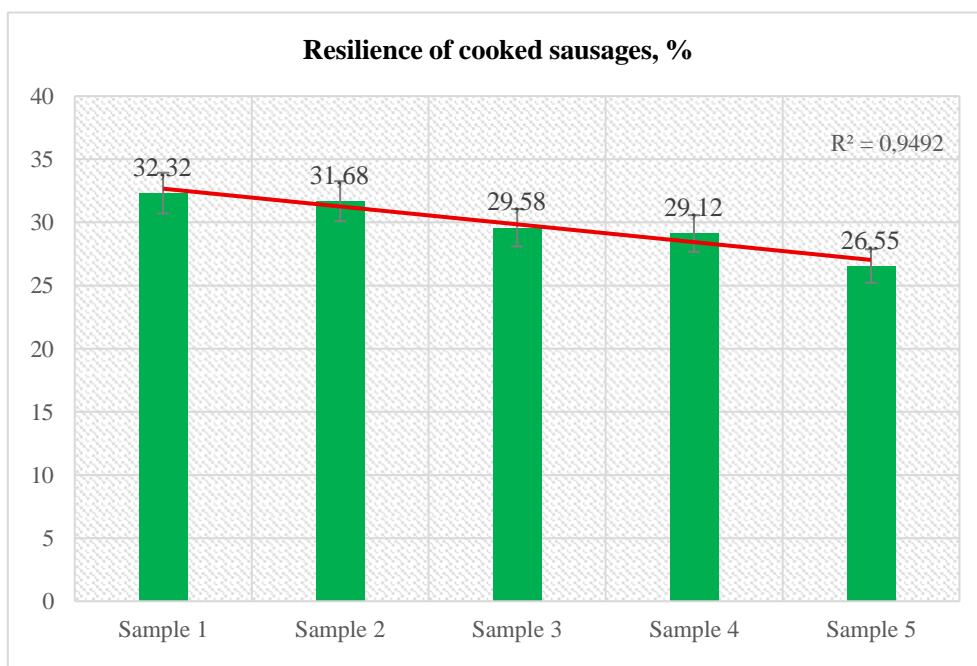


Figure 4. Resilience (Y_4) indicators of various experimental samples of cooked sausages

Resilience is the instantaneous elastic recovery upon release after the first compression in TPA. It is computed as the ratio of the unloading work to the loading work in the first cycle, i.e., the fraction of deformation energy returned immediately. As can be seen in Figure 4, the control sample of cooked sausages (Sample 1) showed the highest stability — 32,32%. When 10% hydrolysate was added (Sample 2), stability decreased by 1,98% to 31,68%. The addition

of cranberry powder at a fixed level of hydrolysate was accompanied by a further decrease in the indicator, and when 3% of the functional ingredient was added, stability decreased by 17,85% from the control and amounted to 26,55%. The trend line ($R^2 = 0,9492$) also confirms the steady downward trend of the indicator across the series of samples as the volume of additives increased.

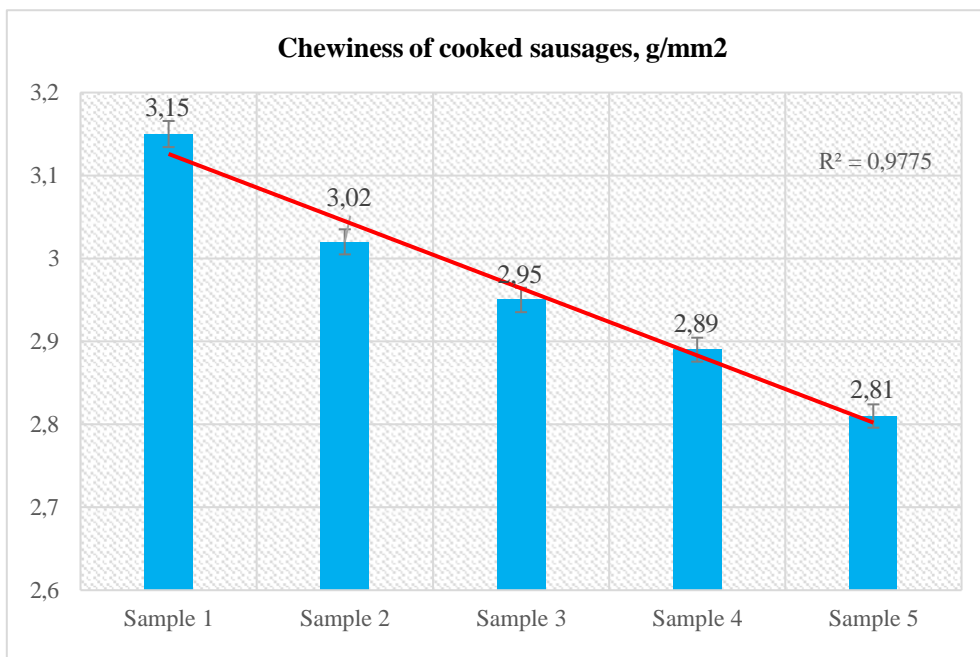


Figure 5. Chewiness (Y_5) indicators of various experimental samples of cooked sausages

Chewiness is the work required to chew a solid sample until it is ready to swallow. In TPA it is computed as Gumminess×Springiness and reported as g/mm². As can be seen in Figure 5, the control sample of cooked sausage (Sample 1) showed the maximum chewability — 3,15 g/mm², while Sample 5 showed the minimum — 2,81 g/mm². The trend line ($R^2 = 0,9775$) confirms a steady downward trend in chewability as the amount of plant ingredients in the cooked sausage recipe increases.

Results of research shows that the addition of functional ingredients is accompanied by a decrease in the structural and mechanical properties of the experimental samples of cooked sausages. To quantitatively verify and confirm the correlation, a paired correlation analysis was performed between factors X_1 (collagen hydrolysate) and X_2 (cranberry powder) and TPA responses Y_1 – Y_5 (Y_1 — Hardness, Y_2 — Springiness, Y_3 — Cohesiveness, Y_4 — Resilience, Y_5 — Chewiness).

Table 2. Formulations of experimental cooked sausages using low-value by-products

X–Y Correlation	Pearson Correlation Coefficient (r)	Coefficient of Determination (R ²)	t statistic	p-value	Expected Y change for +1% X
X ₁ Collagen hydrolysate correlation with Y ₁₋₅ Texture Profile properties					
X ₁ Collagen hydrolysate – Y ₁ Hardness	-0,501056	0,251057	-1,00282	0,3898	-0,01223
X ₁ Collagen hydrolysate – Y ₂ Springiness	-0,712979	0,508339	-1,76118	0,1764	-0,54900
X ₁ Collagen hydrolysate – Y ₃ Cohesiveness	-0,598102	0,357726	-1,29263	0,2866	-0,28975
X ₁ Collagen hydrolysate – Y ₄ Resilience	-0,603400	0,364092	-1,31060	0,2812	-0,30875
X ₁ Collagen hydrolysate – Y ₅ Chewiness	-0,802679	0,644294	-2,33108	0,1020	-0,02325
X ₂ Cranberry powder correlation with Y ₁₋₅ Texture Profile properties					
X ₂ Cranberry powder – Y ₁ Hardness	-0,975635	0,951864	-7,70220	0,0045	-0,08165
X ₂ Cranberry powder – Y ₂ Springiness	-0,960381	0,922332	-5,96874	0,0094	-2,53647
X ₂ Cranberry powder – Y ₃ Cohesiveness	-0,965732	0,932639	-6,44483	0,0075	-1,60471
X ₂ Cranberry powder – Y ₄ Resilience	-0,974493	0,949637	-7,52115	0,0048	-1,71029
X ₂ Cranberry powder – Y ₅ Chewiness	-0,923643	0,853116	-4,17425	0,0250	-0,09176

In the correlation analysis of X₁ Collagen hydrolysate indicators moderate negative correlations were recorded for all TPA responses. The Pearson Correlation Coefficient ranged from r=-0,501 (X₁ Collagen hydrolysate – Y₁ Hardness) to r=-0,803 (X₁ Collagen hydrolysate – Y₅ Chewiness). Given the sample size, statistical significance for establishing correlations was not achieved (p-values of X₁–Y₁₋₅ correlations do not meet the condition p<0,05), so the results should be interpreted as a trend. The slope estimates show the expected change in response when X₁ increases by 1%: hardness to -0,012 g/mm², springiness to -0,549%, cohesion to -0,290%, resilience to -0,309%, chewiness to -0,023 g/mm². The strongest correlation was found between X₁ Collagen hydrolysate and Y₅ Chewiness (r=-0,803, R²=0,644), but even this does not pass the p<0,05

threshold for this sample size. In summary, collagen hydrolysate produces a moderate, uniform weakening of all structural and mechanical indicators.

In the correlation analysis of X₂ Cranberry powder indicators very strong and mostly statistically significant inverse correlations are observed for TPA responses. The X₂–Y₁₋₅ correlations show high Pearson correlation coefficient values (from r=-0,924 to r=-0,976) with high coefficient of determination values (from R²=0,853 to R²=0,952). With the sample size, statistical significance for establishing relationships was achieved (p-values of X₁–Y₁₋₅ correlations meet the condition p<0,05). After a simple Bonferroni correction (α=0,01), four out of five responses remain significant (except for Y₅ Chewiness, p=0,0250). According to the slopes, each +1% of cranberries is associated with a decrease in: hardness -0,08165

g/mm², springiness -2,536%, cohesion -1,605%, resilience -1,710%, chewability -0,0918 g/mm². Y₂ Springiness and Y₄ Resilience are the most sensitive to X₂ (large slopes and high R²), which is consistent with the linear trends in the graphs (R²=0,93–0,99). The correlation analysis indicates that cranberry powder is the main driver of the decrease in cohesive properties and «bite hardness».

Research on emulsion meat products shows a consistent trend: the introduction of collagen hydrolysates (3–6 kDa low molecular weight peptides) is often accompanied by a weakening of TRA indicators (hardness, cohesion, chewiness) due to the «plasticizing» effect, dilution of the myofibrillar network and the absence of the hydrolysate's own gelling ability. A review by León-López A. et al. emphasises that, unlike gelatin, collagen peptides do not form gels, are highly soluble in cold water and act as a functional additive in the matrix without a carrier structure, which predetermines the softening of the texture at certain doses and replacement schemes [12]. In technologically similar systems, Kawata K. et al. showed that an increase in the proportion of connective tissue (epimysium – a source of collagen) in meat emulsion linearly reduces hardness, gumminess and chewiness and weakens the strength of the cooked matrix ($p < 0,01$), illustrating the negative relationship «more collagen – weaker TPA profile» [13]. Some studies report opposite effects when using gelatin/fibrous collagen or very high levels of fat replacement: for example, when fat was partially replaced with hydrolysate, changes in hardness were observed at certain levels, indicating the role of form, dose, and fat/water/protein phase ratios as moderators of the effect. Scientists agree in their studies that hydrolysates are more likely to soften, while gelatin and collagen fibres can locally increase elasticity and strength characteristics due to a different gel structure [14, 15].

For cranberry powder and other berry powders with high polyphenol and fibre content, a similar vector of influence on TPA metrics has been described. In their work on dry fermented sausages, Lau et al. note that an increase in the level of cranberry powder has a negative effect on the quality indicators of the product, including texture characteristics [16]. Parallel studies on models with cherry powder, a polyphenolic analogue of cranberry powder, show a dose-dependent decrease in hardness, elasticity, and chewiness with an increase in the proportion of vegetable powder — that is, a typical «softening» of the TPA profile with an increase in the polyphenol-fibre component [17]. Mechanistically, this effect is explained by a decrease in pH and

competition between fibre particles for water, in particular a deterioration in WHC and gel strength upon acidification, as well as interactions between polyphenols and proteins — inhibition of myosin disulphide cross-linking and disruption of thermogel maturation. Classic studies on the effect of pH on myofibrillar gels show that removal from the isoelectric region and acidification impair water retention and mechanical strength, while shifting to neutral values improves WHC and structure. Therefore, the acidity of berry powders can weaken the texture of the emulsion [18]. At the same time, studies by Jongberg S. et al. on meat emulsions show that plant polyphenols dose-dependently disrupt disulphide cross-linking, reducing stability and texture stability. This is a universal mechanism relevant to cranberry polyphenols [19]. In summary, data on cranberry powder and other berry ingredients with high polyphenol-fiber content consistently indicate a dose-dependent inverse relationship between dose and TPA in emulsified meat systems, especially at medium/high doses and without technological compensation (ions, salt, phosphates, carrier protein, moisture) [20].

Conclusion

The study showed a consistent decrease in the structural and mechanical characteristics of cooked sausages when functional ingredients were added. The addition of 10% collagen hydrolysate (X₁=10%) was accompanied by only a slight decrease in indicators compared to the control, whereas at a fixed hydrolysate level of 10%, a sequential increase in the proportion of cranberry powder (X₂ = 1–3%) led to a monotonic decrease in Hardness (Y₁), Springiness (Y₂), Cohesiveness (Y₃), Resilience (Y₄), and Chewiness (Y₅). The linear trends for each characteristic had a high explained variance (R² = 0,89–0,99). Correlation analysis confirmed the difference in the effects of the factors: moderate negative correlations were recorded for collagen hydrolysate, which did not reach statistical significance at this volume, while for cranberry powder, very strong and predominantly significant inverse correlations with TPA metrics were identified ($|r|=0,92–0,98$; $p < 0,05$), with noticeable response slopes for each +1% addition. These results indicate that the main driver of the decrease in the structural and mechanical characteristics of cooked sausages in the studied system is the plant component, while collagen hydrolysate at the applied dose of 10% has a milder, more balanced effect. The practical significance of the study is to justify setting limits for the plant component to preserve target sensory and textural properties and based on the results 10% collagen hydrolysate (X₁) and 2% cranberry powder

(X₂) were selected as optimal levels to balance functional enrichment and acceptable TPA texture. Further research is needed with an expanded RSM experimental design to test interactions, organoleptic evaluation, and micro-structural and rheological analysis.

Gratitude, conflict of interest (financing)

The study was conducted as part of the project № AP 19680380 “Development of technology for obtaining animal-derived ingredients – collagen peptide hydrolysates – and the creation of functional meat products based on them”.

There is no conflict of interest.

REFERENCES.

1. Jiménez-Colmenero F., Carballo J., Cofrades S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods //Meat science. – 2001. – T. 59. – №. 1. – C. 5-13. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(01\)00053-5](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00053-5)
2. Pogorzelska-Nowicka E. et al. Bioactive compounds in functional meat products //Molecules. – 2018. – T. 23. – №. 2. – C. 307. <https://doi.org/10.3390/molecules23020307>
3. Egea M. et al. Fat replacement by vegetal fibres to improve the quality of sausages elaborated with non-castrated male pork //Animals. – 2020. – T. 10. – №. 10. – C. 1872. <https://doi.org/10.3390/ani10101872>
4. Yang L. et al. Effects of cranberry powder on the diversity of microbial communities and quality characteristics of fermented sausage //Frontiers in Nutrition. – 2023. – T. 10. – C. 1123627. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1123627>
5. Bozhko N., Tischenko V., Pasichniy V. Cranberry extract in the technology of boiled sausages with meat waterfowl //Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies. – 2017. – T. 19. – №. 75. – C. 106-109. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7521>
6. Ham Y. K. et al. Effects of gelatin hydrolysates addition on technological properties and lipid oxidation of cooked sausage //Food science of animal resources. – 2020. – T. 40. – №. 6. – C. 1033. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e74>
7. Pavanello A. C. L. et al. Hydrolyzed collagen as a partial fat substitute in chicken burgers produced with white striping meat //Poultry Science. – 2025. – T. 104. – №. 1. – C. 104622. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104622>
8. Kozhakhiyeva M. et al. Devising a technology and optimizing processing parameters for making functional boiled sausage fortified with protein hydrolysates //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2025. – T. 135. – №. 11. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.330002>
9. Serikkyzy M. et al. Improving the organoleptic and structural-chemical properties of semi-smoked sausages //Saudi Journal of Biological Sciences. – 2022. – T. 29. – №. 3. – C. 1510-1514. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.021>
10. Tokysheva G. et al. The study of physicochemical and technological properties of boiled sausage recommended for the older adults //Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – T. 17. <http://dx.doi.org/10.5219/1806>
11. Uzakov Y. et al. Collagen Hydrolysate–Cranberry Mixture as a Functional Additive in Sausages //Processes. – 2025. <https://doi.org/10.3390/pr13103233>
12. León-López A. et al. Hydrolyzed collagen—sources and applications //Molecules. – 2019. – T. 24. – №. 22. – C. 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>
13. Kawata K. et al. Effect of Beef Silver Skin (Epimysium) Levels on Meat Emulsion Stability, Quality Attributes, and Texture Parameters //Foods. – 2023. – T. 12. – №. 20. – C. 3775. <https://doi.org/10.3390/foods12203775>
14. Sousa S. C. et al. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen //LWT-Food Science and Technology. – 2017. – T. 76. – C. 320-325. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.034>
15. Araújo Í. B. S. et al. Quality of low-fat chicken sausages with added chicken feet collagen //Poultry Science. – 2019. – T. 98. – №. 2. – C. 1064-1074. <https://doi.org/10.3382/ps/pey397>
16. Lau A. T. Y. et al. Effect of cranberry pomace on the physicochemical properties and inactivation of Salmonella during the manufacture of dry fermented sausages //Current Research in Food Science. – 2021. – T. 4. – C. 636-645. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.09.001>
17. Fu Q. et al. Effects of cherry (Prunus cerasus L.) powder addition on the physicochemical properties and oxidation stability of Jiangsu-type sausage during refrigerated storage //Foods. – 2022. – T. 11. – №. 22. – C. 3590. <https://doi.org/10.3390/foods11223590>
18. Kristinsson H. G., Hultin H. O. Role of pH and ionic strength on water relationships in washed minced chicken-breast muscle gels //Journal of Food Science. – 2003. – T. 68. – №. 3. – C. 917-922. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08265.x>
19. Jongberg S. et al. Green tea extract impairs meat emulsion properties by disturbing protein disulfide cross-linking //Meat Science. – 2015. – T. 100. – C. 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.003>
20. Salejda A. M. et al. Effects on quality properties of pork sausages enriched with sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) //Journal of Food Quality. – 2017. – T. 2017. – №. 1. – C. 7123960. <https://doi.org/10.1155/2017/7123960>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ БОЯРЫШНИКА СОРТОВ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

О. Ш. ИСМОИЛОВА , Д.Ж. А. РАХМОНОВА* , Н.А. ТОШХОДЖАЕВ 

(Худжандский политехнический институт таджикского технического университета
имени академика М. С. Осими, Республика Таджикистан)

Электронная почта автора корреспондента: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

Питание является одним из ключевых факторов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма человека. От того, насколько правильно и рационально оно организовано, напрямую зависят состояние здоровья, уровень трудоспособности и продолжительность жизни. Вопрос обеспечения населения полноценной и безопасной пищей на протяжении всей истории человечества оставался крайне актуальным. В современных условиях, характеризующихся неблагоприятной экологической и социально-экологической обстановкой, качество питания нередко снижается. В связи с этим особую значимость приобретает разработка и внедрение функциональных пищевых продуктов, содержащих биологически активные компоненты, способствующие укреплению защитных сил организма, регуляции физиологических процессов и поддержанию активного образа жизни. 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. Наиболее полно принципам рационального питания соответствуют многокомпонентные продукты, созданные на основе сырья как животного, так и растительного происхождения. При разработке функциональных продуктов нового поколения ключевым требованием является достижение высокой пищевой ценности при обязательном обеспечении их безопасности для потребителя. 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. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, наблюдается устойчивая тенденция к ухудшению состояния здоровья населения, выражающаяся в росте числа заболеваний, в том числе связанных с нарушениями питания.

Ключевые слова: боярышник, концентрат, органолептика, сердечно сосудистые заболевания, экстракт, питание, функциональный продукт, здоровая пища, профилактика, гуманистическая программа, ВОЗ.

ТӘЖІКСТАННЫҢ СОЛТҮСТІГІНДЕГІ ДОЛАНА СОРТТАРЫНЫҢ ТҮТЫНУШЫЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

О. Ш. ИСМОИЛОВА, Д.Ж. А. РАХМОНОВА*, Н.А. ТОШХОДЖАЕВ

(Академик М. С. Осими атындағы Тәжік техникалық университетінің
Худжанд политехникалық институты, Тәжікстан Республикасы)

Корреспондент авторының электрондық поштасы: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

Адам ағзасының негізгі өмірлік жағдайларының бірі – тамақтану. Адамның денсаулығы, оның өнімділігі және өмір сүру ұзақтығы тамақтануды ұйымдастыруға байланысты. Толық және пайдалы тағам мәселесі әрқашан адамзат үшін ең маңыздыларының бірі болды. Күрделі экологиялық және әлеуметтік-экологиялық жағдайда тамақтану сапасы нашарлайды, осыған байланысты ауруларға төзімділікті арттыратын, адам ағзасындағы физиологиялық процестерді реттей алатын, оған ұзақ уақыт белсенді өмір салтын сақтауға мүмкіндік беретін ингредиенттері бар функционалды тамақ өнімдерін әзірлеу және өндіріске енгізу өзекті болып отыр. Жануарлар мен өсімдіктер шикізатына негізделген көп компонентті өнімдер жеткілікті тамақтану талаптарына жауап береді. Жаңа түрдегі функционалды тамақ өнімін құрудың негізгі қағидасы өнімнің толықтығы мен кепілдендірілген қауіпсіздігінің ең жоғары деңгейіне қол жеткізу болып табылады. Әр адам мен

ұлттың денсаулығы көбінесе әдеттегі диетамен анықталады. Азық – түлік, адам ағзасын энергиямен, қажетті қоректік заттармен төмендетуден басқа, басқа да функцияларды орындайды, олардың ішіндегі ең маңыздысы – бірқатар аурулардың алдын алу және емдеу. Өндіріске емдік-профилактикалық өнімдерді енгізу БҰҰ қабылдаған адам тамақтануының гуманистік бағдарламасының бағыттарының бірі болып табылады. Дүниежүзілік Денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) мәліметтері бойынша халықтың денсаулық жағдайы нашарлайды және әртүрлі аурулармен, соның ішінде алиментарлы аурулармен ауыратын адамдар санының артуымен сипатталады.

Негізгі сөздер: долана, концентрат, органолептика, жүрек-қан тамырлары аурулары, сығынды, тамақтану, функционалды өнім, пайдалы тамақ, алдын-алу, гуманистік бағдарлама, ДДҰ.

DEFINITION CONSUMPTIVE INTERNALS HAWTHORN SORT OF NORTH TAJIKISTAN

O. SH. ISMOILOVA, J. A. RAHMONOVA *, N.A. TOSHKHODJAEV

(Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M. S. Osimi, Tajikistan)

Corresponding author's email: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

Nutrition is one of the fundamental factors ensuring the normal functioning of the human body. The quality and organization of dietary intake have a direct impact on human health, work capacity, and life expectancy. Throughout human history, the issue of providing adequate and healthy food has remained highly significant. Under modern conditions, characterized by complex environmental and socio-ecological challenges, the nutritional quality of the population's diet often declines. Therefore, the development and industrial implementation of functional food products have become especially important. Such products contain biologically active ingredients that enhance the body's resistance to diseases, regulate physiological processes, and support long-term physical and mental activity. At the global level, continuous research is being conducted to create new functional foods with both broad application and targeted effects on specific organs, systems, or health conditions. Multicomponent products based on raw materials of both animal and plant origin most fully meet the principles of balanced nutrition. The primary objective in designing next-generation functional foods is to achieve a high level of nutritional value while ensuring product safety. Dietary patterns significantly influence not only individual health but also the overall health status of the population. In addition to supplying energy and essential nutrients, food products perform important preventive and therapeutic functions. The introduction of health-promoting and preventive foods into industrial production is considered one of the key directions of the humanitarian nutrition program supported by the United Nations. According to data from the World Health Organization (WHO), the health status of the population shows a steady tendency toward deterioration, reflected in the growing prevalence of various diseases, including those related to nutritional deficiencies.

Keywords: Hawthorn, concentrate, organoleptica, cardiovascular illness, extract, nutrition, functional product, healthy food, prevention, humanistic program, WHO.

Введение

Боярышник представляет собой плоды кустарникового растения либо невысокого колючего дерева. К концу летнего периода его ветви обильно покрываются зрелыми ягодами красно-оранжевого оттенка. На территории Республики Таджикистан произрастает более сорока разновидностей боярышника. Данное растение чаще всего встречается по берегам рек, в оврагах, на лесных опушках, а также широко используется в озеленении садов и парковых зон. Боярышник отличается высокой устойчивостью

к почвенным условиям и способен сохранять жизнеспособность до 300 лет [1].

Боярышник колючий, или обыкновенный, культивируется преимущественно в садах и парках Украины и стран Прибалтики, а в естественных условиях произрастает в Закарпатье и ряде регионов Западной Европы. Цветение растения происходит в летний период, тогда как созревание плодов приходится на конец лета — начало осени, преимущественно на август [2].

Цветки, листья и плоды боярышника колючего характеризуются сложным и многообразным химическим составом. В них выявлены различные биологически активные вещества, включая флавоноиды, тритерпеновые сапонины, а также олеановая и урсоловая кислоты. Кроме того, обнаружены холин, ацетилхолин и их производные. Среди флавоноидов идентифи-

цированы гиперозид, кверцетин, витексин, а также хлорогеновая и кофейная кислоты. Семена растения содержат амигдалин, а мякоть плодов богата органическими кислотами, такими как виннокаменная и лимонная, а также сахарами. В плодах также отмечено высокое содержание витамина С и каротиноидов [3].



Рисунок 1. Боярышник в кустах, цветки и плоды

Фармакологические свойства и применение. Боярышник кроваво-красный, как и ряд других представителей данного рода, широко применяется при патологиях сердечно-сосудистой системы и нарушениях деятельности центральной нервной системы. В официальной и народной медицине препараты на основе боярышника используются в форме жидких экстрактов и настоек; экстракт плодов входит в состав комбинированного лекарственного средства кардиовален [4].

В народной практике препараты боярышника применяются также при ревматизме, отёках, обусловленных сердечной недостаточностью, различных нервных расстройствах, сопровождающихся болевыми ощущениями, а также при эпилепсии. Заготовка лекарственного сырья боярышника имеет большое значение, поскольку ещё в период Древней Руси это растение активно использовалось для лечения заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем, включая стенокардию, гипертонию и бессонницу [4].

Плоды боярышника имеют мучнистую структуру, слегка кислый вкус и содержат, как правило, три косточки. Они пригодны для употребления в пищу. Высушенные и измельчённые в муку плоды используются в хлебопечении, придавая изделиям характерный фруктовый аромат. Из плодов и цветков готовят напитки, заменяющие чай, а обжаренные и перемолотые плоды могут служить заменителем кофе. Допускается употребление плодов в свежем виде, однако в ограниченном количестве, поскольку чрезмерное потребление может привести к нарушениям сердечной деятельности [5].

Материалы и методы исследования

Для того чтобы определить качество плодов боярышника, использовался органолептический метод анализа. Органолептический метод определения показателей качества продукции основан на анализе восприятий органов чувств: зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса. Этот метод имеет преимущества за счет быстроты определения, не требует специальных приборов [6].

Анализ был проведен в соответствии с нормативным документом ГОСТ 1010-95 Плоды боярышника свежие. Технические условия.

Помимо органолептического метода, чтобы определить качество плодов боярышника согласно нормативному документу, была приведена сравнительная таблица сортов “Мастчинского” и “Помироолойского” боярышника, а также расчет энергетической и пищевой ценности. Были использованы гравиметрические и термогравиметрические анализы.

Результаты и их обсуждение

Химический состав боярышника красного изучен недостаточно глубоко. В нашем исследовании в плодах боярышника выявлены урсоловая, олеаноловая, хлорогеновая и кофейная кислоты, а также флавоноиды, включая гиперозид. Кроме того, плоды содержат дубильные вещества, сорбит, холин, ацетилхолин, жирные масла и β -ситостерин. В листьях растения обнаружены кратеголовая, акантоловая, неотеголовая, хлорогеновая, кофейная и урсоловая кислоты, флавоноиды (гиперозид, кверцетин, витексин и рамнозид витексина), а также эфирное масло, содержание которого может достигать 0,16 %. Семена боярышника характеризуются наличием амигдалина, гиперозида и жирного масла. В коре выявлен гликозид эскулин (кратегин). В цветках

растения установлено присутствие кофейной и хлорогеновой кислот, гиперозида, кверцетина, а также холина, ацетилхолина и триметиламина [7].

Содержание макро- и микронутриентов в 100 г продукта рассчитывается по формуле:

$$П_{ц} = m * 100 / СНП \quad (1)$$

где, m-количество нутриентов в 100 гр продукта; СНП – суточная норма потребления, % [8].

В таблице 1 приведен химический состав боярышника.

Таблица 1. Химический состав и пищевая ценность плодов боярышника на 100 гр

Состав	Количество в 100 гр (мг/г), (мкг/г),%	Суточная норма потребления, %	Количество макронутриентов в составе сырья, %
Макронутриенты			
Белки	1,1	75	1,46
Жиры	0	83	0
Углеводы	14,2	365	3,89
Пищевые волокна	6,5	30	21,66
Вода	72	2500	2,88
Микронутриенты			
Микроэлементы			
Бета-каротин (А)	142	2-7	2840
Витамин В9	100	0,4	25000
Витамин С	35	75	46,66
Витамин Е	40	15	266,66
Железо (Fe)	0,04	120	0,03
Калий (К)	13,1	3500-4700	0,34
Кальций (Са)	3,0	400-1500	0,6
Марганец (Mn)	0,04	2	2
Бор (В)	2,0	1-2	100
Магний (Mg)	1,0	350	0,28
Энергетическая ценность плодов, кКал		2500	

Энергетическая ценность пищевых продуктов – это количество тепловой энергии, вырабатываемой организмом человека в результате усвоения пищи и взаимосвязи с химическим составом пищевых продуктов. Энергетическая ценность пищевых продуктов определяется по следующей формуле [9]:

$$Э_{ц} = Б * 4,0 + Ж * 9 + У * 4,0 \quad (2)$$

$$Э_{ц} = 1,1 * 4,0 + 0 * 9 + 14,2 * 4,0 = 61,2 \text{ Дж} * 4,184 = 256,06 \text{ кКал}$$

На рисунке приведена диаграмма макро- и микронутриентов плодов боярышника, откуда можно сделать вывод, что наибольшую массу плодов составляет вода и углеводы, также преобладают пищевые волокна и белки, жиров в плодах не обнаружено. На рисунке также приведено соотношение между белками, жирами и углеводами.

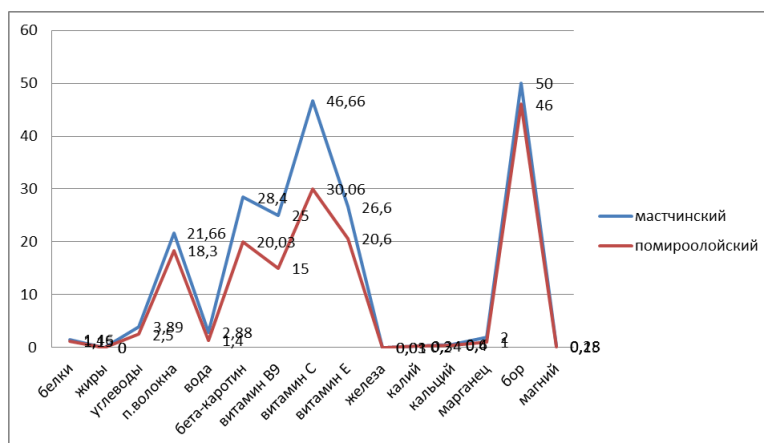


Рисунок 1. Сравнительные показатели химического состава плодов боярышника

Из диаграммы можно понять, что показатели мастчинского сорта боярышника выше, чем сорта помироолойского. Приняв во внимание эти показатели, можно выбрать этот сорт боярышника для дальнейшей переработки.

С целью определения органолептических

показателей и пригодности плодов боярышника в соответствии с нормативным документом ГОСТ 1010-95 был проведен анализ в условиях лаборатории и сравнительные оценки. Результаты анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительные органолептические показатели плодов боярышника

№	Наименование показателя	Характеристика по ГОСТ 1010-95	Результаты анализа
1.	Внешний вид	Плоды свежие, целые, здоровые, съемной зрелости, различной формы, от шаровидной до эллипсоидальной, типичной для данного ботанического вида, без плодоножек, без излишней внешней влажности [1]	Плоды сушеные, целые, здоровые, круглой формы шаровидной, типичной для данного ботанического вида, без плодоножек, без излишней внешней влажности
2.	Цвет	От беловато-желтого до пурпурного и буровато-черного	От оранжевого до буро красного
3.	Внутреннее строение	Мякоть сочная или мучнистая, соответствующая ботаническому виду, желтоватой или красновато-бурой окраски, с 1-5 косточками	Мякоть сочная, в сушеном виде плотная, соответствующая ботаническому виду, буро-красной окраски, с двумя косточками
4.	Вкус и запах	Вкус кисловато - сладкий, без посторонних привкуса и запаха	Вкус кисловато - сладкий, без посторонних привкуса и запаха
5.	Допускаемая массовая доля свежих плодов, %, не более: -подсохших -с неотделенными плодоножками -перезревших и с механическими повреждениями: а) в местах отгрузки б) в местах реализации	3 3 5	2,9 2 4
6.	Массовая доля примесей растительного происхождения (веточек, плодоножек, листьев), %, не более [1]	1	0,6

По данным, приведенным в таблице, можно сделать вывод, что боярышник вне зависимости от сортов соответствует органолептическим показателям согласно нормативному документу. Различается только внешним видом, так как были использованы сушеные плоды боярышника и цвет соответственно был буроватым. Также были выявлены примеси растительного происхождения: такие как веточки, листики и поврежденные плоды [10-15].

Заключение

Таким образом, плоды боярышника мастчинского сорта Таджикистана обладают высокими показателями, в отличии от других

сортов. Согласно нормативному документу был проведен анализ в условиях лаборатории института, результат соответствовал показателям ГОСТ 1010-95. А также, при расчете пищевой и энергетической ценности, была определена суточная норма потребления макро- и микронутриентов на 100 гр плодов боярышника. Согласно проведенному исследованию, выяснилось, что сорт «Мастчинский» превышает сорт «Памиролойский» по составу микро- и макронутриентам. Поэтому для дальнейшего исследования и разработки функциональных продуктов был выбран сорт «Мастчинский».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьева Н. М., Котелова Н. В. Боярышник. — М.: Агропромиздат, 1986. — 72 с.
2. Разниченко И. Ю., Позняковский В. М. и др. Экспертиза пищевых концентратов. Качество и безопасность. Учебник. 4-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 270 с.
3. Химический состав боярышника. Электронный ресурс: <https://www.cnsnb.ru/AKDiL/0019/base/RB/000045.shtm>
4. Рахмонова Дж. А., Тошходжаев Н. А. Разработка рецептуры и технологии мучного кондитерского изделия с добавлением концентрата топинамбура // Вестник Алматинского технологического университета. — 2023. — № 3 (141). — С. 147–153.
5. Турова А. Д. Лекарственные растения СССР и их применение. — М.: Медицина, 1974.
6. Рахмонова Дж. А., Тошходжаев Н. А., Рахимова. Качественный анализ функционального печенья // Вестник Алматинского технологического университета. — 2025. — № 2 (148).
7. Юдина С. Б. Технология продуктов функционального питания. — М.: ДеЛи принт, 2008.
8. Маннфрид Палов. Энциклопедия лекарственных растений / Под ред. И. А. Губанова. — М.: Мир, 1998.
9. Рахмонова Дж. А., Тошходжаев Н. А., Рахимова. Качественный анализ функционального печенья (повторная ссылка/часть исследования). — 2025.
10. ГОСТ 1010-95. Плоды боярышника свежие. Технические условия.
11. Бобоходжаев Р. И. Сенсорный анализ пищевых продуктов: Учебное пособие. — Худжанд: Худжандский политехнический институт, б/д.
12. Лесиовская Е. Е., Пастушенков Л. В. Фармакотерапия с основами фитотерапии. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003.
13. Еленевский А. Г., Соловьева М. П., Тихомиров В. Н. Ботаника высших, или наземных, растений. — М.: Академия, 2000. — 432 с.
14. Носов А. М. Лекарственные растения. — М.: ЭКСМО-Пресс, 2000. — 350 с.
15. Пустырский И., Прохоров В. Здоровая кожа и растительные средства. — М.: Махаон, 2001. — 192 с.

REFERENCES

1. Solov'eva N.M., Kotelova N.V. Boyaryshnik [Hawthorn]. — Moscow: Agropromizdat, 1986. — 72 p. (in Russian).
2. Raznichenko I.Yu., Poznyakovskii V.M., et al. Ekspertiza pishchevykh kontsentrats. Kachestvo i bezopasnost' [Examination of Food Concentrates. Quality

and Safety]: Textbook. 4th ed. — Moscow: INFRA-M, 2017. — 270 p. (in Russian).

3. Khimicheskii sostav boyaryshnika [Chemical Composition of Hawthorn]. Electronic resource. — Available at: <https://www.cnsnb.ru/AKDiL/0019/base/RB/000045.shtm> (accessed n.d.). (in Russian).

4. Rakhmonova Dzh.A., Toshkhodzhaev N.A. Razrabotka retseptury i tekhnologii mучnogo konditerskogo izdeliya s dobavleniem kontsentrata topinambura [Development of Recipe and Technology of Flour Confectionery Product with Addition of Jerusalem Artichoke Concentrate] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. — 2023. — No. 3 (141). — P. 147–153. (in Russian).

5. Turova A.D. Lekarstvennyye rasteniya SSSR i ikh primeneniye [Medicinal Plants of the USSR and Their Application]. — Moscow: Meditsina, 1974. (in Russian).

6. Rakhmonova Dzh.A., Toshkhodzhaev N.A., Rakhimova. Kachestvennyi analiz funktsional'nogo pechen'ya [Qualitative Analysis of Functional Cookies] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. — 2025. — No. 2 (148). (in Russian).

7. Yudina S.B. Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya [Technology of Functional Food Products]. — Moscow: DeLi print, 2008. (in Russian).

8. Palov M. Entsiklopediya lekarstvennykh rastenii [Encyclopedia of Medicinal Plants] / Ed. I.A. Gubanov. — Moscow: Mir, 1998. (in Russian).

9. Rakhmonova Dzh.A., Toshkhodzhaev N.A., Rakhimova. Kachestvennyi analiz funktsional'nogo pechen'ya (povtornaya ssylka / chast' issledovaniya) [Qualitative Analysis of Functional Cookies (Repeated Reference / Part of Study)]. — 2025. (in Russian).

10. GOST 1010–95. Plody boyaryshnika svezhie. Tekhnicheskie usloviya [Fresh Hawthorn Fruits. Technical Specifications]. — Moscow, 1995. (in Russian).

11. Bobokhodzhaev R.I. Sensornyi analiz pishchevykh produktov: uchebnoe posobie [Sensory Analysis of Food Products: Study Guide]. — Khujand: Khujand Polytechnic Institute, n.d. (in Russian).

12. Lesiovskaya E.E., Pastushenkov L.V. Farmakoterapiya s osnovami fitoterapii [Pharmacotherapy with Basics of Phytotherapy]. — Moscow: GEOTAR-MED, 2003. (in Russian).

13. Elenevskii A.G., Solov'eva M.P., Tikhomirov V.N. Botanika vysshikh, ili nadzemnykh, rastenii [Botany of Higher (Terrestrial) Plants]. — Moscow: Akademiya, 2000. — 432 p. (in Russian).

14. Nosov A.M. Lekarstvennyye rasteniya [Medicinal Plants]. — Moscow: EKSMO-Press, 2000. — 350 p. (in Russian).

15. Pustyrskii I., Prokhorov V. Zdorovaya kozha i rastitel'nye sredstva [Healthy Skin and Herbal Remedies]. — Moscow: Makhaon, 2001. — 192 p. (in Russian).

БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КОМПОНЕНТТЕРДІ ЕНГІЗУ КЕЗІНДЕ ЕШКІ СҮТІНЕН ӘЗІРЛЕНГЕН ЖҰМСАҚ ІРІМШІКТІҢ АМИНҚЫШҚЫЛДЫҚ ПРОФИЛІНДЕГІ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Д.Т. ТАПАЛОВ *, Т.К. КУЛАЖАНОВ , А.И. МАТИБАЕВА ,
Б.Ш. ДЖЕТПИСБАЕВА , А.А. МУСАЕВ 

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

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dimash_tapalov@atu.edu.kz*

Бұл мақалада зерттеуде ешкі сүтінен өндірілген жұмсақ ірімшіктің аминқышқылдық профиліне прополис қосудың әсері зерттелді. Прополистің этанолдық экстракты ірімшікке 0,5%, 1% және 2% концентрацияларда енгізілді. Зерттеу әдістеріне аминқышқылдарды сандық анықтау үшін жоғары тиімді сұйықтық хроматографиясы, патогенді микроорганизмдердің тежелуін бағалау мақсатында микро-биологиялық сынақтар, өнімнің сақтау процесіндегі тұрақтылығын бағалау үшін физика-химиялық талдау, сондай-ақ өнімнің тұтынушылық қасиеттерін анықтау үшін органолептикалық бағалау кірді. Нәтижелер прополистің аминқышқылдардың жалпы мөлшеріне елеулі әсер етпейтінін, алайда еркін аминқышқылдардың құрамын айтарлықтай арттыратынын көрсетті (мысалы, пролин 8–15%-ға, лизин 4–8%-ға, ал тармақталған тізбекті аминқышқылдар 3–6%-ға өсті). Бұл әсер микробиологиялық тұрақтылықтың жақсаруы мен протеолиздің бақылаулы жүруімен байланысты. Ірімшік алмастырылмайтын аминқышқылдардың жоғары деңгейін сақтайды, ал алмастырылмайтын аминқышқылдардың жалпы мөлшеріне қатынасы 42–43%-ды құрайды, бұл өнімді иммундық жүйесі әлсіреген немесе жоғары ақуызды тағамға мұқтаж адамдар үшін диеталық мақсатта қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, прополис патогенді микроорганизмдердің өсуін 80–95%-ға төмендету арқылы өнімнің сақтау мерзімін ұзартады.

Негізгі сөздер: жұмсақ ірімшік, ешкі сүті, прополис, аминқышқылдық құрамы, протеолиз, функционалдық тағамдар.

ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ПРОФИЛЯ МЯГКОГО СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Д.Т. ТАПАЛОВ*, Т.К. КУЛАЖАНОВ, А.И. МАТИБАЕВА,
Б.Ш. ДЖЕТПИСБАЕВА, А.А. МУСАЕВ

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

Электронная почта автора-корреспондента: dimash_tapalov@atu.edu.kz*

В данном исследовании изучается влияние добавления прополиса на аминокислотный профиль мягкого сыра, выработанного из козьего молока. Этанольный экстракт прополиса добавляли в сыр в концентрациях 0,5%, 1% и 2%. Методы включали высокоэффективную жидкостную хроматографию для количественного определения аминокислот, микробиологическое тестирование на ингибирование патогенов, физико-химический анализ проводился с целью оценки стабильности продукта в процессе хранения, а органолептическая оценка - для определения потребительских свойств продукта. Результаты показывают, что прополис минимально изменяет общее содержание аминокислот, но значительно увеличивает содержание свободных аминокислот (например, пролина на 8-15%, лизина на 4-8% и аминокислот с разветвленной цепью на 3-6%) благодаря улучшенной микробиологической стабильности и контролируемому протеолизу. Сыр сохраняет высокий уровень незаменимых аминокислот, соотношение незаменимых аминокислот к общему количеству аминокислот составляет 42-43%, что делает его пригодным для применения в диетических целях у лиц с ослабленным иммунитетом или нуждающихся в высокобелковом питании. Прополис также продлевает срок хранения, снижая рост патогенных микроорганизмов на 80-95%.

Ключевые слова: мягкий сыр, козье молоко, прополис, аминокислотный состав, протеолиз, функциональные продукты питания.

CHANGES IN THE AMINO ACID PROFILE OF SOFT GOAT MILK CHEESE UPON THE ADDITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS

D.T. TAPALOV*, T.K. KULAZHANOV, A.I. MATIBAEVA,
B.SH. JETPISBAYEVA, A.A. MUSSAYEV

(«Almaty Technological University» JSC, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's e-mail: dimash_tapalov@atu.edu.kz*

This article examines the effect of propolis addition on the amino acid profile of soft cheese made from goat's milk. Ethanol propolis extract was added to the cheese in concentrations of 0.5%, 1% and 2%. Methods included high performance liquid chromatography for quantification of amino acids, microbiological testing for pathogen inhibition, physico-chemical analysis of product stability, and organoleptic assessment of consumer acceptability. The results show that propolis minimally changes the total amino acid content, but significantly increases the content of free amino acids (for example, proline by 8-15%, lysine by 4-8% and branched chain amino acids by 3-6%) due to improved microbiological stability and controlled proteolysis. Cheese retains a high level of essential amino acids, the ratio of total amino acids is 42-43%, which makes it suitable for dietary use in people with weakened immune systems or in need of high-protein nutrition. Propolis also prolongs the shelf life by reducing the growth of pathogenic microorganisms by 80-95%.

Keywords: soft cheese, goat's milk, propolis, amino acid composition, proteolysis, functional foods.

Kіpіcne

Ешкі сүтінен жасалған жұмсақ ірімшік лейцин, лизин және валин сияқты алмастырылмайтын алмастырылмайтын аминқышқылдарына бай және сиыр сүтінен жасалған ірімшіктермен салыстырғанда аллергиялық реакция туындату ықтималдығы төмен, жоғары биологиялық құнды ақуыздарымен танымал құнды сүт өнімі [1]. Бұл қасиеттері оны лактозаға төзімсіздігі бар немесе қоректік заттарға жоғары қажеттіліктері бар аймақтарда тұратын адамдарды қоса алғанда, мамандандырылған диеталарға арналған функционалдық тағамдарға өте қолайлы етеді. Дегенмен, дәстүрлі жұмсақ ірімшік өндірісі көбінесе микробтық тұрақсыздыққа байланысты қиындықтарға тап болады, бұл мезгілсіз бұзылуға және аминқышқылдарын қоса алғанда, қоректік компоненттердің протеолиз арқылы ыдырауына әкелуі мүмкін [2].

Ешкі сүті жануар ақуызының, фосфордың, майдың, лактозаның және минералдардың (әсіресе кальцийдің) құнды көзі болып табылады және денсаулыққа көптеген пайдасы бар. Оның липидтері май түйіршіктерінің кішкентай мөлшері мен қысқа және орташа тізбекті май қышқылдарының көп болуына байланысты жақсы сіңімділікті қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, сиыр сүтінен айырмашылығы, ешкі сүтінің ақуыздары өмірге қауіп төндіретін аллергия тудырмайды. Ешкі сүтінің ақуыздарындағы β -казеин/ α s1-казеин қатынасы (70%/30%) ана сүтінің құрамына жақын, бұл β -казеиннің протеаза ферменттеріне жоғары

сезімталдығына байланысты сиыр сүтімен салыстырғанда жақсы сіңімділікке әкеледі. Олигосахаридтерге бай ешкі сүті ішек микрофлорасын патогендерден қорғауда және ми мен жүйке жүйесінің дамуында да маңызды рөл атқарады. Аралар жинайтын шайырлы зат прополис, флавоноидтардан, фенол қышқылдарынан және басқа да биоактивті қосылыстардан тұрады, олар микробқа қарсы, антиоксидантты және қабынуға қарсы қасиеттерге ие [3]. Соңғы зерттеулер прополисті сүт өнімдерінде табиғи консервант ретінде қарастырып, оның сүт пен ірімшікте *Staphylococcus aureus* және *Listeria monocytogenes* сияқты патогенді микроорганизмдерді органолептикалық қасиеттерді елеулі өзгертпей-ақ тежеу қабілетін көрсетеді [4].

Алайда прополистің протеолиз нәтижесінде түзілетін еркін аминқышқылдарға әсері әлі толық зерттелмеген. Ірімшіктің пісіп-жетілуі кезінде жүретін протеолиз дәмдік қасиеттер мен биожетімділікті арттырғанымен, бақылаусыз микробтық белсенділік бөгде дәмдер мен қоректік заттардың жоғалуына әкелуі мүмкін. Осы зерттеуде прополис микробиологиялық ортаны тұрақтандырып, протеолизді модуляциялау арқылы аминқышқылдық құрамды сақтауға немесе жақсартуға ықпал етеді деген гипотеза ұсынылады.

Зерттеудің мақсаты – прополистің әртүрлі концентрацияларымен байытылған ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшіктегі жалпы және бос аминқышқылдарының профилдерін зерттеу және өзгерістерді функционалдық тамақтану тұрғы-

сынан бағалау. Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды:

- сенсорлық қасиеттердің айқын өзгеруіне жол бермей, прополистің оңтайлы енгізу мөлшерін негіздеу;

- М-04-38-2009 әдістемесіне сәйкес капиллярлық электрофорез әдісі арқылы аминқышқылдық құрамдағы өзгерістерді сандық тұрғыдан талдау;

- сақтау барысында өнімнің микробиологиялық және физика-химиялық тұрақтылығын анықтау.

Зерттеу нысаны:

- Алматы облысында өсірілетін англо-нуби тұқымынан алынған ешкі сүті (майлылығы 4,2%, титрлі қышқылдығы 18°Т, соматикалық жасушалар саны $<5 \times 10^5$ /мл).

- Мезофильді ашытқы микроорганизмдері: *Lactococcus lactis subsp. lactis* және *Leuconostoc mesenteroides* (лиофилизацияланған, тіршілік қабілеті - 10^9 КОЕ/г).

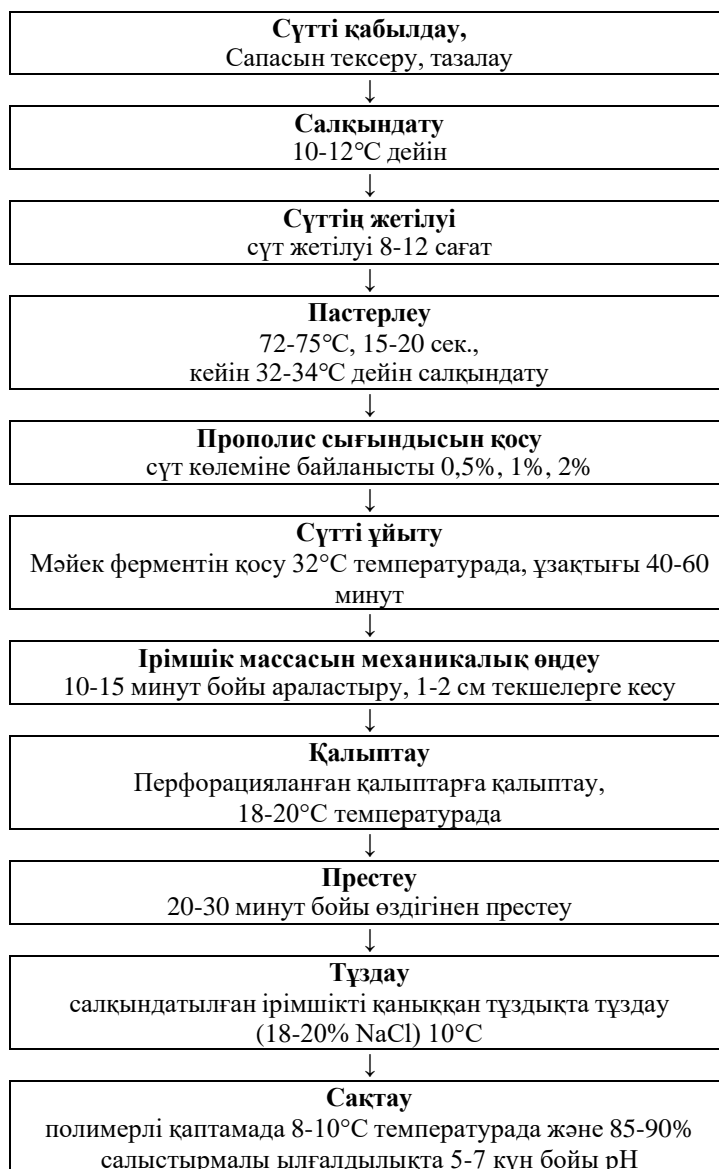
- Микробиалдық фермент: Сүтті ұйытуға арналған микробиалдық фермент, құрамында химозин - 85%, пепсин - 15%, ферменттік белсенділігі - 2000 ИМКУ/г.

- Прополис. Зерттеу жүргізу барысында жергілікті омарталардан алынған шикі прополис қолданылды. Прополистен этанолды сығынды дайындау үшін 70% тағамдық этанол пайдаланылды. Экстракциялау процесі шикізат пен еріткіштің 1:10 (w/v) қатынасында, 50°С температурада 24 сағат бойы тұрақты араластыру жағдайында жүзеге асырылды. Кейін биоактивті заттардың концентрациясын арттыру үшін этанол буландыру әдісімен ішінара жойылды.

- Ас тұзы. Зерттеуде технологиялық мақсатта тазалығы 99,5% болатын ас тұзы (NaCl) қолданылды.

Зерттеу барысында бақылау үлгісі биологиялық активті қоспасыз дайындалды. Тәжірибелік жұмыстарда ірімшіктің 4 нұсқасы дайындалды: бақылау үлгісі 0% және прополис экстрактының 0,5%, 1,0% және 2,0% мөлшерлері қосылған үш тәжірибелік үлгі. Әрбір үлгі партиясы төрт рет қайталанып дайындалды, бұл алынған нәтижелердің сенімділігін және статистикалық тұрғыдан негізділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Зерттеу объектілеріне сәйкес прополис қолданылған жұмсақ ірімшік өндіру технологиясы (сурет-1) әзірленді.



Сурет 1. Жұмсақ ірімшік дайындау технологиясы

Зерттеу материалдары мен әдістері

Аминқышқылдық құрамды анықтау М-04-38-2009 әдістемелік нұсқаулығына сәйкес капиллярлық электрофорез әдісімен жүргізілді. Талдау Lumex фирмасының «Elforun» капиллярлық электрофорез жүйесінде орындалды. Әдіс аминқышқылдарды электр өрісінде қозғалғыштығы бойынша бөлу принципіне негізделген және олардың сандық әрі сапалық құрамын дәл анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында алынған деректер стандартты калибрлеу ерітінділерін пайдалана отырып өңделді, ал нәтижелер аминқышқылдардың массалық үлесі ретінде есептелді.

Аминқышқылдардың сандық құрамы стандартты калибрлеу ерітінділерін пайдалану арқылы анықталды. Алынған деректер 100 г өнімге шаққандағы бос аминқышқылдарының

мөлшері (мг/100 г) түрінде қайта есептелді. Әрбір талдау кемінде төрт мәрте орындалып, нәтижелердің орташа мәндері шығарылды. Алынған көрсеткіштер кейіннен статистикалық өңдеуден өткізілді.

Физико-химиялық параметрлер: Ылғалдылық (пеште кептірілген, ISO 5534:2004), май (Соксхлет экстракциясы, ISO 1735:2004), жалпы ақуыз (Кельдал әдісі, N×6.38, ISO 8968-1:2014), рН (потенциометриялық, Hanna HI 2211).

Микробиологиялық зерттеулер: Микробиологиялық көрсеткіштерді анықтау университеттің аккредиттелген оқу-ғылыми зертханасында жүргізілді. Зерттеу барысында үлгілердің жалпы тіршілікке жарамды микроорганизмдер саны ISO 4833:2013 стандартына сәйкес колония саны агарында, ішек таяқшалары тобы ISO 4832:2006 талаптарына сай күлгін-қызыл өт агарында

анықталды. *Listeria monocytogenes* микроорганизмі ISO 11290-1:2017, стафилококктар ISO 6888-1:2021 әдістемелеріне сәйкес зерттелді. Барлық талдаулар жетілуінің 1, 3, 5 және 7-күндерінде жүргізіліп, алынған нәтижелер қолданыстағы нормативтік құжаттар талаптарына сәйкес өңделді және бағаланды.

Сенсорлық бағалау: Бағалауға іріктелген сарапшылар тобы ($n=15$) жұмсақ ірімшік үлгілерінің дәмін, құрылымын, хош иісін, түсін және жалпы қолайлылығын 5 балдық гедоникалық шкала бойынша (1 – өте нашар, 5 – өте жақсы) анықтады. Бағалау ISO 8589:2007 стандарты талаптарына сәйкес бақыланатын жарықтандыру және сыртқы факторлардан оқшауланған жағдайларда жүргізілді. Алынған деректер стандартталған сенсорлық талдау талаптарына сәйкес өңделді және бағаланды.

Статистикалық талдау: Статистикалық өңдеу Python бағдарламалау ортасын қолдана отырып жүргізілді (NumPy v1.26, SciPy v1.11, Statsmodels v0.14). Алынған деректердің таралуының қалыптатылуы Шапиро–Уилк критерийі арқылы тексерілді. Үлгілер арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін бір жақты дисперсиялық талдау (ANOVA) қолданылып, топтар арасындағы жұптық салыстырулар Туки сынағы көмегімен жүргізілді, статистикалық маңыздылық деңгейі $p < 0,05$ деп қабылданды. Прополис

мөлшері мен бос аминқышқылдарының концентрациясы арасындағы өзара байланыс Пирсон корреляция коэффициентін (ρ) есептеу арқылы талданды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Прополисті енгізу ылғалдың (фенолдың сумен әрекеттесуіне байланысты) және рН (прополистің қышқыл компоненттеріне байланысты) дозаға тәуелді төмендеуіне әкелді, ал май мен ақуыз мөлшері тұрақты болып қалды, бұл ұйытынды түзілуінің айтарлықтай бұзылуының жоқтығын көрсетеді [5]. Прополисті біріктіру ылғалдың (фенолдық қосылыстардың сумен байланысуына байланысты) және рН (кофеин және ферул қышқылдары сияқты қышқыл компоненттердің үлесі) біртіндеп төмендеуіне әкелді, ал май мен ақуыз мөлшері сүзбенің жақсы сақталуына байланысты өсті. Титрленетін қышқылдық орташа деңгейде артты, бұл бақыланатын ашыту процесін көрсетеді. Ылғалдылық, рН және титрленетін қышқылдылық көрсеткіштері бойынша 1% және одан жоғары концентрацияларда мәнді айырмашылықтар анықталды ($p < 0,05$). Май мен ақуыз мөлшері бойынша айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан мәнсіз болды ($p > 0,05$). Бақылау үлгісі ретінде прополис қосылмаған ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік алынды.

Кесте 1. Прополистің әртүрлі концентрациясы бар ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшіктің физико-химиялық параметрлері (орташа \pm SD, $n=4$)

Параметрлер	Бақылау үлгісі	прополис		
		0,5%	1%	2%
Ылғалдылық (%)	62,5 \pm 1,4	61,7 \pm 1,3	60,8 \pm 1,2	59,2 \pm 1,1
рН	4,72 \pm 0,05	4,68 \pm 0,04	4,65 \pm 0,04	4,58 \pm 0,03
Май (%)	21,2 \pm 0,6	21,0 \pm 0,5	20,9 \pm 0,5	20,7 \pm 0,4
Ақуыз (%)	19,4 \pm 0,5	19,5 \pm 0,4	19,6 \pm 0,4	19,8 \pm 0,5

Прополис жоғары дозаға тәуелді микробқа қарсы тиімділікті көрсетті: 2% концентрациясы 5-ші күнге дейін анықталатын патогендерді жойып, жалпы санын 7-ші күнге дейінгі бақылау тобымен

салыстырғанда 2 есеге азайды. Бұл микробиологиялық тұрақтылық протеолиздің күшті жүруіне ықпал етті (Кесте 1).

Кесте 2. Прополис концентрациясына байланысты ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшіктегі патогендік микрофлораның тіршілік ету динамикасы (log CFU/г)

Микроорганизм	Күн	Бақылау үлгісі (log CFU/г)	прополис		
			0,5%	1%	2%
1	2	3	4	5	6
Тірі жасушалардың жалпы саны	1	4,65 ± 0,12	4,52 ± 0,11	4,38 ± 0,10	4,21 ± 0,09
	7	5,08 ± 0,15	4,40 ± 0,13	3,95 ± 0,12	3,26 ± 0,10
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	3,32 ± 0,08	3,18 ± 0,07	2,91 ± 0,06	2,65 ± 0,05
	7	3,73 ± 0,10	2,85 ± 0,08	<2.0	<2.0
<i>Listeria monocytogenes</i>	1	3,15 ± 0,07	2,98 ± 0,06	2,72 ± 0,05	2,45 ± 0,04
	7	3,49 ± 0,09	2,51 ± 0,07	<2.0	<2.0
<i>Coliforms</i>	1	2,94 ± 0,06	2,81 ± 0,05	2,59 ± 0,05	2,36 ± 0,04
	7	3,41 ± 0,08	2,48 ± 0,07	<2.0	<2.0

*Барлық төмендеулер 1% және одан жоғары көрсеткіштерде статистикалық тұрғыдан мәнді болып табылды ($p < 0,01$).

Тәжірибелік зерттеу барысында жұмсақ ірімшіктің төрт нұсқасындағы 17 аминқышқылының мөлшері туралы мәліметтер алынды: бақылау үлгісі және этанолды прополис экстрактын 0,5%, 1% және 2% концентрациялары бар 3 үлгісі (2-кесте). Зерттеу ірімшіктің жетілуінің 7-ші күні, 8–10°C температурада жүргізілді, бұл жұмсақ ірімшіктерге тән стандартты жетілу мерзіміне сәйкес келеді. Аминқышқылдардың жалпы мөлшері бақылау үлгісінде 192,4 мг/г

деңгейінде болып, 2% прополис қосылған үлгіде 200,2 мг/г-ға дейін өзгерді.

Тәжірибелік нұсқаларда байқалған 3,3–4,1% аралығындағы бұл өсім ешкі сүтінен дайындалатын ірімшіктерге тән табиғи ауытқулар шегінен шықпайды. Бір факторлы дисперсиялық талдау нәтижелері бойынша анықталған айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан мәнді деп танылған жоқ ($p > 0,05$).

Кесте 3. Жалпы аминқышқылының мөлшері (мг/г құрғақ зат, 7-ші күн)

№	Аминқышқылының құрамы	Жұмсақ ірімшік үлгілері			
		Бақылау	прополис		
			0,5%	1%	2%
1	Аспарагин қышқылы	15,8 ± 1,1	16,0 ± 1,2	16,2 ± 1,1	16,4 ± 1,2
2	Глутамин қышқылы	42,5 ± 2,8	42,8 ± 2,9	43,1 ± 2,9	43,8 ± 3,0
3	Серин	10,4 ± 0,8	10,5 ± 0,8	10,6 ± 0,8	10,7 ± 0,9
4	Глицин	6,2 ± 0,5	6,3 ± 0,5	6,4 ± 0,5	6,5 ± 0,6
5	Гистидин*	5,1 ± 0,4	6,2 ± 0,4	6,3 ± 0,4	6,45 ± 0,5
6	Аргинин	7,9 ± 0,6	8,0 ± 0,6	8,1 ± 0,6	8,2 ± 0,7
7	Треонин*	8,2 ± 0,7	8,8 ± 0,7	8,8 ± 0,7	9,0 ± 0,8
8	Аланин	9,3 ± 0,7	9,4 ± 0,7	9,5 ± 0,7	9,6 ± 0,8
9	Пролин	24,2 ± 1,9	26,4 ± 2,0	26,8 ± 2,0	27,1 ± 2,1
10	Тирозин	8,4 ± 0,6	8,5 ± 0,6	8,6 ± 0,6	8,7 ± 0,7
11	Валин*	13,2 ± 0,9	13,3 ± 1,0	13,4 ± 1,0	13,7 ± 1,0
12	Цистин	4,8 ± 0,4	4,9 ± 0,4	5,0 ± 0,4	5,1 ± 0,5
13	Изолейцин*	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,3	3,8 ± 0,3	3,9 ± 0,4
14	Лейцин*	8,2 ± 0,6	8,3 ± 0,6	8,3 ± 0,6	8,5 ± 0,7
15	Фенилаланин*	18,4 ± 1,2	18,5 ± 1,3	18,7 ± 1,3	19,0 ± 1,4
16	Лизин*	9,1 ± 0,8	9,2 ± 0,8	9,2 ± 0,8	9,3 ± 0,8
17	Триптофан*	14,3 ± 1,0	14,5 ± 1,1	14,6 ± 1,1	14,9 ± 1,1

*Алмастырылмайтын аминқышқылдар. Ешқандай айтарлықтай мөлшер әсерлері анықталмады ($p > 0,05$).

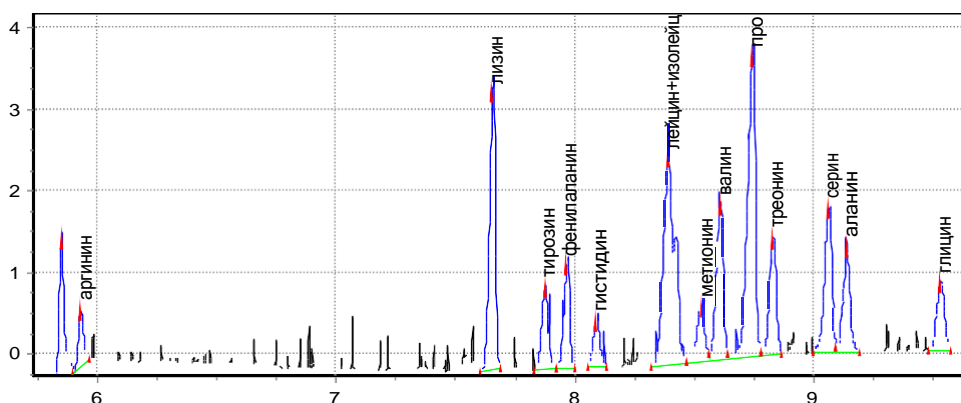
Ең айқын өзгерістер жекелеген аминқышқылдары бойынша байқалды. Атап айтқанда, пролиннің динамикасы ерекше болды: оның мөлшері бақылау үлгісінде 24,2 мг/г құраса, 2% прополис қосылған нұсқада 27,1 мг/г-ға дейін артты, яғни өсім 12,0% деңгейінде болды. Прополис қосылған ешкі сүтінен жасалған жұмсақ ірімшікте пролин мөлшерінің 12,0%-ға артуы сүт ақуыздарының өзгеруімен байланысты. Прополис құрамындағы биологиялық белсенді заттар казеиндердің ыдырау үдерісіне әсер етіп, пролинге бай фракциялардың бөлінуін күшейтеді. Ешкі сүтінің ақуыздық құрамында β -казеиннің үлесі жоғары болғандықтан, бұл аминқышқылының мөлшері айқынырақ артады. Прополистің антиоксиданттық қасиеттері аминқышқылдарының тұрақтылығын сақтауға ықпал етіп, олардың өнім құрамында жиналуына жағдай жасайды. Пролин ешкі сүтінің β -казеинінің негізгі аминқышқылдарының бірі болып табылады және ірімшіктердегі хош иісті қосылыстардың (2-ацетил-1-пирролин және т.б.) түзілуіндегі басты прекурсорлардың қатарына жатады.

Пролин мөлшерінің артуы прополистің бөгде микрофлораның дамуын тежеуімен байланысты болуы мүмкін, себебі мұндай микрофлора субстраттар үшін бәсекеге түсіп

немесе өзге спецификалық протеазаларды түзуі ықтимал. Тармақталған тізбекті аминқышқылдары – лейцин, изолейцин және валин бойынша жиынтық өсім 3,8–5,1% аралығында тіркелді: лейцин 3,3%-ға (18,4-тен 19,0 мг/г-ға дейін), изолейцин 8,3%-ға (3,6-дан 3,9 мг/г-ға дейін), валин 3,8%-ға (13,2-ден 13,7 мг/г-ға дейін) артты. Бұл аминқышқылдары бұлшықет ақуызының синтезі мен энергия алмасуында маңызды [6].

Лизин мөлшері 4,2%-ға өсіп (14,3-тен 14,9 мг/г-ға дейін), өнімнің аминқышқылдық теңгерімін жақсартты, себебі ол өсімдік тектес ақуыздарда жиі лимиттеуші аминқышқыл болып саналады. Гистидин мен треониннің мөлшері 10–11%-ға артты (гистидиннің абсолюттік өсімі – 26,5%), бұл олардың иммундық функциялар мен гемоглобин синтезіндегі рөлін көрсетеді [7].

Құрамында күкірт бар аминқышқылдар (метионин мен цистин) бойынша көрсеткіштер 4,2–6,3% аралығында өсіп, глутатион биосинтезі арқылы ірімшіктің антиоксиданттық қасиеттерін жанама түрде күшейтуі мүмкін. Дәм мен хош иіс түзілуіне қатысатын аминқышқылдардың ішінде тирозин 3,6%-ға артты, ал фенилаланин айтарлықтай өзгерген жоқ, бұл шамадан тыс протеолизге тән ащы дәмнің қалыптаспағанын көрсетеді.



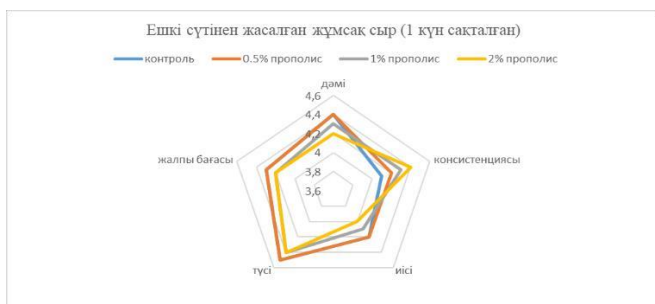
Сурет 2. Жұмсақ ешкі сүтінен жасалған ірімшіктің хроматограммасы

Хроматограмма (сурет 2) ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшік гидролизатының пролин мен лизин басым болатын классикалық профилін көрсетеді, бұл өнімді функционалдық тамақтану үшін тиімді қолдану мүмкіндігін көрсетеді.

Жетілуі процесіндегі бос аминқышқылдарының мөлшерінің динамикасы мәліметтеріне сәйкес, 1–7 тәулік аралығында барлық зерттелген нұсқаларда бос аминқышқылдарының мөлшерінің артуы байқалды. Бұл құбылыс жұмсақ ірімшіктердің жетілуіне тән болып саналады және негізінен ашытқы микроорганизмдерінің протеолитикалық белсенділігі нәтижесінде казеиндердің

ыдырауымен түсіндіріледі [8]. Бақылау үлгісінде жетілуінің 7-күніне қарай аминқышқылдарының өсімі 40–60% шегінде болды. Прополис қосылған тәжірибелік үлгілерде бұл көрсеткіш жоғарырақ мәндермен сипатталып, 45–65% аралығында өзгерді, ең жоғарғы деңгей 2% прополис қолданылған нұсқада тіркелді. Прополис мөлшері артқан сайын бос аминқышқылдарының жиналуының күшею үрдісі байқалғанымен, бұл тәуелділік статистикалық тұрғыдан тек $\geq 1\%$ концентрацияларда ғана мәнді болды ($p < 0,05$). Алмастырылмайтын бос аминқышқылдарының жиынтық мөлшері бақылау үлгісінде шамамен 50%-ға, ал 2% прополис қосылған ірімшікте 55%-

ға артты [9]. Алынған нәтижелер прополистің микрофлора құрамына әсер етіп, бөгде микроорганизмдердің дамуын тежеу арқылы ашытқы дақылдарының (*Lactococcus* және *Leuconostoc*) протеолитикалық белсенділігін жанама түрде күшейтуі мүмкін [10].



Сурет 3. Ешкі сүтінен жасылған жұмсақ ірімшікті сенсорлық бағалау профилдері (1 күн сақталған).

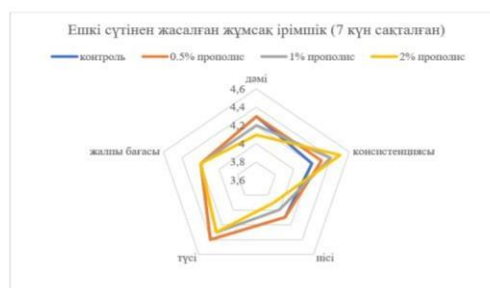
Сенсорлық бағалау жетілуінің 1-ші және 7-ші күндері 5 балдық гедоникалық шкала бойынша 15 дегустатордың қатысуымен жүргізілді. Бағалау барысында бес негізгі көрсеткіш қарастырылды: дәмі, құрылымы, хош иісі, түсі және жалпы қабылдануы. Нәтижелер 3 және 4-суреттерде екі уақыттық нүкте бойынша беріліп, жұмсақ ірімшіктің қысқа мерзімді жетілу процесінде көрсеткіштердің өзгеру динамикасын бақыланды [11]. 2% прополис концентрациясында прополиске тән әлсіз шайырлы ноталардың пайда болғаны байқалды, алайда ұйытқының неғұрлым ұсақ әрі біркелкі құрылымының қалыптасуына байланысты ірімшіктің құрылымдық қасиеттері жақсарды. Жалпы алғанда, өнімнің қабылдану деңгейі өзгеріссіз қалды, ал сенсорлық бағалау көрсеткіштері жетілу барысында тұрақты болды [12].

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері прополис қоспасының жұмсақ ешкі ірімшігінің аминқышқылдық құрамына белгілі бір дәрежеде әсер ететінін көрсетті. Прополис қосылған үлгілерде анықталған аминқышқылдарының көпшілігі бойынша мөлшердің артуы тіркелді. Өсім деңгейі әртүрлі болды және 7–26% аралығында өзгерді. Айқынырақ өзгерістер пролин, лизин, лейцин мен изолейцин, метионин және аргинин бойынша байқалды [13].

Патогенді және шартты-патогенді микроорганизмдердің (*S. aureus*, *L. monocytogenes*, колиформалар) дамуының айтарлықтай тежелуі субстраттар үшін бәсекелестіктің төмендеуіне әкеледі. Осы жағдайда мезофильді ашытқы микроорганизмдері, атап айтқанда *Lactococcus* және *Leuconostoc* туыстастары, казеиндердің ыдырауын белсендірек жүзеге асырады [14]. Бұл

Прополисті қосу бос алмастырылмайтын аминқышқылдарының жалпы құрамын 9,4%-ға арттыруға ықпал етті, бұл патогендік микрофлораның басылуына байланысты про-теолиздің жоғарылауын көрсетеді.



Сурет 4. Ешкі сүтінен жасалған жұмсақ ірімшіктің сенсорлық бағалау профилдері (7 күн сақталған).

құбылыс ірімшіктің жетілу процесінде протеолиз қарқындылығының артуымен қатар жүреді. Пролин мөлшерінің жоғарылауы осы тұрғыда ерекше назар аударады, себебі ол дәм мен хош иістің қалыптасуына қатысатын қосылыстардың түзілуімен байланысты.

Лизин мен тармақталған тізбекті аминқышқылдарының (лейцин, изолейцин, валин) мөлшерінің өсуі ақуыздың тағамдық құндылығының жақсарғанын көрсетеді. Бұл аминқышқылдар биологиялық тұрғыдан маңызды болып табылады және олардың үлесінің артуы өнімнің аминқышқылдық теңгеріміне оң әсер етеді. Әдеби деректермен салыстырғанда алынған мәндер ешкі сүтінен өндірілетін жұмсақ ірімшіктер үшін тән шектерден аспайды.

Күкірт құрамды аминқышқылдарының, әсіресе метиониннің салыстырмалы түрде жоғарылауы ірімшіктің тотығу процесіне төзімділігін арттыруы мүмкін. Сонымен қатар тирозин мен серин бойынша байқалған өсім тек протеолиз нәтижесі ғана емес, прополис құрамындағы биологиялық белсенді заттардың ықпалымен де байланысты болуы ықтимал [15]. Органолептикалық бағалау нәтижелері прополистің 2% дейінгі мөлшерде қолданылуы өнімнің жалпы сапасына теріс әсер етпейтінін көрсетті. Әлсіз шөптесін реңктің пайда болуы қабылдану деңгейін төмендеткен жоқ. Алынған нәтижелер прополисті жұмсақ ешкі ірімшігі өндірісінде қолдану технологиялық тұрғыдан негізделген және функционалдық бағыттағы өнім алуға мүмкіндік беретін тәсіл екенін көрсетеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Park, Y. W. (2017). Goat Milk – Chemistry and Nutrition. In *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (pp. 42–83). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119110316.ch2.2>
2. Pedonese, F., Verani, G., Torracca, B., Turchi, B., Felicioli, A., & Nuvoloni, R. (2019). Effect of an Italian propolis on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in milk and whey cheese. *Italian Journal of Food Safety*, 8(4). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8036>
3. JIA, R., LOU, Y., ZHANG, F., LIU, Y., WANG, W., PENG, H., HUI, Y., & WANG, B. (2022). Amino Acid Composition and Nutritional Evaluation of Proteins in Goat Cheeses Produced with Different Starter Cultures. *Journal of Food and Nutrition Research*, 10(9), 600–607. <https://doi.org/10.12691/jfnr-10-9-3>
4. Camacho-Bernal, G. I., Cruz-Cansino, N. del S., Ramírez-Moreno, E., Delgado-Olivares, L., Zafra-Rojas, Q. Y., Castañeda-Ovando, A., & Suárez-Jacobo, Á. (2021). Addition of Bee Products in Diverse Food Sources: Functional and Physicochemical Properties. *Applied Sciences*, 11(17), 8156. <https://doi.org/10.3390/app11178156>
5. Rendueles, E., Mauriz, E., Sanz-Gómez, J., Adanero-Jorge, F., & García-Fernandez, C. (2023). Antimicrobial Activity of Spanish Propolis against *Listeria monocytogenes* and Other *Listeria* Strains. *Microorganisms*, 11(6), 1429. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061429>
6. Iquiapaza, I. Y. C., Aguilar, G. J., Zitei-Baptista, L. F., Trindade, D. M., da Silva Ferreira, M. E., & Tapia-Blácido, D. R. (2025). Effect of Brazilian green propolis extracts on the properties of Andean potato starch-chitosan blended films and their use in preserving Parmesan cheese. *International Journal of Biological Macromolecules*, 321, 146551. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146551>
7. Borba, K. K. S., Gadelha, T. S., Sant’Ana, A. M. S., Pacheco, M. T. B., Pinto, L. S., Madruga, M. S., Medeiros, A. N., Bessa, R. J. B., Alves, S. P. A., Magnani, M., Pimentel, T. C., & Queiroga, R. de C. R. do E. (2022). Fatty acids, essential amino acids, minerals and proteins profile in whey from goat cheese: Impacts of raising system. *Small Ruminant Research*, 217, 106842. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106842>
8. Bankova, V. (2005). Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1–2), 114–117. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.004>
9. Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (Eds.). (2006). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470999738>
10. Матибаева А. И., Мухтарханова Р. Б., Джетписбаева Б. Ш., Нагин А. В., Жаксылық А. Ж. (2025). Инновационные методы снижения себестоимости производства соленого сыра: новые технологии и подходы. *Журнал Алматинского технологического университета*, 148 (2), 17-27. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2025-2-17-27>
11. Способ посола сычужного сыра. Патент на полезную модель № 11395 от 14.11.2025 г. Матибаева А.И., Мухтарханова Р.Б., Джетписбаева Б.Ш., Нагин А.В.
12. Тапалов Д.Т., Жаксылық А.Ж. Функциональные и органолептические характеристики мягких сыров, обогащенных пробиотиками. "Интернаука": Научный журнал, 2025, № 16 (380), Москва, с. 54-55.
13. Тапалов Д.Т., Матибаева А.И., Жаксылық А.Ж. Повышение пищевой ценности кисломолочных продуктов за счет использования меда и продуктов пчеловодства. "Интернаука": Научный журнал, 2025, № 16 (380), Москва, с. 52-53.
14. Оразбай А. Ж., Матибаева А. И., Джетписбаева Б.Ш., Жақсылық А. Прополисті ашытылған сүт өнімдері технологиясында қолдану арқылы антиоксиданттық белсенділікті арттыру. Жас ғалымдардың "ҒЫЛЫМ. БІЛІМ. ЖАСТАР" Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. АТУ, 10 сәуір, 2025, 33-35 бб.
15. Matibayeva, A., Jetpisbayeva, B., Zhexenbay, N., Izteliyeva, R., Kuzembayeva, G., & Abdiyeva, K. (2022). Investigation of the Effect of Technological Processing on the Quality of Goat’s Milk Cheese. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 10(1), 213–220. <https://doi.org/10.12944/crnfsj.10.1.16>

REFERENCES

1. Park Y.W. Goat milk – chemistry and nutrition // *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. – Wiley, 2017. – P. 42–83. <https://doi.org/10.1002/9781119110316.ch2.2>
2. Pedonese F., Verani G., Torracca B., Turchi B., Felicioli A., Nuvoloni R. Effect of an Italian propolis on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in milk and whey cheese // *Italian Journal of Food Safety*. – 2019. – Vol. 8(4). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8036>
3. Jia R., Lou Y., Zhang F., Liu Y., Wang W., Peng H., Hui Y., Wang B. Amino acid composition and nutritional evaluation of proteins in goat cheeses produced with different starter cultures // *Journal of Food and Nutrition Research*. – 2022. – Vol. 10(9). – P. 600–607. <https://doi.org/10.12691/jfnr-10-9-3>
4. Camacho-Bernal G.I., Cruz-Cansino N.S., Ramírez-Moreno E., Delgado-Olivares L., Zafra-Rojas Q.Y., Castañeda-Ovando A., Suárez-Jacobo Á. Addition of bee products in diverse food sources: functional and physicochemical properties // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11(17). – 8156. <https://doi.org/10.3390/app11178156>
5. Rendueles E., Mauriz E., Sanz-Gómez J., Adanero-Jorge F., García-Fernandez C. Antimicrobial activity of Spanish propolis against *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* strains // *Microorganisms*. – 2023. – Vol. 11(6). – 1429. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061429>

6. Iquiapaza I.Y.C., Aguilar G.J., Zitei-Baptista L.F., Trindade D.M., da Silva Ferreira M.E., Tapia-Blácido D.R. Effect of Brazilian green propolis extracts on the properties of Andean potato starch–chitosan blended films and their use in preserving Parmesan cheese // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2025. – Vol. 321. – 146551. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146551>
7. Borba K.K.S., Gadelha T.S., Sant’Ana A.M.S., Pacheco M.T.B., Pinto L.S., Madruga M.S., Medeiros A.N., Bessa R.J.B., Alves S.P.A., Magnani M., Pimentel T.C., Queiroga R.C.R.E. Fatty acids, essential amino acids, minerals and proteins profile in whey from goat cheese: impacts of raising system // *Small Ruminant Research*. – 2022. – Vol. 217. – 106842. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106842>
8. Bankova V. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2005. – Vol. 100(1–2). – P. 114–117. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.004>
9. Park Y.W., Haenlein G.F.W. (eds.). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. – Wiley, 2006. <https://doi.org/10.1002/9780470999738>
10. Matibaeva A.I., Mukhtarkhanova R.B., Dzhetsibaeva B.Sh., Nagin A.V., Zhaksylyk A.Zh. Innovatsionnye metody snizheniya sebestoimosti proizvodstva solenogo syra: novye tekhnologii i podkhody [Innovative methods for reducing the cost of salted cheese production: new technologies and approaches] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2025. – No. 148(2). – P. 17–27. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2025-2-17-27> (in Russian)
11. Matibaeva A.I., Mukhtarkhanova R.B., Dzhetsibaeva B.Sh., Nagin A.V. Sposob posola sychuzhnogo syra [Method for salting rennet cheese]. Patent for utility model No. 11395, 14.11.2025. (in Russian)
12. Tapalov D.T., Zhaksylyk A.Zh. Funktsional'nye i organolepticheskie kharakteristiki myagkikh syrov, obogashchennykh probiotikami [Functional and organoleptic characteristics of soft cheeses enriched with probiotics] // *Internauka*. – 2025. – No. 16(380). – P. 54–55. (in Russian)
13. Tapalov D.T., Matibaeva A.I., Zhaksylyk A.Zh. Povyshenie pishchevoi tsennosti kislomolochnykh produktov za schet ispol'zovaniya meda i produktov pchelovodstva [Increasing the nutritional value of fermented milk products using honey and bee products] // *Internauka*. – 2025. – No. 16(380). – P. 52–53. (in Russian)
14. Orazbay A.Zh., Matibaeva A.I., Dzhetsibaeva B.Sh., Zhaksylyk A. Propolisti ashytılǵan sūt önimderi tekhnologiyasynda qoldanu arqyly antioksidanttyq belsendilikti arttıru [Increasing antioxidant activity through the use of propolis in fermented milk product technology] // Republican scientific-practical conference of young scientists “Gylym. Bilim. Zhastar”. – Almaty: ATU, 2025. – P. 33–35. (in Kazakh)
15. Matibayeva A., Jetpisbayeva B., Zhexenbay N., Izteliyeva R., Kuzembayeva G., Abdiyeva K. Investigation of the effect of technological processing on the quality of goat’s milk cheese // *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. – 2022. – Vol. 10(1). – P. 213–220. <https://doi.org/10.12944/crmfsj.10.1.16>

МАЙСЫЗДАНДЫРЫЛҒАН ЕШКІ СҮТІНЕН ЙОГУРТ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТАҒАМДЫҚ-ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

¹Г. МӘЖИТ , ¹Н.С. МАШАНОВА , ¹Б. КАЛЕМШАРИВ ,
¹Л.Г. КУДРЕНОВА , ²Б.Қ. ОСПАНОВА *

¹ «С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғылы 62.

² «Alikhan Bokeikhan University» ББМ, Қазақстан Республикасы, 071411, Семей қ., Мәңгілік ел 11,а)
Электронная почта автора-корреспондента: ospanova93-93@mail.ru*

Соңғы жылдары денсаулықты сақтау мен дұрыс тамақтану мәселелеріне деген қызығушылықтың артуына байланысты сүт өнімдеріне, соның ішінде ешкі сүтіне деген сұраныс тұрақты түрде өсіп келеді. Ешкі сүті өзінің жоғары тағамдық құндылығы, жеңіл сіңімділігі және гипоаллергенді қасиеттерімен ерекшеленіп, емдік-профилактикалық тамақтануда, сонымен қатар сиыр сүтіне аллергиясы бар адамдарға арналған балама өнім ретінде кеңінен қолданылуда. Майсыздандырылған ешкі сүтінен жасалған йогурт қазіргі заманғы салауатты тамақтану қағидаларына сай келетін, төмен калориялы әрі пайдалы өнім болып табылады. Бұл зерттеу жұмысында майсыздандырылған ешкі сүтінен ашытылған сүт өнімін өндіру технологиясы қарастырылып, оның физика-химиялық, органолептикалық және тағамдық сипаттамалары бағаланды. Эксперименттер барысында ферментацияның әртүрлі температурасы (40°C, 42°C, 44°C), ашытқы дозасы (3%, 4%, 5%), ашыту уақыты (4 сағат, 5 сағат, 6 сағат) және ақ қант мөлшері (4%, 6%, 8%) зерттеліп, бір факторлы эксперименттік әдіс негізінде оңтайлы технологиялық параметрлер анықталды. Нәтижесінде ең тиімді көрсеткіштер: ферментация температурасы – 42°C, ашытқы мөлшері – 4%, ашыту ұзақтығы – 5 сағат, ал қант мөлшері – 6% деп белгіленді. Анықталған органолептикалық және құрылымдық сипаттамалар дайын өнімнің сапасының жоғары екенін көрсетті. Сонымен қатар, өнімнің құрамындағы С дәрумені (0,43 ± 0,14 мг/100 г), кальций (164,5 ± 1,17 мг/100 г), магний (11,91 ± 0,42 мг/100 г) және темір (0,05 ± 0,001 мг/100 г) сияқты микронутриенттер, сондай-ақ 13 түрлі аминқышқылдың болуы оның функционалдық құндылығын дәлелдейді. Аргинин, пролин, лизин, лейцин+изолейцин және валин сияқты аминқышқылдар бұлшықет тіндерінің қалпына келуіне, аздадағы белсенді заттардың синтезіне тікелей әсер етеді. Зерттеу нәтижелері майсыздандырылған ешкі йогуртының құрамы теңгерімді, қорытылымы жоғары және физиологиялық белсенділікті арттыруға ықпал ететінін көрсетті. Бұл өнімді функционалдық, диеталық және спорттық тамақтану салаларында тиімді қолдануға болады.

Негізгі сөздер: ешкі сүті, майсыздандырылған йогурт, ферментация, ашытылған сүт өнімі, физико-химиялық қасиеттер, аминқышқылдық құрамы, функционалдық тамақтану.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЙОГУРТА ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО КОЗЬЕГО МОЛОКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ПИЩЕВЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

¹Г. МАЖИТ, ¹Н.С. МАШАНОВА, ¹Б. КАЛЕМШАРИВ,
¹Л.Г. КУДРЕНОВА, ²Б.К. ОСПАНОВА*

¹ НАО «Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Победа 62,

² УО «Alikhan Bokeikhan University», Республика Казахстан, 071411, г. Семей, ул. Мангилик ел 11, а)
Электронная почта автора-корреспондента: ospanova93-93@mail.ru*

В последние годы, в связи с ростом интереса к вопросам сохранения здоровья и правильного питания, наблюдается стабильное увеличение спроса на молочные продукты, в том числе на козье молоко. Козье молоко отличается высокой пищевой ценностью, легкой усвояемостью и гипоаллергенными свойствами, благодаря чему оно широко используется в лечебно-профилактическом питании, а также как альтернатива для людей с аллергией на коровье молоко. Йогурт, изготовленный из обезжиренного козьего молока, представляет собой

низкокалорийный и полезный продукт, соответствующий принципам современного здорового питания. В данной работе рассматривается технология производства ферментированного молочного продукта из обезжиренного козьего молока и проводится оценка его физико-химических, органолептических и пищевых характеристик. В рамках эксперимента были изучены различные параметры ферментации: температура (40°C, 42°C, 44°C), дозировка закваски (3%, 4%, 5%), продолжительность ферментации (4, 5, 6 часов), а также количество добавленного сахара (4%, 6%, 8%). С применением однофакторного экспериментального метода были определены оптимальные технологические параметры: температура – 42°C, дозировка закваски – 4%, продолжительность ферментации – 5 часов, количество сахара – 6%. Определенные органолептические и структурные характеристики подтвердили высокое качество готового продукта. Кроме того, установлено, что в составе продукта содержатся витамин С ($0,43 \pm 0,14$ мг/100 г), кальций ($164,5 \pm 1,17$ мг/100 г), магний ($11,91 \pm 0,42$ мг/100 г) и железо ($0,05 \pm 0,001$ мг/100 г), а также 13 аминокислот, что подтверждает его функциональную ценность. Аминокислоты, такие как аргинин, пролин, лизин, лейцин+изолейцин и валин, способствуют восстановлению мышечной ткани и синтезу биологически активных веществ в организме. Результаты исследования показали, что обезжиренный козий йогурт имеет сбалансированный состав, хорошо усваивается и способствует повышению физиологической активности. Данный продукт может быть эффективно использован в функциональном, диетическом и спортивном питании.

Ключевые слова: козье молоко, обезжиренный йогурт, ферментация, кисломолочный продукт, физико-химические свойства, аминокислотный состав, функциональное питание.

TECHNOLOGY OF YOGURT PRODUCTION FROM SKIMMED GOAT MILK AND STUDY OF ITS NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES

¹G. MAZHIT, ¹N.S. MASHANOVA, ¹B. KALEMSHARIV,
¹L.G. KUDRENOVA, ²B.K. OSPANOVA*

(*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, NJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Avenue 62.

²BBM “Alikhan Bokeikhan University”, Republic of Kazakhstan, 071411, Semey, Mangilik El 11,a)

Corresponding author's e-mail: ospanova93-93@mail.ru*

In recent years, due to the growing interest in health preservation and proper nutrition, there has been a steady increase in the demand for dairy products, including goat milk. Goat milk is distinguished by its high nutritional value, easy digestibility, and hypoallergenic properties, making it widely used in therapeutic and preventive nutrition, as well as a suitable alternative for individuals allergic to cow milk. Yogurt made from skimmed goat milk is a low-calorie and beneficial product that aligns with the principles of modern healthy nutrition. This study examines the production technology of a fermented dairy product from skimmed goat milk and evaluates its physicochemical, organoleptic, and nutritional characteristics. Various fermentation parameters were studied in the course of the experiment: temperature (40°C, 42°C, 44°C), starter culture dosage (3%, 4%, 5%), fermentation time (4, 5, 6 hours), and sugar content (4%, 6%, 8%). Using a one-factor experimental method, the optimal technological parameters were determined: fermentation temperature – 42°C, starter culture dosage – 4%, fermentation time – 5 hours, and sugar content – 6%. The identified organoleptic and structural characteristics confirmed the high quality of the final product. Furthermore, the product was found to contain vitamin C (0.43 ± 0.14 mg/100 g), calcium (164.5 ± 1.17 mg/100 g), magnesium (11.91 ± 0.42 mg/100 g), and iron (0.05 ± 0.001 mg/100 g), as well as 13 amino acids, highlighting its functional value. Amino acids such as arginine, proline, lysine, leucine + isoleucine, and valine support muscle tissue regeneration and the synthesis of biologically active substances in the body. The research results demonstrate that skimmed goat yogurt has a balanced composition, is easily digestible, and enhances physiological activity. This product can be effectively used in functional, dietary, and sports nutrition.

Keywords: goat milk, low-fat yogurt, fermentation, fermented dairy product, physicochemical properties, amino acid composition, functional nutrition.

Kіpіcne

Қазіргі кезеңде тағам өнімдерінің сапасына қойылатын талаптар айтарлықтай өзгеріп, олардың тек энергетикалық құндылығы ғана емес, сонымен қатар физиологиялық әсері мен ағзаға

сіңімділігі де маңызды критерийге айналууда. Денсаулықты сақтау мен өмір сапасын жақсартуға бағытталған үрдістердің күшеюі ашытылған сүт өнімдеріне деген қызығушылықты арттырып, олардың ассортиментін кеңейту қажеттілігін

туындатты. Бұл тұрғыда дәстүрлі сиыр сүтіне балама ретінде ешкі сүті және одан алынатын өнімдер ерекше ғылыми және практикалық маңызға ие болып отыр [1].

Ешкі сүті өзінің биохимиялық құрамы мен құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты жоғары тағамдық құндылығымен және жеңіл сіңімділігімен сипатталады. Оның май түйіршіктерінің ұсақ болуы, казеин мицеллаларының құрылымдық өзгешелігі және қанықпаған май қышқылдарының салыстырмалы түрде жоғары мөлшері ас қорыту жүйесіне түсетін жүктемені азайтып, өнімнің биологиялық тиімділігін арттырады. Осы қасиеттер ешкі сүтін балалар, егде жастағы адамдар және арнайы диеталық тамақтануды қажет ететін тұтынушылар үшін перспективалы шикізат ретінде қарастыруға мүмкіндік береді [2, 4].

Сонымен қатар соңғы жылдары артық салмақ, зат алмасу бұзылыстары және жүрек-қан тамыр ауруларының таралуына байланысты тағамдағы май мөлшерін шектеу тенденциясы күшейіп келеді. Бұл жағдай майсыздандырылған немесе төмен майлылықтағы өнімдерге сұраныстың артуына себеп болды. Алайда майсыздандыру үдерісі сүт өнімдерінің құрылымдық қасиеттеріне кері әсер етуі мүмкін, яғни консистенциясының әлсіреуіне, сарысу бөлінуінің күшеюіне және органолептикалық көрсеткіштердің төмендеуіне әкелуі ықтимал. Осыған байланысты майсыз ешкі сүтінен алынатын ашытылған өнімдердің технологиялық тұрақтылығын қамтамасыз ету өзекті ғылыми міндеттердің бірі болып табылады.

Йогурт – сүтқышқылды микроағзалар әрекеті нәтижесінде алынатын, тірі микрофлорасы бар функционалдық өнім. Оның асқорыту үдерісін жақсартудағы, ішек микробиоценозын қалыпқа келтірудегі және ағзаның жалпы резистенттілігін арттырудағы рөлі ғылыми зерттеулерде кеңінен дәлелденген. Ал ешкі сүті негізінде өндірілген йогурт бұл пайдалы қасиеттерді сақтай отырып, жоғары сіңімділік және төмен калориялылық сияқты қосымша артықшылықтарға ие болады [4, 5, 6].

Дегенмен майсыздандырылған ешкі сүтінен йогурт өндіру технологиясы жеткілікті дәрежеде жүйеленбеген және өндірістік жағдайларда қолдануға арналған ғылыми негізделген параметрлерді нақтылау қажеттілігі сақталуда. Әсіресе ферментация режимдері мен рецептуралық факторлардың дайын өнімнің құрылымы мен сапасына әсерін кешенді бағалау мәселесі өзекті болып отыр. Осы тұрғыда майсыз ешкі йогуртының технологиялық ерекшеліктерін зерт-

теу және оның тағамдық құндылығын бағалау функционалдық бағыттағы жаңа өнімдерді әзірлеу үшін маңызды ғылыми негіз қалыптастырады.

Жұмыстың мақсаты: ешкі сүтінен жасалған өнім түрлерін кеңейту мақсатында әртүрлі жастағы адамдарға тұтынуға болатын, жоғары сіңімділігімен ерекшеленетін майсыздандырылған ешкі сүтінен йогурт өндіру. Бұл мақсатқа жету үшін ашытқы штамдарын іріктеу, ашыту режимдерін оңтайландыру, дайын өнімнің органолептикалық, физика-химиялық көрсеткіштерін бағалау арқылы функционалдық бағыттағы, денсаулыққа пайдалы сүт өнімін алу көзделеді [8].

Зерттеу нысаны: майсыздандырылған ешкі сүтінен дайындалған ашытылған сүт сусыны. Эксперименттік зерттеулер Сынзьян ауылшаруашылық университетінің Pony WULUMUQI зертханасында және Алматы технологиялық университетінің азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалау жөніндегі ғылыми-зерттеу зертханасында жүргізілді.

Зерттеу әдістері: зерттеу барысында майсыздандырылған ешкі сүтінен алынған йогурттың сапасына технологиялық факторлардың әсерін анықтау үшін бір факторлы эксперименттік әдіс қолданылды. Өнімнің органолептикалық көрсеткіштері GB 19302-2010 стандарты бойынша бағаланды. Ұйынды құрылымы визуалды талдау және сарысу бөлінуін бақылау арқылы анықталды. С дәруменінің мөлшері химиялық титриметриялық әдіспен (МемСТ 30627.3-98), ал магний, кальций және темірдің концентрациялары атомдық-абсорбциялық спектрометриямен (МемСТ 32343-2013) анықталды. Өнімнің майлылығы экстракциялық әдіспен (GB 5009.6-2016), ақуыз мөлшері Кьельдал әдісімен (GB 5009.5-2016), аминқышқылдық құрамы жоғары тиімді сұйықтықтық хроматография әдісімен зерттелді. Барлық нәтижелер үш қайталау негізінде статистикалық тұрғыдан өңделді.

Зерттеу әдістері мен материалдары

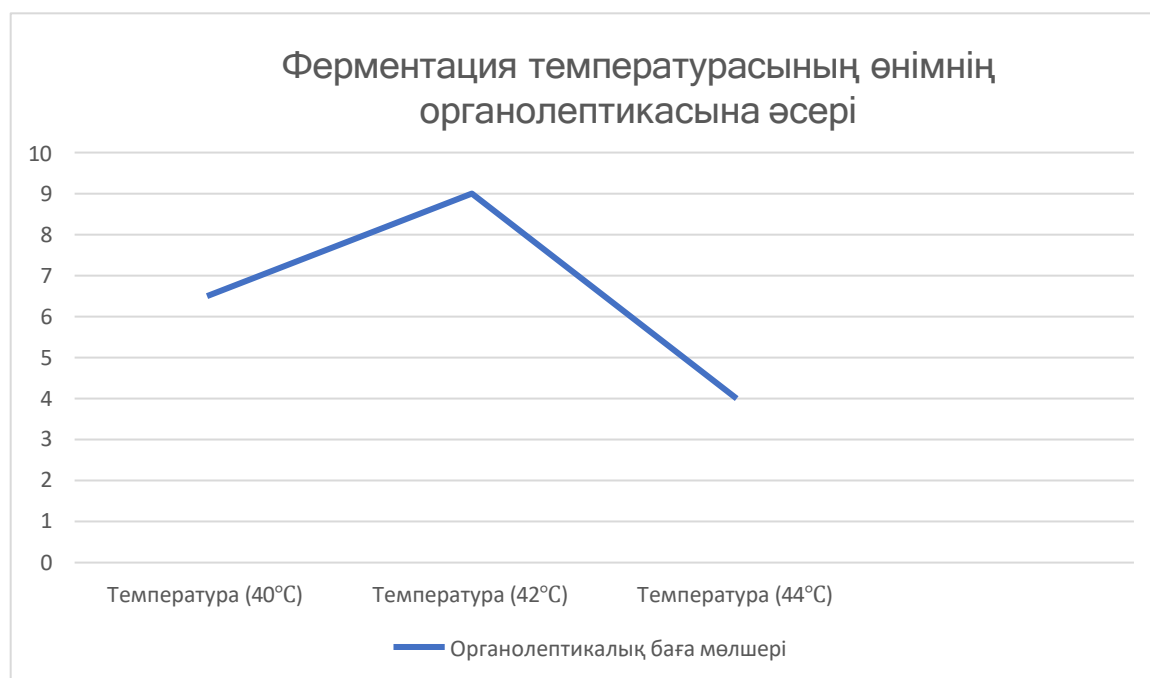
Ешкі сүтінен йогурт өндіру технологиялық үдерісі шикізаттың сапасын органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштер бойынша бағалап қабылдаудан басталады, қабылданған сүт өнімнің бастапқы қасиеттерін сақтау және микрофлора дамуын тежеу мақсатында салқындатылып, аралық сақтауға жіберіледі. Кейін сүт механикалық қоспалардан тазаланып, қажет болған жағдайда майсыздандырылады және рецептуралық құрамын тұрақтандыру үшін жылытылып нормаланады, бұл келесі технологиялық опера-

циялардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Осыдан кейін сүттің дисперстік құрылымын жақсарту, май түйіршіктерінің агрегациясын болдырмау және дайын өнімнің консистенциясын тұрақтандыру мақсатында сүтті қысыммен гомогенделеді, ал гомогенделген шикізат пастерленіп, вегетативті микроағзалар жойылып, сүттің санитариялық қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі. Пастерлеуден кейін сүт ұйыту үдерісіне оңтайлы жағдай жасау үшін салқындатылып, осы температурада термофильді сүтқышқылды бактериялардан тұратын ұйытындысы енгізіледі, нәтижесінде қоспа ферментацияланып, сүт қышқылының жиналуы мен ақуыз коагуляциясы жүреді.

Ұйыту аяқталған соң йогурттың құрылымдық-механикалық қасиеттерін тұрақтандыру үшін өнім салқындатылып, араластырылып, біртекті консистенцияға келтіріледі.

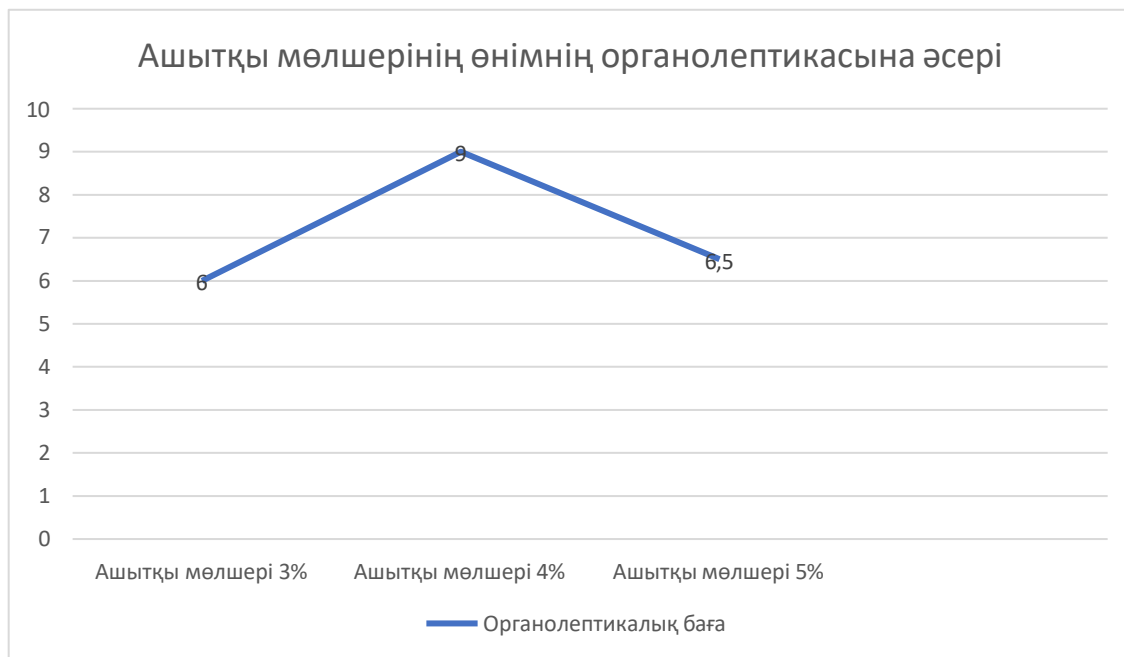
Сусынды жасау барысында шикізат ретінде майсыздандарылыған ешкі сүті қолданылды. Ферментацияның әртүрлі температураларының (40°C, 42°C, 44°C), ашытқы дозасының (3%, 4%, 5%), ферментация уақытының (4 сағат, 5 сағат, 6 сағат) және қосылған ақ қант мөлшерінің (4%, 6%, 8%) йогурт сапасына әсері зерттелді. Технологиялық үдерістің оңтайлы параметрлерін анықтау мақсатында органолептикалық бағалау мен ұйытынды қасиеттерін анықтай отырып, бір факторлы эксперименттік әдіс қолданылды [7, 9].



Сурет 1. Ферментация температурасының өнімнің органолептикасына әсері

1-суреттен көріп отырғанымыздай, ферментация температурасы майсыздандырылған ешкі йогуртының органолептикалық көрсеткіштері мен ұйынды қасиеттеріне елеулі әсер етеді. 42°C температурада ферментацияланған йогурт ең жоғары органолептикалық бағаға және ең жақсы ұйынды құрылымына ие

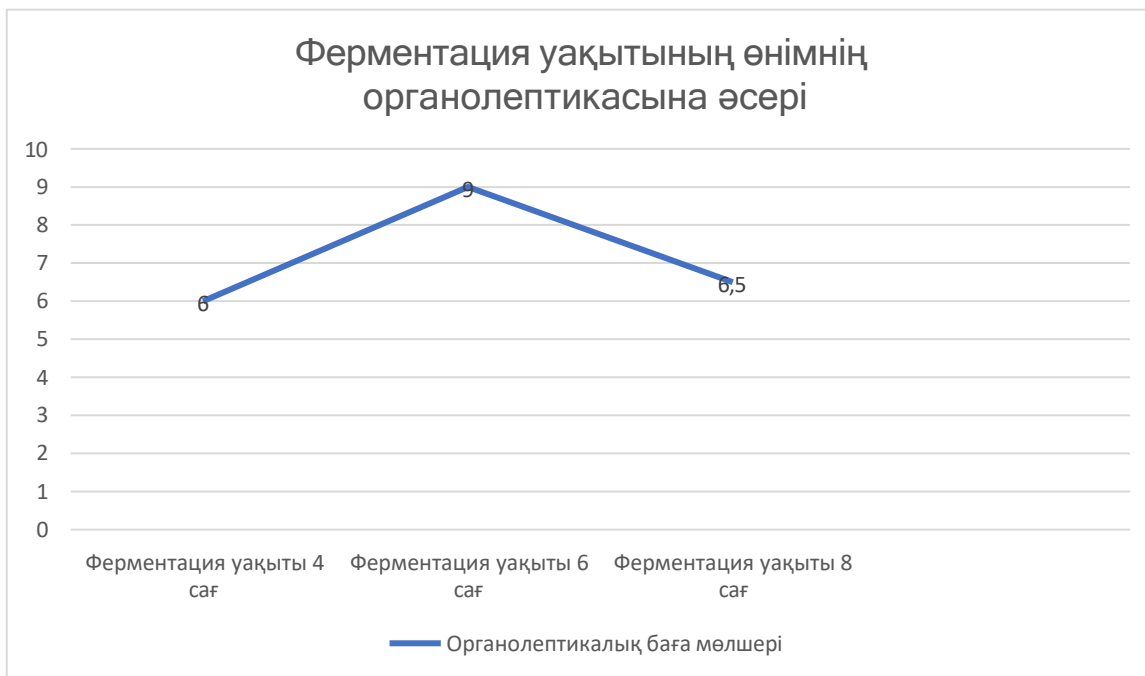
болды. Температура тым төмен болған жағдайда ферментация толық жүрмейді, нәтижесінде йогурттың қышқылдығы әлсіз болады; ал температура тым жоғары болғанда сарысудың қатты бөлінуі байқалып, бұл өнімнің дәмдік қасиетін нашарлатады.



Сурет 2. Ашытқы мөлшерінің өнімнің органолептикасына әсері

2-суретте көрсетілгендей, 3%–5% аралығындағы ашытқы дозасы йогурт сапасына айтарлықтай әсер етеді. 4% мөлшерінде ашытқы қолданылған жағдайда органолептикалық көрсеткіштер мен ұйындының қасиет-

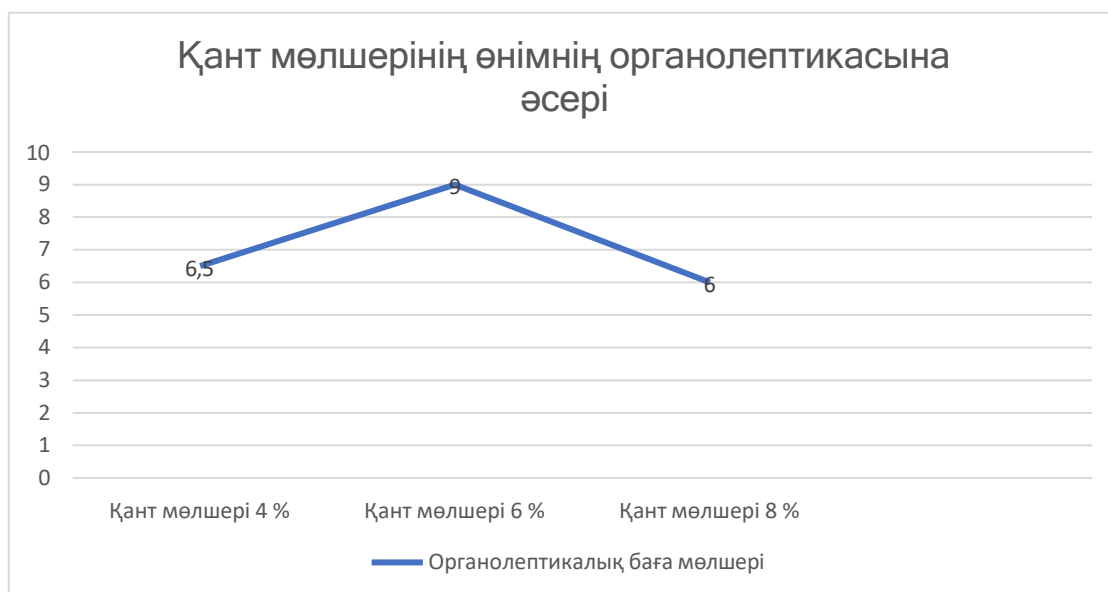
тері оңтайлы болды. Ашытқы мөлшері аз болғанда – ферментация жеткіліксіз болады, ал мөлшері артық болғанда – йогурт шамадан тыс қышқылданып, жағымсыз дәмге ие болады.



Сурет 3. Ферментация уақытының өнімнің органолептикасына әсері

3-суретке сәйкес, ферментация уақыты йогурт сапасына айтарлықтай әсер етеді. 5 сағаттық ферментация кезінде органолептикалық бағалар ең жоғары болды, ал ұйынды құрылымы

ең жақсы болып шықты. Уақыт тым қысқа болса, ферментация толық жүрмейді; ал тым ұзақ болса, артық қышқылдылық пен тым тығыз текстура байқалады.



Сурет 4. Қант мөлшерінің өнімнің органолептикасына әсері

4-суретте көрсетілгендей, қосылатын ақ қант мөлшері йогурттың органолептикалық қасиеттеріне елеулі әсер етеді. 6% қант мөлшері енгізілген жағдайда тәттілік деңгейі орташа болып, дәмі ең жақсы нәтижелер көрсетті. Қант мөлшері аз болғанда дәмі көмескі, ал артық болғанда, шамадан тыс тәтті болып кетеді.

Бір факторлы эксперименттер нәтижесінде майсыз ешкі йогуртын өндірудің оңтайлы

технологиялық параметрлері анықталды: ферментация температурасы – 42°C, ашытқы дозасы – 4%, ферментация уақыты – 5 сағат, ақ қант мөлшері – 6%. Аталған жағдайларда алынған өнім жоғары органолептикалық қасиеттерге және жақсы ұйынды құрылымына ие болып, өнеркәсіптік өндіріс үшін жарамды саналады. Дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштері 1 кестеде көрсетілген [10, 11, 15].

Кесте 1. Өнімнің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Зерттеу нәтижелері	Зерттеу әдісі
Түсі	Сүтті ақшыл	GB 19302-2010
Дәмі мен иісі	Талаптарға сәйкес келеді	
Сыртқы түрі мен консистенциясы	Талаптарға сәйкес келеді	

Майсыз ешкі сүтіне негізделген ашытылған сүт сусынын өндіру технологиясы ешкі сүтінің сапасын бағалау және қабылдаудан басталады. Содан кейін сүт 4 ± 2 °C температурада салқындатылып, уақытша сақталады. Одан әрі сүт тазаланып, майсыздандырылып 40–45 °C температурада жылытылып, нормаланады. Келесі кезеңде гомогендеу жүргізіледі ($15 \pm 2,5$ МПа қысымда, 60–65 °C температурада), кейін пастерлеу 85–

87 °C температурада 5–10 минут бойы жүзеге асырылады. Пастерлеуден соң сүт 42°C дейін салқындатылады, содан кейін құрамына болгар таяқшасы мен термофильді стрептококк қосылып, 42 °C температурада 6 сағат бойы ашытылады. Ашытудан кейін өнім 20 ± 2 °C дейін салқындатылады, әрі қарай 5 ± 2 минут бойы араластырылып, соңында 0–6 °C температурада 7 тәулікке дейін сақтауға қойылады [12, 13].

Кесте 2. Өнімнің құрамындағы микронутриенттер, мг/г

№	Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Нақты нәтижелер	Зерттеу әдістері
1	С дәрумені	мг/100 г	$0,43 \pm 0,14$	МемСТ 30627.3-98
2	Минералдық элементтер: магний кальций темір	мг/100 г	$11,91 \pm 0,42$ $164,5 \pm 1,17$ $0,05 \pm 0,001$	МемСТ 32343-2013

Зерттелген өнімнің құрамында С дәрумені мен бірқатар маңызды минералдық элементтер (магний, кальций, темір) анықталды. С дәруменінің мөлшері – $0,43 \pm 0,14$ мг/100 г, бұл өнімнің антиоксиданттық қасиетін көрсетеді және адамның иммундық жүйесін қолдауда маңызды рөл атқарады. Минералдық элементтер арасында кальцийдің үлесі – $164,5 \pm 1,17$ мг/100г, бұл өнімнің сүйек тінінің қалыптасуы мен бұлшықет жұмысы үшін маңыздылығын дәлел-

дейді. Магний мөлшері – $11,91 \pm 0,42$ мг/100г – ағзаның ферментативтік процестерін қолдаса, темір – $0,05 \pm 0,001$ мг/100 г мөлшерінде – гемоглобин синтезіне ықпал етеді [14]. Анықталған микронутриенттер мөлшері МемСТ талаптарына сәйкес келіп, өнімнің физиологиялық белсенділігі мен тағамдық құндылығының жоғары екенін көрсетеді. Бұл көрсеткіштер өнімді функционалдық тамақтану категориясына жатқызуға мүмкіндік береді.

Кесте 3. Өнімнің энергетикалық құндылығы, мг/г

№	Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Нақты нәтижелер	Зерттеу әдістері
1	Майдың массалық үлесі	мг/100 г	0,480	GB 5009.6-2016 (үшінші әдіс)
2	Ақуыздың массадық үлесі	мг/100 г	2,67	GB 5009.5-2016 (бірінші әдіс)

Өнімдегі майдың массалық үлесі – 0,480 мг/100 г, бұл оның төмен калориялы және диеталық өнім екенін көрсетеді. Май мөлшерінің аз болуы өнімді артық салмақпен күрес жүргізіп жүрген немесе майды шектеулі түрде тұтынатын адамдар үшін қолайлы етеді. Сол қатарда, ақуыздың массадық үлесі – 2,67 мг/100 г, бұл көрсеткіш өнімнің құнарлығын арттырып, аминқышқылдық құрамының теңгерімділігін

қамтамасыз етеді. Ақуыз – бұлшықет тінін қалпына келтіру, ферменттер мен гормондардың синтезі сияқты физиологиялық процестерде маңызды рөл атқарады. Осылайша, өнімнің майлылығы төмен, бірақ ақуыз құрамы жеткілікті, бұл оны салауатты және теңгерімді тамақтану жүйесіне сәйкес келетін тағамдық өнім ретінде сипаттауға мүмкіндік береді.

Кесте 4. Өнімнің аминқышқылдық құрамы, %

№	Көрсеткіштер, өлшем бірлігі	Зерттелетін өнім
	Аминқышқылдарының массалық үлесі, %	
1	Аргинин	1,047±0,419
2	Лизин	0,584±0,199
3	Тирозин	0,365±0,110
4	Фенилаланин	0,463±0,139
5	Гистидин	0,243±0,122
6	Лейцин+изолейцин	0,584±0,152
7	Метионин	0,268±0,091
8	Валин	0,560±0,224
9	Пролин	0,803±0,209
10	Треонин	0,487±0,105
11	Серин	0,389±0,101
12	Аланин	0,341±0,089
13	Глицин	0,222±0,075

Зерттелген майсыздандырылған ешкі йогурты құрамында адам ағзасына қажетті 13 аминқышқыл анықталды, олардың барлығы да организмнің негізгі физиологиялық функцияларына қатысатын маңызды биокұрылымдық компоненттер болып табылады. Аминқышқылдар арасында аргинин ($1,047 \pm 0,419\%$), пролин ($0,803 \pm 0,209\%$), лизин ($0,584 \pm 0,199\%$), лейцин+изолейцин ($0,584 \pm 0,152\%$) және валин ($0,560 \pm 0,224\%$) жоғары концентрацияда кездеседі. Бұл аминқышқылдар бұлшықет тінінің

қалпына келуі, өсу процесі, тіндердің регенерациясы және иммундық жүйенің белсенділігі үшін аса маңызды. Сонымен қатар, метионин, треонин, фенилаланин, тирозин секілді маңызды алмастырылмайтын аминқышқылдардың болуы өнімнің құнды ақуыз көзі екенін көрсетеді. Осы көрсеткіштер майсыздандырылған ешкі йогуртының аминқышқылдық құрамы теңгерімді және толыққанды екенін дәлелдейді [16, 17, 18]. Бұл өнімді спорттық, клиникалық және функционалдық тамақтануда қолдануға болады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері майсыздандырылған ешкі сүтінен жасалған йогурттың тағамдық және функционалдық құндылығы жоғары өнім екенін көрсетті. Зерттеу барысында ферментация температурасы, ашытқы мөлшері, ашыту уақыты және қанттың мөлшері сияқты негізгі технологиялық параметрлердің өнім сапасына айтарлықтай әсер ететіні дәлелденді. Бір факторлы эксперимент әдісін қолдану арқылы осы параметрлердің ішінен ең тиімді мәндері анықталды: температура – 42 °С, ашытқы дозасы – 4%, ферментация уақыты – 5 сағат, қант мөлшері – 6%. Бұл жағдайларда алынған йогурт жоғары органолептикалық бағаға және тығыз, біртекті ұйынды құрылымына ие болды.

Химиялық талдау нәтижелері өнімнің құрамында ағза үшін маңызды биологиялық белсенді заттардың – С дәрумені, кальций, магний, темір секілді микронутриенттердің жеткілікті мөлшерде бар екенін көрсетті [19]. Сонымен қатар, аминқышқылдық құрам бойынша йогуртта аргинин, пролин, лизин, лейцин, валин сияқты маңызды аминқышқылдар жоғары концентрацияда кездесті, бұл оның ақуыз сапасының жоғары екенін дәлелдейді. Майдың төмен мөлшері мен ақуыздың жеткілікті деңгейде болуы бұл өнімді төмен калориялы, диеталық тағам ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Өнімнің жеңіл сіңімділігі, жоғары тағамдық және физиологиялық белсенділігі оны функционалдық және профилактикалық бағыттағы тамақтануда қолдануға мүмкіндік береді. Жалпы алғанда, майсыз ешкі сүтінен жасалған йогурт – заманауи салауатты тамақтану талаптарына толық сай келетін, адам денсаулығына оң әсер ететін тиімді тағамдық өнім ретінде ұсынылуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шувариков А. С., Алешина М. Н. Качество кисломолочного продукта из козьего молока //Переработка молока: технология, оборудование, продукция. - 2014. - № 2. - С. 80-83.
2. Гетманец, В. Н. Кисломолочные напитки из козьего молока / В. Н. Гетманец //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 11 (145). – С.169-172.
3. Темирбаева М. В. Разработка технологии биойогурта для функционального питания на основе козьего молока М. В. Темирбаева, Т. К. Бексеитов //Вестник Омского ГАУ. – 2017.– № 1 (25). – С. 120-126.
4. Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей йогурта из козьего и коровьего молока /Г. М. Даниярова // Молодой ученый. - 2015. - № 63. - С. 29-33.
5. Шадьярова Ж.К., Курмангалиева Шадьярова Ж.К., Курмангалиева Д.Б., Ланцева Н.Н. и др. Сүтті ешкі тұқымдарының өнімділігін талдау және оның сипаттамасы // Вестник Алматинского технологического университета. – 2019. – №2(123). – С. 9-15
6. Желтова О. А. Йогурт из козьего молока разных пород и генотипов. // Переработка молока. – 2011. – №6. С. 60–61
7. Мюллер А. Э. Лечение козьим молоком – М.:Здоровье, Народная и нетрадиционная медицина, 2015 – 50 с.
8. Андрусенко С.Ф. Обогащенные безлактозные продукты из козьего молока /Андрусенко С.Ф., Омельченко П.А. //Молочная промышленность. – 2020. – С.78-79.
9. Макарова И.В. Козье молоко для здоровья, долголетия и красоты. Советы. Книга/2015. – 350 с.
10. Амантай У.А., Алтайұлы С., Куцова А.Е., Смагулова М.Е. Разработка технологии производства йогурта из козьего молока //Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 4 (часть 4) – С. 45-48
11. Темербаева М.В. Разработка биойогурта на основе козьего молока для школьного питания / М.В. Темербаева, А.А. Темербаева /Междунар.науч. конф. мол. ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения». Павлодар, 2016. Том 7. – С. 377–379.
12. Амирова А.У., Блеутаева К.Б., Бастаубаев А.К., Толамисова А.Г. Қазіргі жағдайдағы ауыл шаруашылығының элеуметтік-экономикалық мәселелері // Қарағанды университетінің хабаршысы. – 2016. – №2. – Б. 75-80.
13. Jabbari S, Hasani R, Kafilzadeh F, Janfeshan S, «Antimicrobial peptides from Milk proteins: A prospectus.» Ann Biol Res, 3(2012):5313–8
14. Codex Alimentarius Commission. Milk and milk products, second edition, 2011.
15. Lucey JA, Wilbanks DJ, Horne DS. «Impact of heat treatment of milk on acid gelation.» Int Dairy J., 125(2022) :105222
16. Das K., Choudhary R., Thompson-Witrick K.A., Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt // LWT. 2019. Vol.108. Pp. 69-80.
17. Dhakal D., Younas T., Bhusal R.P., Devkota L., Henry C.J., Dhital S. Design rules of plant-based yoghurt-mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value // FoodHydrocolloids. 2023. Vol. 142. Article No. 108786.
18. González-García S., Castanheira E.G., Dias A.C., Arroja L. Environmental life cycle assessment of a dairy product: the yoghurt // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2013. Vol. 18. Pp. 796-811.
19. Hassan A., Amjad I. Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their

physicochemical analysis during storage // *Afrikan Journal of Biotechnology*. 2010. Vol. 9. No. 20.f B

REFERENCES

1. Shuvarikov A.S., Aleshina M.N. Kachestvo kislomolochnogo produkta iz koz'ego moloka [Quality of Fermented Milk Product from Goat Milk] // *Pererabotka moloka: tekhnologiya, oborudovanie, produktsiya*. – 2014. – No. 2. – P. 80–83. (in Russian).
2. Getmanets V.N. Kislomolochnye napitki iz koz'ego moloka [Fermented Milk Drinks from Goat Milk] // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2016. – No. 11 (145). – P. 169–172. (in Russian).
3. Temerbaeva M.V., Bekseitov T.K. Razrabotka tekhnologii bioiogurta dlya funktsional'nogo pitaniya na osnove koz'ego moloka [Development of Bio-Yogurt Technology for Functional Nutrition Based on Goat Milk] // *Vestnik Omskogo GAU*. – 2017. – No. 1 (25). – P. 120–126. (in Russian).
4. Daniyarova G.M. Sravnitel'naya otsenka organolepticheskikh i fiziko-khimicheskikh pokazatelei iogurta iz koz'ego i korov'ego moloka [Comparative Assessment of Organoleptic and Physicochemical Indicators of Goat and Cow Milk Yogurt] // *Molodoi uchenyi*. – 2015. – No. 63. – P. 29–33. (in Russian).
5. Shadyarova Zh.K., Kurmangalieva D.B., Lantseva N.N., et al. Sutti eshki tuqymdarynyng onimdiligin taldau zhane onyn sipattamasy [Analysis of Productivity of Dairy Goat Breeds and Their Characteristics] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2019. – No. 2 (123). – P. 9–15. (in Kazakh).
6. Zheltova O.A. Iogurt iz koz'ego moloka raznykh porod i genotipov [Yogurt from Goat Milk of Different Breeds and Genotypes] // *Pererabotka moloka*. – 2011. – No. 6. – P. 60–61. (in Russian).
7. Myuller A.E. Lechenie koz'im molokom [Treatment with Goat Milk]. – Moscow: Zdorov'e; Narodnaya i netraditsionnaya meditsina, 2015. – 50 p. (in Russian).
8. Andrusenko S.F., Omel'chenko P.A. Obogashchennye bezlaktoznye produkty iz koz'ego moloka [Enriched Lactose-Free Products from Goat Milk] // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2020. – P. 78–79. (in Russian).
9. Makarova I.V. Koz'e moloko dlya zdorov'ya, dolgoletiya i krasoty. Sovety [Goat Milk for Health, Longevity and Beauty. Advice]. – 2015. – 350 p. (in Russian).
10. Amantai U.A., Altaiuly S., Kutsova A.E., Smagulova M.E. Razrabotka tekhnologii proizvodstva iogurta iz koz'ego moloka [Development of Technology for Producing Yogurt from Goat Milk] // *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki*. – 2019. – No. 4 (part 4). – P. 45–48. (in Russian).
11. Temerbaeva M.V., Temerbaeva A.A. Razrabotka bioiogurta na osnove koz'ego moloka dlya shkol'nogo pitaniya [Development of Bio-Yogurt Based on Goat Milk for School Nutrition] // *XVI Satpaevskie chteniya: Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya molodykh uchenykh, magistrantov, studentov i shkol'nikov*. – Pavlodar, 2016. – Vol. 7. – P. 377–379. (in Russian).
12. Amirova A.U., Bleutaeva K.B., Bastaubaev A.K., Tolamisova A.G. Qazirgi zhagdaidagy auyI sharashylygynyn aleumettik-ekonomikalyk maseleleri [Socio-Economic Problems of Agriculture in the Current Conditions] // *Karagandy universitetinin khabarshysy*. – 2016. – No. 2. – P. 75–80. (in Kazakh).
13. Jabbari S., Hasani R., Kafilzadeh F., Janfeshan S. Antimicrobial peptides from milk proteins: A prospectus // *Annals of Biological Research*. – 2012. – Vol. 3. – P. 5313–5318. (in English).
14. Codex Alimentarius Commission. Milk and Milk Products. 2nd ed. – 2011. (in English).
15. Lucey J.A., Wilbanks D.J., Horne D.S. Impact of heat treatment of milk on acid gelation // *International Dairy Journal*. – 2022. – Vol. 125. – Article No. 105222. (in English).
16. Das K., Choudhary R., Thompson-Witrick K.A. Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt to increase the overall marketability of yogurt // *LWT*. – 2019. – Vol. 108. – P. 69–80. (in English).
17. Dhakal D., Younas T., Bhusal R.P., Devkota L., Henry C.J., Dhital S. Design rules of plant-based yoghurt mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value // *Food Hydrocolloids*. – 2023. – Vol. 142. – Article No. 108786. (in English).
18. González-García S., Castanheira E.G., Dias A.C., Arroja L. Environmental life cycle assessment of a dairy product: The yoghurt // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. – 2013. – Vol. 18. – P. 796–811. (in English).
19. Hassan A., Amjad I. Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physicochemical analysis during storage // *African Journal of Biotechnology*. – 2010. – Vol. 9. – No. 20. (in English).

ӨСІМДІКТЕКТІ ШИКІЗАТТАРДЫ ҚОСУ АРҚЫЛЫ СҮТ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Ж.Т. БУКАБАЕВА *, Ұ.Е. АСАНОВА , А.Е. ТУРСЫНХАНОВА ,
Р.У. АШАКАЕВА , Б.Н. ҚАСЫМХАНОВА 

(Alikhan Bokeikhan University, 071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Мәңгілік ел көшесі, 11)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zhanilxan79@mail.ru*

Бұл мақалада еліміздегі сүт өнімдерінде қолданылатын шикізаттардың қоры, салыстырмалы түрде багалары мен өсімдік текті шикізаттарды, соның ішінде соя ақуызын қолдану арқылы сүт өнімдерінің өндіріс технологиясын жетілдіру мәселелері қарастырылады. Соя ақуызы – тағамдық құндылығы жоғары, аминқышқылдық құрамы толыққанды өсімдік ақуызы. Оны сүт өнімдеріне қосу өнімнің құрылымын жақсартып, тағамдық және биологиялық құндылығын арттырады. Мақалада сүт өнімдеріне соя ақуызын қосу арқылы алынатын технологиялық артықшылықтар сипатталады: өнімнің тұрақтылығы, сақтау мерзімінің ұзаруы, май құрамының төмендеуі және экономикалық тиімділік. Сонымен қатар, соя ақуызының органолептикалық қасиеттерге әсері, өндірістік процестердегі рөлі және тұтынушылардың қабылдауы талқыланады. Зерттеу нәтижелері соя ақуызын қолдану сүт өнімдерін өндірудің заманауи әдістерін дамытуға ықпал ететінін және олардың сапасын арттыратынын көрсетеді. Бұл технология функционалды және диеталық өнімдер жасауға мүмкіндік береді, сүт өнімдерінің сапасын жақсарту, өндірістік технологияны дамыту бағытында маңызды ғылыми негіз бола алады. Зерттеудің қорытынды нәтижелері соялық концентрат қосылған сүтті ақуызды өнім функционалды тағам ретінде пайдалануға жарамды екенін көрсетті. Өнімнің тағамдық құндылығы мен шикізат қолжетімділігін ескере отырып, оны өнеркәсіптік деңгейде өндіру ұсынылады.

Негізгі сөздер: сүт өнімдері, өсімдікті шикізат, соялық концентрат, функционалдық қасиеттер, микробиологиялық көрсеткіштер, физика-химиялық көрсеткіштер.

IMPROVING DAIRY PRODUCT TECHNOLOGY THROUGH THE ADDITION OF PLANT-BASED RAW MATERIALS

ZN.T. BUKABAYEVA*, U.E. ASSANOVA, A.E. TURSINKHANOVA,
R.U. ASHAKAYEVA, B.N. KASYMHANOVA

(Educational organization «Alikhan Bokeikhan University», Kazakhstan,
071411, Semey, Mangilik-el str., 11)

Corresponding author's e-mail: zhanilxan79@mail.ru*

This article examines the reserves of raw materials used in the dairy industry of Kazakhstan, their comparative costs, as well as issues related to the improvement of dairy production technology through the incorporation of plant-based raw materials, particularly soy protein. Soy protein is a complete plant-based protein with high nutritional value and a well-balanced amino acid composition. Its inclusion in dairy products enhances product structure, increases nutritional and biological value. The article describes the technological advantages obtained by adding soy protein to dairy products: improved product stability, extended shelf life, reduced fat content, and economic efficiency. It also discusses the organoleptic properties of soy protein, its role in production processes, and consumer perception. The research results demonstrate that the use of soy protein contributes to the development of modern dairy production methods and improves product quality. This technology offers potential for the creation of functional and dietary products and may serve as a valuable scientific basis for improving dairy quality and refining production technologies. The conclusion confirms that a dairy-protein product with added soy concentrate is suitable for use as a functional food. Given the nutritional value of the product and the availability of raw materials, its industrial-scale production is recommended.

Keywords: dairy products, plant-based raw materials, soy concentrate, functional properties, microbiological indicators, physicochemical indicators.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПУТЕМ ДОБАВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Ж.Т. БУКАБАЕВА*, У.Е. АСАНОВА, А.Е. ТУРСЫНХАНОВА,
Р.У. АШАКАЕВА, Б.Н. КАСЫМХАНОВА

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

Электронная почта автора-корреспондента: zhanilxan79@mail.ru*

В данной статье рассматриваются запасы сырья, применяемого в молочной промышленности Казахстана, сравнительные цены, а также вопросы совершенствования технологии производства молочной продукции за счет использования растительного сырья, в частности соевого белка. Соевый белок представляет собой полноценный растительный белок с высокой пищевой ценностью и сбалансированным аминокислотным составом. Его добавление в молочные продукты улучшает структуру, повышает пищевую и биологическую ценность продукции. В статье описываются технологические преимущества, получаемые при добавлении соевого белка в молочную продукцию: стабильность продукта, увеличение срока хранения, снижение содержания жира и экономическая эффективность. Также рассматриваются органолептические свойства соевого белка, его роль в производственных процессах и восприятие потребителями. Результаты исследования показывают, что применение соевого белка способствует развитию современных методов производства молочных продуктов и повышает их качество. Данная технология открывает возможности для создания функциональных и диетических продуктов, может стать важной научной основой в направлении улучшения качества молочной продукции и совершенствования производственных технологий. Заключение исследования подтверждает, что молочно-белковый продукт с добавлением соевого концентрата пригоден для использования в качестве функционального питания. Учитывая пищевую ценность продукта и доступность сырья, рекомендуется его промышленное производство.

Ключевые слова: молочные продукты, растительное сырьё, соевый концентрат, функциональные свойства, микробиологические показатели, физико-химические показатели.

Kіріспе

Халықты жоғары сападағы, биологиялық құндылығы жоғары әрі қауіпсіздік талаптарына сәйкес келетін азық-түлік өнімдерімен қамтамасыз ету еліміздің азық-түлік өнеркәсібіндегі басты стратегиялық міндеттердің бірі болып табылады. Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросының деректеріне сәйкес соңғы жылдары сүт өндіру көлемі тұрақты өсіп отырғанымен, ішкі нарықтағы сүт және сүт өнімдерінің шамамен 25–30 %-ы импорт есебінен қамтамасыз етіледі. Бұл отандық өндірістің әлеуетін толық іске асыру және импортқа тәуелділікті төмендету қажеттілігінің өзектілігін көрсетеді [1]. Сонымен қатар, халықтың сүт және сүт өнімдерін тұтыну деңгейі ұсынылатын физиологиялық нормалардан төмен: ғылыми негізделген жылдық тұтыну нормасы адам басына шаққанда шамамен 301 кг болса, нақты тұтыну көрсеткіші 260–270 кг деңгейінде қалыптасқан [1]. Бұл жағдай халықтың толыққанды ақуызбен қамтамасыз етілу мәселесінің маңыздылығын арттырады.

Нарықтағы жағдайға әсер ететін факторлардың бірі ретінде импорттық өнімдердің салыстырмалы түрде төмен бағасын атап өтуге болады. Ол көбіне өнім құрамындағы жекелеген

компоненттердің арзандығымен және кейбір мемлекеттерде азық-түлік бағасын тұрақтандыруға бағытталған өндірістік реттеу тетіктерінің болуымен түсіндіріледі.

Сүт өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігіне қойылатын талаптар Қазақстан Республикасында қолданыстағы нормативтік құжаттармен, атап айтқанда Кеден одағының техникалық регламенттерімен (ТР ТС 033/2013 «Сүт және сүт өнімдерінің қауіпсіздігі туралы», ТР ТС 021/2011 «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі туралы») реттеледі. Аталған құжаттарға сәйкес өнімдердің микробиологиялық, физико-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері белгіленген талаптарға сай болуы тиіс. Сондықтан жаңа технологияларды әзірлеу кезінде өнімнің тағамдық құндылығын арттырумен қатар, оның қауіпсіздігін нормативтік талаптарға сәйкес дәлелдеу маңызды ғылыми-тәжірибелік міндет болып табылады.

Отандық шикізат арнайы бағыттағы сүт өнімдерін, оның ішінде емдік-профилактикалық мақсаттағы өнімдерді өндіруге жеткілікті. Елдегі азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, тұрғындарды сапалы ақуызбен қамту, өнім ассортиментін кеңейту және олардың биологиялық әрі тағамдық құндылығын арттыру қоғам үшін

маңызды міндеттердің қатарына жатады [2]. Осы міндеттерді іске асырудың тиімді жолдарының бірі – физика-биологиялық қасиеттері жетілдірілген жаңа сүт өнімдерінің технологияларын әзірлеу және оларды өндірістік практикаға енгізу болып табылады [3].

Құрастырылған өнімдер өндірісін дамытудағы елеулі жетістіктер сүт өнеркәсібінде айқын байқалады. Қазіргі уақытта сүт өнімдерінің негізгі түрлеріне ашытылған сүт сусындары, өңделген өнімдер, ірімшік өнімдері және басқа да өнімдер жатады. Өнім сапасын жақсарту мақсатында құрамын оңтайландыруға, аминқышқылдық және минералдық құрамын теңестіруге, сондай-ақ технологиялық және функционалдық қасиеттері жоғары өсімдік текті ақуыздарды қолдануға ерекше назар аударылады [4, 5].

Қазіргі уақытта сүт және өсімдік текті шикізатты біріктіру арқылы өндірілетін өнімдерге тұтынушылар мен өндірушілер тарапынан қызығушылық артып келеді. Әлемдік тәжірибеде соя ақуызы өсімдік текті ақуыз көздерінің ішінде кең таралған және ақуыз мөлшерінің жоғары болуымен, тұрақты функционалдық-технологиялық қасиеттерімен ерекшеленеді. Сондықтан соя ақуызын, әсіресе ақуызбен байытылған өнімдер өндірісінде қолдану ғылыми және тәжірибелік тұрғыдан өзекті болып табылады. Сонымен қатар соя ақуызы жануар ақуызымен салыстырғанда салыстырмалы түрде экономикалық тиімді шикізат көзі болып саналады, бұл өнімнің өзіндік құнын төмендетуге және өндірістік тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді [6].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу мақсаты – өсімдік текті ақуызды пайдаланудың тиімділігін негізге ала отырып, майсыздандырылған сүтке соя концентратын енгізу арқылы ақуызбен байытылған өнім алу технологиясын әзірлеу және оның сапалық көрсеткіштерін арттыру мүмкіндігін бағалау.

Қазіргі уақытта өсімдік текті компоненттер негізінде дайындалатын биологиялық құнды өнімдерді өндіру мәселелері өзекті ғылыми бағыттардың бірі болып табылады. Ашытылған сүт өнімдерінде жүретін сүтқышқылды ашу процесінде лактозаның белгілі бір бөлігі сүт қышқылына айналады. Нәтижесінде кальций лактаты ерітінді түрінде түзіліп, ақуыз фракциялары ұсақ немесе ірі үлпек күйінде тұнбаға түседі. Сүтқышқылды ашу кезінде ақуыздардың ферментативтік гидролизі жүріп, дәрумендер мен кейбір аминқышқылдарының биологиялық тиімділігі артады [7]. Сонымен қатар жеңіл сіңірілетін аминқышқылдарының мөлшерінің ұлғаюы және сүт қышқылының түзілуі өнім

құрамындағы қоректік заттардың ағзада жақсы сіңірілуіне ықпал етеді.

Бұрынғы кезеңдерде Қазақ тағамтану академиясында құрамында құнары жоғары қышқыл сүт өнімдері дайындалып, негізінен балалар тағамына арналған болатын. Соңғы жылдары анемияны емдеу мақсатында барлық жас топтарына арналған «Асыл» қышқыл сүт өнімі өндірісі жолға қойылды. Бұл өнім арнайы сүтқышқылды бактериялармен ашытылған сүт негізінде дайындалып, құрамына темір, мырыш, мыс, йод тұздары мен С, РР, В1, В2, В3, В6, В12, ВС дәрумендері енгізіледі [8].

Сонымен қатар Қазақ тағамтану институтының ғалымдары антианемиялық әсерге бағытталған «Жігер» ашыған сүт өнімін өндіру әдістемесін әзірледі. Өнімді алу барысында алдын ала өңделген сүт сарысуы пайдаланылып, оған сүтқышқылды темір мен күкіртқышқылды мыс қосылады. Кейін қоспа пастерленіп, гомогенделеді және ашыту температурасына дейін салқындатылады. Құрамына аскорбин қышқылы, пиридоксин, фолий қышқылы және бифидобактериялармен байланысқан ацидофильді ашытқы енгізіледі.

Қазіргі уақытта әлемнің көптеген елдерінде соя ақуызын жануар текті ақуыздың баламасы ретінде пайдалану негізінде тағам өнімдерінің технологияларын жетілдіру бағытында зерттеулер жүргізілуде. Мысалы, АҚШ-та жүргізілген зерттеулерде *Lactobacillus acidophilus* микроорганизмдерінің ісік жасушаларының өсу белсенділігіне тежегіш әсері бар екендігі анықталған. Нәтижесінде аталған микроорганизмдер қосылған өнімдердің ісік жасушаларының өсу қарқынын төмендету мүмкіндігі көрсетілген [9].

Әлемдік нарықта соя негізіндегі өнімдердің кең спектрі ұсынылған. Олардың қатарына соя майы, соя ұны, соя ақуызының концентраттары, ферменттелген соя өнімдері (соя тұздығы, мисо, натто), соя сүті және соялық лецитин өнімдері жатады. Соя өнімдерінің тағамдық маңыздылығы олардың жоғары ақуыздық, липидтік және минералдық құрамымен анықталады [10].

Қытайда соя сүті ежелден қолданылып келеді. Оны дайындау технологиясында соя бұршақтары алдын ала суланып, кейін ұсақталып, сүзу арқылы сұйық фракция алынады. Құрамындағы ақуыз және май мөлшері бойынша соя сүті сиыр сүтіне жақын болғандықтан, кей жағдайда оны сиыр сүтінің баламасы немесе қосымша тағам ретінде пайдаланады. Мұндай

өнімдерге темір, кальций және дәрумендер қосу ұсынылады [11, 12].

Жапонияда соя сүтінен ашытылған өнімдер алу үшін сүтқышқылды бактериялар қолданылады. Микроорганизмдердің қалыпты дамуын қамтамасыз ету мақсатында соя шикізатына сүт сарысуы немесе сиыр сүті қосылады [13].

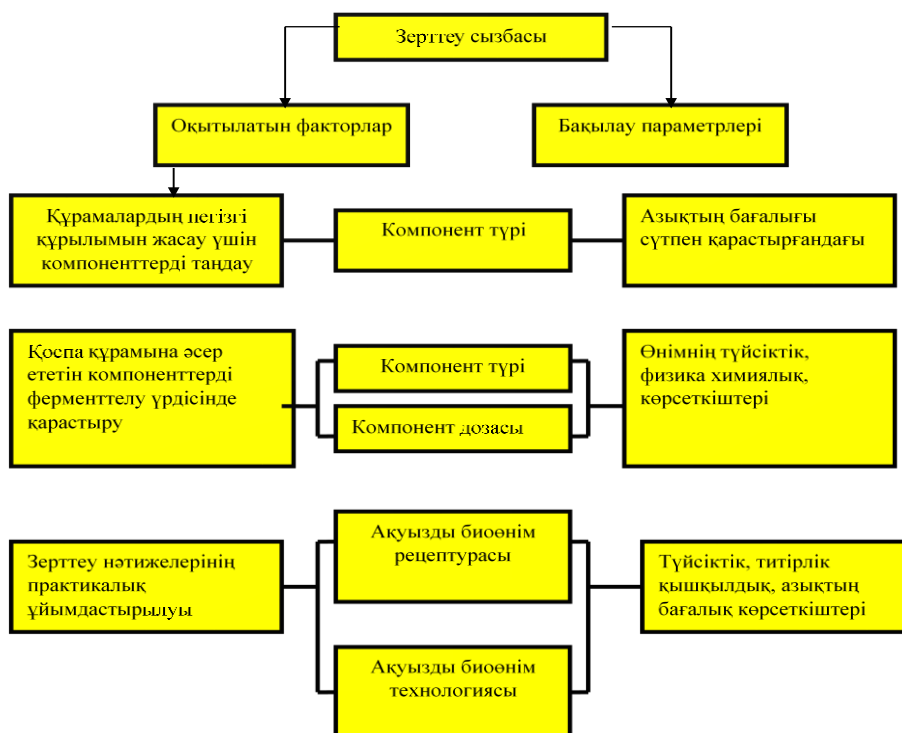
Өсімдік текті ақуыздың көзі ретінде сояны тағам өнімдерінің шикізаты ретінде пайдалану ақуыз тапшылығы мәселесін шешудің тиімді жолдарының бірі болып табылады. Осыған байланысты соя ақуызын ет және сүт өнімдерінің құрамына енгізу ұсынылады. Мұндай өнімдерді өндіру барысында жеміс шырындары, тосаптар, органикалық қышқылдар, табиғи хош иістендіргіштер және басқа да қоспалар нормативтік талаптарға сәйкес мөлшерде қолданылады. Сонымен қатар соя шикізаты вегетариандық тағам өндірісінде де кеңінен пайдаланылады [14].

Зерттеу нысандары ретінде МемСТ 13264-80 талаптарына сәйкес келетін, тығыздығы кемінде 1,029 г/см³ болатын, сапасы 1-сорттан төмен емес сиыр сүті, сондай-ақ тығыздығы кемінде 1,030 г/см³, қышқылдығы 190°Т-дан аспайтын 1-сортты сүттен алынған майсыздандырылған сиыр сүті қолданылды. Сонымен қатар, ашытқы ретінде таза сүтқышқылды стрептококк дақылдары пайдаланылды. Зерттеу жұмысына қажетті соя концентраты Семей

қаласындағы «Каликанулы» ЖШС кәсіпорнынан алынды. Зерттеу барысында өсімдік текті ақуыз көзі ретінде тағамдық мақсаттағы соя ақуыз концентраты қолданылды. Қолданылған шикізат өндірістік жолмен алынған және тағам қауіпсіздігіне қойылатын қолданыстағы нормативтік талаптарға сәйкес келеді. Сонымен қатар пайдаланылған соя концентраты генетикалық модификацияланбаған шикізатқа жатады, бұл жеткізуші кәсіпорынның ілесіме құжаттарымен расталады. Өндірістік өңдеу технологиясы барысында соя шикізатына жылулық өңдеу жүргізілетіндіктен, антипитеттік факторлардың, соның ішінде трипсин ингибиторларының белсенділігі төмендетіледі немесе толық инактивацияланады. Бұл ақуыздың биологиялық қолжетімділігін арттырып, өнімнің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. [15].

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде майсыздандырылған сүтке соя концентратын қосу арқылы ақуыз құрамы байытылған сүт өнімін алу мүмкіндігі анықталды. Зерттеу барысында жалпыға танылған және кеңінен қолданылатын әдістер, атап айтқанда стандартты шикізат негізінде дайындалған дайын өнімдердің физика-химиялық қасиеттерін анықтау әдістері пайдаланылды. Алынған дайын өнімнің химиялық құрамын зерттеу және қауіпсіздігі СанПиН талаптарына сай жүргізілді.

Сурет 1. жүргізілген зерттеулердің кезеңдік схемасы



Дайындалған ақуызды өнім мен пайдаланылған шикізаттардың физика-химиялық көрсеткіштері мемлекеттік стандарт талаптарына сәйкес зерттелді. Өнімнің химиялық құрамы мен қасиеттерін анықтау үшін кешенді әдістер қолданылды. Органолептикалық бағалау барысында өнімнің консистенциясы, тығыздығы, түсі, дәмі және иісі анықталды. Май, ылғал, құрғақ заттар, көмірсулар мен ақуыздардың массалық үлесі МемСТ 5867-90, МемСТ 3626-70 және МемСТ 25179-90 стандарттарына сәйкес жалпыға танылған әдістермен анықталды.

Өнімнің белсенді қышқылдығы электрометриялық әдіспен рН-121 құрылғысында өлшенді (өлшеу диапазоны 4,0–9,0 рН, қателік шегі $\pm 0,05$ рН). Ұйытқы мен дайын өнімдегі микроорганизмдер саны ТУ 10-02-02-789-192-95 талаптарына сәйкес ГМС және ГМК-1 қоректік орталарында шекті жағу әдісі арқылы анықталды.

Өнімдердің антибактериялық белсенділігі М.С. Полонский әдістемесіне негізделген дәйекті жағу тәсілімен бағаланды. Ұйытынды алдын ала фильтрацияланып, алынған сарысу №3 мембраналық сүзгі арқылы Зейтц фильтрінен өткізілді. Кейін 1 мл гидролизденген сүт стерильді пробиркаға құйылып, рН 6,0 болатын стерильді сумен үш еселік сұйылту жүргізілді. Бірінші пробиркаға 1 мл стерильді фильтрат қосылып, дәйекті жағу қатары дайындалды. Әрбір пробиркаға 500 млн бактерия жасушасы енгізіліп,

тәуліктік инкубация жүргізілді. Бақылау үлгілерінде ашытқы фильтраты қосылмаған жағдайда микроорганизмдердің өсуі тіркеліп, салыстырмалы өсім қарқыны бағаланды.

Өнімдердің қауіпсіздік көрсеткіштері Қазақстан Республикасының санитариялық-эпидемиологиялық талаптарына сәйкес бағаланды. Микроорганизмдердің морфологиялық қасиеттері метилен көгімен бояу және Грам әдісі бойынша иммерсиялық жүйеде микроскопиялық зерттеу арқылы анықталды (үлкейту – 90×, иммерсиялық май қолданылды).

Нәтижелер және оларды талқылау

Соя концентратының сүтке оңтайлы мөлшерін анықтау мақсатында 1 литр майсыздандырылған сүтке әртүрлі пайыздық мөлшерде соя концентраты қосылып, тәжірибелік үлгілер дайындалды. Соя концентраты 40–45°C температурадағы сүтке ерітілді. Тәжірибеде төрт үлгі әзірленіп, олардың әрқайсысы орголептикалық көрсеткіштері бойынша бағаланды. Зерттеу нәтижесінде №2 үлгі ең қолайлы деп танылды, онда соя концентратының мөлшері 20% құрады. Бұл үлгіде дәмдік және консистенциялық көрсеткіштер жоғары деңгейде болды. Майсыздандырылған сүт құрамындағы ферменттердің әсерінен сояға тән жағымсыз иіс пен дәмнің төмендеуі байқалды. Сонымен қатар 40°C температурада соя концентратының толық еру уақыты шамамен 60 минутты құрады (Кесте 1).

Кесте 1. Соя концентратының еру уақыты

Ұзақ мерзімге сақталу уақыты, мин	Титрленетін қышқылдық, °Т	Белсенді қышқылдық (рН)	Соя концентратының еруінің %-дық көрсеткіші	Орголептикалық көрсеткіштері	
				Консистенциясы	Дәмі мен иісі
20	20,0+0,1	6,76+0,1	70	Қанағаттанарлық	Сояның әлсіздендірілген дәмі бар
30	21,5+0,4	6,78+0,1	85	Жақсы	Сояның әлсіздендірілген дәмі бар
40	23,5+0,4	6,78+0,1	95	Жақсы	Сояның әлсіздендірілген дәмі бар
60	26,0+0,3	6,76+0,1	95	Тығыз көпіршікті	Қышқыл дәмі бар

Зерттеу барысында ұйытқы ретінде термофильді стрептококк пен ацидофильді таяқшалардың 2:3 арақатынастағы қоспасы пайдаланылды. Дайын өнімдегі бактериялардың органолептикалық сапасына әсерімен қатар, олардың физика-химиялық қасиеттері де кешенді түрде зерттелді. Жұмыс нәтижесінде сүтқышқылды бактериялардың штамдары мен ашытқы комбинациялары құрастырылып, тиімді нұсқалар іріктеліп алынды.

Сүт өнімдерінің дәмдік, дәрумендік және көмірсулық құрамын арттыру мақсатында зерттеуге итмұрын мен таңқурай жемістерінің шәрбәттері енгізілді. Бұл жемістердің ерекшелігі – құрамында биологиялық белсенді қосылыстар мен дәрумендердің мол болуы. Итмұрын шәрбәтінің химиялық құрамы бойынша құрғақ заттар мөлшері 72,0 %, көмірсулар – 18,0 %, ал дәрумендер арасында ең жоғары көрсеткіш Д дәруменіне тиесілі – 500 мг. Сонымен қатар, В1 – 2,0 мг, В2 – 2,0 мг, В6 – 2,0 мг, В12 – 0,004 мг, РР – 30,0 мг, А – 2,0 мг, Е – 15,0 мг, С дәрумені – 300 мг мөлшерінде анықталды. Минералдық құрамында биотин – 0,35 мг, темір – 20,0 мг, йод – 0,30 мг, пантотен қышқылы – 10,0 мг, фолий қышқылы – 0,70 мг және басқа қосалқы заттар – 4,50 мг болды. Таңқурай шәрбәтінің химиялық құрамында құрғақ заттар – 74,0 г, ақуыздар – 0,6 г, майлар – 0,2 г, көмірсулар – 70,4 г, тағамдық талшықтар – 2,0 г, органикалық қышқылдар – 0,5 г, күл – 0,3 г мөлшерінде анықталды. Минералдық заттар қатарында натрий – 14 мг, калий – 168 мг, кальций – 19,0 мг, магний – 10,0

мг, фосфор – 16,0 мг, темір – 1,2 мг тіркелді. Дәрумендер құрамында каротин – 20,0 мг, РЭ – 3,0 мг, НЭ – 0,5 мг, ТЭ – 0,5 мг, В1 – 0,01 мг, В2 – 0,04 мг, РР – 0,4 мг, С – 7,4 мг болды.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша, итмұрын мен таңқурай шәрбәттерін 10% мөлшерде қосу өнімнің дәмдік және иістік қасиеттерін жақсартатыны анықталды. Алайда дәмдеуіштердің мөлшері 15%-ға жеткенде, әсіресе итмұрын шәрбәті қолданылғанда, өнімнің дәмдік сапасы төмендейтіні байқалды. Зерттеу нәтижесінде алынған ақуызды био-өнімнің тағамдық құрамы келесідей болды: ақуыздар – 26,7 г, майлар – 9 г, көмірсулар – 9,4 г, органикалық қышқылдар – 1 г, күл – 1 г. Минералдық заттар бойынша натрий – 41 мг, калий – 112 мг, кальций – 104 мг, магний – 23 мг мөлшерінде анықталды. Сонымен қатар, өнімде В1, В2, РР, С, Е топтарының дәрумендері тіркелді. Өнімнің энергетикалық құндылығы 178 ккал құрады.

Өнімнің оңтайлы сақтау мерзімі 60 сағат ретінде сақтау барысында жүргізілген физика-химиялық және органолептикалық бақылаулардың нәтижелері бойынша анықталды. Зерттеу кезінде дайын өнім +4±2°C температурада сақталып, 0, 24, 48 және 60 сағат аралықтарында сапа көрсеткіштері бағаланды. Бағалау критерийлері ретінде титрленетін қышқылдық (°Т), белсенді қышқылдық (рН) және органолептикалық көрсеткіштер (дәмі, иісі, консистенциясы, сарысу бөлінуі) алынды.

Кесте 2. Өнімнің сақтау барысында сапа көрсеткіштерінің өзгеруі (+4±2°C)

Сақтау уақыты, сағ	Титрленетін қышқылдық, °Т	Белсенді қышқылдық, рН	Колиформдар (БГКП)	Дәмі мен иісі	Консистенциясы / сарысу бөлінуі
0	70–72	4,6–4,8	жоқ	Таза қышқыл-сүт дәмі	Біртексті, тұрақты
24	72–74	4,5–4,7	жоқ	Қышқыл дәмі бірқалыпты	Тығыз, аздап көпіршікті
48	74–76	4,4–4,6	жоқ	Қышқыл дәмі күшейеді	Тығыз, әлсіз бөліну байқалуы мүмкін
60	76–78	4,3–4,5	жоқ	Қышқыл дәмі айқын	Тығыз, көпіршікті, құрылым тұрақтылығы төмендейді

Зерттеу нәтижелері сақтау уақытының ұзаруына байланысты өнімнің титрленетін қышқылдығының біртіндеп артатынын көрсетті. 60 сағаттан кейін өнімде қышқыл дәмнің айқын күшеюі, құрылымының тығыздалып көпіршіктенуі және органолептикалық көрсеткіштердің

төмендеуі байқалды. Аталған өзгерістер осы уақыт кезеңінен кейін өнімнің сапалық тұрақтылығының бұзыла бастайтынын көрсетті. Сондықтан қышқылдық динамикасы мен органолептикалық тұрақтылықтың шектік мәндерін ескере отырып,

өнімнің оңтайлы сақтау мерзімі 60 сағат деп белгіленді.

Микробиологиялық қауіпсіздік көрсеткіштерін бағалау барысында санитарлық-көрсеткіш микроорганизмдер ретінде колиформды бактериялардың (БГКП) болуы бақыланды. Зерттеу нәтижесінде барлық сақтау кезеңінде өнім үлгілерінде колиформды бактериялар анықталған жоқ, бұл өнімнің санитариялық-гигиеналық талаптарға сәйкестігін көрсетеді. Сонымен қатар сақтау мерзімін негіздеуде қышқылдық көрсеткіштерімен бірге колиформды бактериялардың болмауы негізгі қауіпсіздік критерийлерінің бірі ретінде қарастырылды.

Соя концентратын сүт өнімдерінің құрамына енгізу өнімнің тағамдық құндылығын арттыру мүмкіндігін көрсеткенімен, оны қолдану кезінде белгілі бір шектеулер мен тәуекелдерді ескеру қажет. Соя ақуызы тағамдық аллергиялардың қатарына жататындықтан, өнімді өндірістік практикаға енгізу барысында тұтынушылардың сезімтал топтары үшін қауіпсіздік мәселелері маңызды болып табылады. Осыған байланысты дайын өнімді таңбалау кезінде аллергиялық компоненттердің болуы туралы ақпарат нормативтік талаптарға сәйкес нақты көрсетілуі тиіс.

Сонымен қатар соя концентратының өнімнің органолептикалық қасиеттеріне әсері сақтау мерзіміне байланысты өзгеруі мүмкін. Ұзақ сақтау кезінде сояға тән дәм мен иістің айқындалуы, құрылым тұрақтылығының төмендеуі (тұнба түсу немесе бөліну құбылыстары), сондай-ақ қышқылдық деңгейінің өзгеруі нәтижесінде сенсорлық көрсеткіштердің нашарлауы ықтимал. Сондықтан соя ақуызы енгізілген өнімдер үшін сақтау кезеңіндегі сапалық тұрақтылықты бағалау және олардың қолданыстағы нормативтік-құқықтық талаптарға сәйкестігін анықтау зерттеудің практикалық маңызын арттырады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша дайындалған ақуызбен байытылған өнімнің майлылық деңгейі үлгілер арасында айтарлықтай айырмашылық көрсетпегені анықталды. Өнімнің минералдық құрамы кальций, фосфор және темір мөлшерінің жоғары болуымен сипатталып, оның тағамдық және биологиялық құндылығын арттыратыны дәлелденді.

Физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштердің өзгеру динамикасын бағалау нәтижесінде өнімнің оңтайлы сақтау мерзімі 60 сағат деп белгіленді. Осы кезең ішінде қышқылдық көрсеткіштерінің нормативтік шектерде сақталуы және органолептикалық қасиеттерінің тұрақтылығы қамтамасыз етілді.

Алынған нәтижелер соя концентратын майсыздандырылған сүт құрамына енгізу арқылы тағамдық құндылығы жоғары, ақуыз мөлшері арттырылған өнім алу мүмкіндігін көрсетті. Өнім құрамындағы минералдық заттардың жоғары болуы оның функционалдық бағыттағы тағам өнімі ретінде қолдану перспективаларын айқындайды.

Ересек адамдар үшін ұсынылатын тәуліктік тұтыну мөлшері шамамен 200 г құрайды. Шикізаттың қолжетімділігі мен технологиялық тиімділігін ескере отырып, ұсынылған өнімді жергілікті сүт өңдеу кәсіпорындарында өндірістік көлемде өндіру мүмкіндігі бар.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Адильбаева А.С. Экологиялық мәселелер және азық-түлік қауіпсіздігі / А.С. Адильбаева – Семей: Интеллект, 2023. – 112 б.
2. Құлымбетова Г.К., Тәшімбаев Т.С. Тағам өндірісінің микробиологиясы / Г.К. Құлымбетова, Т.С. Тәшімбаев – Алматы: Бастау, 2022. – 312 б.
3. Мырзабеков С.К. Тағам өндірісінің жалпы технологиясы / С.К. Мырзабеков – Алматы: Білім, 2020. – 280 б.
4. Жолмұхамедова Г.Ж. Тағам өндірісіндегі инновациялық технологиялар / Г.Ж. Жолмұхамедова – Алматы: Экономика, 2021. – 198 б.
5. Сейілханова Г.Т. Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасын бағалау / Г.Т. Сейілханова – Астана: Фолиант, 2022. – 292 б.
6. Голубева Л.В. Технология молока и молочных продуктов. Молочные консервы: учебник и практикум для вузов / Л.В. Голубева – М.: Юрайт, 2020. – 392 с.
7. Храмов А.Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учебное пособие / А.Г. Храмов – СПб.: ГИОРД, 2011. – 424 с.
8. Тоқтағанова Ж.К. Сүт технологиясындағы ферментация процестері / Ж.К. Тоқтағанова – Алматы: Нұр-пресс, 2020. – 180 б.
9. Құлшынбаев М.М. Тағам өндірісіндегі биотехнология негіздері / М.М. Құлшынбаев – Алматы: Эверо, 2021. – 240 б.
10. Баймағамбетов Н.С. Сүт өнімдерінің химиясы / Н.С. Баймағамбетов – Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 175 б.
11. Қасымбекова Р.А. Сүт және сүт өнімдері технологиясы / Р.А. Қасымбекова – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – 256 б.
12. Әбдіғарова А.Е., Жүнісова А.Ш. Функционалдық тағам өнімдері / А.Е. Әбдіғарова, А.Ш. Жүнісова – Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 210 б.
13. Кобцев М.Ф., Рагимов Г.И., Иванова О.А. Технология молока и молочных продуктов: учебник / М.Ф. Кобцев, Г.И. Рагимов, О.А. Иванова – М.: Лань, 2020.

14. Тәттібаева А.Қ. Өсімдік тектес биологиялық белсенді заттар / А.Қ. Тәттібаева – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 230 б.

15. Дүйсенбекова Қ.А. Тағам өнімдерінің технологиялық жабдықтары / Қ.А. Дүйсенбекова – Алматы: Білім, 2020. – 260 б.

REFERENCES

1. Adilbayeva, A.S. (2023). Ekologiyalyk мәseleler zhәне azyq-tүlik qauipsizdigi [Environmental Issues and Food Safety]. Semey: Intellect. 112 p. (in Kazakh).
2. Qulymbetova, G.Q., & Täshimbaev, T.S. (2022). Tagham өndirisiniң mikrobiologiyasy [Microbiology of Food Production]. Almaty: Bastau. 312 p. (in Kazakh).
3. Myrzabekov, S.K. (2020). Tagham өndirisiniң zhalpy tekhnologiyasy [General Technology of Food Production]. Almaty: Bilim. 280 p. (in Kazakh).
4. Zholmukhamedova, G.Zh. (2021). Tagham өndirisinderi innovatsiyalyq tekhnologiyalar [Innovative Technologies in Food Production]. Almaty: Ekonomika. 198 p. (in Kazakh).
5. Seilkhanova, G.T. (2022). Tagham өnimderiniң qauipsizdigi zhәне sapasyn bagalau [Safety and Quality Assessment of Food Products]. Astana: Foliant. 292 p. (in Kazakh).
6. Golubeva, L.V. (2020). Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov. Molochnye konservy: uchebnyk i praktikum dlya vuzov [Technology of Milk and Dairy Products. Dairy Preserves]. Moscow: Yurait. 392 p. (in Russian).
7. Khramtsov, A.G. (2011). Tekhnologiya produktov iz vtorichnogo molochnogo syr'ya: uchebnoe posobie [Technology of Products from Secondary Dairy Raw Materials]. Saint Petersburg: GIOR. 424 p. (in Russian).
8. Toqtaganova, Zh.K. (2020). Süt tekhnologiyasyndaғы fermentatsiya protsesteri [Fermentation Processes in Milk Technology]. Almaty: Nur-Press. 180 p. (in Kazakh).
9. Qulshynbaev, M.M. (2021). Tagham өndirisinderi biotekhnologiya negizderi [Fundamentals of Biotechnology in Food Production]. Almaty: Evero. 240 p. (in Kazakh).
10. Baimagambetov, N.S. (2019). Süt өnimderiniң khimiyasy [Chemistry of Dairy Products]. Almaty: Qazaq University. 175 p. (in Kazakh).
11. Kasymbekova, R.A. (2021). Süt zhәне süt өnimderi tekhnologiyasy [Technology of Milk and Dairy Products]. Almaty: Qazaq University. 256 p. (in Kazakh).
12. Abdigaparova, A.E., & Zhunisova, A.Sh. (2019). Funktsionaldyq tagham өnimderi [Functional Food Products]. Almaty: Qazaq University. 210 p. (in Kazakh).
13. Kobtsev, M.F., Ragimov, G.I., & Ivanova, O.A. (2020). Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov: uchebnyk [Technology of Milk and Dairy Products: Textbook]. Moscow: Lan'. (in Russian).
14. Tattibayeva, A.K. (2018). Ösimdik tektes biologiyalyq belsendi zattar [Plant-Derived Biologically Active Compounds]. Almaty: Qazaq University. 230 p. (in Kazakh).
15. Duysenbekova, K.A. (2020). Tagham өnimderiniң tekhnologiyalyq zhabyqtary [Technological Equipment of Food Production]. Almaty: Bilim. 260 p. (in Kazakh).

ПОРОШОК ИЗ ШЕЛКОВИЦЫ В СРАВНЕНИИ С ПОРОШКАМИ РАСПРОСТРАНЁННЫХ ЯГОД: СОСТАВ И СВОЙСТВА

А.Х. ДУСМАТОВ  *

(Политехнический институт Таджикского технического университета имени М.С.Осими,
Таджикистан, 735700, г. Худжанд, проспект И.Сомони 226)
Электронная почта автора корреспондента: ummat1995@gmail.com*

В работе представлена сравнительная характеристика порошка из шелковицы и порошков из распространённых ягод (черника, малина, клюква, облепиха, клубника) с точки зрения органолептических свойств, пищевой ценности и технологической пригодности. Актуальность исследования обусловлена расширением ассортимента концентрированных ягодных продуктов, получаемых путём обезвоживания и измельчения сырья, что обеспечивает удобство хранения, снижение сезонной зависимости и широкие возможности применения в пищевой промышленности. Показано, что состав и функциональные свойства ягодных порошков зависят как от вида исходного сырья, так и от технологии сушки, при этом витамин С является наиболее чувствительным к термической обработке компонентом. Особое внимание уделено порошку из шелковицы, отличающемуся высокой природной сладостью, низкой кислотностью, содержанием пищевых волокон и минеральных веществ, включая железо. Проведённая лабораторная оценка по семи показателям (сладость, кислотность, цвет, растворимость, влажность, аромат, общая оценка) показала его наивысший интегральный результат. Установлено, что шелковичный порошок является наиболее универсальным для повседневного применения и перспективным ингредиентом функционального питания, тогда как другие ягодные порошки целесообразно использовать с учётом их специфических свойств и целевого назначения.

Ключевые слова: шелковица, порошок, ягодные порошки, антиоксиданты, витамин С, пищевая ценность, функциональное питание.

ТҮТ ҰНТАҒЫН ҚАРАПАЙЫМ ЖИДЕК ҰНТАҚТАРЫМЕН САЛЫСТЫРУ: ҚҰРАМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ

А.Х. ДУСМАТОВ

(М. С. Осими атындағы Тәжік техникалық университетінің политехникалық институты,
Тәжікстан, 735700, Худжанд қаласы, И. Сомони даңғылы, 226)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ummat1995@gmail.com*

Жұмыста органолептикалық қасиеттері, тағамдық құндылығы және технологиялық жарамдылығы тұрғысынан тұт ұнтағы мен кең таралған жидек ұнтақтарының (қаражидек, таңқурай, мүкжидек, шырғанақ, құлпынай) салыстырмалы сипаттамасы ұсынылған. Зерттеудің өзектілігі – шикізатты сусыздандыру және ұнтақтау арқылы алынатын концентренген жидек өнімдерінің ассортиментінің кеңеюімен байланысты. Бұл сақтау қолайлылығын қамтамасыз етеді, маусымдық тәуелділікті төмендетеді және тағам өнеркәсібінде кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Жидек ұнтақтарының құрамы мен функционалдық қасиеттері бастапқы шикізат түріне де, кептіру технологиясына да тәуелді екені көрсетілді, ал С дәрумені термиялық өңдеуге ең сезімтал компонент болып табылады. Ерекше назар табиғи тәттілігі жоғары, қышқылдығы төмен, тағамдық талшықтар мен минералдық заттарға, соның ішінде темірге бай тұт ұнтағына аударылды. Жеті көрсеткіш бойынша (тәттілік, қышқылдық, түс, еруі, ылғалдылық, хош иіс, жалпы баға) жүргізілген зертханалық бағалау оның ең жоғары интегралдық нәтижеге ие болғанын көрсетті. Тұт ұнтағы күнделікті қолдануға ең әмбебап әрі функционалдық тамақтану үшін перспективалы ингредиент екені анықталды, ал басқа жидек ұнтақтарын олардың өзіндік қасиеттері мен мақсатты қолданылуына қарай пайдалану орынды болып табылады.

Негізгі сөздер: тұт, ұнтақ, жидек ұнтақтары, антиоксиданттар, С дәрумені, тағамдық құндылығы, функционалды тамақтану.

SILK POWDER COMPARED TO COMMON BERRY POWDERS: COMPOSITION AND PROPERTIES

A.KH. DUSMATOV

(Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after M.S.

226 I. Somoni Avenue, Khujand, 735700, Osimi, Tajikistan)

Corresponding author's email: ummat1995@gmail.com*

The paper presents a comparative characterization of mulberry powder and powders from commonly consumed berries (blueberry, raspberry, cranberry, sea buckthorn, strawberry) in terms of organoleptic properties, nutritional value, and technological suitability. The relevance of the study is обусловлена the expansion of the range of concentrated berry products obtained through dehydration and grinding of raw materials, which ensures convenient storage, reduced seasonal dependence, and broad application in the food industry. It is shown that the composition and functional properties of berry powders depend both on the type of raw material and on the drying technology used, with vitamin C being the component most sensitive to thermal processing. Special attention is given to mulberry powder, which is characterized by high natural sweetness, low acidity, and the presence of dietary fiber and minerals, including iron. Laboratory evaluation based on seven indicators (sweetness, acidity, color, solubility, moisture/stability, aroma, and overall score) demonstrated that it achieved the highest integral result. It was established that mulberry powder is the most versatile for daily use and a promising ingredient for functional nutrition, whereas other berry powders should be selected according to their specific properties and intended applications.

Keywords: mulberry, powder, berry powders, antioxidants, vitamin C, nutritional value, functional nutrition.

Введение

В последние годы заметно расширился ассортимент продуктов, которые выпускаются в концентрированной форме и предназначены для упрощения повседневного питания. К таким продуктам относятся порошки из ягод и фруктов, получаемые путём удаления влаги и последующего измельчения сырья [1, 2]. Подобный способ переработки позволяет снизить сезонную зависимость потребления ягод, повысить удобство хранения, уменьшить массу и объём продукта при транспортировке, а также расширить возможности его применения в пищевых технологиях.

Ягодные порошки представляют интерес не только как ароматические и вкусовые добавки, но и как потенциальные источники биологически активных веществ. Однако их питательная ценность и функциональные свойства значительно различаются, поскольку зависят как от вида исходной ягоды, так и от способа сушки (конвективная, инфракрасная, лиофильная и др.) [1, 3]. Наиболее чувствительными к технологическим условиям считаются витамин С и часть фенольных соединений [3], тогда как пищевые волокна и минеральные компоненты сохраняются более стабильно [4, 2].

Особое место среди ягодных порошков занимает порошок из шелковицы (*Morus spp.*), поскольку он обладает выраженной природной сладостью и сравнительно низкой кислотностью [5-7]. Это отличает его от большинства традиционных ягодных порошков, в которых

доминирует кисло-сладкий или кислый вкус. Указанные свойства делают шелковичный порошок удобным для использования в качестве компонента функционального питания, а также как натуральный подсластитель при разработке рецептур продуктов с уменьшенным содержанием добавленного сахара [6, 7].

Целью настоящей работы является сравнительная характеристика порошка из шелковицы и порошков из наиболее распространённых ягод (черника, малина, клюква, облепиха, клубника) по ряду ключевых критериев: вкусовым особенностям, кислотности, предполагаемой антиоксидантной активности, содержанию витаминов и минералов, а также возможным направлениям практического применения в пищевой промышленности и домашнем рационе.

Материалы и методы исследований

1. Общая характеристика ягодных порошков. Ягодные порошки относятся к продуктам глубокой переработки растительного сырья, получаемым путём обезвоживания ягод с последующим механическим измельчением до мелкодисперсного состояния [1]. Основная технологическая задача при их производстве заключается в снижении массовой доли влаги до значений, обеспечивающих микробиологическую стабильность, сохранность вкусоароматических компонентов и возможность длительного хранения без применения химических консервантов [1]. В результате получается концентрированный продукт, который удобно дозировать и исполь-

зовать как в бытовом рационе, так и в пищевых технологиях.

С практической точки зрения ягодные порошки рассматриваются как универсальные ингредиенты, выполняющие одновременно несколько функций: вкусоароматическую (усиление вкуса и запаха), цветообразующую (натуральное окрашивание продукта) и нутриентную (обогащение витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и фенольными соединениями) [4, 8]. Благодаря высокой концентрации сухих веществ порошки могут применяться при производстве напитков, йогуртов, десертов, кондитерских изделий, сухих смесей, каш быстрого приготовления и функциональных продуктов [2].

Ключевым фактором, определяющим качество ягодного порошка, является технология удаления влаги. Наиболее распространёнными способами являются конвективная сушка (горячим воздухом), инфракрасная обработка, вакуумная сушка и лиофилизация (сублимационная сушка) [1, 3]. При использовании высокотемпературных режимов часть термолабильных соединений, прежде всего витамин С, может разрушаться, а интенсивность аромата — снижаться [3]. В то же время лиофильная сушка считается более щадящей технологией, поскольку позволяет сохранить большую долю биологически активных веществ и исходный вкусовой профиль ягод [1, 3].

Не менее важным параметром является степень измельчения и однородность порошка, которые влияют на его растворимость, равномерность распределения в продукте и органолептическое восприятие. Слишком грубые частицы могут ухудшать текстуру напитков и кремовых изделий, а чрезмерно мелкое измельчение повышает склонность порошка к слеживаемости и гигроскопичности. Поэтому производители стремятся соблюдать баланс между мелкодисперсностью и стабильностью продукта при хранении [2].

Таким образом, ягодные порошки можно рассматривать как перспективную форму переработки ягодного сырья, сочетающую длительную сохранность, удобство применения и потенциальную функциональную ценность. Однако при оценке их свойств необходимо учитывать, что итоговый состав зависит не только от вида ягоды, но и от условий технологической обработки, что особенно важно при сравнительном анализе различных видов порошков [1, 3].

2. Особенности порошка из шелковицы. Шелковица — традиционная ягода, широко употребляемая в странах Центральной Азии,

Кавказа и Востока. В сушёном виде она сохраняет сладость, а после измельчения превращается в питательный порошок [5, 7].

2.1. Преимущества порошка из шелковицы. Порошок из шелковицы обладает рядом особенностей, выгодно отличающих его от порошков из других ягод. Одним из главных преимуществ является натуральная сладость, благодаря которой продукт может использоваться как естественный подсластитель без добавления сахара [6, 7]. Это особенно актуально для людей, которые стремятся снизить употребление рафинированных сладостей.

Также важной характеристикой является мягкое воздействие на желудочно-кишечный тракт. В отличие от порошков кислых ягод (например, клюквы или смородины), шелковица содержит меньше органических кислот и легче переносится людьми с чувствительным желудком [4, 7].

Следует отметить, что потребительская ценность шелковичного порошка определяется не только его химическим составом, но и органолептическими характеристиками. Большинство ягодных порошков имеет выраженную кислотность, что ограничивает их самостоятельное использование и требует введения подсластителей или смешивания с другими компонентами. В отличие от них, порошок из шелковицы обладает природной сладостью, благодаря чему может применяться в рецептурах без дополнительного сахара, сохраняя натуральность и снижая общую сахарную нагрузку рациона [5, 6, 7].

Кроме того, шелковица отличается богатым минеральным составом, в частности наличием железа, что позволяет рассматривать её как продукт, полезный при утомляемости и слабости (как элемент питания) [2]. Значима и поддержка сердечно-сосудистой системы: в составе шелковицы присутствуют антиоксиданты и флавоноиды, снижающие окислительный стресс [7, 8].

Дополнительным преимуществом является наличие пищевых волокон, способствующих улучшению пищеварения и нормализации обмена веществ [4].

3. Сравнение порошка из шелковицы с порошками других ягод. Черника является одним из лидеров по содержанию антоцианов и антиоксидантов. Её порошок часто применяют в функциональном питании, направленном на поддержку сосудов и зрения [9, 10].

Малина содержит витамин С и органические кислоты, поэтому её порошок часто

рассматривают как продукт, поддерживающий организм в сезон простуд [11, 12].

Клюква известна высоким содержанием органических кислот и способностью поддерживать здоровье мочевыводящих путей [13, 14].

Облепиха является богатым источником каротиноидов и витамина Е, часто применяется для поддержки иммунитета и кожи [15, 16].

Клубника богата витамином С и ароматическими соединениями, но может вызывать аллергию у чувствительных людей [17, 18].

При интерпретации сравнительных данных важно учитывать технологический фактор. Даже при использовании одного и того же вида ягоды итоговый состав порошка может существенно отличаться в зависимости от режима обезвоживания и условий хранения. В частности, витамин С относится к наиболее нестойким компонентам и способен снижаться при воздействии повышенной

температуры и кислорода [3], тогда как пищевые волокна, минералы и часть полифенольных соединений сохраняются значительно лучше [4], [2]. Следовательно, показатели порошков одного наименования могут различаться у разных производителей, что следует учитывать при выборе продукта и при анализе его пищевой ценности [1, 3].

4. Таблица сравнения порошка из шелковицы и других ягод. Сравнение ягодных порошков показывает, что различия между ними формируются сразу по нескольким направлениям: вкусовому профилю, уровню кислотности, набору доминирующих биологически активных соединений и предполагаемому влиянию на организм. Для наглядного представления ключевых отличий ниже приведена таблица, отражающая основные характеристики наиболее распространённых ягодных порошков.

Таблица 1. Сравнительная характеристика порошка из шелковицы и порошков из других ягод (по данным источников [2, 5, 10, 13, 14, 15, 16])

Показатель	Шелковица	Черника	Малина	Клюква	Облепиха	Клубника
Вкус	сладкий	кисло-сладкий	кисло-сладкий	кислый	кислый	сладкий/кисло-сладкий
Кислотность	низкая	средняя	средняя	высокая	высокая	средняя
Антиоксиданты	средние/высокие	очень высокие	средние	средние	высокие	средние
Витамин С	средний	средний	высокий	средний	высокий	высокий
Железо	выше среднего	низкое	низкое	низкое	низкое	низкое
Клетчатка	высокая	средняя	средняя	средняя	средняя	средняя
Вероятность аллергии	низкая	низкая	средняя	низкая	низкая	выше средней
Лучшее применение	подсластитель, ежедневно	зрение, сосуды	простуда, иммунитет	мочевыводящая система	кожа, иммунитет	десерты, аромат

5. Особенности применения порошка из шелковицы в пищевой практике. В пищевой промышленности порошок из шелковицы рассматривается как перспективный компонент для производства продуктов с улучшенными вкусовыми качествами и натуральным составом. Благодаря сладкому вкусу он может частично заменять сахар в составе батончиков, сухих завтраков, детского питания и смесей для напитков [2, 6]. Кроме того, шелковичный

порошок способен улучшать цвет и аромат готового продукта, при этом сохраняя натуральное происхождение. По этой причине его использование становится актуальным в производстве продуктов, ориентированных на здоровое питание и снижение количества искусственных добавок [2, 3].

Оценка условная по шкале от 1 до 5 (1 — низкий уровень, 5 — высокий уровень).

Таблица 2. Условная сравнительная оценка ягодных порошков по ключевым характеристикам (составлено автором на основе [4, 5, 7, 9, 10, 15, 16])

Критерий	Шелковица	Черника	Малина	Клюква	Облепиха	Клубника
Натуральная сладость	5	3	3	1	2	4
Антиоксидантная активность	3	5	3	3	4	2
Мягкость для желудка	5	4	3	1	2	3

Результаты и их обсуждение

Лабораторная часть исследования была выполнена в условиях лаборатории института. Для сравнительного анализа использованы 6 образцов порошков: из шелковицы, черники, малины, клюквы, облепихи и клубники. Оценка проводилась по семи показателям: сладость,

кислотность, цвет, растворимость, влажность (стабильность сухого продукта), аромат, общая оценка. Все показатели оценивались по шкале 1–10 баллов (1 — минимальное проявление, 10 — максимальное проявление).

Таблица 3. Результаты сравнительной оценки ягодных порошков (составлено автором, шкала 1–10)

Образец порошка	Сладость	Кислотность	Цвет	Растворимость	Влажность/стабильность	Аромат	Общая оценка
Шелковица	10	2	7	9	8	7	9
Черника	5	5	9	7	8	8	8
Малина	6	6	8	7	7	9	8
Клюква	2	10	8	6	8	7	7
Облепиха	3	9	9	6	7	8	7
Клубника	7	5	8	7	7	9	8

Анализ полученных результатов. По результатам лабораторной оценки установлено, что порошок из шелковицы получил наивысшую общую оценку (9 баллов). Это связано прежде всего с максимальным показателем натуральной сладости (10 баллов), высокой растворимостью (9 баллов) и низкой кислотностью (2 балла). Данный профиль делает порошок из шелковицы наиболее удобным для повседневного применения, особенно в рецептурах напитков, каш, йогуртов и сухих смесей без необходимости добавления сахара.

Порошок черники показал наилучший результат по интенсивности цвета (9 баллов) и высокую общую оценку (8 баллов). Его свойства позволяют рассматривать данный продукт как перспективный ингредиент для функционального питания, ориентированного на антиоксидантную поддержку.

Порошок малины выделился наиболее выраженным ароматом (9 баллов), что делает его особенно востребованным в кондитерских и десертных технологиях. Общая оценка составила 8 баллов.

Порошок клюквы получил максимальный балл по кислотности (10 баллов) и минимальный по сладости (2 балла). Это подтверждает его выраженный кислый профиль и необходимость

комбинирования с другими ингредиентами. Несмотря на это, продукт сохраняет высокую ценность при разработке специализированных напитков и профилактических смесей.

Порошок облепихи характеризовался высокой кислотностью (9 баллов) и ярким цветом (9 баллов). Общая оценка составила 7 баллов, что связано с выраженным специфическим вкусом, который ограничивает его универсальность.

Порошок клубники показал высокую ароматичность (9 баллов), хорошую сладость (7 баллов) и сбалансированную кислотность (5 баллов), благодаря чему получил общую оценку 8 баллов. Однако при практической оценке отмечено, что данный продукт потенциально более аллергенен по сравнению с остальными образцами.

Таким образом, лабораторное сравнение подтверждает, что порошок из шелковицы является наиболее универсальным среди исследованных образцов. Он сочетает высокую сладость, низкую кислотность и хорошую технологическую пригодность, что делает его перспективным ингредиентом для функционального питания и пищевой промышленности.

Заклучение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что порошок из шелковицы занимает особую позицию среди ягодных порошков благодаря сочетанию органолептических и пищевых характеристик. Наиболее выраженным отличием является высокая природная сладость при относительно низкой кислотности, что делает данный продукт удобным для регулярного применения в рационе без необходимости добавления сахара или иных корректирующих компонентов [5-7]. Это качество особенно важно при разработке продуктов здорового питания и функциональных рецептур, ориентированных на снижение доли рафинированных подсластителей [2].

Дополнительным преимуществом шелковичного порошка является наличие пищевых волокон и минеральных веществ, включая железо, что расширяет потенциальные направления его использования в составе рационов, требующих повышения общей пищевой плотности продукта [2, 4]. В отличие от порошков кислых ягод (клюква, облепиха), шелковица характеризуется более мягким вкусовым воздействием, что может быть актуально для потребителей с чувствительным желудочно-кишечным трактом [4, 7].

Вместе с тем следует подчеркнуть, что порошки других ягод сохраняют высокую ценность и могут превосходить шелковицу по отдельным параметрам. Так, черника традиционно рассматривается как источник антоцианов и соединений с высокой антиоксидантной активностью [9, 10], облепиха выделяется богатством каротиноидов и витамина Е [15, 16], а клюква известна высокой концентрацией органических кислот и направленностью применения в профилактических диетах [13, 14]. Таким образом, выбор ягодного порошка целесообразно осуществлять с учётом конкретной цели употребления: для универсального ежедневного применения и улучшения вкуса без добавления сахара наиболее рациональным является порошок из шелковицы, тогда как для специализированных задач могут быть предпочтительны другие ягодные варианты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Переработка и сохранение фруктов и овощей: справочные материалы. — Рим: FAO, 2019.

2. Бхандари Б., Бансал Н. Распылительная сушка и пищевые порошки: свойства и применение // *Обзоры пищевой инженерии*. — 2019.

3. Ратти С. Горячий воздух и лиофилизация ценных пищевых продуктов: обзор изменений качества // *Журнал пищевой инженерии*. — 2001.

4. Всемирная организация здравоохранения. Здоровое питание и рекомендации по пищевым волокнам: информационный бюллетень. — Женева, 2020.

5. Министерство сельского хозяйства США. FoodData Central: шелковица (свежая и сушёная), пищевая ценность. — Вашингтон, 2020.

6. Kumar A. и др. Шелковица (*Morus spp.*): обзор пищевой ценности и лечебного потенциала // *Научные обзоры по функциональному питанию*. — 2018. — № 4. — С. 15–27.

7. Sánchez-Salcedo EM [и др.]. Шелковица (*Morus spp.*) как источник биологически активных соединений: состав и здоровье. *Food Research International*. — 2017.

8. Hassan M. и др. Полифенолы и антиоксидантная активность ягод и шелковицы // *Журнал пищевой химии*. — 2019. — Т. 12. — № 2. — С. 45–53.

9. Prior R. L. Антоцианы и антиоксидантная способность черники // *Журнал питания и биохимии*. — 2017. — Т. 28. — № 3. — С. 101–110.

10. Kalt W. [и др.]. Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins // *Advances in Nutrition*. — 2020.

11. Национальные институты здоровья. Витамин С и иммунная функция: обзор. — Бетесда, 2021.

12. Bowen-Forbes C. S., Zhang Y., Nair M. G. Anthocyanin content and antioxidant activity of raspberry // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. — 2010.

13. Jepson R. G. и др. Клюква для профилактики инфекций мочевыводящих путей: систематический обзор // *Кохрановская библиотека*. — 2012. — № 10.

14. Хауэлл А.Б. Проантоцианидины клюквы и здоровье мочевыводящих путей // *Molecular Nutrition & Food Research*. — 2007.

15. Suryakumar G., Gupta A. Облепиха: биологически активные вещества и польза для здоровья // *Фармакогнозия и фитотерапия*. — 2018. — Т. 6. — № 1. — С. 9–18.

16. Bal L. M. [и др.]. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*): bioactive compounds and health benefits // *Food Chemistry*. — 2011.

17. Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов. Аллергенность клубники и пищевая чувствительность: обзор. — Парма, 2016.

18. Asero R. Strawberry allergy: clinical features and allergen characterization // *Clinical and Translational Allergy*. — 2013.

REFERENCES

1. Prodoval'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya OON. Pererabotka i sokhranenie fruktov i ovoshchey: spravochnye materialy [Processing

and preservation of fruits and vegetables: reference materials]. – Rim: FAO, 2019. (in Russian)

2. Bhandari B., Bansal N. Spray drying and food powders: properties and applications // *Food Engineering Reviews*. – 2019.

3. Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review of quality changes // *Journal of Food Engineering*. – 2001.

4. Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya. Zdorovoe pitanie i rekomendatsii po pishchevym voloknam: informatsionnyy byulleten' [Healthy diet and dietary fibre recommendations: information bulletin]. – Zheneva, 2020. (in Russian)

5. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva SShA. FoodData Central: shelkovitsa (svezhaya i sushenaya), pishchevaya tsennost' [FoodData Central: mulberry (fresh and dried), nutritional value]. – Vashington, 2020.

6. Kumar A. et al. Mulberry (*Morus* spp.): review of nutritional value and therapeutic potential // *Functional Foods in Health and Disease*. – 2018. – № 4. – P. 15–27.

7. Sánchez-Salcedo E. M. et al. Mulberry (*Morus* spp.) as a source of bioactive compounds: composition and health effects // *Food Research International*. – 2017.

8. Hassan M. et al. Polyphenols and antioxidant activity of berries and mulberry // *Journal of Food Chemistry*. – 2019. – Vol. 12. – № 2. – P. 45–53.

9. Prior R. L. Anthocyanins and antioxidant capacity of blueberries // *Journal of Nutritional Biochemistry*. – 2017. – Vol. 28. – № 3. – P. 101–110.

10. Kalt W. et al. Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins // *Advances in Nutrition*. – 2020.

11. Natsional'nye instituty zdorov'ya. Vitamin C i immunnaya funktsiya: obzor [Vitamin C and immune function: review]. – Bethesda, 2021. (in Russian)

12. Bowen-Forbes C. S., Zhang Y., Nair M. G. Anthocyanin content and antioxidant activity of raspberry // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2010.

13. Jepson R. G. et al. Cranberries for preventing urinary tract infections: systematic review // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2012. – № 10.

14. Howell A. B. Cranberry proanthocyanidins and urinary tract health // *Molecular Nutrition & Food Research*. – 2007.

15. Suryakumar G., Gupta A. Sea buckthorn: bioactive substances and health benefits // *Pharmacognosy and Phytotherapy*. – 2018. – Vol. 6. – № 1. – P. 9–18.

16. Bal L. M. et al. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*): bioactive compounds and health benefits // *Food Chemistry*. – 2011.

17. Evropeyskoe agentstvo po bezopasnosti pishchevykh produktov. Allergenost' klubniki i pishchevaya chuvstvitel'nost': obzor [Strawberry allergenicity and food sensitivity: review]. – Parma, 2016. (in Russian)

18. Asero R. Strawberry allergy: clinical features and allergen characterization // *Clinical and Translational Allergy*. – 2013.

РАЗРАБОТКА И ТЕХНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЯГКОГО МОРОЖЕНОГО НА ОСНОВЕ СУБЛИМИРОВАННОГО ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА С ОБЛЕПИХОЙ

¹А.Т. ИБРАИХАН *, ¹А.Б. АБУОВА , ²М.Ж. КИЗАТОВА 

⁽¹⁾ Международный инженерно-технологический университет, 050060, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект аль-Фараби 93г/5

⁽²⁾ НАО Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, 050012, Республика Казахстан, г. Алматы, улица Толе би 94)

Электронная почта автора-корреспондента: ibraikhan.akniet0195@mail.ru*

Настоящее исследование посвящено разработке и техно-функциональному анализу мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока с добавлением концентрата облепихи. Целью работы являлось обоснование возможности использования сублимированного верблюжьего молока как гипоаллергенного сырья и оценка его влияния на технологические (структурная стабильность, устойчивость к таянию) и физико-химические характеристики низкотемпературного десерта. Методология исследования включала анализ жирнокислотного профиля, определение макро- и микроэлементного состава, а также оценку витаминного состава готового продукта с использованием инструментальных физико-химических методов анализа. Анализ жирнокислотного профиля показал преобладание насыщенных жирных кислот (78,6%), что обеспечивает высокую структурную стабильность продукта и повышенную устойчивость к таянию при эксплуатации, компенсируя особенности белковой матрицы верблюжьего молока, в частности, естественное отсутствие β -лактоглобулина — ключевого аллергена коровьего молока. Продукт обладает выраженной функциональной ценностью, так как подтвержден гипоаллергенный потенциал, а содержание витамина С составляет 634 мг/100 г (в тысячи раз превышает средние показатели для традиционных аналогов), благодаря синергии свойств верблюжьего молока и облепихи. Научная значимость работы заключается в расширении представлений о технологическом потенциале сублимированного верблюжьего молока в составе низкотемпературных десертов, а практическая значимость — в возможности применения полученных результатов при разработке функциональных продуктов специализированного питания. Вместе с тем выявлен выраженный дисбаланс макроэлементов: высокое содержание кальция (173,9 мг/100 г) и магния (88,0 мг/100 г) сопровождается резким дефицитом фосфора (15,0 мг/100 г) и калия (10,2 мг/100 г), а также отсутствием витамина D₃, что оказывает прямое влияние на функциональную ценность и физиологическую усвояемость продукта. Сделан вывод о необходимости обязательной технологической коррекции рецептуры путем введения калиевых фосфатов для восстановления физиологически приемлемого соотношения Са:Р и фортификации витамином D₃ для обеспечения максимальной биодоступности минералов. Впервые проведена комплексная техно-функциональная оценка мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока с учетом структурных, нутритивных и функциональных показателей.

Ключевые слова: верблюжье молоко, мягкое мороженое, гипоаллергенность, функциональное питание, минеральный дисбаланс, сублимация.

СУБЛИМИРЛЕНГЕН ТҮЙЕ СҮТІ МЕН ТЕҢІЗ ШЫРҒАНАҒЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖҰМСАҚ БАЛМҰЗДАҚТЫ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТЕХНО-ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ТАЛДАУЫ

¹А.Т. ИБРАИХАН*, ¹А.Б. АБУОВА, ²М.Ж. КИЗАТОВА

⁽¹⁾ Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті, 050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., аль-Фараби даңғылы 93г/5

⁽²⁾ С.Д. Асфендиярова атындағы «Қазақ ұлттық медицина университеті», 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к-сі, 94)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ibraikhan.akniet0195@mail.ru*

Мақаладағы зерттеу сублимацияланған түйе сүті (ТС) негізіндегі жұмсақ балмұздақты әзірлеуге және техникалық-функционалдық талдауға арналған. Жұмыстың мақсаты – сублимацияланған түйе сүтін гипоаллергенді шикізат ретінде қолдану мүмкіндігін негіздеу және оның төмен температуралық десерттің технологиялық (құрылымдық тұрақтылық, еруге төзімділік) және физика-химиялық қасиеттеріне әсерін бағалау болды. Зерттеу әдістемесіне май қышқылдарының профилін талдау, макро- және микроэлементтік құрамды

анықтау, сондай-ақ дайын өнімнің витаминдік құрамын құралдық физика-химиялық әдістермен бағалау кірді. Май қышқылдарының профилін талдау барысында қаныққан май қышқылдарының үстемдігі анықталды (78,6%), бұл өнімнің жоғары құрылымдық тұрақтылығын және пайдалану кезінде еруге төзімділігін қамтамасыз етеді, сонымен қатар түйе сүтінің ақуыздық матрицасының ерекшеліктерін, атап айтқанда, сиыр сүтінің негізгі аллергені – β -лактоглобулиннің табиғи болмауын өтейді. Өнім айқын функционалдық құндылыққа ие, себебі оның гипоаллергенді потенциалы расталды, ал С витаминінің мөлшері 634 мг/100 г құрайды (дәстүрлі аналогтармен салыстырғанда мыңдаған есе жоғары), бұл түйе сүті мен теңіз дәруменінің қасиеттерінің синергиясының нәтижесі. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы сублимациялық түйе сүтінің төмен температуралық десерттер құрамындағы технологиялық әлеуеті туралы түсінікті кеңейтуде, ал практикалық маңыздылығы – алынған макроэлементтерде критикалық дисбаланс анықталды: кальцийдің жоғары мөлшері (173,9 мг/100 г) мен магнийдің (88,0 мг/100 г) болуы фосфордың (15,0 мг/100 г) және калийдің (10,2 мг/100 г) айқын жетіспеушілігімен қатар жүреді, сондай-ақ D₃ витаминінің болмауы өнімнің функционалдық құндылығына және физиологиялық сіңімділігіне тікелей әсер етеді. Осыған байланысты рецептураны міндетті түрде технологиялық түзетуді, физиологиялық тұрғыдан қолайлы Са:Р қатынасын қалпына келтіру үшін калий фосфаттарын енгізуді және минералдардың максималды биожетімділігін қамтамасыз ету үшін D₃ витаминімен фортификациялауды қажет деп санауға болады.

Негізгі сөздер: түйе сүті, жұмсақ балмұздақ, гипоаллергендік, функционалдық тамақтану, минералдық теңгерімсіздік, сублимация.

DEVELOPMENT AND TECHNO-FUNCTIONAL ANALYSIS OF SOFT ICE CREAM BASED ON FREEZE-DRIED CAMEL MILK WITH SEA BUCKTHORN

¹A.T. IBRAIKHAN*, ¹A.B. ABUOVA, ²M. ZH. KIZATOVA

(¹ International Engineering and Technological University, 050060, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue 93g/5

² Asfendiyarov Kazakh National Medical University, 050000, Republic of Kazakhstan, Almaty, 94 Tole Bi Street)
Corresponding author's e-mail: ibraikhan.akniet0195@mail.ru*

This study focuses on the development and techno-functional evaluation of soft ice cream based on freeze-dried camel milk enriched with sea buckthorn concentrate. The aim was to substantiate the feasibility of using freeze-dried camel milk as a hypoallergenic raw material and to evaluate its influence on the technological (structural stability and melt resistance) and physicochemical properties of a low-temperature dessert. The research methodology included analysis of the fatty acid profile, determination of macro- and microelement composition, and assessment of vitamin content using instrumental physicochemical methods. The fatty acid profile analysis revealed a predominance of saturated fatty acids (78.6%), which contributes to improved structural stability and enhanced melt resistance. This effect compensates for the specific protein composition of camel milk, particularly the natural absence of β -lactoglobulin, a major allergen of cow's milk. The developed product demonstrated high functional potential: its hypoallergenic properties were confirmed, and the vitamin C content reached 634 mg/100 g, exceeding conventional analogues by several orders of magnitude due to the synergistic interaction between camel milk and sea buckthorn. The scientific significance of the study lies in expanding current understanding of the technological potential of freeze-dried camel milk in frozen dessert systems. The practical relevance is associated with the applicability of the obtained results in the development of functional and specialized nutrition products. At the same time, a pronounced imbalance in macroelement composition was identified. Elevated levels of calcium (173.9 mg/100 g) and magnesium (88.0 mg/100 g) were accompanied by critically low contents of phosphorus (15.0 mg/100 g) and potassium (10.2 mg/100 g), as well as the absence of vitamin D₃. These factors reduce mineral bioavailability and overall physiological value. Therefore, mandatory formulation correction was proposed through the introduction of potassium phosphates to restore a physiologically optimal Ca:P ratio and fortification with vitamin D₃ to enhance mineral absorption. For the first time, a comprehensive techno-functional assessment of soft ice cream based on freeze-dried camel milk was conducted, integrating structural, nutritional, and functional indicators.

Keywords: camel milk, soft ice cream, hypoallergenicity, functional nutrition, mineral imbalance, sublimation.

Введение

Современные тенденции в индустрии продуктов питания демонстрируют устойчивый

сдвиг в сторону специализированного и функционального питания [1]. Потребители активно ищут альтернативные источники сырья, которые бы

сочетали высокую пищевую ценность с пониженным содержанием жира, низким уровнем лактозы и отсутствием распространенных аллергенов. Этот спрос является ключевым фактором, определяющим рост рынка альтернативных десертов. Например, объем мирового рынка мороженого на растительной основе, который служит прямым конкурентом в сегменте безмолочных/альтернативных продуктов, оценивался в 732.6 млн долларов США в 2024 году, а прогнозируемый рост к 2034 году составит 1,1 млрд долларов США (CAGR 4.4%) [2].

В этом контексте верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*) выступает как уникальный, нутритивно превосходящий кандидат, способный занять премиальную нишу [3, 5-7]. Оно традиционно использовалось в странах Азии, Африки и Ближнего Востока, однако его распространение сдерживалось логистическими ограничениями, связанными с быстрой порчей жидкого продукта [8].

Технологическим решением, позволяющим вывести верблюжье молоко на глобальный рынок, является вакуум-сублимационная сушка (лиофилизация). Этот метод консервации считается наиболее щадящим, поскольку он позволяет сохранить до 98% питательных веществ, витаминов и, что критически важно, оригинальные функциональные свойства сырья [9]. Переход на сублимированное сухое сырье решает проблемы транспортировки и хранения, делая молоко верблюда доступным для использования в сложных многокомпонентных пищевых системах, таких как мягкое мороженое. Более того, успешный опыт использования сухого верблюжьего молока в производстве премиальных кондитерских изделий, например, шоколада, подтверждает технологическую применимость порошка в десертах, где высокое содержание воды нежелательно.

Верблюжье молоко отличается от коровьего молока не только более низким содержанием жира и лактозы, но и уникальным белковым и микронутриентным профилем.

Ключевым научным обоснованием применения верблюжьего молока в специализированном питании является его гипоаллергенный потенциал [4, 6]. Верблюжье молоко естественным образом лишено β -лактоглобулина (β -Lg), который является основным белком сыворотки в кобыльем молоке и главным аллергеном, вызывающим IgE-опосредованные аллергические реакции у людей, особенно у детей [6]. Отсутствие β -Lg делает верблюжье молоко подходящим заменителем для людей с

непереносимостью традиционных молочных белков. Кроме того, белковый профиль ВМ, особенно высокое содержание β -казеина, имеет сходство с человеческим грудным молоком, что дополнительно повышает его диетическую ценность.

Верблюжье молоко характеризуется высоким содержанием защитных белков. Сывороточная фракция верблюжьего молока включает повышенные концентрации иммуноглобулинов (IgG), лактоферрина (Lf) и лизоцима, которые обладают доказанными антимикробными, иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами [5]. Важно отметить, что эти защитные белки верблюжьего молока известны своей большей термостабильностью по сравнению с аналогичными компонентами кобыльего молока.

Применение вакуум-сублимационной сушки в данном исследовании обусловлено необходимостью сохранения этих термолабильных биоактивных компонентов, включая высокую концентрацию витамина С, присущую верблюжьему молоку. Поскольку сублимация является самым щадящим методом, она позволяет минимизировать денатурацию сывороточных белков и сохранить максимальную функциональность готового порошка [11]. Таким образом, использование сублимата верблюжьего молока обеспечивает максимальное сохранение функциональной ценности, что очень важно для позиционирования мягкого мороженого как специализированного функционального десерта.

Целью настоящего исследования является разработка рецептуры и технологическое обоснование производства мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока с сохранением его функционально-биологических свойств.

Задачи исследования:

- обосновать выбор сублимированного верблюжьего молока как функциональной основы мягкого мороженого;
- разработать рецептуру продукта с учетом особенностей белково-жирового состава сырья;
- исследовать жирнокислотный, минеральный и витаминный состав разработанного продукта;
- оценить влияние технологических параметров на структурно-механические характеристики мягкого мороженого;
- определить перспективность использования продукта в сегменте специализированного функционального питания.

Материалы и методы исследования

Основным сырьем служило сублимированное сухое верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*), полученное методом вакуум-сублимационной сушки при оптимизированных параметрах (температура всего процесса сублимации от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$), что обеспечивает максимальное сохранение исходных свойств. Сухое молоко восстанавливали до заданной концентрации сухих веществ.

В качестве функциональной добавки для целенаправленного обогащения был использован натуральный концентрат облепихи, выбранный за его исключительное содержание аскорбиновой кислоты. Рецепт мягкого мороженого была разработана на основе специфического соотношения белковой, жировой и углеводной фаз верблюжьего молока, учитывая низкое содержание жира и лактозы в исходном молоке.

Лабораторные исследования жирнокислотного, минерального и витаминного состава проводились на базе аккредитованной аналитической лаборатории «Антиген» с использованием стандартных и валидированных методик анализа пищевых продуктов. Определение жирнокислотного состава жировой фазы проводили методом газовой хроматографии–масспектрометрии (ГХ–МС) в соответствии с ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии».

Минеральный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии и фотометрическим методом для фосфора в соответствии с действующими ГОСТ Р 55445-2013 «Продукты пищевые. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектрометрии»; ГОСТ 30538-97 «Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом»; ГОСТ 31669-2012 «Продукты молочные и молочные составные. Определение массовой доли общего фосфора фотометрическим методом».

Витаминный состав определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием валидированных аналитических протоколов. Аскорбиновую кислоту определяли по ГОСТ 30627.2–98, а витамин D3 — по ГОСТ 32916-2014 после предварительного омыления и экстракции проб. Все определения проводились в трехкратной повторности. Результаты представлены в виде среднего значения \pm стандартного отклонения.

Полученные экспериментальные данные использовались для последующего анализа

структурных, минеральных и витаминных характеристик продукта, представленных в разделе «Результаты и их обсуждение».

Результаты и их обсуждение

1. Технологическая схема производства

Производство мягкого мороженого включало стандартные этапы: восстановление сухого молочного сырья, смешивание компонентов (включая сахар, стабилизаторы, эмульгаторы и облепиховый концентрат), пастеризацию, гомогенизацию, охлаждение, созревание смеси, фризирование (взбивание и частичное замораживание) и фасовку [12]. Особое внимание уделялось параметрам гомогенизации, так как жировые шарики в верблюьем молоке характеризуются меньшим размером и более плотной мембраной по сравнению с коровьим молоком, что затрудняет образование сливок, но, при правильной обработке, может способствовать более стабильной эмульсии. Технологический режим получения сублимированного верблюжьего молока защищен авторским свидетельством Республики Казахстан №67032 от 03.02.2026 г., что подтверждает научно-технологическую новизну применяемого подхода.

2. Анализ жирнокислотного профиля: основа реологических свойств.

Анализ липидного профиля исследованного образца мягкого мороженого, изготовленного на основе сублимированного верблюжьего молока, показал, что он соответствует типичным характеристикам молочного жира, но со значительным преобладанием насыщенных жирных кислот над ненасыщенными.

Установлено, что насыщенные жирные кислоты составляют 78,6% от общего жирнокислотного профиля, тогда как ненасыщенные жирные кислоты — 21,4%. Это соотношение демонстрирует более высокую долю насыщенных жирных кислот по сравнению со средними показателями для коровьего молока (65–70% насыщенных жирных кислот).

Ключевыми компонентами являются:

- пальмитиновая кислота (C16:0): доминирующая насыщенная жинарная кислота, ее содержание составляет 34,8%. Она напрямую определяет пластичность жировой фазы и ее термические свойства.

- стеариновая кислота (C18:0): содержание 10,6%. Способствует повышению температуры плавления жира, что критически важно для устойчивости мягкого мороженого к таянию.

- олеиновая кислота (C18:1): главная ненасыщенная жирная кислота, составляющая

15.0%. Обеспечивает высокую биологическую ценность и улучшает усвояемость жира.

- каприновая кислота (C10:0): ее содержание в 5,4% относится к среднецепочечным жирным кислотам, которые легко усваиваются и положительно влияют на формирование нежной, кремовой текстуры.

Такой высокий процент насыщенных жирных кислот является значимым технологическим фактором. Жировая фаза, характеризующаяся более высокой твердостью и более высокой температурой плавления, формирует устойчивый жировой каркас в структуре мороженого. Это обеспечивает продукту плотную, но при этом кремовую консистенцию и, самое главное, высокую устойчивость к таянию [13]. Эта стабильность структуры является важным

технологическим преимуществом, поскольку она, вероятно, компенсирует потенциально более низкую стабильность эмульсии, связанную с особенностями белкового профиля верблюжьего молока (например, из-за отсутствия β -Lg, который в кобыльем молоке участвует в стабилизации). В отличие от кобыльего молока, которое является более диетическим из-за высокого содержания ненасыщенных жирных кислот (до 40–45%), исследованный образец обеспечивает более выраженный сливочный вкус и превосходную структурную стабильность.

Для полного представления данных, жирнокислотный состав образца представлен в таблице 1.

Таблица 1. Жирнокислотный профиль исследованного образца мягкого мороженого

№	Наименование жирной кислоты	Обозначение	Содержание, %
1	Масляная (бутират)	C4:0	0,9
2	Капроновая	C6:0	1,2
3	Каприловая	C8:0	1,4
4	Каприновая	C10:0	5,4
5	Лауриновая	C12:0	2,5
6	Миристиновая	C14:0	8,3
7	Миристолеиновая	C14:1	0,8
8	Пальмитиновая	C16:0	34,8
9	Пальмитолеиновая	C16:1	3,0
10	Стеариновая	C18:0	10,6
11	Олеиновая	C18:1	15,0
12	Линолевая	C18:2	2,0
13	Прочие	-	13,5

3. Анализ минерального профиля

Минеральный состав мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока (табл. 2) был оценён в сравнении со средними справочными значениями для мороженого на основе коровьего молока, приведёнными в литературных источниках и нормативно-справочных данных. Следует отметить, что минеральный профиль молочного сырья может варьировать в зависимости от сезона, стадии лактации, физиологического состояния животных и условий кормления, однако используемые усреднённые значения позволяют корректно оценить общие тенденции.

Функциональным преимуществом элементного состава образца мягкого мороженого является повышенное содержание кальция и магния. Концентрация кальция составила 173,9 мг/100 г, что на 36 % выше среднего значения для традиционного мороженого на основе коровьего молока (128,0 мг/100 г). Содержание магния

достигло 88,0 мг/100 г, что существенно превышает справочное значение (14,0 мг/100 г). Повышенные уровни данных элементов указывают на высокую биологическую ценность продукта и позволяют рассматривать его как дополнительный источник минералов, необходимых для формирования костной ткани и нормального функционирования нервно-мышечной системы.

На фоне высокого содержания кальция и магния в образце мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока зафиксированы пониженные уровни калия и фосфора. Содержание калия составило 10,2 мг/100 г при среднем значении 199,0 мг/100 г, а содержание фосфора — 15,0 мг/100 г при норме около 105,0 мг/100 г. Недостаточное количество фосфора может снижать физиологическую полноценность продукта. Поскольку метаболизм кальция и магния неразрывно связан с фосфором (коэффициент Ca:P), подобный перекоп может препят-

ствовать адекватному усвоению минералов в организме человека. Стоит отметить, что верблюжье молоко само по себе обладает богатым минеральным профилем. Следовательно, выявленный дисбаланс, вероятно, вызван не природными свойствами сырья, а особенностями технологии сублимации или спецификой используемой рецептуры.

Микроэлементный состав. По большинству значимых микроэлементов (Cu, Fe, Zn, Mn)

наблюдаются значения ниже среднерыночных, что несколько ослабляет потенциальные антиоксидантные и иммуномодулирующие свойства мягкого мороженого. Единственным исключением стал селен (Se): его концентрация (0,002 мг/100 г) незначительно превышает средний уровень (0,0018 мг/100 г), что дает дополнительный, хотя и небольшой, плюс к антиоксидантному статусу изделия.

Таблица 2. Макро- и микроэлементный состав образца мороженого (мг/100 г)

№	Наименование элемента	Содержание в образце мягкого мороженого на основе сухого верблюжьего молока	Среднее значение (в мороженом на основе коровьего молока)	Отклонения (%)
1	Кальций (Ca)	173,9	128,0	+28,1%
2	Калий (K)	10,2	199,0	-94,9%
3	Магний (Mg)	88,0	14,0	+528,6%
4	Фосфор (P)	15,0	105,0	-85,7%
5	Медь (Cu)	0,010	0,1	-90%
6	Железо (Fe)	0,065	0,1	-35%
7	Цинк (Zn)	0,362	0,7	-48%
8	Марганец (Mn)	0,005	0,1	-95%
9	Селен (Se)	0,002	0,0018	+11%

4. Витаминный состав и антиоксидантная активность

Витаминный состав мягкого мороженого на основе сухого верблюжьего молока и сока облепихи был модифицирован за счет введения облепихового концентрата как натуральная растительная добавка, что обеспечило продукту исключительное функциональное преимущество.

Витамин С (аскорбиновая кислота). Содержание витамина С в образце мягкого мороженого составило 634 мг/100 г, что значительно превышает средние значения для традиционного молочного мороженого (около 0,6 мг/100 г). Такое обогащение достигнуто благодаря синергии между естественным высоким уровнем витамина С в верблюьем молоке и целенаправленным добавлением облепихового концентрата [14]. Высокое содержание аскорбиновой кислоты придает продукту мощные антиоксидантные свойства и значительно повышает его биологическую ценность, полностью оправдывая позиционирование как функционального десерта.

Витамин D₃. Анализ показал, что витамин D₃ в образце мягкого мороженого не обнаружен. Это является ожидаемым результатом для молочных продуктов без дополнительного целенаправленного обогащения. Однако отсутствие витамина D₃ представляет собой значительный недостаток с точки зрения нутрициологии, особенно в свете обнаруженного

высокого содержания кальция. Витамин D₃ играет ключевую роль в регуляции усвоения кальция в организме [15]. Следовательно, для обеспечения максимальной биодоступности кальция и полной нутритивной оптимизации продукта необходима обязательная фортификация витамином D₃.

Заключение

Проведённое исследование позволило комплексно оценить технологические, структурные и нутритивные особенности мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока и определить ключевые факторы, влияющие на его функциональную и пищевую ценность. Особенности белкового профиля верблюжьего молока накладывают специфические требования к технологическому процессу производства мороженого. Отсутствие β-лактоглобулина, приносящего гипоаллергенный эффект, также означает потерю одного из ключевых стабилизаторов эмульсии в коровьем молоке.

Специфика белковой фазы верблюжьего молока определяется рядом следующих факторов:

- отсутствие β-Lg обеспечивает гипоаллергенность, но может снижать способность к стабилизации пены и эмульсии по сравнению с кобыльем молоком.

- верблюжье молоко имеет более крупные мицеллы казеина и более низкое содержание к-

казеина, что может влиять на вязкость и время коагуляции.

- повышенной термостабильностью защитных белков, таких как, иммуноглобулины, лактоферрин и лизоцим которые сохраняют высокую активность даже после обработки, что поддерживается использованием щадящей сублимации.

Таким образом, стабильность эмульсии и высокая устойчивость к таянию, наблюдаемая в исследованном образце мягкого мороженого, являются результатом технологической компенсации. Уникальные структурно-механические свойства достигаются не только за счет белкового компонента верблюжьего молока, но и благодаря доминирующей липидной фазе, где насыщенные жирные кислоты составляют 78,6%. Эта «твердая» жировая матрица формирует механически прочный каркас, который эффективно стабилизирует структуру, несмотря на потенциально более низкую эмульгирующую способность белков верблюжьего молока, и предотвращает рост кристаллов льда.

Наряду с выявленными структурно-технологическими преимуществами, принципиальное значение для оценки функциональной полноценности продукта имеет анализ его минерального состава. Выявленный дефицит калия и фосфора при значительном избытке кальция требует немедленной технологической коррекции для обеспечения физиологической сбалансированности продукта. Недопустимое соотношение Са:Р (173.9:15.0) должно быть скорректировано до физиологически приемлемых уровней.

Для устранения дефицита фосфора (целевое значение ≈ 105 мг/100 г) и калия (целевое значение ≈ 199 мг/100 г) предлагается введение пищевых солей калия и фосфора. Оптимальным решением является использование калиевых фосфатов, таких как гидроортофосфат калия, моногидроцитрат калия или дигидроцитрат калия.

Использование пищевых фосфатов в молочных системах выполняет двойную функцию:

- Нутритивная коррекция: восстановление необходимого уровня фосфора и калия, что восстанавливает метаболическую связь с кальцием и магнием и повышает физиологическую полноценность.

- Технологическая стабилизация: фосфаты действуют как буферные соли и эффективные стабилизаторы белково-жировых эмульсий. Они регулируют pH, предотвращают коагуляцию белков (особенно при термической обработке восстановленного сухого верблюжьего молока) и стабилизируют казеиновые мицеллы, улучшая

водоудерживающую способность сухой смеси. Это особенно важно для верблюжьего молока, чьи белки могут проявлять особенности в агрегации.

Дополнительным фактором, усиливающим выявленный минеральный дисбаланс, является состояние витаминного профиля продукта. Отсутствие витамина D₃, которое является ключевым регулятором гомеостаза кальция и фосфора, снижает биодоступность высокого содержания кальция. Для обеспечения максимальной функциональной ценности продукта, необходимо провести фортификацию смеси витамином D₃ до среднего уровня, характерного для обогащенной молочной продукции (ориентировочно 0.2 мкг/100 г).

В совокупности полученные данные о структурных, минеральных и витаминных характеристиках позволяют обоснованно оценить функциональный и специализированный потенциал разработанного продукта. Разработанный продукт – мягкое мороженое на основе сублимированного верблюжьего молока с добавлением облепихового концентрата обладает весомыми основаниями для позиционирования на рынке специализированных продуктов премиум-класса.

Гипоаллергенный статус: научное подтверждение отсутствия β -лактоглобулина в верблюьем молоке делает мороженое безопасной альтернативой для потребителей с аллергией на белки коровьего молока, что открывает значительную рыночную нишу, отличную от веганских или безлактозных продуктов.

Функциональная ценность: продукт выступает в качестве лидера по антиоксидантным свойствам благодаря рекордному содержанию витамина С (634 мг/100 г), что в сочетании с высоким уровнем кальция и магния (даже до коррекции) придает ему оздоровительную направленность. Сохранение биоактивных защитных белков верблюжьего молока (иммуноглобулинов, лактоферрина), обеспеченное сублимацией, дополнительно поддерживает иммуномодулирующие свойства.

Таким образом, мягкое мороженое на основе сублимированного верблюжьего молока, при условии устранения минерального дисбаланса, является инновационным продуктом, объединяющим превосходные органолептические свойства (за счет стабильной жировой фазы) с высокой пищевой и биологической ценностью.

Перспективы промышленного внедрения

Исследование продемонстрировало высокую технологическую применимость сублимированного верблюжьего молока в производстве

мягкого мороженого. Ключевые научные выводы включают:

Структурная стабильность: жирнокислотный профиль образца мягкого мороженого, характеризующийся доминированием насыщенных кислот (78,6%), обеспечивает необходимую плотность, кремовую текстуру и высокую устойчивость к таянию, компенсируя технологические особенности белкового состава верблюжьего молока.

Гипоаллергенный потенциал: отсутствие β-лактоглобулина подтверждает гипоаллергенную природу продукта, что является его основным преимуществом на рынке специализированных десертов.

Функциональное обогащение: целенаправленное использование облепихи привело к созданию молочного десерта с мощными антиоксидантными свойствами, о чем свидетельствует исключительное содержание витамина С (634 мг/100 г).

Значительная необходимость коррекции: выявлен выраженный и неприемлемый нутритивный дисбаланс, заключающийся в высоком уровне кальция (173,9 мг/100 г) и магния (88,0 мг/100 г) при значительном дефиците фосфора (15,0 мг/100 г) и калия (10,2 мг/100 г), а также полном отсутствии витамина D₃.

Практическая значимость работы заключается в непосредственном внедрении результатов для создания конкурентоспособного продукта. Использование сублимата решает все логистические проблемы, связанные с транспортировкой и хранением жидкого сырья, обеспечивая стабильность производства.

Для достижения полной физиологической сбалансированности и максимальной биодоступности питательных веществ, необходимы следующие технологические мероприятия:

Коррекция минерального состава: обязательное введение калиевых фосфатов в рецептуру. Это позволит восстановить баланс калия и фосфора до физиологически обоснованных уровней, одновременно улучшая стабильность белково-жировой эмульсии в процессе производства.

Витаминная фортификация: Включение витамина D₃ для синергичного взаимодействия с высоким содержанием кальция и обеспечения его эффективного усвоения.

Реализация этих шагов позволит создать конкретную, масштабируемую технологическую карту и позиционировать мягкое мороженое на основе верблюжьего молока как функциональный десерт премиум-класса, предназначенный для

широкого круга потребителей, включая лиц с непереносимостью традиционных молочных белков.

Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на научно-технологическом обосновании коррекционных мер:

- проведение детального анализа влияния введения фосфатных солей калия на реологические характеристики смеси (вязкость, взбитость) и стабильность казеиновых мицелл верблюжьего молока, а также на сроки хранения готового продукта;

- сравнительная оценка термостойкости (скорости таяния) и органолептических характеристик оптимизированного продукта в сравнении с традиционными и растительными аналогами;

- изучение биодоступности макроэлементов (Ca, Mg, P) в готовом продукте после коррекции дефицита фосфора и фортификации витамином D₃.

Сведения о финансировании

Исследования проводились в рамках научно-технической программы BR21881957-OT-23 «Разработка технологии глубокой переработки и оборудования вакуум-сублимационной сушки кобыльего и верблюжьего молока» (МНиВО РК, № госрегистрации 0123РК01190).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов : научный журнал, включённый в Список ВАК. – Электрон. ресурс. – URL: <https://ores.su/ru/journals/tehnologiya-i-tovarovedenie-innovatsionnyih-pischevyih-produktov/> (дата обращения: 04.02.2026).
2. Plant-based Ice Cream Market Size, Share & Growth Analysis / Global Market Insights. – Электрон. ресурс. – URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/plant-based-ice-creams-market>(accessed:04.02.2026).
3. Дубай: верблюжье молоко покоряет сладкоежек // Деловой Казахстан. – Электрон. ресурс. – URL: <https://dknews.kz/ru/dk-life/54573-dubay-verblyuzhe-moloko-pokoryaet-sladkoezhek> (дата обращения: 04.02.2026).
4. Jayamanna Mohottige M. W., Juhász A., Nye-Wood M. G., Farquharson K. A., Bose U., Colgrave M. L. Beyond nutrition: Exploring immune proteins, bioactive peptides, and allergens in cow and Arabian camel milk // Food Chemistry. – 2025. – Vol. 467. – Art. 142471. – <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142471>.
5. Seyiti S., Kelimu A., Yusufu G. Bactrian camel milk: Chemical composition, bioactivities, processing techniques, and economic potential in China // Molecules. – 2024. – Vol. 29, No. 19. – Art. 4680. – <https://doi.org/10.3390/molecules29194680>.
6. Swelum A. A. et al. Nutritional, antimicrobial and medicinal properties of camel's milk: A review // Saudi

Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 28, No. 5. – P. 3126–3136. – <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.057>.

7. Pal M., Tariku F., Rebuma T., Molnar J., Pinto S. Growing importance of camel milk in human health // Journal of Nutrition and Food Processing. – 2024. – Vol. 7, No. 7. – Art. 232. – <https://doi.org/10.31579/2637-8914/232>.

8. Abdelazez A., Abd-elmotaal H., Abady G. Exploring the potential of camel milk as a functional food: physicochemical characteristics, bioactive components, innovative therapeutic applications, and development opportunities analysis // Food Materials Research. – 2024. – Vol. 4. – Art. e031. – <https://doi.org/10.48130/fmr-0024-0020>.

9. Abdullaeva A. U. et al. The effect of vacuum freeze-drying on the chemical composition of whole camel milk powder // Ciencia y Tecnología de Alimentos. – 2022. – Vol. 42, No. 3.

10. Ho T. M., Zou Z., Bhandari B., Bansal N. Properties of functional camel milk powder // Drying in the Dairy Industry. – Boca Raton: CRC Press, 2020. – P. 220–234. – <https://doi.org/10.1201/9781351119504>.

11. Al-Haj M. O. et al. Physico-chemical properties and processing characteristics of camel milk as compared with other dairy species: A review // Asian Journal of Dairy and Food Research. – 2024. – Vol. 43, No. 1. – P. 1–7. – <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-303>.

12. Goff H. D., Hartel R. W. Ice Cream // 7th ed. – New York: Springer, 2013. – 462 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>

13. Muse, Matthew R.; Hartel, Richard W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness // Journal of Dairy Science. 2004. Vol. 87, No. 1. P. 1–10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)

14. Bal, Laxman M.; Meda, Venkatesh; Naik, Satya N.; Satya, Suresh. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for functional foods // Journal of Food Science and Nutrition. 2011. Vol. 51. P. 1–10. <https://doi.org/10.1080/09637486.2010.500554>

15. Cashman, Kevin D. Calcium and vitamin D // Nutrition Bulletin. 2015. Vol. 40, No. 1. P. 9–14. <https://doi.org/10.1111/nbu.12127>

REFERENCES

1. Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov [Technology and Commodity Science of Innovative Food Products]. Journal included in the VAK List. Accessed February 4, 2026. <https://ores.su/ru/journals/tehnologiya-i-tovarovedenie-innovatsionnyih-pishevyyih-produktov/>. (In Russian)

2. Global Market Insights. Plant-based Ice Cream Market Size, Share & Growth Analysis. Accessed February 4, 2026. <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/plant-based-ice-creams-market>.

3. Dubai: verblyuzh'e moloko pokoryaet sladkoezhek [Dubai: Camel Milk Conquers Sweet Lovers]. Delovoi Kazakhstan. Accessed February 4, 2026.

<https://dknews.kz/ru/dk-life/54573-dubay-verblyuzhe-moloko-pokoryaet-sladkoezhek>. (In Russian)

4. Jayamanna Mohottige, M. W., A. Juhász, M. G. Nye-Wood, K. A. Farquharson, U. Bose, and M. L. Colgrave. 2025. “Beyond Nutrition: Exploring Immune Proteins, Bioactive Peptides, and Allergens in Cow and Arabian Camel Milk.” Food Chemistry 467: 142471. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142471>.

5. Seyiti, Shamila, Abulimiti Kelimu, and Gulinaer Yusufu. 2024. “Bactrian Camel Milk: Chemical Composition, Bioactivities, Processing Techniques, and Economic Potential in China.” Molecules 29 (19): 4680. <https://doi.org/10.3390/molecules29194680>.

6. Swelum, Ayman A., et al. 2021. “Nutritional, Antimicrobial and Medicinal Properties of Camel’s Milk: A Review.” Saudi Journal of Biological Sciences 28 (5): 3126–3136. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.057>.

7. Pal, Mahendra, Firaol Tariku, Tesfaye Rebuma, Judit Molnar, and Suneeta Pinto. 2024. “Growing Importance of Camel Milk in Human Health.” Journal of Nutrition and Food Processing 7 (7): Article 232. <https://doi.org/10.31579/2637-8914/232>.

8. Abdelazez, Amro, Heba Abd-elmotaal, and Ghada Abady. 2024. “Exploring the Potential of Camel Milk as a Functional Food: Physicochemical Characteristics, Bioactive Components, Innovative Therapeutic Applications, and Development Opportunities Analysis.” Food Materials Research 4: e031. <https://doi.org/10.48130/fmr-0024-0020>.

9. Abdullaeva, A. U., et al. 2022. “The Effect of Vacuum Freeze-Drying on the Chemical Composition of Whole Camel Milk Powder.” Ciencia y Tecnología de Alimentos 42 (3).

10. Ho, Thao Minh, Zhengzheng Zou, Bhesh Bhandari, and Nidhi Bansal. 2020. “Properties of Functional Camel Milk Powder.” In Drying in the Dairy Industry, 220–234. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351119504>.

11. Al-Haj, M. O., et al. 2024. “Physico-Chemical Properties and Processing Characteristics of Camel Milk as Compared with Other Dairy Species: A Review.” Asian Journal of Dairy and Food Research 43 (1): 1–7. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-303>

12. Goff H. D., Hartel R. W. Ice Cream // 7th ed. – New York: Springer, 2013. – 462 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>

13. Muse, Matthew R.; Hartel, Richard W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness // Journal of Dairy Science. 2004. Vol. 87, No. 1. P. 1–10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)

14. Bal, Laxman M.; Meda, Venkatesh; Naik, Satya N.; Satya, Suresh. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for functional foods // Journal of Food Science and Nutrition. 2011. Vol. 51. P. 1–10. <https://doi.org/10.1080/09637486.2010.500554>

15. Cashman, Kevin D. Calcium and vitamin D // Nutrition Bulletin. 2015. Vol. 40, No. 1. P. 9–14. <https://doi.org/10.1111/nbu.12127>

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЭКСПОРТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В КАЗАХСТАНЕ

¹Н.Б. ДАУТКАНОВ , ¹Ж.К. УСЕМБАЕВА , ¹Д.Р. ДАУТКАНОВА* ,
²А.Т. ҚАЖЫМҰРАТ , ³С.Л. ИСМАТУЛЛАЕВ 

¹ Каз НИИ ППП, Республика Казахстан, А15G5B0, ул. Серкебаева 62,

² АТУ, Республика Казахстан, А05Н0Е2, ул. Толе Би 100,

³ КазНАИУ, Республика Казахстан, А25D4Т6, пр. Абая 8)

Электронная почта автора-корреспондента: dida09@yandex.ru*

В статье представлен комплексный аналитический обзор состояния и перспектив развития глубокой переработки зерна (ГПЗ) в Республике Казахстан в контексте мировой агропромышленной трансформации. Рассматриваются структурные ограничения действующей зерновой модели, исторически ориентированной на экспорт сырья, включая дефицит внутреннего спроса на продукцию глубокого передела, недостаточное развитие перерабатывающих мощностей с высокой добавленной стоимостью, кадрово-образовательные и научно-методические разрывы. На основе международной статистики и отраслевых источников, охарактеризованы ключевые производственные кластеры, ведущие страны и транснациональные компании, определяющие ценовую и технологическую повестку отрасли, проведен сравнительный анализ пшеницы и кукурузы как базовых культур для индустрии ГПЗ, их роли в формировании глобальных цепочек добавленной стоимости, а также специфике мировых рынков крахмала, глютена, биоэтанола, сиропов и ферментационных продуктов. В работе указано, что Казахстан обладает значительным промышленным потенциалом для развития глубокой переработки пшеницы и кукурузы, при соответствующей агротехнологической и институциональной поддержке. Обоснованы экспортные преимущества страны, связанные с качественными характеристиками пшеничного глютена, географическим положением и развитием транзитной логистики. Отдельно рассмотрены риски и ограничения, включая сырьевой баланс, конкуренцию за посевные площади, волатильность рынков и требования к промышленной готовности проектов. Таким образом обоснован промышленный потенциал страны, базирующийся на высоком качестве пшеничного глютена и географическом расположении. Определены продуктовые направления и сценарии развития отрасли в Казахстане. Сформулированы рекомендации по институциональной и агротехнологической поддержке проектов ГПЗ для усиления позиций Казахстана в глобальных цепочках добавленной стоимости.

Ключевые слова: глубокая переработка зерна, пшеница, кукуруза, экспортный потенциал, добавленная стоимость, индустриальное развитие, цифровая трансформация в сельском хозяйстве.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АСТЫҚТЫ ТЕРЕҢ ӨНДЕУДІҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ӘЛЕУЕТІ МЕН ЭКСПОРТТЫҚ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

¹Н.Б. ДАУТҚАНОВ, ¹Ж.К. УСЕМБАЕВА, ¹Д.Р. ДАУТҚАНОВА*,
²А.Т. ҚАЖЫМҰРАТ, ³С.Л. ИСМАТУЛЛАЕВ

¹Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты,
Қазақстан Республикасы, А15G5B0, Серкебаев көш. 62,

²Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, А05Н0Е2, Төле би көш. 100,

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, А25D4Т6, Абай даңғылы 8)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dida09@yandex.ru*

Мақалада әлемдік агроөнеркәсіптік трансформация жағдайындағы Қазақстан Республикасындағы астықты терең өңдеу (АТӨ) саласының жай-күйі мен даму перспективаларына кешенді аналитикалық шолу жасалған. Тарихи тұрғыда шикізат экспортына бағытталған қолданыстағы астық моделінің құрылымдық шектеулері, соның ішінде терең өңделген өнімдерге ішкі сұраныстың тапшылығы, жоғары

қосылған құны бар өңдеу қуаттарының жеткіліксіз дамуы, кадрлық-білім беру және ғылыми-әдістемелік ашықтықтар қарастырылады. Халықаралық статистика мен салалық дереккөздер негізінде саланың бағалық және технологиялық күн тәртібін айқындайтын негізгі өндірістік кластерлерге, жетекші елдер мен трансұлттық компанияларға сипаттама берілген. Бидай мен жүгерінің АТӨ индустриясы үшін базалық дақылдар ретіндегі рөліне, олардың жаһандық қосылған құн тізбегін қалыптастырудағы маңызына, сондай-ақ крахмал, глютен, биоэтанол, шәрбаттар және ферментация өнімдерінің әлемдік нарықтарының ерекшеліктеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Жұмыста тиісті агротехнологиялық және институционалдық қолдау көрсетілген жағдайда, Қазақстанның бидай мен жүгеріні терең өңдеуді дамыту үшін айтарлықтай өнеркәсіптік әлеуетке ие екендігі көрсетілген. Елдің бидай глютенінің сапалық сипаттамаларына, географиялық орналасуына және транзиттік логистиканың дамуына байланысты экспорттық артықшылықтары негізделген. Шикізат теңгерімі, егіс алқаптары үшін бәсекелестік, нарықтардың құбылмалылығы және жобалардың өнеркәсіптік дайындығына қойылатын талаптарды қоса алғанда, тәуекелдер мен шектеулер бөлек қарастырылған. Қорытынды бөлімде басым өнімдік бағыттар мен Қазақстандағы саланы даму сценарийлері ұсынылған.

Негізгі сөздер: астықты терең өңдеу, бидай, жүгері, экспорттық әлеует, қосылған құн, индустриялық даму, ауыл шаруашылығындағы цифрлық трансформация.

INDUSTRIAL POTENTIAL AND EXPORT ADVANTAGES OF DEEP GRAIN PROCESSING IN KAZAKHSTAN

¹N.B. DAUTKANOV, ¹ZH.K. USEMBAYEVA, ¹D.R. DAUTKANOVA*,
²A.T. KAZHYMURAT, ³S.L. ISMATULLAYEV

¹Kazakh Research Institute of Food and Processing Industry, Kazakhstan, A15G5B0, 62 Serkebayev St.,

²Almaty Technological University, 100 Tole Bi St., A05H0E2, Kazakhstan,

³ Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, A25D4T6, 8 Abay Ave.,)

Corresponding author's e-mail: dida09@yandex.ru*

This article provides a comprehensive analytical review of the current state and development prospects of the deep grain processing (DGP) industry in the Republic of Kazakhstan within the framework of global agro-industrial transformation. The study examines structural constraints of the existing grain model, historically focused on raw material exports, including the deficit of domestic demand for high-processed products, insufficient development of high-value-added processing facilities, as well as educational and scientific-methodological gaps. Based on international statistics and industry sources, the paper characterizes key production clusters, leading countries, and transnational corporations that shape the global price and technological agenda. A comparative analysis of wheat and corn as primary feedstock for the DGP industry is conducted, evaluating their role in global value chains and the specific dynamics of international markets for starch, gluten, bioethanol, syrups, and fermentation products. The research indicates that Kazakhstan possesses significant industrial potential for deep processing of wheat and corn, provided there is adequate agro-technological and institutional support. The country's export advantages are substantiated through the quality characteristics of wheat gluten, strategic geographical location, and the development of transit logistics. Risks and constraints, including raw material balance, competition for acreage, market volatility, and industrial readiness requirements, are addressed. The study concludes by identifying priority product areas and development scenarios for the industry in Kazakhstan, offering recommendations for institutional support to strengthen the country's position in global value chains.

Keywords: deep grain processing, wheat, corn, export potential, value added, industrial development, digital transformation in agriculture.

Введение

Глубокая переработка зерна (ППЗ) — промышленная трансформация зернового сырья в широкий спектр ингредиентов и биопродуктов (крахмал и производные, сиропы, глютен и белковые фракции, биоэтанол, аминокислоты, органические кислоты, а также ко-продукты — DDGS/корма, CO₂). Рынок ППЗ характеризуется

высокой капиталоемкостью, технологической сложностью и сильной зависимостью от доступа к сырью, энергии и логистике.

В мировой практике глубокая переработка зерна рассматривается как ключевой элемент перехода к биоэкономике, обеспечивающий переход от сырьевой модели аграрного сектора к

производству высокомаржинальных биотехнологических продуктов.

Современные исследования показывают, что интеграция крахмало-паточного производства, биоэтанольных технологий и выпуска белковых ингредиентов позволяет существенно повысить эффективность использования зерновых ресурсов и снизить образование отходов [1, 2]. Подобные интегрированные подходы с выпуском биоэтанола, аминокислот и белковых ингредиентов формируют устойчивые промышленные биореференции, которые способны значительно повышать экономику аграрных регионов и активно внедряются в странах ЕС, США и Китае как основа устойчивого развития агропромышленных систем [3].

По данным зарубежных исследований цепочек добавленной стоимости, конкурентоспособность предприятий глубокой переработки зерна определяется уровнем технологической интеграции производственных стадий и цифровизации логистических процессов [4]. Развитие комплексной переработки позволяет перераспределить сырьевые потоки между пищевыми, кормовыми и биохимическими направлениями производства, обеспечивая устойчивость отрасли к рыночным колебаниям [5].

Однако, для стран Центральной Азии влияние логистических факторов на эффективность глубокой переработки зерна практически не исследовано. Отсутствие цифровой координации поставок сырья приводит к снижению загрузки производственных мощностей и увеличению производственных затрат, что требует разработки адаптированных организационно-технологических решений.

Мировая практика показывает переход от традиционных крахмальных заводов к концепции *integrated biorefinery*, при которой все компоненты зерна используются комплексно – углеводная фракция направляется на производство сиропов (глюкозных, глюкозо-фруктозных) и биоэтанола, белковая – на пищевые и кормовые ингредиенты, а побочные потоки перерабатываются в биохимические продукты. Такой подход позволяет увеличить экономическую отдачу переработки зерна на 20-40% по сравнению с традиционными технологиями переработки [6, 7].

Повышение эффективности переработки зерна напрямую связано с вовлечением побочных продуктов в повторный производственный цикл и созданием дополнительных рынков биопродуктов. Использование сопутствующих потоков переработки значительно повышает ресурсную

эффективность и снижает углеродный след производства [2, 8].

Практические модели ГПЗ в контексте циркулярной экономики и устойчивого развития, где ключевым фактором является вовлечение побочных продуктов в повторный производственный цикл в условиях экспортно-ориентированных зерновых экономик остаются ограниченно изученными. Полученные результаты демонстрируют возможность формирования таких моделей для Казахстана.

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных биомоделям переработки зерна, большинство работ ориентировано на страны с высокоразвитой инфраструктурой агропромышленного комплекса и устойчивыми логистическими системами [9].

В то же время вопросы адаптации технологий глубокой переработки зерна к условиям стран с переходной экономикой, включая Казахстан, остаются недостаточно изученными. Особенно ограничены исследования, учитывающие региональные особенности сырьевой базы, сезонность поставок и инфраструктурные ограничения перерабатывающих предприятий. Данное исследование направлено на устранение указанного научного разрыва.

Большинство опубликованных исследований [10-14] рассматривает отдельные технологические стадии переработки зерна – производство крахмала, биоэтанола или кормовых продуктов – без комплексной оценки интеграции всех потоков переработки в единую производственную систему. Отсутствие системного подхода ограничивает возможность оценки полной экономической эффективности глубокой переработки зерна как единую технологическую экосистему, включающую использование всех побочных потоков.

Научная новизна исследования заключается в комплексном рассмотрении глубокой переработки зерна как интегрированной технологической и логистической системы, адаптированной к условиям агропромышленного комплекса Казахстана и ориентированной на принципы биоэкономики и безотходного производства.

Основные результаты данного исследования заключаются в следующем:

– Разработка интегрированной концептуальной основы глубокой переработки зерна, адаптированной к условиям агропромышленного комплекса Казахстана;

– Систематическая оценка технологической и экономической эффективности комплексного

использования зерна, включая потоки вторичной переработки;

–Интеграция принципов циркулярной экономики в переработку зерна путем повышения ценности побочных продуктов;

–Выявление механизмов цифровой трансформации, позволяющих оптимизировать цепочки поставок сырья и повысить эффективность производства.

Материалы и методы исследований

В своих исследованиях использовались: обзор статистики и отраслевых публикаций; сравнительный анализ продуктовых сегментов; идентификацию ведущих производителей и компаний; оценку драйверов спроса и рисков; собственный экспертный анализ отрасли. Методологический подход также учитывал международные исследования цепочек добавленной стоимости зернового сырья, согласно которым конкурентоспособность отрасли глубокой переработки зерна определяется уровнем

технологической интеграции, логистической эффективности и девирсификации продуктового портфеля, включая биохимические и ферментационные продукты.

Результаты и их обсуждение

Из основных мировых крахмалоносов к которым относятся кукуруза, пшеница, рис и картофель (тапиока), для Казахстана промышленный потенциал из зерновых имеет только пшеница и кукуруза. Рис для казахстанцев является столовой культурой ввиду его малого объема производства.

Зарождённая в 2003 году крахмальная отрасль на данный момент имеет позитивные и негативные позиции (табл. 1).

В рамках данного исследования под ГПЗ понимается переработка зерна в компоненты и продукты с высокой добавленной стоимостью, включающая фракционирование, ферментативный гидролиз, ферментацию, мембранные и сорбционные методы очистки (табл. 2).

Таблица 1. Анализ крахмальной отрасли Казахстана (позитивные и негативные позиции)

Негативные	Позитивные
Отсутствие внутреннего спроса на продукты промышленной переработки глубокого передела (малочисленное население страны, неразвитые отрасли потребления крахмалопродуктов)	Стабильное развитие экономики
	Конкретный посыл президента
	Меры государственной поддержки
Отсутствие промышленных предприятий, производящих продукты более глубокого передела с высокой добавленной стоимостью (большая доля импортозависимости по пищевым, техническим и кормовым ингредиентам)	Экологические сложности отрасли в КНР что привело к созданию предприятий в развивающихся странах
Наука (агропром и агроэкономика) не в состоянии объективно и лаконично отразить и рекомендовать решения проблем	Уникальные свойства казахстанского пшеничного глютена
В стране отсутствуют образовательные программы по выпуску инженеров-технологов, инженеров-механиков, инженеров-химиков и других дипломированных отраслевых специалистов по сахаристой группе продуктов (крахмал – природный полисахарид)	Развитие транснациональных логистических маршрутов
	Геополитическое положение Казахстана

Таблица 2. Классификация продукции ГПЗ

Группа	Деривативы	Отрасли потребления
Крахмал и производные	крахмал нативный, модифицированный, декстрины	пищевые продукты, бумага, клеи, химия
Сиропы и сахара	глюкоза, декстроза, мальтодекстрины, глюкозо-фруктозные сиропы (HFCS)	напитки, кондитерская, молочная отрасль
Белковые фракции	пшеничный глютен, протеиновые концентраты	пищевая промышленность, корма
Биоэтанол	топливный этанол, спирт-сырец	транспорт, химическая промышленность
Ферментационные продукты	лизин, треонин, глутамат, органические кислоты	корма, пищевая индустрия, биохимия
Ко-продукты	Сухая послеспиртовая барда (DDGS), CO ₂ пищевой, кормовые дрожжи	животноводство, напитки

Как видно из таблицы, продукты глубокой переработки зерновых широко применяются во многих отраслях экономики и зачастую они взаимосвязаны. В последнее время актуальной становится повестка нулевого углеродного следа, и соответственно крахмальная отрасль стала якорной, так как производство и применение биоэтанола в

автомобильном и авиационном топливе является одним из мультипликаторов отрасли.

По сути, производство биоэтанола стало крупнейшим промышленным сегментом глубокой переработки зерновых и наибольший его объём производства в США, Бразилии и Индии (рис. 1).

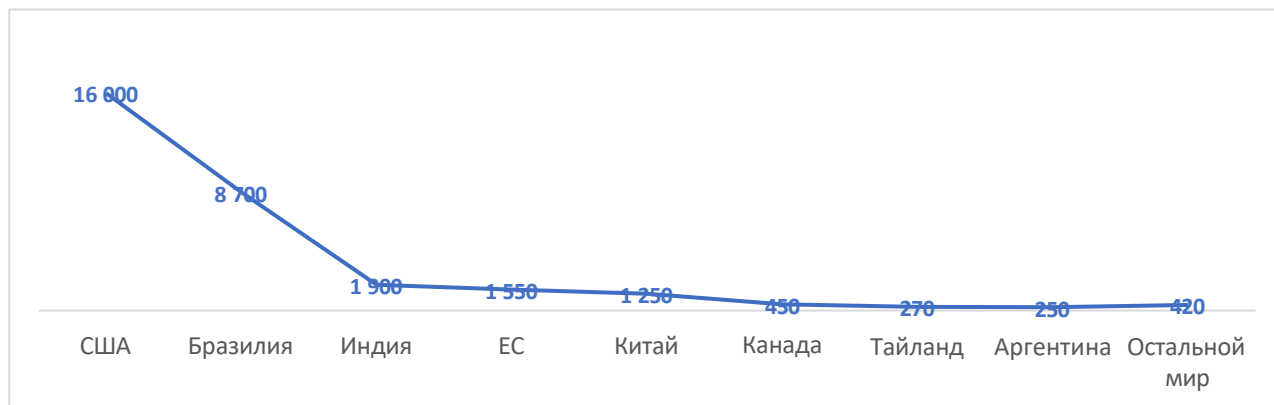


Рисунок 1. Мировое производство топливного этанола по регионам, 2024 (млн галлонов) [15]

В Казахстане функционирует единственный (и первый в СНГ) завод по производству топливного спирта ТОО BioOperations (ранее АО компания ВЮНИМ), но в глобальном масштабе

его объём производства в рамках статистической погрешности. На рисунке 2 представлена упрощённая диаграмма потоков ГПЗ.

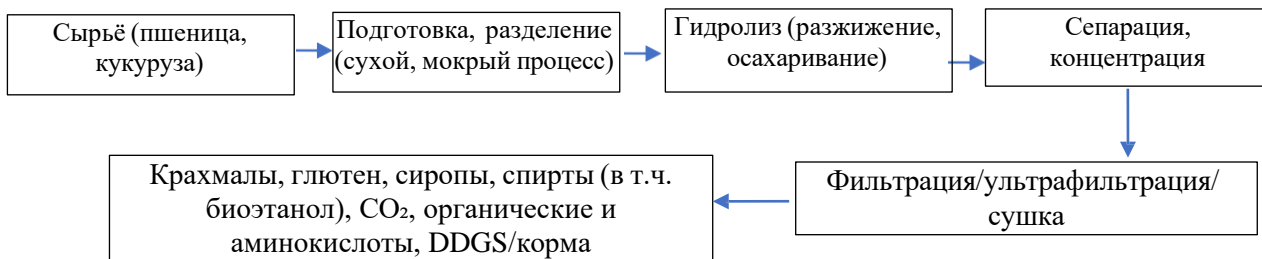


Рисунок 2. Упрощенная технологическая цепочка ГПЗ

В качестве сырья в Казахстане наибольший интерес ввиду ежегодного профицита представляет пшеница. Ниже представлены данные мирового производства пшеницы за 2025 год, где Казахстан традиционно входит в топ 15 лидеров глобального производства.

Как видно из таблицы 3, 906 кг пшеницы в год для казахстанца это десятикратное превышение нормы потребления хлеба и/или изделий из муки. Весь избыток является потенциальным сырьём для ГПЗ.

Однако в отношении кукурузы, в стране ситуация обратная – дефицит зерна, так как 70-75% кукурузы в период молочно-восковой

спелости идёт на силос. Ниже представлены данные по кукурузе.

Кукуруза — первая культура, объём производства которой превышает 1 млрд тонн в год в течение нескольких лет (табл. 4). Казахстан, имея свыше 29 млн гектар посевных площадей, в прошлом году оказался на 51-м месте по валовому сбору, но при этом учитываем соотношение кукурузы на зерно и сочный корм скоту. Показателен пример Кыргызстана, который для сельскохозяйственного производства может использовать только 10% своей территории, но при этом производит сопоставимый объём и доля кукурузы на зерно значительно выше казахстанского.

Таблица 3. Валовой сбор и среднечеловой объём производства пшеницы

№	Страны	Количество, тонн [16]	Пахотных земель, га [17]	Население [18]	тонн на человека
1	КНР	140 100 000	134 900 000	1 412 914 089	0,099
2	Индия	113 290 000	169 463 000	1 476 625 576	0,077
3	Россия	81 600 000	123 249 000	143 394 458	0,569
4	США	53 850 000	160 436 800	349 035 494	0,154
5	Австралия	34 940 000	31 074 000	26 477 710	1,320
6	Франция	34 600 000	19 463 780	66 746 401	0,518
7	Канада	35 940 000	38 352 400	40 961 653	0,877
8	Пакистан	31 440 000	32 003 000	259 299 791	0,121
9	Германия	22 600 000	11 971 000	84 480 000	0,268
10	Аргентина	22 200 000	40 200 000	45 816 224	0,485
11	Украина	23 400 000	33 669 000	36 944 328	0,633
12	Турция	19 000 000	23 384 000	87 926 082	0,216
13	Казахстан [19]	18 570 000	29 527 000	20 495 975	0,906
14	Польша	12 433 000	11 291 000	37 724 233	0,330
15	Иран	10 000 000	16 477 000	93 644 258	0,107
	мировое производство/население	800 810 000		8 273 553 567	0,10

Таблица 4. Валовой сбор и среднечеловое производство кукурузы [20]

№	Страны	Количество, тыс тонн [16]	Население [18]	Посевные площади, га [17]	тонн на человека
1	США	378 270 000	349 035 494	160 436 800	1083,758
2	КНР	294 920 000	1 412 914 089	134 900 000	208,732
3	Бразилия	136 000 000	216 605 837	63 366 060	627,869
4	ЕС	59 020 000	448 400 000		131,624
5	Аргентина	50 000 000	45 816 224	40 200 000	1091,316
6	Индия	42 280 000	1 476 625 576	169 463 000	28,633
7	Украина	26 800 000	36 944 328	33 669 000	725,416
8	Мексика	23 200 000	128 594 970	26 574 000	180,411
9	Южная Африка	17 060 000	60 495 373	12 413 000	282,005
10	Канада	15 060 000	40 961 653	38 352 400	367,661
11	Россия	14 000 000	143 394 458	123 249 000	97,633
12	Индонезия	13 100 000	277 988 000	51 300 000	47,124
13	Нигерия	11 217 000	224 588 394	40 500 000	49,945
14	Эфиопия	10 200 000	126 997 145	17 540 100	80,317
15	Пакистан	8 239 000	259 299 791	32 003 000	31,774
16	Филиппины	8 331 000	117 687 613	10 940 000	70,789
	остальные	119 626 000	2 678 962 502		44,654
	всего мировое производство/население	1 230 000 000	8 273 553 567		
51	Казахстан	1 005 000	20 495 975	29 527 000	49,034
54	Узбекистан	867 000	37 724 223	4 418 000	22,983
55	Кыргызстан	805 000	7 400 465	1 363 800	108,777

Таблица 5. Отраслевые стейкхолдеры Казахстана

Проект/локация	Сырье	Продукция	Примечание/источник
BioOperations* (СКО, Тайынша)	пшеница	биоэтанол, глютен, крахмал, корма	действующее предприятие [21]
Qostanai Grain Industry* (Костанайская область)	пшеница	лизин, глютен, биоэтанол, CO2	мощность 415 тыс. т/год; запуск заявлен на 2027 г. [22]
Kazkrakhmal** (Туркестанская обл.)	кукуруза	крахмалопродукты	переработка 100-150 тыс. т/год (план с 2026 г.) [23]
Проекты по кукурузе (Жамбылская обл.)	кукуруза	крахмал/аминокислоты/сиропа (потенциал)	инвестпроекты и переговоры, включая китайских инвесторов [24]
План до 2028 г. 5 проектов	пшеница/кукуруза	крахмал, глютен, биоэтанол, аминокислоты	совокупно 4,8 млн т/год [25]

* - в структуре холдинга KazFoodProducts, ** - ребрендинг ТОО Жаркентский крахмалопаточный завод, в планах 3-я очередь в Кызылординской области

Предложенная на рисунке 3 интегрированная модель демонстрирует взаимодействие между технологической модернизацией, цифро-

вым управлением логистикой и принципами циклической переработки, направленными на повышение эффективности переработки зерна.



Рисунок 3. Интегрированная модель развития глубокой переработки зерна

Заключение

Результаты данного исследования подтверждают глобальные тенденции к развитию интегрированных биоперерабатывающих предприятий, одновременно подчеркивая региональные ограничения, характерные для развивающихся сельскохозяйственных экономик. В отличие от исследований, проведенных в высокоразвитых странах, результаты показывают, что технологическая эффективность сама по себе не определяет конкурентоспособность; решающую роль играют логистическая координация и цифровое управление сельскохозяйственными

цепочками поставок. Это расширяет существующее теоретическое понимание агропромышленной модернизации за счет включения институциональных и инфраструктурных факторов в технологическую оценку.

Цифровая трансформация агропромышленного сектора позволяет осуществлять мониторинг потоков сырья в режиме реального времени, прогнозное планирование производства и более эффективное распределение ресурсов. Интеграция цифровых инструментов в зерноперерабатывающие предприятия может значительно снизить вариативность производства и повысить пока-

затели устойчивости, особенно в географически протяженных сельскохозяйственных системах, таких как Казахстан.

Полученные результаты имеют практическое значение для национальной сельскохозяйственной политики, направленной на диверсификацию экспорта зерна и развитие предприятий по переработке с добавленной стоимостью. Внедрение интегрированных предприятий глубокой переработки может способствовать повышению экономической устойчивости, снижению зависимости от экспорта сырьевых товаров и стимулированию отечественного промышленного развития.

Предложенный подход демонстрирует, что глубокую переработку зерна следует рассматривать не только как технологическую модернизацию, но и как системную трансформацию агропромышленной цепочки создания стоимости. Интеграция принципов циркулярной экономики, цифровых инструментов управления и комплексное использование вторичных продуктов создает основу для устойчивого агропромышленного развития в странах-экспортерах зерна.

Данное исследование вносит вклад в развивающуюся область устойчивой агропромышленной биоэкономики, предлагая интегрированную модель глубокой переработки зерна, адаптированную к условиям переходной экономики.

Таким образом, развитие глубокой переработки зерна в Казахстане соответствует глобальному тренду формирования биоэкономики и низкоуглеродных производственных систем, где зерновое сырье рассматривается не как товарный продукт, а как платформа для получения широкого спектра биотехнологических ингредиентов с высокой добавленной стоимостью [1, 7, 9].

Для Казахстана наиболее реалистичная экспортная стратегия в ГПЗ - выход на соседние и быстрорастущие рынки (Китай, Центральная Азия, Ближний Восток) по продуктам, где логистика и стандартизация достижимы: крахмал и производные, глютен, биоэтанол и ко-продукты. Для аминокислот целесообразна модель партнерства/СП с технологическими лидерами и гарантированным сбытом. Кроме того, положительно скажется следующий инструментарий:

–Развитие инфраструктуры: промышленные площадки, энергообеспечение, водоподготовка/очистные сооружения.

–Качество и стандарты: лабораторная база, технические регламенты, внедрение прослеживаемости.

–Финансы: льготные кредиты/гарантии, поддержка экспортного финансирования, стимулирование оффтейк-контрактов.

–Кадры и компетенции: образовательные программы, центры инжиниринга и биотехнологий, подготовка операторов и технологов.

–Экспорт и продвижение: целевые торговые миссии, сертификация, соглашения по взаимному признанию стандартов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koutinas A.A., Du C., Wang R., Webb C. Production of chemicals from biomass using biorefinery concepts // *Bioresource Technology*. - 2018. - Vol. 247. - P. 1132–1142. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.071>.
2. Liu Z., Qin L., Pang F. Integrated biorefinery approaches for cereal processing industries // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. - 2020. - Vol. 131. - 109964. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109964>.
3. Mussatto S.I. Biomass fractionation technologies for a lignocellulosic feedstock based biorefinery // *Critical Reviews in Biotechnology*. - 2017. - Vol. 37(3). - P. 339–352. <https://doi.org/10.3109/07388551.2016.1144047>.
4. Trienekens J.H., Zuurbier P. Value chain integration in agri-food systems // *Food Policy*. - 2018. - Vol. 75. - P. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.11.002>.
5. Van der Vorst J.G.A.J., Tromp S.O., Zee D.J. Simulation modelling for food supply chain redesign // *Computers and Electronics in Agriculture*. - 2017. - Vol. 75. - P. 269–279.
6. Ruan Z., Zanotti M., Zhong Y. Co-product valorization in bioethanol production systems // *Biotechnology for Biofuels*. - 2019. - Vol. 12. - 120. - <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1453-3>.
7. Cheng J.J., Timilsina G.R. Status and barriers of advanced biofuel technologies // *Renewable Energy*. - 2021. - Vol. 177. - P. 793–803.
8. Rosentrater K.A., Krishnan P.G. Corn ethanol coproducts: processing and utilization // *Applied Engineering in Agriculture*. - 2019. - Vol. 35(3). - P. 353–365.
9. OECD. Sustainable bioeconomy and agro-industrial transformation // OECD Publishing. - Paris, 2022.
10. Singh N., Kaur, L., & McCarthy, O.J. (2022). Corn starch production and applications: A review. *Food Chemistry*, 375, 132707. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132707>
11. Zabed, H., Sahu, J.N., Suely, A., Boyce, A.N., & Faruq, G. (2021). Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 475–501. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110852>
12. Liu, K. (2020). Distillers grains: Production, properties, and utilization. // *Applied Engineering in Agriculture*, 36(6), 849–860. <https://doi.org/10.13031/aea.13471>
13. Singh, A. (2023). The study and optimization of production and fermentation processes in biofuel production. arXiv preprint, arXiv:2308.00717. <https://arxiv.org/abs/2308.00717>

14. Lonardi, L., et al. (2025). Toward a circular nanotechnology for biofuels: integrating sustainable synthesis and optimization. arXiv preprint, arXiv: 2506.17548. <https://arxiv.org/abs/2506.17548>
15. Renewable Fuels Association (RFA). Annual World Fuel Ethanol Production (таблица 2020-2024) и U.S. production. Markets & Statistics (доступ: 2026) <https://afdc.energy.gov/data/categories/biofuels-production>
16. Top Producing Countries. Foreign Agricultural Service. - [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.fas.usda.gov/data/production/0440000> (дата обращения 12.10.2025)
17. Cropland Area by Country. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.worldometers.info/food-agriculture/cropland-by-country/>
18. Countries in the world by population (2026). [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.worldometers.info/world-population/population-by-country> (дата обращения 12.10.2025)
19. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/> (дата обращения 02.10.2025)
20. Statista. Production volume of corn in 2024/2025, by country. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.statista.com/statistics/254292/global-corn-production-by-country/#:~:text=Corn%20production%20worldwide%202022%2F2023%2C%20by%20country&text=In%202022%2F2023%2C%20it%20is,the%20top%20corn%20producing%20countries.> (дата обращения 12.12.2025)
21. Производственный комплекс по глубокой переработке зерна. [Электронный ресурс]. – 2025 – URL: <https://www.biooperations.com> (дата обращения 12.10.2025)
22. Глубокая переработка зерна в Казахстане: планы и достижения. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://agresearch.kz/news/glubokaya-pererabotka-zerna-v-kazaxstane-plany-i-dostizeniya?ysclid=mlug7iesx9421170333> (дата обращения 12.10.2025)
23. Строительство завода "Казкрахмал" в Шардаре: шаг в будущее переработки кукурузы. [Электронный ресурс]. – 2025 – URL: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6460998-stroitelstvo-zavoda-kazkrakhmal-v-shardare-shag-v-budushchee-perera-botki-kukur uzy.html> (дата обращения 12.10.2025)
24. Завод по глубокой переработке кукурузы строят в Жамбылской области. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6474158-zavod-po-glubokoy-pererabotke-kukuruzy-stroyat-v-zhambylскоy-oblasti.html> (дата обращения 12.10.2025)
25. Экспорт переработанной продукции АПК наращивает Казахстан. [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://primeminister.kz/ru/news/eksport-pererabotannoi-produkcii-apk-narashhi-vaet-kazaxstan-30798> (дата обращения 15.12.2025)
- concepts. *Bioresource Technology*, 2018, vol. 247, pp. 1132–1142. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.071>.
2. Liu Z., Qin L., Pang F. Integrated biorefinery approaches for cereal processing industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020, vol. 131, 109964. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109964>.
3. Mussatto S.I. Biomass fractionation technologies for a lignocellulosic feedstock based biorefinery. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2017, vol. 37(3), pp. 339–352. <https://doi.org/10.3109/07388551.2016.1144047>.
4. Trienekens J.H., Zuurbier P. Value chain integration in agri-food systems. *Food Policy*, 2018, vol. 75, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.11.002>.
5. Van der Vorst J.G.A.J., Tromp S.O., Zee D.J. Simulation modelling for food supply chain redesign. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2017, vol. 75, pp. 269–279.
6. Ruan Z., Zanotti M., Zhong Y. Co-product valorization in bioethanol production systems. *Biotechnology for Biofuels*, 2019, vol. 12, 120. <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1453-3>.
7. Cheng J.J., Timilsina G.R. Status and barriers of advanced biofuel technologies. *Renewable Energy*, 2021, vol. 177, pp. 793–803.
8. Rosentrater K.A., Krishnan P.G. Corn ethanol coproducts: processing and utilization. *Applied Engineering in Agriculture*, 2019, vol. 35(3), pp. 353–365.
9. OECD. Sustainable bioeconomy and agro-industrial transformation. Paris: OECD Publishing, 2022.
10. Singh N., Kaur L., McCarthy O.J. Corn starch production and applications: A review. *Food Chemistry*, 2022, vol. 375, 132707. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132707>.
11. Zabed H., Sahu J.N., Suely A., Boyce A.N., Faruq G. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, vol. 71, 110852. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110852>.
12. Liu K. Distillers grains: Production, properties, and utilization. *Applied Engineering in Agriculture*, 2020, vol. 36(6), pp. 849–860. <https://doi.org/10.13031/aea.13471>.
13. Singh A. The study and optimization of production and fermentation processes in biofuel production. arXiv preprint, arXiv:2308.00717, 2023. <https://arxiv.org/abs/2308.00717>.
14. Lonardi L., et al. Toward a circular nanotechnology for biofuels: integrating sustainable synthesis and optimization. arXiv preprint, arXiv: 2506.17548, 2025. <https://arxiv.org/abs/2506.17548>.
15. Renewable Fuels Association (RFA). Annual World Fuel Ethanol Production (2020–2024) and U.S. production. Markets & Statistics (accessed: 2026). Available at: <https://afdc.energy.gov/data/categories/biofuelsproduction>.
16. Top Producing Countries. Foreign Agricultural Service, 2025. Available at: <https://www.fas.usda.gov/data/production/0440000> (accessed 12.10.2025).

REFERENCES

1. Koutinas A.A., Du C., Wang R., Webb C. Production of chemicals from biomass using biorefinery

17. Cropland Area by Country, 2025. Available at: <https://www.worldometers.info/food-agriculture/cropland-by-country/> (accessed 12.10.2025).

18. Countries in the World by Population (2026), 2025. Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/population-by-country/> (accessed 12.10.2025).

19. Statistika sel'skogo, lesnogo, okhotnich'ego i rybnogo khozyaistva [Statistics of Agriculture, Forestry, Hunting and Fisheries]. Byuro natsional'noy statistiki agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. Available at: <https://stat.gov.kz/ru/> (accessed 02.10.2025). (in Russian).

20. Statista. Production volume of corn in 2024/2025, by country, 2025. Available at: <https://www.statista.com/statistics/254292/global-corn-production-by-country/> (accessed 12.12.2025).

21. Proizvodstvennyy kompleks po glubokoy pererabotke zerna [Production Complex for Deep Grain Processing], 2025. Available at: <https://www.biooperations.com> (accessed 12.10.2025). (in Russian).

22. Glubokaya pererabotka zerna v Kazakhstane: plany i dostizheniya [Deep Grain Processing in Kazakhstan:

Plans and Achievements], 2025. Available at: <https://agrosearch.kz/news/glubokaya-pererabotka-zerna-v-kazaxstane-plany-i-dostizheniya> (accessed 12.10.2025). (in Russian).

23. Stroitel'stvo zavoda "Kazkrakhmal" v Shardare: shag v budushchee pererabotki kukuruzy [Construction of the "Kazkrakhmal" Plant in Shardara: A Step into the Future of Corn Processing], 2025. Available at: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6460998-stroitelstvo-zavoda-kazkrakhmal-v-shardare-shag-v-budushchee-pererabotki-kukuruzy>.html (accessed 12.10.2025). (in Russian).

24. Zavod po glubokoy pererabotke kukuruzy stroyat v Zhambylskoy oblasti [A Corn Deep Processing Plant is Being Built in the Zhambyl Region], 2025. Available at: <https://www.zakon.kz/sobytiia/6474158-zavod-po-glubokoy-pererabotke-kukuruzy-stroyat-v-zhambylskoy-oblasti>.html (accessed 12.10.2025). (in Russian).

25. Eksport pererabotannoy produktsii APK narashchivaet Kazakhstan [Kazakhstan is Increasing Exports of Processed Agricultural Products], 2025. Available at: <https://primeminister.kz/ru/news/eksport-pererabotannoi-produkcii-apk-narashhivaet-kazaxstan-30798> (accessed 15.12.2025). (in Russian).

PRECISION FERMENTATION AND CULTURED PROTEINS: REDEFINING PROTEIN PRODUCTION AND NUTRITIONAL STRATEGIES IN MODERN PET FOOD SYSTEMS-MINI REVIEW

RISHAV KUMAR 

(Department of Livestock Products Technology, India, College of Veterinary Sciences and Animal Husbandry, DUVASU, Mathura-281001)
Corresponding author's email: rishavvet42@gmail.com

The pet food sector is experiencing a profound scientific transition driven by increasing demand for nutritionally precise, environmentally sustainable, and ethically responsible protein sources. Traditional reliance on livestock-derived ingredients has raised concerns regarding resource inefficiency, environmental impact, raw material variability, and long-term sustainability. In response, advances in biotechnology, particularly precision fermentation and cultured protein technologies—have emerged as promising alternatives capable of transforming protein production for companion animal nutrition. Precision fermentation enables the microbial synthesis of animal-identical or functionally enhanced proteins with high consistency and safety, while cultured proteins are generated through the controlled growth of animal cells without conventional animal agriculture. This review critically examines the scientific foundations, nutritional quality, functional performance, sustainability implications, safety considerations, and regulatory challenges associated with these technologies. Current evidence suggests that both precision-fermented and cultured proteins can provide digestible, bioavailable, and nutritionally adequate protein sources for pet foods. However, knowledge gaps remain regarding long-term health outcomes, micronutrient optimization, and large-scale economic feasibility. Collectively, these emerging technologies represent a paradigm shift toward nutrition-by-design and offer a compelling pathway for the future of sustainable pet food systems.

Keywords: precision fermentation, cultured proteins, pet nutrition, sustainable protein, companion animals.

ДӘЛДІК ФЕРМЕНТАЦИЯ ЖӘНЕ ӨСІРІЛЕТІН АҚУЫЗДАР: ЗАМАНАУИ ҮЙ ЖАНУАРЛАРЫ ЖЕМ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ АҚУЫЗ ӨНДІРУ МЕН ҚОРЕКТЕНУ СТРАТЕГИЯЛАРЫН ҚАЙТА АЙҚЫНДАУ — ШАҒЫН ШОЛУ

РИШАВ КУМАР

(Мал шаруашылығы өнімдері технологиясы кафедрасы, Үндістан, Ветеринариялық ғылымдар және мал шаруашылығы колледжі, DUVASU, Матхура-281001)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: rishavvet42@gmail.com

Үй жануарларына арналған жем өндіру секторы нутрициялық дәлдігі жоғары, экологиялық тұрғыдан тұрақты және этикалық жауапты ақуыз көздеріне деген сұраныстың артуына байланысты елеулі ғылыми өзгерістер кезеңін бастан кешіруде. Дәстүрлі мал шаруашылығы негізіндегі ингредиенттерге тәуелділік ресурстарды тиімсіз пайдалану, қоршаған ортаға әсер, шикізат сапасының құбылмалылығы және ұзақ мерзімді тұрақтылық мәселелерін туындатады. Осыған байланысты биотехнология саласындағы жетістіктер, әсіресе дәл ферментация және жасушалық өсіру арқылы алынатын ақуыз технологиялары, серіктес жануарлардың қоректенуіне арналған ақуыз өндірісін түбегейлі өзгертуге қабілетті балама шешімдер ретінде қарастырылуда. Дәлдік ферментация микроағзалардың көмегімен жануар тектес немесе функционалдық тұрғыдан жетілдірілген ақуыздарды жоғары тұрақтылық пен қауіпсіздік деңгейінде синтездеуге мүмкіндік береді. Ал өсірілетін ақуыздар дәстүрлі мал шаруашылығын қолданбай, жануар жасушаларын бақыланатын жағдайда өсіру арқылы өндіріледі. Бұл шолуда аталған технологиялардың ғылыми негіздері, тағамдық құндылығы, функционалдық тиімділігі, тұрақтылық аспектілері, қауіпсіздік мәселелері және нормативтік-құқықтық қиындықтары сыни тұрғыдан талданады. Қазіргі деректер дәл ферментация және жасушалық өсіру арқылы алынған ақуыздардың жоғары сіңімді, биожетімді және қоректік тұрғыдан жеткілікті бола алатынын көрсетеді. Дегенмен, ұзақ мерзімді денсаулық әсерлері, микронутриенттерді оңтайландыру және өндірісті ауқымды деңгейде экономикалық тиімді іске асыру

мәселелері бойынша зерттеу олқылықтары сақталуда. Жалпы алғанда, бұл технологиялар «жобаланған қоректену» тұжырымдамасына негізделген жаңа парадигмалық бағытты білдіреді және болашақтағы тұрақты үй жануарлары жем жүйелерін қалыптастырудың маңызды жолын ұсынады.

Негізгі сөздер: дәлдік ферментация, өсірілетін ақуыздар, үй жануарларының қоректенуі, тұрақты ақуыз, серіктес жануарлар.

ТОЧНАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ И КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ БЕЛКИ: ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛКА И СТРАТЕГИЙ ПИТАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ КОРМОВ ДЛЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ — МИНИ-ОБЗОР

РИШАВ КУМАР

(Кафедра технологии продуктов животноводства, Индия, Колледж ветеринарных наук и животноводства, DUVASU, Матхура-281001)

Электронная почта автора-корреспондента: rishavvet42@gmail.com

Сектор кормов для домашних животных переживает значительную научную трансформацию, обусловленную растущим спросом на нутриционно точные, экологически устойчивые и этически ответственные источники белка. Традиционная зависимость от ингредиентов животного происхождения вызывает беспокойство в связи с неэффективным использованием ресурсов, воздействием на окружающую среду, вариабельностью сырья и долгосрочной устойчивостью производства. В ответ на эти вызовы достижения в области биотехнологии, в частности технологии точной ферментации и культивируемых белков, стали перспективными альтернативами, способными изменить производство белка для питания животных-компаньонов. Точная ферментация позволяет микроорганизмам синтезировать белки, идентичные животным или функционально улучшенные, с высокой степенью стабильности и безопасности. Культивируемые белки получают путем контролируемого выращивания животных клеток без использования традиционного животноводства. В данном обзоре критически рассматриваются научные основы, питательная ценность, функциональные характеристики, аспекты устойчивости, вопросы безопасности и регуляторные проблемы, связанные с этими технологиями. Современные данные свидетельствуют о том, что белки, полученные с помощью точной ферментации и клеточного культивирования, могут обеспечивать высокую перевариваемость, биодоступность и полноценность в составе кормов для домашних животных. Тем не менее сохраняются проблемы в знаниях относительно долгосрочного влияния на здоровье, оптимизации микронутриентов и экономической эффективности при масштабировании производства. В целом данные технологии представляют собой парадигмальный сдвиг к концепции «питание по дизайну» и открывают перспективный путь к формированию устойчивых систем производства кормов будущего.

Ключевые слова: точная ферментация; культивируемые белки; питание домашних животных; устойчивый белок; животные-компаньоны.

Introduction

Protein is the most essential and metabolically demanding nutrient in companion animal diets, serving as the primary source of amino acids required for muscle maintenance, immune function, enzymatic activity, and overall physiological homeostasis [1-3]. Dogs and cats, particularly obligate carnivores such as cats, have evolved dietary requirements that necessitate high-quality, highly digestible protein sources. For decades, the pet food industry has depended on animal-derived ingredients originating from livestock production systems [4, 5], including meat meals and animal byproducts. While these ingredients have historically provided adequate nutrition, their continued use is increasingly challenged by sustainability concerns, fluctuations in

raw material availability, and growing scrutiny from consumers and regulators alike [5, 6].

The environmental burden associated with animal agriculture, including greenhouse gas emissions, land use, and water consumption, has prompted critical evaluation of protein sourcing across both human and animal food systems. Pet food production alone represents a substantial share of global animal protein utilization [7, 8], thereby amplifying the urgency for alternative approaches. Within this context, precision fermentation and cultured protein technologies have emerged not as incremental innovations, but as fundamentally new paradigms for protein production [9].

Unlike earlier pet food trends driven primarily by consumer perceptions such as grain-free or raw

diets these technologies are grounded in molecular biology, microbial engineering, and cellular agriculture. Their application allows unprecedented control over protein composition, functionality, and safety, positioning them as cornerstone innovations for next-generation pet nutrition [10, 11].

Materials and research methods

A systematic search of peer-reviewed literature was conducted using major scientific databases. The search focused on identifying studies related to the gut microbiome in companion animals, precision fermentation, and cultured proteins in pet food systems. Key search terms included "companion animal microbiome," "precision fermentation," "cultured proteins," "sustainable pet nutrition," and "functional dietary strategies".

Results and discussion

1. Scientific Foundations of Precision Fermentation

Precision fermentation refers to the use of genetically engineered microorganisms to produce specific target proteins through controlled fermentation processes [12-14]. By introducing genes encoding desired proteins into microbial hosts such as yeast or bacteria, it is possible to direct cellular metabolism toward the synthesis of proteins that are identical or functionally comparable to those found in animal tissues.

One of the most significant advantages of precision fermentation is its ability to produce proteins with consistent amino acid profiles, independent of external variables such as animal age, diet, or processing conditions [15-17]. This consistency addresses one of the longstanding challenges in pet food formulation batch-to-batch variability which can influence nutrient availability and product performance. Moreover, fermentation systems can be optimized to enhance the expression of limiting amino acids, thereby improving protein efficiency and reducing the need for post-formulation supplementation.

From a processing perspective, precision-fermented proteins often exhibit favorable functional properties, including improved solubility, emulsification capacity, and thermal stability [18,19]. These attributes are particularly relevant in extrusion-based pet food manufacturing, where protein behavior influences kibble expansion, texture, and palatability. As such, precision fermentation not only contributes to nutritional adequacy but also supports manufacturing efficiency and product quality [20].

2. Nutritional Quality and Digestive Utilization

Emerging in vivo and in vitro studies evaluating precision-fermented proteins in canine and feline diets indicate that these ingredients exhibit high digestibility

and efficient nitrogen utilization. Apparent protein digestibility values reported for microbial-derived proteins are comparable to, and in some cases exceed, those of conventional poultry or meat meals. This enhanced digestibility may be attributed to the absence of connective tissue components and the uniform molecular structure of fermentation-derived proteins [21,22].

Additionally, fermentation-based protein production minimizes exposure to contaminants commonly associated with animal-derived ingredients, including pathogenic microorganisms, antibiotic residues, and heavy metals. This contributes to improved ingredient safety and may reduce variability in gastrointestinal responses among pets. Preliminary research also suggests that fermentation-derived proteins may positively influence gut microbiota composition, although mechanistic understanding of these effects remains limited and warrants further investigation [23].

3. Cultured Proteins and Cellular Agriculture

Cultured protein technology, also known as cell-based or cultivated protein production, involves the expansion of animal-derived cells under sterile, nutrient-controlled conditions. Through this approach, muscle cells are encouraged to proliferate and differentiate, forming tissue that closely resembles conventional animal muscle at the cellular level. Unlike precision fermentation, which focuses on isolated proteins, cultured protein retains cellular architecture, including myofibrillar proteins and intracellular micronutrients [24].

Nutritional analyses indicate that cultured muscle tissue closely matches traditional meat in essential amino acid composition and protein quality metrics. The presence of native muscle proteins and heme-associated iron may contribute to high palatability and bioavailability, attributes that are particularly important for feline nutrition [25, 26]. These characteristics suggest that cultured proteins may be well-suited for use in premium pet food formulations or as partial replacements for conventional meat ingredients.

From an industry perspective, pet food represents a strategic application for cultured proteins due to lower regulatory hurdles and greater flexibility in formulation compared with human food products. Blended formulations incorporating cultured protein alongside conventional or fermented ingredients may offer a pragmatic pathway for gradual adoption while addressing cost and scalability constraints [27-29].

4. Sustainability Implications and Environmental Benefits

Sustainability considerations are central to the development of both precision fermentation and

cultured protein technologies. Life-cycle assessments consistently demonstrate that these systems require substantially less land and water and generate fewer greenhouse gas emissions compared with traditional livestock production [30-32]. Precision fermentation, in particular, offers strong scalability potential and compatibility with renewable feedstocks, aligning with circular bioeconomy principles. Given the significant contribution of pet food production to global animal protein demand, widespread adoption of alternative protein technologies could meaningfully reduce the environmental footprint of companion animal nutrition. This is particularly relevant as pet ownership continues to rise globally, amplifying the cumulative impact of dietary choices [34, 35].

5. Safety, Regulatory Landscape, and Quality Assurance

Short- to medium-term feeding studies evaluating precision-fermented proteins indicate no adverse effects on growth performance, metabolic health markers, or gastrointestinal function in companion animals. However, long-term data encompassing reproductive performance, aging, and disease susceptibility remain limited [34-36]. Cultured proteins face additional regulatory complexity, as frameworks governing their classification, labeling, and safety assessment are still evolving across different jurisdictions. Robust safety evaluation protocols, transparent labeling practices, and standardized nutritional assessment methods will be essential to ensure consumer trust and regulatory acceptance. Furthermore, integration of these novel proteins into existing pet food standards will require collaboration among scientists, industry stakeholders, and regulatory agencies.

6. Challenges, Knowledge Gaps, and Research Priorities

Despite their promise, several challenges must be addressed before precision fermentation and cultured proteins can be fully integrated into mainstream pet nutrition. These include the need for long-term feeding trials, optimization of micronutrient composition, evaluation of oxidative stability during storage, and comprehensive assessment of interactions with the gut microbiome. Economic feasibility and scalability, particularly for cultured protein systems, remain critical barriers that must be overcome through technological innovation and infrastructure development.

Conclusions and Future Outlook

Precision fermentation and cultured protein technologies represent a fundamental shift in pet food science, enabling unprecedented control over protein composition, functionality, and sustainability. Rather than relying on traditional agricultural systems, these

approaches support a transition toward nutrition-by-design, where dietary proteins are engineered to meet specific physiological and environmental objectives. As research advances and regulatory frameworks mature, these technologies are poised to play an increasingly central role in shaping the future of pet nutrition. Their integration with emerging tools such as artificial intelligence, metabolomics, and microbiome analysis may further enable personalized, health-focused dietary strategies for companion animals. In this context, precision fermentation and cultured proteins should be viewed not as niche innovations, but as foundational components of next-generation, sustainable pet food systems.

REFERENCES

1. Kerr, K.R., Beloshapka, A.N., Morris, C.L., Parsons, C.M., & Swanson, K.S. Evaluation of novel protein sources for companion animal diets: digestibility and physiological responses. *Journal of Animal Science*. 2024;102(5): skad 412.
2. Miller, M.J., Linde, C.R., & Long, D.M. Digestibility and fecal characteristics of microbial-derived proteins in canine diets. *Animal Feed Science and Technology*. 2025; 312: 115432.
3. Erickson, G.M., et al. Safety and compositional consistency of precision-fermented proteins for animal nutrition applications. *Frontiers in Nutrition*. 2024; 11: 1298745.
4. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., Bharti, S.K., Verma, A.K., Rajkumar, V. and Patel, P. 2023. Utilization of poultry slaughter byproducts to develop cost effective dried pet food. *Anim. Nutr. Technol.*, 23: 165-174. DOI: 10.5958/0974-181X.2023.00015.X
5. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., Verma, A.K. and Rajkumar, V. 2023. Quality improvement of poultry slaughterhouse byproducts-based pet food with incorporation of fiber-rich vegetable powder. *Explor. Anim. Med. Res.*, 13(1): 54-61. DOI: 10.52635/eamr/13.1.54-61
6. Kumar, R., Thakur, A., & Sharma, A. (2023). Comparative prevalence assessment of subclinical mastitis in two crossbred dairy cow herds using the California mastitis test. *J Dairy Vet Anim Res*, 12(2), 98-102 <http://dx.doi.org/10.15406/jdvar.2023.12.00331>
7. Post, M.J., et al. Cultured meat composition and nutritional equivalence compared with conventional muscle tissue. *Meat Science*. 2023;201:109202.
8. Kumar R, Goswami M, Pathak V. Innovations in pet nutrition: investigating diverse formulations and varieties of pet food: mini review. *MOJ Food Process Technol.* 2024;12(1):86–89. DOI: 10.15406/mojfpt.2024.12.00302
9. Kumar R, Goswami M. Harnessing poultry slaughter waste for sustainable pet nutrition: a catalyst for growth in the pet food industry. *J Dairy Vet Anim Res*. 2024;13(1):31–33. DOI: 10.15406/jdvar.2024.13.00344
10. Kumar, R. (2024). Promoting Pet Food Sustainability: Integrating Slaughterhouse By-products and Fibrous Vegetables Waste. *Acta Scientific Veterinary*

Sciences, 6, 07-11. <http://dx.doi.org/10.31080/ASVS.2024.06.0871>

11. Smetana, S., et al. Environmental sustainability assessment of alternative protein sources for food and feed: determining trade-offs of precision fermentation and cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*. 2024;142:104265.

12. Swanson, K.S., et al. Safety assessment of novel protein ingredients in pet foods: current status and future research needs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2025;109(1):45–58.

13. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Deciphering new nutritional substrates for precision pet food formulation. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*. [https://doi.org/10.22271/veterinary,2024\(4\),v9](https://doi.org/10.22271/veterinary,2024(4),v9).

14. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Prebiotic-driven Gut Microbiota Dynamics: Enhancing Canine Health via Pet Food Formulation. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 15(Jun, 6), 01-15. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5359>

15. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Review of Pet Food Packaging in the US Market: Future Direction Towards Innovation and Sustainability. *Annual Research & Review in Biology*, 39(6), 16-30. <https://doi.org/10.973/arrb/2024/v39i62085>

16. Kumar, R., Goswami, M. and Pathak, V. (2023). Enhancing Microbiota Analysis, Shelf-life, and Palatability Profile in Affordable Poultry Byproduct Pet Food Enriched with Diverse Fibers and Binders. *J. Anim. Res.*, 13(05): 815-831. DOI: 10.30954/2277-940X.05.2023.24

17. Kumar, R., Goswami, M., & Pathak, V. (2024). Gas Chromatography Based Analysis of fatty acid profiles in poultry byproduct-based pet foods: Implications for Nutritional Quality and Health Optimization. *Asian Journal of Research in Biochemistry*, 14(4), 1-17. <https://doi.org/10.9734/ajrb/2024/v14i4289>

18. Stull, C.L., et al. Impact of precision-fermented proteins on nutrient digestibility and gut microbiota in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2026;13:958312.

19. Datar, I., & Betti, M. Possibilities for an in-vitro meat production system. *Meat Science*. 2010;86(1):1–22.

20. Tuomisto, H.L., & Teixeira de Mattos, M.J. Environmental impacts of cultured meat: assessing ecological footprint and long-term implications. *Environmental Science & Technology*. 2011;45(14):6117–6123.

21. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Exploring Palatability in Pet Food: Assessment Methods and Influential Factors. *International Journal of Livestock Research*, 14(4).

22. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Feathered nutrition: unlocking the potential of poultry byproducts for healthier pet foods. *Acta Scientific Veterinary Sciences*. (ISSN: 2582-3183), 6(4).

23. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Optimizing Pet Food Formulations with Alternative Ingredients and Byproducts. *Acta Scientific Veterinary Sciences* (ISSN: 2582-3183), 6(4).

24. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). A Comprehensive Analysis and Evaluation of Various Porcine Byproducts in Canine Diet Formulation. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences*, 7(3), 236-246. <https://doi.org/10.9734/ajravs/2024/v7i3308>

25. Stephens, N., et al. Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;78:155–166.

26. Post, M.J., & Hocquette, J.F. New technologies for cultured meat production. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2022;13:211–234.

27. Bleakley, S., & Hayes, M. Algae-based proteins: cultivation, extraction and application in human and animal nutrition. *Food Chemistry*. 2017;253:1–15.

28. Weber, C.J., & Kerr, K.R. Effects of alternative proteins on pet food palatability and long-term feeding preferences. *Journal of Animal Nutrition*. 2025;4(3):127–138.

29. National Research Council. *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. Washington, DC: The National Academies Press; 2006.

30. Herzog, H., Zuberbühler, K., Clément, F., & Muggli-Cockett, N. Ethical considerations of cellular agriculture in animal feeding. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 2020;33:1–15.

31. “Pet Food Innovation Report 2025: Protein Sector and Sustainability Trends.” *Petfood Industry Insights*; 2025. (Industry report supporting market and sustainability data.)

32. van der Weele, C., & Tramper, J. Cultured meat: every village its own factory? *Trends in Biotechnology*. 2014;32(6):294–296.

33. Verbeke, W., et al. Consumer acceptance of cultured meat: a comparative analysis in pet owners and human food consumers. *Appetite*. 2020;155:104832.

34. Li, M., et al. Microbiome changes in pets fed precision-fermented protein diets: implications for gut health. *mSystems*. 2026;11(1):e01578-25.

35. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Sustainability of Animal-Derived Foods: The Interplay of Animal Science and Supply Chain Impacts*. The National Academies Press; 2025.

36. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., & Singh, A. (2024). Effect of binder inclusion on poultry slaughterhouse byproducts incorporated pet food characteristics and palatability. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 24(1), 177-191. DOI: 10.5958/0974-181X.2024.00013.1

THE GUT MICROBIOME IN COMPANION ANIMAL NUTRITION: EMERGING SCIENCE, FUNCTIONAL DIETS, AND PERSONALIZED PET FOOD STRATEGIES

ANKIT SHARMA 

(Dept. of Livestock Production Management, India, College of Veterinary and Animal Sciences, GBPUAT, Pantnagar, Uttarakhand (263 145))

Corresponding author's email: ankit291994@gmail.com

The gut microbiome has emerged as a central determinant of health, metabolism, and disease outcomes in companion animals. Advances in high-throughput sequencing and metabolomics have revealed complex microbial ecosystems in dogs and cats that interact dynamically with dietary inputs, host genetics, and environmental factors. This review synthesizes current evidence linking the gut microbiome to nutrient metabolism, immune modulation, metabolic disease, and functional dietary responses in pets. We discuss mechanisms by which diet shapes microbial composition and function, evaluate the role of emerging functional ingredients (prebiotics, probiotics, postbiotics, fermented ingredients), and explore personalized nutrition strategies based on microbiome profiling. We also identify research gaps and future directions for integrating microbiome science into pet food formulation and clinical practice. Understanding and harnessing gut–diet–host interactions hold immense promise for optimizing health, preventing disease, and advancing next-generation pet food solutions. This interdisciplinary approach is essential for bridging the gap between fundamental microbiology and practical nutrition.

Keywords: companion animal microbiome, gut microbiota, functional pet diets, prebiotics, probiotics, metabolomics, personalized nutrition, immune modulation, metabolic health.

СЕРІКТЕС ЖАНУАРЛАРДЫҢ ҚОРЕКТЕНУІНДЕГІ ІШЕК МИКРОБИОМАСЫ: ЖАҢА ҒЫЛЫМИ БАҒЫТТАР, ФУНКЦИОНАЛДЫҚ РАЦИОНДАР ЖӘНЕ ДЕРБЕСТЕНДІРІЛГЕН ҮЙ ЖАНУАРЛАРЫ ТАҒАМЫ СТРАТЕГИЯЛАРЫ

АНКИТ ШАРМА

(Мал шаруашылығы өндірісін басқару кафедрасы, Үндістан, Ветеринария және жануарлар ғылымдары колледжі, GBPUAT, Пантнагар, Уттаракханд (263145))

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ankit291994@gmail.com

Ішек микробиомасы серіктес жануарлардың денсаулығы, метаболизмі және аурулардың даму нәтижелерін айқындайтын негізгі факторлардың бірі ретінде танылды. Жоғары өнімді секвенирлеу және метаболомика саласындағы жетістіктер иттер мен мысықтардың азғасындағы күрделі микробтық экожүйелерді анықтап, олардың рацион құрамымен, иесінің генетикалық ерекшеліктерімен және қоршаған орта факторларымен динамикалық өзара әрекеттесетінін көрсетті. Бұл шолу үй жануарларындағы ішек микробиомасының қоректік заттардың алмасуына, иммундық реттелуге, метаболикалық ауруларға және функционалдық рациондарға жауабына әсерін сипаттайтын қазіргі ғылыми деректерді жүйелейді. Біз рационның микробтық құрам мен функцияға әсер ету механизмдерін қарастырып, жаңа функционалдық ингредиенттердің (пребиотиктер, пробиотиктер, постбиотиктер, ашытылған компоненттер) рөлін бағалаймыз және микробиомалық профилдеу негізінде дербестендірілген қоректену стратегияларын талқылаймыз. Сонымен қатар, микробиомалық ғылымды үй жануарлары тағамын әзірлеу мен клиникалық тәжірибеге енгізуге қатысты зерттеу олқылықтары мен болашақ бағыттарды анықтаймыз. Ішек–рацион–иесі арасындағы өзара әрекеттесуді түсіну және тиімді пайдалану денсаулықты оңтайландыруға, аурулардың алдын алуға және келесі буындағы үй жануарлары тағамын дамытуға үлкен мүмкіндік береді. Пәнаралық тәсіл іргелі микробиология мен қолданбалы нутрициология арасындағы ашақтықты жою үшін аса маңызды.

Негізгі сөздер: серіктес жануарлар микробиомасы, ішек микробиотасы, функционалдық үй жануарлары рациондары, пребиотиктер, пробиотиктер, метаболомика, дербестендірілген қоректену, иммундық реттелу, метаболикалық денсаулық.

КИШЕЧНЫЙ МИКРОБИОМ В ПИТАНИИ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ-КОМПАЬОНОВ: НОВЫЕ НАУЧНЫЕ ДАННЫЕ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РАЦИОНЫ И СТРАТЕГИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО КОРМА

АНКИТ ШАРМА

(Кафедра управления производством животноводства, Индия, Колледж ветеринарных
и зоотехнических наук, GBPUAT, Пантнагар, Уттаракханд (263145))

Автор для корреспонденции: ankit291994@gmail.com

Кишечный микробиом рассматривается как один из ключевых факторов, определяющих здоровье, метаболизм и исходы заболеваний у домашних животных-компаньонов. Достижения в области высокопроизводительного секвенирования и метаболомики позволили выявить сложные микробные экосистемы у собак и кошек, которые динамично взаимодействуют с рационом, генетическими особенностями хозяина и факторами окружающей среды. В данном обзоре обобщены современные данные о связи кишечного микробиома с метаболизмом питательных веществ, иммунной модуляцией, метаболическими заболеваниями и реакцией на функциональные рационы у домашних животных. Рассматриваются механизмы влияния рациона на состав и функции микробиоты, оценивается роль новых функциональных ингредиентов (пребиотики, пробиотики, постбиотики, ферментированные компоненты), а также анализируются стратегии персонализированного питания на основе профилирования микробиома. Кроме того, обозначены существующие пробелы в исследованиях и перспективные направления интеграции микробиомных данных в разработку кормов и клиническую практику. Понимание и эффективное использование взаимодействий «кишечник–рацион–организм» открывает широкие возможности для оптимизации здоровья, профилактики заболеваний и создания кормов нового поколения. Подход, основанный на междисциплинарном взаимодействии, является ключевым для преодоления разрыва между фундаментальной микробиологией и практической нутрициологией.

Ключевые слова: микробиом домашних животных, кишечная микробиота, функциональные рационы для домашних животных, пребиотики, пробиотики, метаболомика, персонализированное питание, иммунная модуляция, метаболитическое здоровье.

Introduction

The gut microbiome, the community of microorganisms inhabiting the gastrointestinal tract, plays a pivotal role in host physiology, including nutrient digestion, immune function, gut barrier integrity, and metabolic regulation [1-3]. While initially characterized in human and livestock systems, the companion animal microbiome has garnered significant attention over the past decade due to links with obesity, inflammatory bowel disease, allergies, and neurologic health in dogs and cats [4,5].

Traditional pet food formulation has largely focused on macronutrient balance and essential nutrient adequacy based on established nutrient requirements. However, emerging data suggest that nutritional strategies targeting microbial ecology may further optimize health and mitigate disease across life stages [6-8]. This evolving paradigm integrates microbiome science with functional diets and personalized nutrition representing a new frontier in pet food research and product development. This review provides a comprehensive synthesis of the gut microbiome in companion animals, mechanisms of diet–microbiome interaction, functional dietary

interventions, clinical evidence, and personalized nutrition frameworks. We aim to bridge fundamental microbiology with practical strategies for nutritionists, veterinarians, and pet food scientists [9-11].

Materials and research methods

Literature Search Strategy

A comprehensive search of peer-reviewed literature was conducted to identify studies concerning the gut microbiome in companion animals (dogs and cats). Databases were utilized to gather data on microbial composition, dietary interactions, and functional ingredients. The search focused on recent advances in high-throughput sequencing (16S rRNA and shotgun metagenomics) and metabolomics.

Results and discussion

1. The Companion Animal Gut Microbiome: Composition and Function

1.1. Microbial Communities in Dogs and Cats

Advances in 16S rRNA sequencing, metagenomics, and shotgun sequencing have profoundly expanded our knowledge of the canine and feline gut microbiome. Dominant bacterial phyla in dogs and cats include Firmicutes,

Bacteroidetes, Proteobacteria, Fusobacteria, and Actinobacteria, though relative abundance varies with diet, age, breed, and health status [12-14]. Compared with humans, companion animals exhibit greater bacterial diversity and unique species clusters adapted to carnivorous and omnivorous diets. Unlike the human microbiome, which is influenced heavily by plant fiber fermentation, the pet microbiome interfaces with diets high in animal protein and fat. Nevertheless, microbial fermentative metabolism remains central to short-chain fatty acid (SCFA) production, immune signaling, and gut barrier maintenance [15,16].

1.2. Functional Roles of the Microbiome

The microbiome contributes to digestion and nutrient transformation in several ways:

Carbohydrate fermentation into SCFAs (butyrate, propionate, acetate) supporting colonic health and energy harvest. Protein fermentation and amino acid metabolism, generating metabolites that can exert beneficial or deleterious effects depending on substrate and context [17, 18]. Vitamin synthesis for B vitamins and vitamin K. Modulation of the immune system, interacting with gut-associated lymphoid tissue to influence tolerance and inflammation. Barrier protection, by competitive exclusion of pathogens and production of antimicrobial compounds. Alterations in these functions termed dysbiosis are associated with gastrointestinal and systemic diseases in pets [19, 20].

2. Diet as a Primary Modulator of the Microbiome

Diet is one of the most potent and manipulatable factors influencing microbial community structure and metabolic output.

2.1. Macronutrient Effects

High-protein/low-fiber diets common in many commercial pet foods alter microbial composition toward protein-utilizing taxa. Research indicates that increased dietary protein can elevate proteolytic fermentation, generating metabolites such as ammonia and branched-chain fatty acids that may negatively influence gut health if unbalanced [21-23]. Conversely, moderate fermentable fiber inclusion fosters beneficial SCFA-producing bacterial populations.

Fat content also shapes microbiota, influencing bile acid metabolism and secondary microbial shifts. Excess dietary fat has been linked to increases in *Bilophila wadsworthia* and associated inflammation in rodent models though pet-specific data are limited and warrant further study [24, 25].

2.2. Fiber and Prebiotics

Dietary fiber, particularly fermentable carbohydrates like fructooligosaccharides (FOS), galactooligosaccharides (GOS), and beet pulp, selectively stimulates beneficial bacteria such as *Bifidobacterium* and *Lactobacillus*. These prebiotics enhance SCFA production and may mitigate dysbiosis induced by high-protein diets [26-28]. In dogs, supplementation with FOS has been shown to increase fecal SCFAs, improve stool quality, and modulate microbial populations favorably. Similar effects are observed in cats, although species differences in fiber tolerance and fermentation capacity exist due to shorter colon length and obligate carnivory.

2.3. Novel Ingredients: Resistant Starches and Polyphenols

Emerging dietary interventions include resistant starches and polyphenol-rich botanicals. Resistant starch escapes small intestinal digestion, reaching the colon for fermentation, increasing butyrate production, and supporting mucosal health. Polyphenols (from sources such as cranberries and green tea) exhibit antimicrobial and prebiotic properties, modulating microbial communities and potentially reducing pathogenic taxa [28].

3. Functional Dietary Strategies: Probiotics, Prebiotics, and Postbiotics

Given the diet's impact on microbial ecology, functional ingredients targeting microbiome modulation have gained prominence.

3.1. Probiotics

Probiotics are live microorganisms that, when administered in adequate amounts, confer health benefits. In dogs and cats, common probiotic strains include *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* animals, and *Enterococcus faecium*. Clinical studies have demonstrated benefits in reducing diarrhea duration, improving stool consistency, and enhancing immune markers in gastrointestinal disorders [29].

Challenges in probiotic application include ensuring strain viability through processing, storage, and gastric transit, as well as matching strains to specific health outcomes.

3.2. Prebiotics

Prebiotics are non-digestible ingredients that selectively stimulate growth of beneficial gut microbes. As noted, FOS, GOS, and beet pulp are widely studied in pets. Recent research also explores novel prebiotics like xylooligosaccharides (XOS) and chicory root inulin that may enhance microbial diversity and metabolic output [30,31].

3.3. Postbiotics and Next-Generation Microbial Metabolites

Postbiotics — metabolites produced by microbes (e.g., SCFAs, bacteriocins, cell wall fragments) represent a new functional ingredient class. Postbiotics retain bioactive effects without requiring live organisms, offering stability advantages. Early evidence suggests postbiotic administration may support barrier function, anti-inflammatory signaling, and immune modulation in animals [32].

4. Microbiome Alterations in Disease States

4.1. Inflammatory Bowel Disease and Chronic Enteropathy

Chronic enteropathies in dogs and cats commonly exhibit dysbiosis, marked by reduced microbial diversity, decreased SCFA-producing taxa, and overrepresentation of proteolytic and pathobiont species. Therapeutic diets enriched with fermentable fibers, prebiotics, and specific protein sources can partially restore microbial balance and clinical remission [33].

4.2. Obesity and Metabolic Syndrome

Obesity in pets correlates with microbiome shifts typically reduced microbial diversity and altered Firmicutes: Bacteroidetes ratios paralleling human obesity patterns. Dietary interventions that increase fermentable substrates, modulate fat content, and influence microbial metabolites may support weight management and metabolic health [37].

4.3. Allergic and Immune - Mediated Conditions

Emerging evidence suggests links between early-life microbiome composition and allergic disease development. Early dietary modulation may influence immune tolerance and reduce allergic phenotypes, though longitudinal data remain limited [38,39].

5. Metabolomics: Linking Diet, Microbiome, and Host Physiology

Metabolomics, the study of small molecules produced by metabolism offers insights into functional microbiome outputs [36]. Metabolite profiling in feces and serum reveals signatures associated with dietary interventions, health states, and microbiome shifts. For example, SCFA patterns correlate with fiber fermentation and gut barrier signaling, while amino acid metabolites reflect protein fermentation and nitrogen balance [35].

Integrating metabolomics with microbiome sequencing deepens understanding of host-microbe metabolic interactions and identifies biomarkers for disease and dietary responsiveness.

6. Personalized Nutrition: Toward Microbiome-Driven Pet Diets

Advances in sequencing and machine learning now allow individualized microbiome profiling. Early research indicates that baseline microbiome composition may predict dietary response, weight loss outcomes, and metabolic changes. Personalized diets designed based on microbial signatures offer potential for optimizing health outcomes beyond generic formulations [33,34].

Challenges include cost, analytical standardization, and translating complex data into actionable diet recommendations.

7. Challenges and Future Research Directions

Despite progress, key gaps remain:

- Standardization of microbiome sequencing and analysis in companion animals
- Longitudinal studies linking early-life microbiomes to lifelong health
- Strain-specific probiotic efficacy and safety
- Optimal combinations of prebiotics, postbiotics, and fermented ingredients
- Integration of microbiome data into routine clinical nutrition

Interdisciplinary research bridging microbiology, nutrition, metabolomics, and computational sciences is critical.

Conclusions

The gut microbiome stands at the intersection of diet and health in companion animals. Diet alters microbial composition and metabolic output, which in turn influences nutrient utilization, immune function, metabolic health, and disease susceptibility. Functional dietary strategies including probiotics, prebiotics, and postbiotics offer tools for beneficial modulation, though individualized responses vary. Personalized nutrition grounded in microbiome science represents a promising frontier with potential to revolutionize pet food formulation and clinical practice.

Understanding the diet-microbiome-host axis enables more precise, evidence-based nutrition strategies that promote health, prevent disease, and improve quality of life in companion animals. Continued research integrating multi-omics, controlled trials, and longitudinal designs is essential to fully realize this potential.

REFERENCES

1. Suchodolski JS. Microbiome sequencing in companion animals: challenges and opportunities. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2020;50(2):325–339.
2. Mackie RI, et al. Ecology and significance of the canine and feline gut microbiome. *J Anim Sci.* 2015;93(12):5485–5498.
3. Kumar, R., Goswami, M., & Pathak, V. (2024). Gas Chromatography Based Analysis of fatty acid profiles in poultry byproduct-based pet foods: Implications for Nutritional Quality and Health Optimization. *Asian Journal of Research in Biochemistry*, 14(4), 1-17. <https://doi.org/10.9734/ajrb/2024/v14i4289>
4. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., & Singh, A. (2024). Effect of binder inclusion on poultry slaughterhouse byproducts incorporated pet food characteristics and palatability. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 24(1), 177-191. DOI: 10.5958/0974-181X.2024.00013.1
5. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., Bharti, S.K., Verma, A.K., Rajkumar, V. and Patel, P. 2023. Utilization of poultry slaughter byproducts to develop cost effective dried pet food. *Anim. Nutr. Technol.*, 23: 165-174. DOI: 10.5958/0974-181X.2023.00015.X
6. Hooda S, et al. Effects of dietary protein on canine gut microbiota: implications for health. *J Nutr Sci.* 2012;1:e35.
7. Kumar R, Goswami M, Pathak V. Innovations in pet nutrition: investigating diverse formulations and varieties of pet food: mini review. *MOJ Food Process Technols.* 2024;12(1):86–89. DOI: 10.15406/mojfpt.2024.12.00302
8. Kumar R, Goswami M. Harnessing poultry slaughter waste for sustainable pet nutrition: a catalyst for growth in the pet food industry. *J Dairy Vet Anim Res.* 2024;13(1):31–33. DOI: 10.15406/jdvar.2024.13.00344
9. Kumar, R. (2024). Promoting Pet Food Sustainability: Integrating Slaughterhouse By-products and Fibrous Vegetables Waste. *Acta Scientific Veterinary Sciences*, 6, 07-11. <http://dx.doi.org/10.31080/ASVS.2024.06.0871>
10. Swanson KS, et al. Impact of dietary macronutrients on canine microbial ecology. *Anim Feed Sci Technol.* 2011;166–167:712–722.
11. Verbrugghe A, et al. Prebiotic fiber supplementation in dogs: effects on microbiota and fermentation. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2011; 95(5):628–637.
12. Panasevich MR, et al. Dietary polyphenols influence canine microbiome and metabolome. *Front Vet Sci.* 2019;6:123.
13. Weese JS, et al. Probiotic supplementation in dogs and cats: clinical efficacy and safety. *Can Vet J.* 2010;51(7):701–708.
14. Stahl B, et al. Postbiotics: definition and functional applications in companion animal nutrition. *J Anim Sci Biotechnol.* 2021;12:56.
15. Guard BC, et al. Effect of dietary carbohydrate and fiber on gastrointestinal microbiota of healthy dogs. *J Anim Sci.* 2015;93(6):S45–S46.
16. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Exploring Palatability in Pet Food: Assessment Methods and Influential Factors. *International Journal of Livestock Research*, 14(4).
17. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Feathered nutrition: unlocking the potential of poultry byproducts for healthier pet foods. *Acta Scientific Veterinary Sciences.* (ISSN: 2582-3183), 6(4).
18. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Optimizing Pet Food Formulations with Alternative Ingredients and Byproducts. *Acta Scientific Veterinary Sciences* (ISSN: 2582-3183), 6(4).
19. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). A Comprehensive Analysis and Evaluation of Various Porcine Byproducts in Canine Diet Formulation. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences*, 7(3), 236-246. <https://doi.org/10.9734/ajrav/2024/v7i3308>
20. Middelbos IS, et al. Phylogenetic characterization of fecal microbial communities of dogs fed diets with or without supplemental dietary fiber using 454 pyrosequencing. *PLoS ONE.* 2010;5(3):e9768.
21. Beloshapka AN, et al. Impact of plant protein concentrates on canine gut microbiota when compared to meat protein. *Front Microbiol.* 2013;4:193.
22. Bermingham EN, et al. The effect of dietary prebiotic supplementation with inulin in obese dogs. *Br J Nutr.* 2012;108(S1):S100–S103.
23. Zentek J, et al. Effects of diets supplemented with chicory on fecal microbiota and fermentative end products in dogs. *J Anim Sci.* 2003;81(8):2000–2009.
24. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Deciphering new nutritional substrates for precision pet food formulation. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry.* [https://doi.org/10.22271/veterinary,2024\(4\),v9](https://doi.org/10.22271/veterinary,2024(4),v9).
25. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Prebiotic-driven Gut Microbiota Dynamics: Enhancing Canine Health via Pet Food Formulation. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 15(Jun, 6), 01-15. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5359>
26. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Review of Pet Food Packaging in the US Market: Future Direction Towards Innovation and Sustainability. *Annual Research & Review in Biology*, 39(6), 16-30. <https://doi.org/10.9734/arrb/2024/v39i62085>
27. Kumar, R., Goswami, M. and Pathak, V. (2023). Enhancing Microbiota Analysis, Shelf-life, and Palatability Profile in Affordable Poultry Byproduct Pet Food Enriched with Diverse Fibers and Binders. *J. Anim. Res.*, 13(05): 815-831. DOI: 10.30954/2277-940X.05.2023.24
28. Coelho LP, et al. Similarity of canine and human gut microbiomes in the context of obesity and weight loss. *Microbiome.* 2018;6:72.

29. Kim HJ, et al. Gut microbiota key functional features in dogs and cats with chronic enteropathy. *Anim Microbiome*. 2021;3(1):57.
30. Garcia-Millán C, et al. Effects of probiotic yeast supplementation on feline gastrointestinal health. *Vet Microbiol*. 2021;255:109020.
31. Garcia-Rodriguez A, et al. Dogs' gut microbiota responses to dietary prebiotics: a randomized controlled trial. *Front Vet Sci*. 2022;9:825174.
32. Werner JA, et al. Gut microbiome alterations in cats with derived metabolic disease and the role of diet. *Front Microbiol*. 2021;12:712164.
33. Park S, et al. Effects of diet and antibiotics on the canine gut microbiome: implications for clinical nutrition. *Nutrients*. 2020;12(2):432.
34. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., Verma, A.K. and Rajkumar, V. 2023. Quality improvement of poultry slaughterhouse byproducts-based pet food with incorporation of fiber-rich vegetable powder. *Explor. Anim. Med. Res.*, 13(1): 54-61. DOI: 10.52635/eamr/13.1.54-61
35. Kumar, R., Thakur, A., & Sharma, A. (2023). Comparative prevalence assessment of subclinical mastitis in two crossbred dairy cow herds using the California mastitis test. *J Dairy Vet Anim Res*, 12(2), 98-102 <http://dx.doi.org/10.15406/jdvar.2023.12.00331>
36. Alexander J, et al. The role of butyrate and other microbial metabolites in immune modulation in pets. *Vet Immunol Immunopathol*. 2021;235:110206.
37. Dodd D, et al. Microbial contributions to systemic metabolism: insights from companion animal studies. *Trends Microbiol*. 2022;30(4):307–323.
38. Liu Y, et al. Personalized microbiome nutrition and feeding strategies in companion animals: present evidence and future perspectives. *Front Nutr*. 2023;10:1140722.
39. Heaney C, et al. Influence of diet and microbiota on inflammation and metabolic syndrome in dogs and cats. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(5):526–538.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ, ОБОГАЩЁННОЙ СЕЛЕНОМ И ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ KAZvit

¹Ж.Н. УСЕНОВА , ²А.К. ТУЛЕКБАЕВА , ³В.И. ХИНЕВИЧ , ¹Л.А. МАМАЕВА 

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8

²НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова», Республика Казахстан, 160012, Шымкент, пр-к Тауке-хана, 5

³Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а)

Электронная почта автора-корреспондента: aruana.baitore2018@mail.ru

В статье рассмотрены технологические аспекты обогащения пшеничной муки микронутриентами, как эффективного способа повышения пищевой и биологической ценности массово потребляемых продуктов питания в условиях роста дефицита жизненно важных витаминов и минеральных веществ у населения. Целью исследований является разработка и научное обоснование технологических решений по производству хлеба из пшеничной муки высшего и первого сортов, обогащённой органическим селеном и комплексной витаминно-минеральной добавкой KAZvit, с сохранением стабильных хлебопекарных свойств теста и качества готового изделия. В рамках работы сформирована и апробирована технологическая схема производства хлеба, включающая этапы подготовки и обогащения муки, замеса теста, брожения, формования, расстойки и выпечки, с установлением рациональных дозировок и режимных параметров процессов. Научная значимость исследования заключается в выявлении закономерностей влияния органического селена и витаминно-минерального комплекса на реологические свойства теста и формирование структуры хлеба, а практическая - в возможности внедрения разработанной технологии на предприятиях хлебопекарной промышленности Республики Казахстан. Установлены оптимальные дозировки органического селена и комплекса KAZvit, обеспечивающие сохранение и улучшение реологических характеристик теста. Для муки первого сорта отмечено сохранение высокой растяжимости теста (94–97 мм), силы теста на уровне 466 ед. и минимальные изменения упругости (123–127 мм), тогда как в муке высшего сорта наблюдалось некоторое снижение растяжимости (75–133 мм) при сохранении силы теста (388–440 ед.) и упругости (125–140 мм), что позволяет использовать оба сорта для получения хлеба с различными структурно-текстурными характеристиками. На основе обогащённой муки изготовлены опытные образцы хлеба, для которых проведена оценка органолептических и физико-химических показателей. Установлено, что содержание селена, железа, цинка и витаминов группы В сохраняется после выпечки, а показатели пористости, кислотности, влажности, пропечённости и промеса соответствуют требованиям к качеству хлебобулочных изделий. Полученные результаты подтверждают эффективность разработанной технологической схемы и перспективность её промышленного применения для производства функционального хлеба.

Ключевые слова: пшеничная мука высшего и первого сортов, микронутриентное обогащение, органический селен, витаминно-минеральная добавка KAZvit, реологические свойства теста, технологическая схема производства, функциональный хлеб.

СЕЛЕН ЖӘНЕ KAZvit ВИТАМИН-МИНЕРАЛДЫҚ КЕШЕНІМЕН БАЙЫТЫЛҒАН БИДАЙ ҰНЫНАН НАН ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

¹Ж.Н. ҮСЕНОВА, ²А.К. ТУЛЕКБАЕВА, ³В.И. ХИНЕВИЧ, ¹Л.А. МАМАЕВА

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы,
050010, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы
160012, Шымкент қ., Тәуке-хан даңғылы, 5

³Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Беларусь Республикасы
220006, Минск қ., Свердлов көш., 13а)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aruana.baitore2018@mail.ru*

Мақалада бидай ұнын микронутриенттермен байыту технологиялық аспектілері қарастырылған, бұл халық арасында өмірлік маңызды витаминдер мен минералдардың тапшылығы өсіп отырған жағдайда кеңінен тұтынылатын өнімдердің тағамдық және биологиялық құндылығын арттырудың тиімді әдісі ретінде ұсынылады. Зерттеудің мақсаты – органикалық селен және KAZvit кешенді витамин-минералдық қоспасымен байытылған бірінші және жоғарғы сортты бидай ұнынан нан өндіру бойынша технологиялық шешімдерді әзірлеу және ғылыми тұрғыдан негіздеу, тестінің тұрақты нандық қасиеттерін және дайын өнімнің сапасын сақтау. Жұмыс аясында ұнды дайындау және байыту, қамырды илеу, ашыту, қалыптастау, көтерлу және пісіру кезеңдерін қамтитын нан өндірісінің технологиялық схемасы жасалып, апробациядан өткен кезінде процестің параметрлері мен рационалды мөлшерлеулер анықталған. Зерттеудің ғылыми маңызы – органикалық селен мен витамин-минералдық кешеннің қамырдың реологиялық қасиеттеріне және нан құрылымының қалыптасуына әсер ету заңдылықтарын анықтауда, ал практикалық мәні әзірленген технологияны Қазақстан Республикасының нан-тоқаш өндірісі кәсіпорындарында енгізу мүмкіндігінде. Органикалық селен мен KAZvit кешенінің қамырдың реологиялық қасиеттерін сақтау және жақсарту үшін оңтайлы мөлшерлері анықталған. Бірінші сортты ұн үшін қамырдың жоғары созылғыштығы (94–97 мм), қамырдың күші 466 бірлік деңгейінде және серпімділіктің минималды өзгерістері (123–127 мм) сақталса, жоғарғы сортты ұнда созылғыштық біраз төмендегенімен (75–133 мм), қамырдың күші (388–440 бірлік) және серпімділігі (125–140 мм) сақталған, бұл әр екі сортты да түрлі құрылымдық-текстуралық сипаттамалары бар нан алу үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Байытылған ұн негізінде тәжірибелік нан үлгілері дайындалып, олардың органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштері бағаланған. Нәтижелер көрсеткендей, селен, темір, мырыш және В тобы витаминдерінің мөлшері пісіру процесінен кейін сақталады, ал ұнтақтық, қышқылдық, ылғалдылық, пісіп жетілу және промес көрсеткіштері нан-тоқаш өнімдерінің сапа талаптарына сәйкес келеді. Алынған нәтижелер әзірленген технологиялық схеманың тиімділігін және функционалды нан өндіру үшін өнеркәсіптік қолданыс перспективаларын растайды.

Негізгі сөздер: жоғарғы және бірінші сортты бидай ұны, микронутриенттермен байыту, органикалық селен, KAZvit витамин-минералдық қоспасы, қамырдың реологиялық қасиеттері, өндіріс технологиялық схемасы, функционалды нан.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BREAD PRODUCTION FROM WHEAT FLOUR ENRICHED WITH SELENIUM AND THE KAZvit VITAMIN-MINERAL COMPLEX

¹ZH.N. USSENOVA, ²A.K. TULEKBAEVA, ³V.I. KHINEVICH, ¹L.A. MAMAIEVA

¹Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue, 8

²NAO "M. Auezov South Kazakhstan University", Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke Khan Ave., 5

³Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, 220006, Minsk, st. Sverdlov, 13a)

Corresponding author's email: aruana.baitore2018@mail.ru*

The article examines the technological aspects of enriching wheat flour with micronutrients as an effective way to enhance the nutritional and biological value of widely consumed food products amid the increasing deficiency of essential vitamins and minerals in the population. The aim of the study is to develop and scientifically substantiate technological solutions for producing bread from premium and first-grade wheat flour enriched with organic selenium and the KAZvit vitamin-mineral complex, while maintaining stable dough baking properties and the quality of the final product. Within the study, a technological scheme for bread production was developed and tested, including stages of flour preparation and enrichment, dough mixing, fermentation, shaping, dough rising, and baking, with the establishment of rational dosages and process parameters. The scientific significance of the research lies in identifying the patterns of the influence of organic selenium and

the vitamin-mineral complex on the rheological properties of dough and the formation of bread structure, while its practical significance is in the potential implementation of the developed technology in bakeries of the Republic of Kazakhstan. Optimal dosages of organic selenium and the KAZvit complex were determined to ensure the preservation and improvement of the dough's rheological characteristics. For first-grade flour, high dough extensibility (94–97 mm), dough strength at 466 units, and minimal elasticity changes (123–127 mm) were maintained, whereas premium flour showed some decrease in extensibility (75–133 mm) while maintaining dough strength (388–440 units) and elasticity (125–140 mm), allowing both flour grades to be used for producing bread with different structural and textural characteristics. Experimental bread samples were prepared from enriched flour, and their organoleptic and physicochemical properties were evaluated. It was found that the content of selenium, iron, zinc, and B-group vitamins was preserved after baking, and the indicators of porosity, acidity, moisture, baking quality, and kneading corresponded to the quality requirements for bakery products. The results confirm the effectiveness of the developed technological scheme and the prospects for its industrial application in the production of functional bread.

Keywords: premium and first-grade wheat flour, micronutrient enrichment, organic selenium, KAZvit vitamin-mineral complex, dough rheological properties, technological production scheme, functional bread.

Введение

Пшеничная мука является одним из основных продуктов массового потребления во многих странах, включая Казахстан, однако при промышленной переработке зерна (рафинировании, удалении оболочек и отрубей) происходит значительная утрата витаминов и микроэлементов, что снижает её пищевую и биологическую ценность [1, 2]. В условиях распространённого дефицита микроэлементов в рационе населения, особенно минералов и витаминов – макро- и микронутриентов, проблема восполнения их недостатка приобретает критическое значение и является задачей общественного здравоохранения [3].

В глобальной практике обогащение (фортификация) пшеничной муки признано эффективной и экономичной стратегией улучшения питания населения, согласно рекомендациям World Health Organization (ВОЗ), промышленная фортификация муки витаминами и минералами — это простой, доступный и масштабируемый способ повысить содержание необходимых нутриентов в рационе при минимальных рисках [4, 5].

Одним из современных направлений является биофортификация и технологическое обогащение селена в зерне и муке, поскольку селен играет важную роль в антиоксидантной защите и метаболизме человека. Агро- и технологическая биофортификация позволяют повысить содержание селена в зерне и последующей муке с приемлемой степенью удержания при помоле и выпечке, что документировано в ряде исследований [6, 7]. В то же время исследования показывают, что форма и точка внесения (агрономические методы, предварительное обогащение муки или прямое внесение премиксов) влияют на содержание и спецификацию селена в конечном продукте и на его технологические свойства [8, 9].

Несмотря на это, в контексте Казахстана и стран региона остаётся недостаточно разработанной технологическая и нормативная база, обеспечивающая устойчивую и качественную фортификацию муки. Многие исследования сосредоточены либо на биологическом эффекте обогащения (питательная ценность), либо на оценке здоровья населения, при этом вопрос влияния обогащения на технологические свойства муки и теста, недостаточно изучен [10].

Кроме того, важна оценка влияния обогащения на реологические параметры муки и теста (альвеограф, фаринограф и др.), так как изменения упругости, растяжимости и силы теста напрямую определяют пригодность муки для различных видов хлебобулочных изделий. Обзор и экспериментальные работы по взаимодействию обогащений и реологических характеристик показали, что эффекты могут быть различны в зависимости от типа муки (высший / первый сорт), формы добавок и их концентраций, поэтому, требуется комплексный подход к разработке технологической схемы и нормативных требований [11-14].

В Казахстане наблюдается высокая доля промышленно перерабатываемой муки в рационе населения, а также существующие инициативы по гармонизации стандартов и программ фортификации в Центральной Азии, что подчёркивает практическую важность разработки адаптированных технологических и нормативных решений для фортификации пшеничной муки с учётом локальных условий и наличных премиксов (например, KazVit) [15, 16].

Таким образом, проблемная ситуация формируется из сочетания нескольких факторов: первый фактор - потери микронутриентов при помоле и переработке зерна, второй – необходимость повышения микронутриентной плотности массово потребляемых продуктов, третий фактор - нехватка комплексных тех-

нологических исследований и нормативной базы, учитывающих влияние обогащения на реологические и хлебопекарные показатели. Отсюда вытекает цель наших исследований - разработка технологических решений по обогащению пшеничной муки органическим селеном и комплексной витаминно-минеральной добавкой KazVit с оценкой их влияния на реологические параметры теста, сохранности микронутриентов в готовой продукции – хлеба и хлебобулочных изделий, а также, обоснованием технологических параметров, необходимых для промышленной реализации процесса и представлением разработанной нами полной технологической схемы производства хлеба из обогащённой муки, включающей последовательность всех этапов - от дозирования и смешивания добавок до выпечки и контроля качества готового изделия».

Материалы и методы исследований

Подготовка образцов муки пшеничной двух сортов, обогащение и исследование реологических свойств теста проводились в производственной лаборатории мукомольного цеха ТОО «Ерасыл 2030» (производственная база исследований, г. Шымкент), подготовка теста из муки обогащенной и выпечка хлеба на кафедре «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета (г. Алматы), аналитическая оценка качества образцов готовой продукции выполнялась в аккредитованной лаборатории Алматинского технологического университета (г. Алматы).

Исходные материалы: в качестве основного сырья использовались образцы пшеничной муки высшего и первого сорта торговой марки «Маяк-Астык», производимой на предприятии ТОО «Ерасыл 2030» из твёрдых сортов пшеницы. Физико-химический состав образцов в зависимости от сорта имеет отличия по содержанию белка, влажности, зольности, крахмала и водопоглощению. Физико-химические характеристики муки высшего сорта (Образец №1): влажность 14,9%, белок 14,26%, зольность 0,27%, крахмал 72,7%, водопоглощение 62,0%. Мука первого сорта (Образец №2) с влажностью 14,9%, белка - 15,73%, зольностью 0,40%, крахмалом 71,1%, водопоглощением 62,9% [16].

Веществами для обогащения являются селен в форме селенометионина (L-Selenomethionine) и минерально-витаминный комплекс KAZvit 28190, казахстанского производителя ТОО «DeutschStandatd», в составе которого содержится, в г/100г - железа 33-36, цинка 14,5-16,

витамина В1 1,3-1,6, витамина В2 2-2,4, ниацина 6,7-7,5 и фолиевой кислоты 1-1,3.

Процесс обогащения муки. Обогащение муки проводилось методом сухого смешивания, обеспечивающим равномерное распределение микронутриентов в объёме продукта. Перед введением в основную партию образцов муки, добавки подвергались предварительной гомогенизации: навеску органического селена в форме L-Selenomethionine и минерально-витаминный комплекс KAZvit 28190 тщательно перемешивали с 1–2% муки до получения однородного предварительного премикса. Такой подход предотвращал агломерацию частиц и обеспечивал стабильное качество обогащения. Подготовленный премикс вносили в основной объём муки (отдельно для муки высшего и первого сортов) в расчётных дозировках:

-для муки высшего сорта (Образец №1): 0,15 мг селена на 100 г муки и 10–15 мг комплекса KAZvit 28190 на 100 г муки;

-для муки первого сорта (Образец №2): 0,015 мг селена на 100 г муки и 10–15 мг комплекса KAZvit 28190 на 100 г муки.

Смешивание выполняли в лабораторном смесителе при постоянной скорости вращения 60 ± 5 об/мин в течение 10 минут - параметр, соответствующий рекомендациям по введению микроингредиентов в хлебопекарное сырьё и обеспечивающий однородность распределения активных компонентов [17, 18].

После смешивания каждая партия образца оценивалась визуально и подвергалась контролю содержания микронутриентов: минеральных элементов по ГОСТ 12341-2013, витаминов группы В по ГОСТ 31483-2012, что подтверждало правильность внесения селена и KAZvit, а также равномерность распределения добавок. Обогащённые образцы муки далее использовались для приготовления теста и выпечки хлеба.

Подготовка теста. Тесто готовилось стандартным способом с опарой и ферментацией, с соблюдением температурного и временного режимов, необходимых для активации ферментов и формирования оптимальной структуры клейковины. Опара готовилась при влажности 50–52% и выдерживалась 4–4,5 часа при температуре 28–30 °С. Основной замес проводился в течение 6–8 минут в интенсивном режиме, обеспечивающем развитие клейковинного каркаса. После замеса температура теста составляла 28–30 °С. Брожение осуществлялось в течение 90 минут с одноразовой обминкой через 45 минут. Расстойка заготовок проводилась при 35–38 °С и относительной влажности 75–80% в течение 50–60 минут, что

позволяло учитывать особенности реологических показателей обогащённого теста - сохранение растяжимости (89–97 мм) и силы теста (440–466 ед.).

После приготовления теста из каждого образца были проведены исследования реологических показателей, включая вязкость, пластичность, водопоглощение и эластичность. Для этого применялся альвеограф AlveoLab (Chopin Technologies) согласно методике ISO 27971:2015 и ГОСТ ISO 5530-4-2014[19, 20]. Такой подход позволял оценить технологическую пригодность теста и прогнозировать его поведение в процессе формовки и выпечки, обеспечивая объективное сравнение свойств теста, полученного из различных сортов муки с введением микронутриентов.

В качестве ключевых параметров определяли энергию деформации теста (W), характеризующую силу муки, сопротивление теста растяжению (P), отражающее упругость; величину растяжимости (L), а также их соотношение P/L , служащее интегральным показателем эластичности тестовой системы. Совокупность этих показателей позволяет оценить способность теста к растяжению, устойчивость к разрыву и адаптацию к технологическим нагрузкам на этапах расстойки и выпечки.

Измерения проводили в трехкратной повторности с последующим расчетом средних значений и стандартных отклонений. Реологические испытания осуществляли не позднее чем через 2 часа после замеса теста при температуре 20 ± 1 °С, что обеспечивало воспроизводимость и сопоставимость результатов. Для дополнительной оценки стабильности белковой матрицы часть образцов анализировали методом инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием (FTIR) с целью выявления возможных изменений в области амидных групп белков. Реологические свойства теста исследовали с использованием альвеографа AlveoLab (Chopin Technologies), представляющего собой комплексную систему, включающую тестомесильный блок с вытяжным каналом, устройство для формирования и надува тестовых заготовок, измерительный модуль для регистрации давления, а также программно-аппаратный комплекс Alveolink для обработки и визуализации данных. В процессе испытаний формировались альвеографические кривые, которые автоматически отображались на экране компьютера и сохранялись в виде стандартных протоколов анализа для каждого образца.

Подготовку проб для альвеографического анализа выполняли в соответствии с требо-

ваниями стандарта ISO 27971. Процедура включала несколько последовательных этапов. На первом этапе осуществляли подготовку компонентов: навеску 250 г муки, приготовление 2,5%-ного раствора хлорида натрия на дистиллированной воде и внесение обогащающих добавок - селена и витаминно-минерального комплекса KAZvit 28190 в расчётных количествах. Температура всех ингредиентов поддерживалась в диапазоне 23–25 °С. Комплекс KAZvit вводили, согласно утвержденной рецептуре из расчёта 150 г на 1 т муки (15 мг на 100 г). Для контрольных образцов без обогащения в муку высшего сорта добавляли 0,15 мг селена и 15 мг KAZvit на 100 г муки, а для муки первого сорта - 0,015 мг селена и 15 мг KAZvit.

На втором этапе определяли водопоглощающую способность муки, которую устанавливали автоматически в ходе калибровочного замеса либо вручную; ориентировочный диапазон составлял 50–58 % воды от массы муки. Далее проводили замес теста в течение 8 минут (± 15 секунд) с использованием встроенного тестомеса альвеографа. Готовое тесто должно было иметь однородную структуру, гладкую поверхность и отсутствие липкости.

Следующим этапом являлось формирование тестовых заготовок: из теста получали пять одинаковых лепешек диаметром около 4 см и толщиной 1–2 мм с ровной поверхностью без трещин и пузырей. После этого заготовки подвергали расстойке в течение 20 минут при температуре $25 \pm 0,5$ °С и относительной влажности 75–85 %, что обеспечивало стабилизацию клейковинного каркаса.

Заключительный этап анализа заключался в испытании расстойных заготовок путем нагнетания воздуха до момента их разрыва. В ходе данного процесса прибор автоматически регистрировал параметры деформации и формировал альвеограмму, на основе которой рассчитывались основные реологические характеристики. Благодаря автоматическому контролю температуры и влажности воздуха результаты измерений отличались высокой точностью и не зависели от внешних условий. По итогам каждого испытания формировался стандартный сертификат анализа с результатами измерений.

Формирование и выпечка теста. Готовое тесто делилось на заготовки, формовалось и направлялось на расстойку при 35–38 °С и относительной влажности 75–80% в течение 50–60 минут. Такие условия обеспечивают стабильное развитие клейковины и равномерное накопление газовой фазы. Выпечка проводилась в конвек-

ционной хлебопекарной печи при 200–220°C в течение 28–32 минут. Контролируемый тепловой режим обеспечивал формирование характерной эластичной пористой структуры мякиша, ровной золотистой корки и способствовал сохранению органических форм селена и витаминов группы В.

Методы оценки качества готовых изделий.

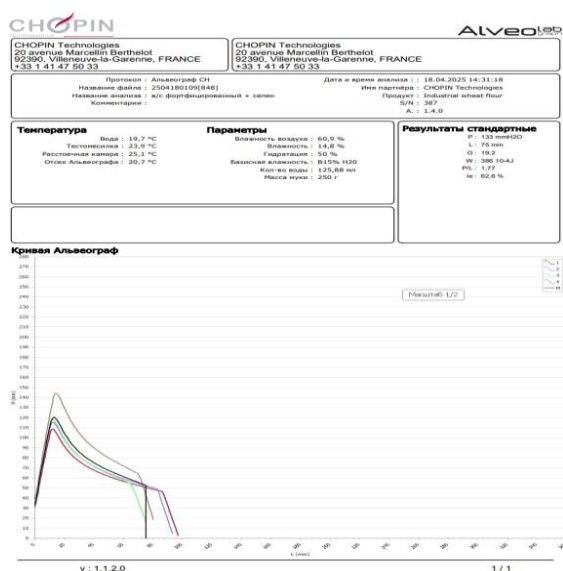
Качество хлеба оценивалось с использованием стандартизированных методик. Определение минеральных элементов осуществляли согласно ГОСТ 12341-2013, содержание витаминов - по ГОСТ 31483-2012. Органолептические характеристики анализировали в соответствии с ГОСТ 5667-2022. Физико-химические показатели (влажность, кислотность, пористость, общий выход) определяли по действующим нормативам, что обеспечивало сопоставимость полученных

данных с национальными и международными требованиями.

Результаты и их обсуждение

Одним из основных этапов данной работы являлась оценка качества теста, приготовленного из муки, обогащенной селеном и минерально-витаминной добавкой и его технологической пригодности для получения готового продукта – хлеба, с требуемыми потребительскими характеристиками. Для прогнозирования поведения теста при изготовлении хлеба был применен альвеографический метод определения его ключевых реологических показателей – вязкости, пластичности, водопоглощения и эластичности.

На рисунке 1 представлены результаты альвеографического анализа образцов №1 (а) и №2 (б).



а) Образец теста №1 из муки высшего сорта



б) Образец теста №2 из муки 1 сорта

Рисунок 1. Альвеографические кривые образцов теста из обогащенной муки

Результаты альвеографического анализа, показали, что для образца теста №1, приготовленного на основе муки высшего сорта с добавлением селена и витаминно-минерального комплекса KAZvit, установлены следующие реологические характеристики: упругость теста составила 133 мм, растяжимость - 75 мм, индекс эластичности - 62,6 %, сила теста - 388 ед., показатель G - 19,2, а отношение P/L достигло 1,77.

В образце теста №2, полученном из муки первого сорта при аналогичном обогащении, значения реологических характеристик отличались более сбалансированным профилем: упругость составила 130 мм, растяжимость - 94 мм, индекс эластичности - 66,4 %, сила теста - 466 ед., показатель G - 21,5, при соотношении P/L, равном 1,36.

Анализ экспериментальных результатов показал, что тесто, приготовленное из муки первого сорта, обладает более высокой стабильностью реологических характеристик при микронутриентном обогащении. Это подтверждается сохранением высоких значений растяжимости (L = 94 мм) и силы теста (W = 466 ед.) при умеренных изменениях показателя упругости (P = 130 мм). Напротив, для муки высшего сорта отмечена более выраженная чувствительность к введению добавок: увеличение упругости теста до 133 мм сопровождалось снижением силы теста до 388 ед. и уменьшением растяжимости до 75 мм, что указывает на формирование более жесткой и менее пластичной структуры теста.

В целом, результаты подтверждают целесообразность применения органического

селена в сочетании с комплексом KAZvit для производства функциональных хлебобулочных изделий, включая хлеб, без заметного ухудшения технологических характеристик теста. Выбор сорта муки при этом выступает важным инструментом регулирования текстурных свойств конечного продукта, позволяя получать изделия, как с более плотной, так и с более мягкой и пористой структурой.

Влияние реологических свойств теста на качество обогащённого хлеба. Результаты анализа готовой продукции – хлеба, полученного после выпечки, в аккредитованной лаборатории АТУ (Протокол испытаний № 1007 от 12.09.2025 г. для образца № 1, Протокол испытаний № 1008 от 12.09.2025 г. для образца №2), сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты испытаний готовой продукции (хлеба) из обогащенной муки

Показатели	Хлеб из образца теста №1	Хлеб из образца теста №2
Физико-химические:		
Массовая доля белка, %	8,70±0,09	9,38±0,10
Массовая доля жира, %	4,11±0,04	1,84±0,02
Массовая доля углеводов, %	44,52±0,42	42,63±0,39
Массовая доля влаги, %	40,91±0,50	44,32±0,45
Кислотность, °Т	1,7	2,2
Пористость, %	65,71	64,97
Энергетическая ценность, ккал	238,74	213,94
Минеральные элементы:		
Железо, мг/100г	1,95±0,02	1,87±0,02
Цинк, мг/100г	0,52±0,006	0,49±0,005
Селен, мг/100г	0,049±0,0005	0,057±0,0005
Токсичные элементы:		
Pb, мг/кг	Не обнаружено	Не обнаружено
Cd, мг/кг	Не обнаружено	Не обнаружено
Hg, мг/кг	Не обнаружено	Не обнаружено
As, мг/кг	Не обнаружено	Не обнаружено
Витамины:		
B ₁	0,408±0,081	0,395±0,079
B ₂	0,239±0,100	0,221±0,092
B ₃	4,40±0,88	4,03±0,80
B ₅	0,551±0,110	0,519±0,104
B ₆	0,106±0,021	0,101±0,020
B _с	0,084±0,016	0,088±0,017
Органолептические показатели:		
- Внешний вид	соответствующая хлебной форме, в которой проводилась выпечка	соответствующая хлебной форме, в которой проводилась выпечка
-Цвет	светло-желтый	светло-желтый
-Вкус	свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса свойственный данному виду изделия	свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса свойственный данному виду изделия
-Запах		
Состояние мякиша:		
-пропеченность	пропеченный, не влажный на ощупь	пропеченный, не влажный на ощупь
-промес	без комочков и следов непромеса	без комочков и следов непромеса
-пористость	развитая, без пустот и уплотнений	развитая, без пустот и уплотнений

Результаты альвеографического анализа теста, приготовленного из обогащённой муки двух сортов, нашли прямое отражение в показателях качества готового хлеба. Различия в упругости, растяжимости и силе теста обусловили особенности формирования структуры мякиша, влажности и кислотности изделий после выпечки. Хлеб, полученный из муки высшего сорта (образец №1), характеризовался правильной формой, соответствующей используемой металлической форме для выпечки, светло-жёлтым цветом корки и выраженными свойственными вкусо-ароматическими характеристиками без посторонних привкусов и запахов. Мякиш был полностью пропечённым, не липким на ощупь, с равномерной, хорошо развитой пористостью без уплотнений и пустот. Массовая доля влаги составила $40,93 \pm 0,5\%$, кислотность – $1,7^\circ\text{T}$, пористость – $65,71\%$.

Указанные характеристики согласуются с реологическими параметрами теста данного образца, для которого было характерно повышение упругости ($P = 133$ мм) при одновременном снижении растяжимости ($L = 75$ мм) и силы теста ($W = 388$). Такая комбинация свойств способствовала формированию стабильной, но несколько более плотной структуры мякиша и умеренной влажности готового изделия.

Хлеб из муки первого сорта (образец №2), также обогащённой селеном и комплексом KAZvit 28190, обладал аналогичными органолептическими характеристиками: правильной формой, равномерной окраской корки, характерным вкусом и запахом. Однако данный образец отличался более высокой массовой долей влаги ($44,32 \pm 0,45\%$) и кислотностью ($2,2^\circ\text{T}$), при близких значениях пористости ($64,97\%$).

Повышенная влажность и более выраженная кислотность хлеба из муки первого сорта коррелируют с реологическими свойствами теста, для которого были зафиксированы более высокие значения растяжимости ($L = 94$ мм) и силы теста ($W = 466$) при умеренной упругости ($P = 130$ мм). Такая структура теста способствовала лучшему удержанию газов брожения и влаги, что обеспечило более мягкий и пластичный мякиш.

Минеральный состав готовых изделий подтвердил эффективность выбранной технологии обогащения. В хлебе из муки высшего сорта содержание селена составило $0,049 \pm 0,0005$ мг/100 г, железа – $1,95 \pm 0,02$ мг/100 г, цинка – $0,52 \pm 0,006$ мг/100 г. Для хлеба из муки первого сорта

отмечено более высокое содержание селена ($0,057 \pm 0,0005$ мг/100 г) при сопоставимых значениях железа ($1,87 \pm 0,02$ мг/100 г) и цинка ($0,49 \pm 0,005$ мг/100 г), что может быть связано, с особенностями белково-клейковинного комплекса муки первого сорта и его способностью к удержанию микронутриентов.

Результаты выпечки подтверждают данные реологического анализа теста и свидетельствуют о том, что мука первого сорта демонстрирует более высокую технологическую устойчивость при микронутриентном обогащении. Это выражается в сохранении оптимальной структуры мякиша, повышенной влажности и стабильных органолептических характеристиках готового хлеба. В то же время мука высшего сорта обеспечивает формирование изделий с более плотной структурой и меньшей влажностью, что позволяет варьировать свойства функционального хлеба в зависимости от выбранного сырья.

Технологическая схема производства хлеба из обогащённой муки. Проведённые экспериментальные исследования реологических свойств теста и показателей качества готовых хлебобулочных изделий позволили определить рациональные этапы технологической схемы производства хлеба из муки, обогащённой органическим селеном и витаминно-минеральной добавкой KAZvit 28190.

Полученные результаты послужили основанием для формирования целостной технологической последовательности, обеспечивающей сохранение технологических свойств теста и высокое качество готового продукта.

Отличительной особенностью предложенной технологии является введение микронутриентов на стадии подготовки муки методом сухого смешивания с предварительным получением премикса, что обеспечивает равномерность распределения биологически активных компонентов и стабильность технологических свойств теста. Технология предусматривает отдельное приготовление теста из муки высшего и первого сортов, обогащённых одинаковыми компонентами, что позволяет учитывать различия их реологических характеристик и адаптировать режимы тестоведения и выпечки.

На рисунке 3 приведена технологическая схема хлеба из муки, обогащённой селеном и витаминно-минеральной добавкой KAZvit 28190.

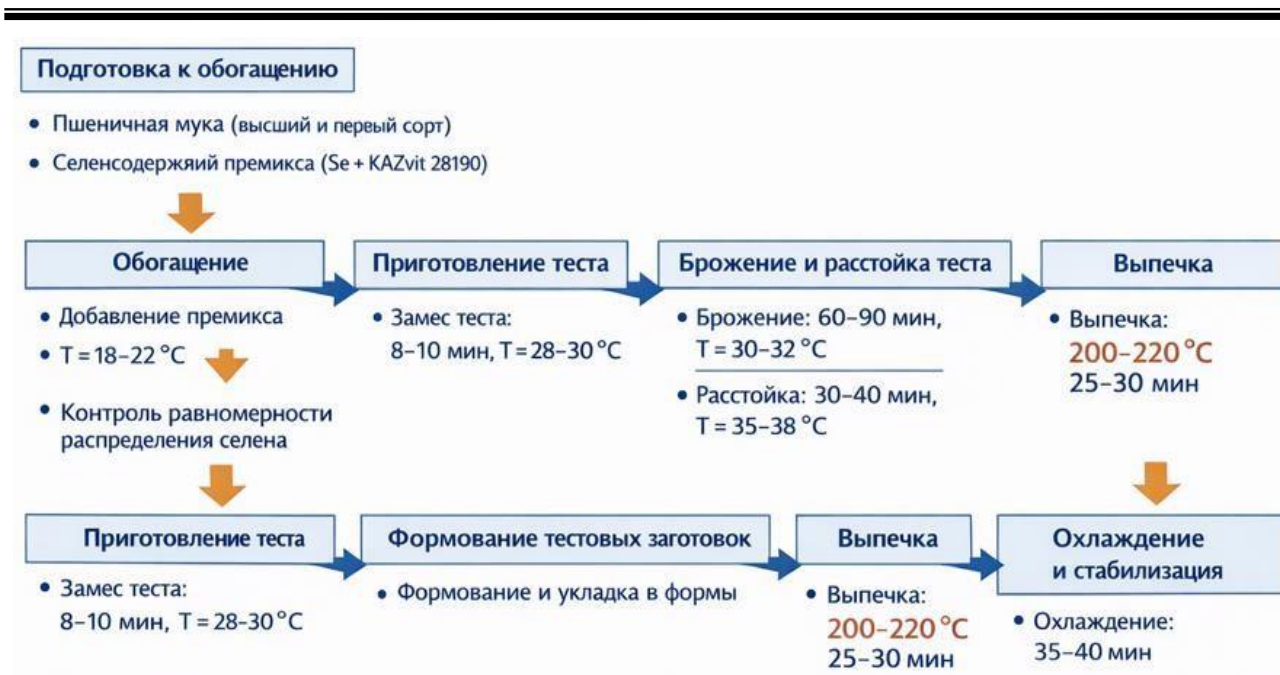


Рисунок 3. Технологическая схема производства хлеба из муки, обогащённой селеном и витаминно-минеральной добавкой KAZvit 28190

Подготовка ингредиентов. Мука: высший сорт (Образец №1) и первый сорт (Образец №2). Добавки для обогащения: Селен (L-Selenomethionine), минерально-витаминный комплекс KAZvit 28190. Дозировка на 100 г муки: Образец

№1: селен 0,030 мг, KAZvit 0,02 %, Образец №2: селен 0,015 мг, KAZvit 0,02 %. Дозировка пересчитывается пропорционально массе партии, которая приведена в таблице 2.

Таблица 2. Примеры дозировок в зависимости от объема партии

Масштаб	Масса муки, кг	Селен (мг)	KAZvit (г)	Замес, мин	Температура (°C)
Лабораторный	0,25	0,075	0,05	8-10	23-25
Опытный	10	3-0,03	2-2,0	8-12	23-25
Промышленный	100-1000	30-300	20-200	зависит от линии	23-25

Процесс обогащения. Гомогенизация премикса: селен и KAZvit смешиваются с 1-2 % муки до однородного состояния. Внесение в основную муку: равномерное перемешивание в смесителе на скорости 60 ± 5 об/мин в течение 10 мин. Контроль качества: проверка распределения минеральных элементов и витаминов по ГОСТ 12341-2013 и ГОСТ 31483-2012.

Подготовка теста. Метод: стандартный с опарой и ферментацией. Параметры: температура воды и теста 23-25 °C, время замеса 8 мин ± 15 сек, водопоглощение: 50-58 %. Тесто формируется, расстаивается 20 мин при 25 °C и 75-85 % влажности. Для каждого образца (№1 и №2) тесто готовилось отдельно из обогащённой муки.

Выпечка. Формование: квадратная форма для хлеба. Температура и время: стандартные для хлебопекарной печи (до образования корки и

пропекания мякиша). Цель: получение изделий с характерной пористой структурой и однородной клейковиной

Охлаждение и стабилизация хлеба. После выпечки хлеб извлекали из форм и направляли на стадию охлаждения и стабилизации структуры. Охлаждение проводили при температуре окружающей среды 18–25 °C и относительной влажности воздуха 65–75 % в течение 60–120 мин в зависимости от массы и формы изделий. В процессе охлаждения происходило перераспределение влаги между коркой и мякишем, стабилизация пористой структуры и клейковинного каркаса хлеба, что способствовало формированию устойчивых физико-химических и органолептических характеристик. Завершение данного этапа обеспечивало получение хлеба с равномерной влажностью мякиша, выраженной

пористостью и сохранением формы, готового к последующему контролю качества и упаковке.

Заключение

Проведённые исследования позволили разработать и экспериментально обосновать технологию обогащения пшеничной муки высшего и первого сортов органическим селеном и комплексной витаминно-минеральной добавкой KazVit, обеспечивающую сохранение хлебопекарных свойств муки и стабильность процесса тестоприготовления. Установлено, что микронутриентное обогащение не оказывает отрицательного влияния на реологические характеристики теста. Наибольшую устойчивость показала мука первого сорта, для которой растяжимость теста сохранялась на уровне 94-97 мм, сила теста составляла до 466 ед., а упругость изменялась незначительно (123-127 мм). Для муки высшего сорта отмечено некоторое снижение растяжимости (до 75 мм) при увеличении упругости (до 133-140 мм), однако значения силы теста (388-440 ед.) подтверждают её технологическую пригодность для хлебопечения. Экспериментальная выпечка хлеба из обогащённой муки показала соответствие готовых изделий нормативным показателям качества: пористость мякиша составила 64,97-65,71 %, массовая доля влаги - 40,93-44,32 %, кислотность -1,7-2,2°Т. Органолептическая оценка подтвердила формирование пропечённого мякиша с развитой пористостью, без постороннего вкуса и запаха. Анализ химического состава хлеба выявил сохранение микронутриентов после выпечки: содержание селена составило 0,049-0,057 мг/100 г, железа - 1,87-1,95 мг/100 г, цинка - 0,49-0,52 мг/100 г, а также витаминов группы В. Полученные результаты подтверждают эффективность разработанной технологии и возможность её промышленного применения для производства функциональных хлебобулочных изделий.

Конфликт интересов

Все авторы прочитали текст, ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саидов А.М., Шайхетдинова К.Ф., Балгужинова Ж.Е. Исследование мукомольных и хлебопекарных свойств нового вида пшеничной муки повышенной пищевой ценности: Монография. – Костанай: КРУ имени А. Байтурсынова, 2022. – 56 с. <https://k.twirpx.link/file/4155408/>
2. Bouis H.E., Saltzman A. Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016 // *Global Food*

Security. - 2017. - Vol. 12. - P. 49-58. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.01.009

3. Bailey R.L., West K.P., Black R.E. The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies // *Annals of Nutrition & Metabolism*. - 2015. -Vol. 66, No. 2. - P. 22-33. DOI: 10.1159/000371618

4. World Health Organization. Fortification of Wheat Flour with Vitamins and Minerals as a Public Health Strategy.WHO; 2023. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240043398>

5. Bhutta Z.A., Das J.K., Rizvi A., et al. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *The Lancet*. – 2013. – Vol. 382, No. 9890. – P. 452-477. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60996-4

6. Galinha C., Sánchez-Martínez M., Pacheco A.M.G. et al. Characterization of selenium-enriched wheat by agronomic biofortification// *Journal of Food Science and Technology*. -2015. -Vol.52, No7.-P. 4236-4245. DOI: 10.1007/s13197-014-1503-7

7. Karaduman Y., et al. Enrichment of a local sourdough bread with zinc and selenium through the use of biofortified whole wheat flour// *International Journal of Food Science and Technology*. -2023. - Vol.58, No. 9. – P.4562-4571. DOI: 10.1111/ijfs.16556

8. Hart D.J., Fairweather-Tait S.J., Broadley M.R. et al. Selenium concentration and speciation in biofortified flour and bread: Retention of selenium during grain biofortification, processing and production of Se-enriched food // *Food Chemistry*. - 2011. -Vol. 126, No.4. - -P. 1771-1778. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.079

9. Rayman M.P. Selenium intake, status, and health: a complex relationship // *Hormones (Athens)*. - 2020. - Vol. 19, No.1. - P.9-14. DOI: 10.1007/s42000-019-00125-5

10. Кобжасарова, З., Касымова, М., Орымбетова, Г. (2023). Разработка технологии производства нового вида хлеба с обогащенным составом//*Доклады НАН РК. Химические науки*. - 2023. - Т. 347, № (3). –С.134-145. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.231>

11. Lamacchia C., Landriscina L., Severini C., Caporizzi R., Derossi A. Characterizing the Rheological and Bread-Making Properties of Wheat Flour Treated by “Gluten Friendly™” Technology // *Foods*. - 2021. - Vol. 10, No. 4. - Article 751. DOI: 10.3390/foods10040751

12. Adamczyk G., Posadzka Z., Witczak T., Witczak M. Comparison of the Rheological Behavior of Fortified Rye-Wheat Dough with Buckwheat, Beetroot and Flax Fiber Powders and Their Effect on the Final Product // *Foods*. -2023. -Vol. 12, No. 3. - Article 559. DOI: 10.3390/foods12030559.

13. Bouaziz F., Ben Abdeddayem A., Koubaa M., Ellouz Ghorbel R., Ellouz Chaabouni S. Study on the effect of wheat bran dietary fiber on the rheological properties of dough // *Foods*. - 2020. - Vol. 9, No. 6. - Article 737. DOI: 10.3390/foods9060737.

14. Ansari F., Pimentel T.C., Pourjafar H., Ibrahim S.A., Jafari S.M. The Influence of Prebiotics on Wheat Flour, Dough, and Bread Properties; Resistant

Starch, Polydextrose, and Inulin // *Foods*. - 2022. - Vol. 11, No. 21. - Article 3366. DOI: 10.3390/foods11213366.

15. Орызбаева Ж.К., Назаренко Т.А. Инновационные технологии обогащения пшеничной муки из зерна пшеницы // Вестник Инновационного Евразийского университета. -2018. - №1(69). -С. 77–82. <https://vestnik.ineu.edu.kz/en/article/?id=503>

16. Үсенова Ж. Н., Тулекбаева А. К., Хиневич В. И., Мамаева Л. А. Применение селена для обогащения пшеничной муки с получением качественного по потребительским характеристикам конечного продукта//Вестник Алматинского технологического университета, 2024. –Т.145, №3. – С.112-123.<https://www.vestnik-atu.kz/jour/article/view/2141>

17. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines on Food Fortification with Micronutrients. Geneva: WHO/FAO, 2006. 45 p. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241594019>

18. Правила обогащения (фортификации) и обращения на рынке пищевой продукции, подлежащей обязательной фортификации. Утверждены приказом и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 31 октября 2020 года № ҚР ДСМ-176/2020. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 5 ноября 2020 года № 21590. Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021590>

19. ISO 27971:2023. Cereals and cereal products — Common wheat (*Triticumaestivum* L.) - Determination of alveograph properties of dough at constant hydration from commercial or test flours and test milling methodology. – Geneva: International Organization for Standardization, 2015.– 65 p. <https://www.iso.org/ru/standard/82591.html>

20. ГОСТ Р ISO 5530-4-99 (ИСО 5530-4-91). Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 4. Определение реологических свойств с применением альвеографа. – Москва: Госстандарт, 1999.https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gost-r_gosu_darstvennyj-standart/21/gost_r_51415-99_iso_5530-4_91_gosudarstvennyy_standart.html

REFERENCES

1. Saidov A. M., Shaykhetdinova K. F., Balguzhinova Zh. E. Issledovanie mukomol'nykh i khlebopekarnykh svoystv novogo vida pshenichnoy muki povyshennoy pishchevoy tsennosti [Study of milling and baking properties of a new type of wheat flour with increased nutritional value]: Monografiya. – Kostanay: KRU imeni A. Baytursynova, 2022. – 56 s. URL: <https://k.twirpx.link/file/4155408/> (in Russian)

2. Bouis H. E., Saltzman A. Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016 // *Global Food Security*. – 2017. – Vol. 12. – P. 49–58. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.01.009

3. Bailey R. L., West K. P., Black R. E. The epidemiology of global micronutrient deficiencies // *Annals of Nutrition & Metabolism*. – 2015. – Vol. 66, No. 2. – P. 22–33. DOI: 10.1159/000371618

4. World Health Organization. Fortification of Wheat Flour with Vitamins and Minerals as a Public Health Strategy. – Geneva: WHO, 2023. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240043398>

5. Bhutta Z. A., Das J. K., Rizvi A. et al. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? // *The Lancet*. – 2013. – Vol. 382, No. 9890. – P. 452–477. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60996-4

6. Galinha C., Sánchez Martínez M., Pacheco A. M. G. et al. Characterization of selenium enriched wheat by agronomic biofortification // *Journal of Food Science and Technology*. – 2015. – Vol. 52, No. 7. – P. 4236–4245. DOI: 10.1007/s13197-014-1503-7

7. Karaduman Y. et al. Enrichment of a local sourdough bread with zinc and selenium through the use of biofortified whole wheat flour // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2023. – Vol. 58, No. 9. – P. 4562–4571. DOI: 10.1111/ijfs.16556

8. Hart D. J., Fairweather-Tait S. J., Broadley M. R. et al. Selenium concentration and speciation in biofortified flour and bread: retention of selenium during grain biofortification, processing and production of Se-enriched food // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 126, No. 4. – P. 1771–1778. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.079

9. Rayman M. P. Selenium intake, status, and health: a complex relationship // *Hormones (Athens)*. – 2020. – Vol. 19, No. 1. – P. 9–14. DOI: 10.1007/s42000-019-00125-5

10. Kobzhasarova Z., Kassymova M., Orymbetova G. Razrabotka tekhnologii proizvodstva novogo vida khleba s obogashchennym sostavom [Development of technology for producing a new type of bread with enriched composition] // *Doklady NAN RK. Khimicheskie nauki*. – 2023. – T. 347, № 3. – S. 134–145. DOI: 10.32014/2023.2518-1483.231 (in Russian)

11. Lamacchia C., Landriscina L., Severini C., Caporizzi R., Derossi A. Characterizing the rheological and bread-making properties of wheat flour treated by “Gluten Friendly™” technology // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, No. 4. – Article 751. DOI: 10.3390/foods10040751

12. Adamczyk G., Posadzka Z., Witczak T., Witczak M. Comparison of the rheological behavior of fortified rye–wheat dough with buckwheat, beetroot and flax fiber powders and their effect on the final product // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, No. 3. – Article 559. DOI: 10.3390/foods12030559

13. Bouaziz F., Ben Abdeddayem A., Koubaa M., Ellouz Ghorbel R., Ellouz Chaabouni S. Study on the effect of wheat bran dietary fiber on the rheological properties of dough // *Foods*. – 2020. – Vol. 9, No. 6. – Article 737. DOI: 10.3390/foods9060737

14. Ansari F., Pimentel T. C., Pourjafar H., Ibrahim S. A., Jafari S. M. The influence of prebiotics on wheat flour, dough, and bread properties: resistant starch, polydextrose, and inulin // *Foods*. – 2022. – Vol. 11, No. 21. – Article 3366. DOI: 10.3390/foods11213366
15. Oryzbayeva Zh. K., Nazarenko T. A. Innovatsionnye tekhnologii obogashcheniya pshe-nichnoy muki iz zerna pshe-nitsy [Innovative technologies for wheat flour fortification] // *Vestnik Innovatsionnogo Evraziyskogo universiteta*. – 2018. – № 1(69). – S. 77–82. URL: https://vestnik.ineu.edu.kz/en/article/?id=503 (in Russian)
16. Usenova Zh. N., Tulekbaeva A. K., Khinevich V. I., Mamaeva L. A. Primenenie selena dlya obogashcheniya pshe-nichnoy muki s polucheniem kachestvennogo po potrebitel'skim kharakteristikam konechnogo produkta [Application of selenium for wheat flour fortification with improved consumer properties] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2024. – T. 145, № 3. – S. 112–123. URL: https://www.vestnik-atu.kz/jour/article/view/2141 (in Russian)
17. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines on Food Fortification with Micronutrients. – Geneva: WHO/FAO, 2006. – 45 p. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241594019
18. Pravila obogashcheniya (fortifikatsii) i obrashcheniya na rynke pishchevoy produktsii, podlehashchey obyazatel'noy fortifikatsii. Utverzhdeny prikazom i.o. Ministra zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 31 oktyabrya 2020 goda № KR DSM-176/2020. Zaregistrovan v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 5 noyabrya 2020 goda № 21590. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021590 (in Russian)
19. ISO 27971:2023. Cereals and cereal products — Common wheat (*Triticum aestivum* L.) — Determination of alveograph properties of dough at constant hydration from commercial or test flours and test milling methodology. – Geneva: International Organization for Standardization, 2015. – 65 p. URL: https://www.iso.org/ru/standard/82591.html
20. GOST R ISO 5530-4-99 (ISO 5530-4:1991). Muka pshe-nichnaya. Fizicheskie kharakteristiki testa. Chast' 4. Opredelenie reologicheskikh svoystv s primeneniem al'veografa [Wheat flour. Physical characteristics of dough. Part 4. Determination of rheological properties using an alveograph]. – Moskva: Gosstandart, 1999. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gost-r_gosudarstvennyj-standart/21/gost_r_51415-99_iso_5530-4_91_gosudarstvenny_standart.html (in Russian)

ТРИКОТАЖ ҰЙЫҚ БҰЙЫМДАРЫНЫҢ САПАСЫН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ

А.С. АБИШОВА 

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

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aigul.slanbekovna@mail.ru

Бұл мақалада әртүрлі елдерде өндірілген ерлер ұйық (шұлық) бұйымдарының сапалық көрсеткіштері салыстырылып, олардың сапасын арттыру жолдары жан-жақты зерттелді. Зерттеу объектілері ретінде Қазақстан, Қытай, Түркия, Корея және Өзбекстан елдерінде өндірілген классикалық ерлер ұйықтары таңдалды. Негізгі зерттеу әдістері ретінде тоқыма бұйымдарының тозуға төзімділігін анықтау, ауа өткізгіштік көрсеткішін өлшеу, токсиндік индексін талдау, бояудың жууға, үйкеліске және терге тұрақтылығын тексеру, сондай-ақ өнім бетіндегі электр өрісін анықтау қолданылды. Нәтижелер Түркия өндірісіндегі ұйық бұйымдарының физика-механикалық және гигиеналық қасиеттері бойынша ең жоғары деңгейде екенін көрсетті. Бұл олардың тығыз тоқыма құрылымы мен жоғары сапалы табиғи талшықтарды қолдануымен түсіндіріледі. Өзбекстан және Корея өнімдері кейбір көрсеткіштер бойынша төмен нәтиже көрсетті, ал Қазақстан және Қытай өнімдері орташа көрсеткішке ие болды. Зерттеу нәтижелері тоқыма және трикотаж бұйымдарының сапасын арттыру үшін табиғи талшық үлесін көбейту, экологиялық таза материалдарды пайдалану, өрім құрылымын жетілдіру және заманауи өндіріс технологияларын енгізудің маңызды екенін көрсетті. Сондай-ақ, сапалы және қауіпсіз өнім өндіру арқылы тұтынушы денсаулығын қорғау және жеңіл өнеркәсіп саласының даму деңгейін көтеру мүмкін екендігі дәлелденді. Бұл жұмыс трикотаж бұйымдарын сапалы, ұзаққа шыдамды және гигиеналық тұрғыдан қауіпсіз етуге бағытталған нақты ұсыныстар береді.

Негізгі сөздер: трикотаж, ұйық бұйымдары, сапа, тозуға төзімділік, ауа өткізгіштік, тоқыма материалдары, технологиялық жетілдіру.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.С. АБИШОВА

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

Электронная почта автора-корреспондента: aigul.slanbekovna@mail.ru

В данной статье представлен комплексный сравнительный анализ качественных показателей мужских трикотажных чулочно-носочных изделий, произведённых в разных странах, а также определены пути повышения их качества. В качестве объектов исследования были выбраны классические мужские носки, произведённые в Казахстане, Китае, Турции, Кореи и Узбекистане. Основные методы исследования включали определение износостойкости, воздухопроницаемости, токсического индекса, стойкости окраски к стирке, трению и потоотделению, а также измерение уровня электростатического поля изделий. Результаты показали, что носки турецкого производства обладают наивысшими физико-механическими и гигиеническими характеристиками, что объясняется плотной структурой трикотажа и использованием высококачественных натуральных волокон. Изделия из Узбекистана и Кореи продемонстрировали более низкие показатели, тогда как продукция Казахстана и Китая имела средние результаты. Исследование выявило важную роль химических, структурных и материальных факторов в обеспечении долговечности, комфорта и безопасности продукции. Увеличение доли натуральных волокон, использование экологически чистых материалов, совершенствование структуры полотна и внедрение современных производственных технологий были определены как ключевые меры повышения качества. Результаты также подчеркнули необходимость соблюдения стандартов безопасности и минимизации вредных химических добавок для защиты здоровья потребителей и окружающей среды. В целом, работа предоставляет практические рекомендации для производства более долговечных, комфортных, гигиеничных и экологически безопасных трикотажных изделий, способствуя повышению стандартов в лёгкой промышленности.

Ключевые слова: трикотаж, чулочно-носочные изделия, качество, износостойкость, воздухопроницаемость, текстильные материалы, технологическое совершенствование.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF KNITTED HOSIERY PRODUCTS

A.S. ABISHOVA

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's e-mail: aigul.slanbekovna@mail.ru

This article presents a comprehensive comparative study of the quality indicators of men's knitted hosiery products manufactured in different countries and identifies ways to improve their quality. The research objects included classic men's socks produced in Kazakhstan, China, Turkey, Korea, and Uzbekistan. The main research methods involved determining wear resistance, air permeability, toxicity index, color fastness to washing, rubbing, and perspiration, as well as measuring the electrostatic field level of the products. The results demonstrated that Turkish-made socks exhibited the highest physical, mechanical, and hygienic properties, which can be explained by the dense knit structure and the use of high-quality natural fibers. Products from Uzbekistan and Korea showed lower performance in several parameters, while Kazakhstan and China achieved average results. The study highlighted the significant role of chemical, structural, and material factors in influencing the durability, comfort, and safety of knitted hosiery. Increasing the proportion of natural fibers, using environmentally friendly materials, improving knit patterns, and implementing modern production technologies were identified as key measures for quality enhancement. The findings also emphasized the importance of maintaining safety standards and minimizing harmful chemical additives to protect consumer health and the environment. Overall, the research provides practical recommendations for producing more durable, comfortable, hygienic, and eco-friendly knitted hosiery products, contributing to higher standards in the light industry sector.

Keywords: knitwear, hosiery, quality, wear resistance, air permeability, textile materials, technological improvement.

Kіpіcne

Қазіргі таңда трикотаж өнімдерінің сапасын арттыру — жеңіл өнеркәсіп саласындағы басты міндеттердің бірі. Әсіресе, ұйық (шұлық) бұйымдары күнделікті тұрмыста кең қолданылатындықтан, олардың сапасы мен қауіпсіздігі тұтынушы денсаулығына тікелей әсер етеді.

Адамның аяқ терісі жоғары сезімтал аймақ болғандықтан, ұйық бұйымының ауа өткізгіштігі, ылғал сіңіру қасиеті және тозуға төзімділігі ерекше мәнге ие. Ұзақ киілген немесе сапасыз материалдан жасалған бұйымдар терлеуді күшейтіп, аяқ терісінде микробиологиялық тепе-теңдікті бұзады [1,2].

Сондықтан ұйық бұйымдарының сапасын арттыру үшін олардың физика-механикалық және гигиеналық қасиеттерін кешенді түрде зерттеу қажет. Бұл зерттеу жұмысының мақсаты — түрлі елдерде өндірілген ерлер ұйықтарының сапалық көрсеткіштерін салыстырып, сапаны арттыру жолдарын ұсыну.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысандары ретінде Қазақстан, Қытай, Түркия, Корея және Өзбекстан елдерінде өндірілген классикалық ерлер ұйықтары таңдап алынды. Барлық үлгілердің түсі қара, өлшемі 26, бағытталуы — тұрмыстық, күнделікті қолдануға арналған.

Кесте 1. Зерттеу нысандарының техникалық сипаттамасы

Өндіруші ел	Өрім түрі	Құрамы	Ассортимент түрі	Артикул	Өлшем	Бағыты
Қазақстан	Қосарлы біртегіс	90% мақта, 10% лайкра	Классикалық ерлер ұйығы	NO668	26	Күнделікті
Қытай	Қосарлы біртегіс	100% мақта	Классикалық ерлер ұйығы	CH6002	26	Күнделікті
Түркия	Ластик	100% мақта	Классикалық ерлер ұйығы	Eligual	26	Күнделікті
Корея	Голландық пике	100% мақта	Классикалық ерлер ұйығы	Slazenger	26	Күнделікті
Өзбекстан	Қосарлы біртегіс	100% мақта	Классикалық ерлер ұйығы	Россия	26	Күнделікті

Қосымша, тұтынушылар сұранысын зерттеу барысында 1-кестеде көрсетілгендей 5 елдің ұйық бұйымына сауалнама жүргізу арқылы төменде көрсетілген статистикаға ие болдық (Сурет 1).



Сурет 1. Сауалнама нәтижесі.

Зерттеу әдістері:

1. Тозуға төзімділік – МЕМСТ 12739-85 стандартына сәйкес арнайы құрылғыда үлгі толық жойылғанға дейін айналым саны есептелді [3, 4].

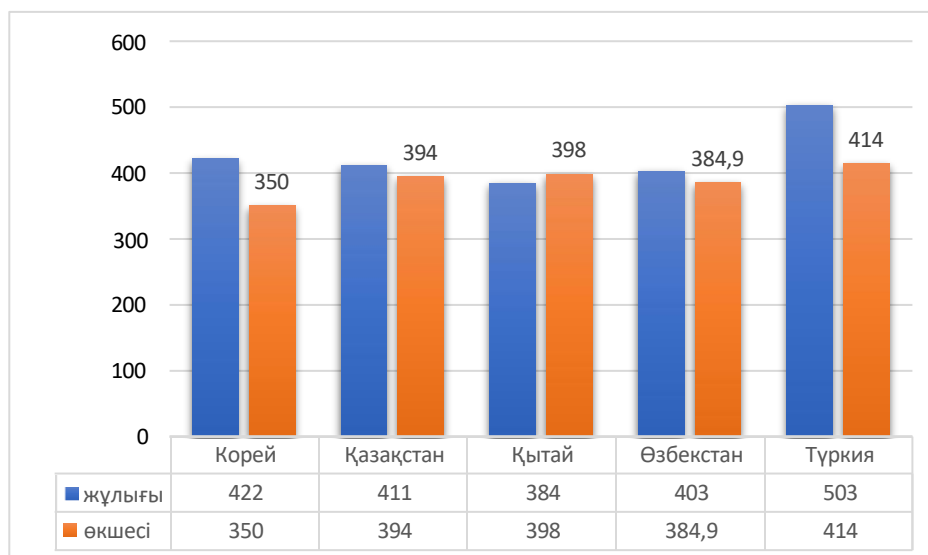
2. Ауа өткізгіштік – арнайы аспап арқылы 2,5–10750 дм³/(м²·с) диапазонында өлшенді.

3. Климаттық жағдайлар: салыстырмалы ылғалдылық – (65 ± 2)%, температура – (20 ± 2)°С.

4. Тұтынушылар пікірі – сауалнама арқылы алынған сапа бағасы талданды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау
Тозуға төзімділік МЕМСТ 12739-85 (№ 1

түзетумен) бойынша тоқылған жаймалар мен бұйымдарға сәйкес тексерілді. Ұйықтың тозуға төзімділігін анықтау үшін 2 үлгі кесіп алынды. Содан кейін үлгілер келесі климаттық жағдайларда 10 сағат бойы сақталды (салыстырмалы ылғалдылық 65±2%, ауа температурасы 20 ± 2°С). Осыдан кейін тоқылған жаймалар мен бұйымдардың тозуына төзімділігі қарапайым үлгі бұзылғанға дейін құрылғы бастарының айналу санымен анықталады. Тозуға төзімділікті ДИТ-2М, МТ-194 типті аспаптар қолданылды [5, 6]. Ұйық бұйымының жұлығы мен өкшесінің тозуға төзімділік диаграммасы көрсетілген (Сурет 2).



Сурет 2. Ұйық бұйымының жұлығы мен өкшесінің тозуға төзімділік диаграммасы

Зерттеу нәтижесі бойынша Түркия елінде өндірілген ұйық бұйымының тозуға төзімділігі ең жоғары болды. Бұл олардың тоқыма құрылымының тығыздығы және жоғары сапалы мақта иірімжібін қолдануымен түсіндіріледі.

Қытай және Қазақстан өнімдері орташа деңгейде көрсеткіш көрсетті, ал Корея және Өзбекстан ұйықтарының тозуға төзімділігі төмендеу болып шықты. Бұл олардың талшық-

тарының жіңішкелігі мен тоқыма әдісінің ерекшеліктерімен байланысты.

Ауа өткізгіштік — сапаны айқындайтын маңызды гигиеналық көрсеткіш. Жазғы маусымда ауа өткізгіштігі жоғары, ал қысқы маусымда төмен материалдар қолдану киімнің жайлылығын қамтамасыз етеді. Үлгілердің ауа өткізгіштігін

MEMCT 12088-77, MEMCT ISO9237-2013 бойынша тоқыма материалдар мен олардан жасалған бұйымдардың ауа өткізгіштігін өлшеуге МТ 160 аспабы қолданылды. Ұйық бұйымының ауа өткізгіштік көрсеткіші диаграммасы көрсетілген (Сурет 3).



Сурет 3. Ұйық бұйымының ауа өткізгіштік көрсеткіші диаграммасы

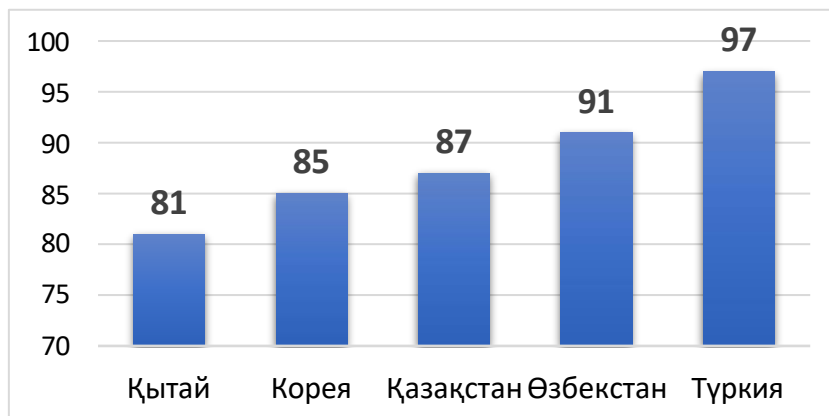
Түркия өнімдері бұл тұрғыда да алдыңғы орында, өйткені олардың құрылымы талшықтар арасындағы ауа қозғалысына мүмкіндік береді. Өзбекстандық өнімдер ауа өткізгіштік бойынша екінші орында, ал Корея мен Қытай өнімдері салыстырмалы түрде төмен нәтижеде екенін көре аламыз.

Зерттеу нәтижелері тоқыма және трикотаж бұйымдарының сапасы мен қауіпсіздігіне әсер ететін химиялық факторлардың маңыздылығын көрсетті. Киім мен маталарды көгеруден және қыртыстанудан қорғау үшін жиі қолданылатын қауіпті заттардың бірі – формальдегид болып табылады. Бұл зат күшті аллергияға бола тұра, әлі де болса төсек жабдықтары мен шұлық-ұйық бұйымдарын өндіруде қолданылады. Кейбір зерттеулер нәтижесінде Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінде өндірілген киімдерде формальдегидтің

мөлшері қауіпсіз деңгейден жүз есе жоғары екені анықталған [7, 8].

Еуропалық Одақ елдері, соның ішінде Германия, Швеция және басқа да Скандинавия мемлекеттері, тоқыма бұйымдарын өндіруде фторланған қосылыстарды және нонилфенол этоксилатын қолдануға тыйым салу бойынша нақты шаралар қабылдауда. Бұл шешім экологиялық қауіпсіз өндіріс бағытында маңызды қадам болып табылады.

Көп жағдайда химиялық заттар маталарға гидрофобтық қасиет беру немесе ашық түстер алу үшін қолданылады. Алайда мұндай өңдеулер адам денсаулығына және қоршаған ортаға зиян тигізуі мүмкін. Осыған байланысты табиғи талшықтардан (мақта, зығыр) жасалған, синтетикалық немесе химиялық қоспалары аз бұйымдар неғұрлым қауіпсіз деп есептеледі [9,10].



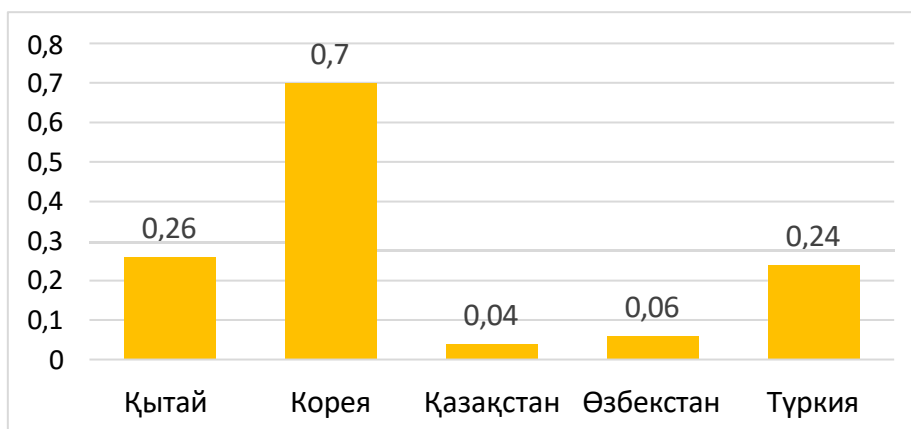
Сурет 4. Токсиндік индексінің диаграммасы

Зерттеу барысында ұйық бұйымдарының қауіпсіздігі МЕМСТ 32075–2013 стандартына сәйкес тексеріліп, өнімдердің токсиндік деңгейі нормалар шегінде екені анықталды (Сурет 4). Таңдап алынған ұйықтар қатарынан Түркия елінің ұйығының токсиндік көрсеткіші жоғары екені, Қытай елінің токсиндік көрсеткіші сәл төмен болғаны анықталды. Бұл өндірісте экологиялық таза және қауіпсіз материалдарды пайдалану бағытында оң үрдістің бар екенін дәлелдейді [11].

Электр өрісі — материалдардың үйкелісінен пайда болатын оң және теріс зарядтардың

алмасу құбылысы. Оның деңгейі матаның талшықтық құрамына байланысты. Ең төменгі электрлену мақта мен вискоза сияқты табиғи талшықтарда байқалады, ал синтетикалық материалдар ең жоғары электрленуге ие. Табиғи және синтетикалық талшықтарды араластыру бұл көрсеткішті төмендетеді.

Өнімнің электр өрісі деңгейі МЕМСТ 32995–2014 стандартына сай тексерілді. Зерттеу барысында СТ-01 құрылғысы, металл электрод, өткізгіш пластина және полиамидті ролик қолданылды.



Сурет 5. Өнімнің бетіндегі электр өрісінің деңгейінің диаграммасы

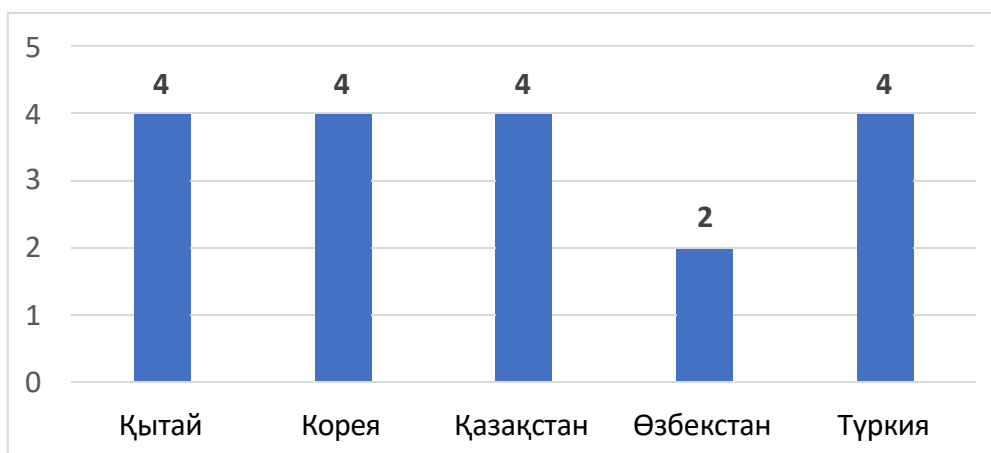
Нәтижесінде, ерлер ұйық бұйымдарының ішінде Кореяда өндірілген өнімдерде электр өрісі деңгейі жоғары, ал Қазақстандық өнімдерде төмен екені анықталды (Сурет 5). Бұл айырмашылық материал құрамындағы синтетикалық талшықтардың мөлшеріне және өндіріс технологиясына байланысты.

Бояудың жууға тұрақтылығы МЕМСТ 9733.4-83 стандарты бойынша анықталды. Ол — тоқыма бұйымының бояуының жуу, үйкеліс, жарық, тер, температура сияқты сыртқы

факторларға қарсы тұрып, бастапқы түсін сақтау қабілеті.

Зерттеу барысында жуу кезінде үлгінің түсінің өзгеруі және ақ матаның боялу дәрежесі өлшенді. Нәтиже сұр және көк стандарт шкалаларымен балл арқылы бағаланды.

Сынама дайындау: Боялған жаймадан немесе тоқылған жаймадан 10×4 см үлгі кесіледі. Үлгі екі іргелес ақ мата арасына салынып, тігіледі. Сынақ кезінде үлгі механикалық кернеуге ұшырайды [12].



Сурет 6. Бояудың жууға тұрақтылық диаграммасы

Сынақ нәтижесіне сәйкес, Өзбекстанда өндірілген ұйық бұйымдарының бояуы жууға тұрақты емес және ТР ТС 017/2011 ст.5 стандартына сай келмейді (Сурет 6).

Бояудың үйкеліске тұрақтылығы МЕМСТ 9733.0-83 стандарты бойынша анықталды. Бұл әдіс мата немесе трикотаж бұйымының үйкеліс кезінде түсін сақтау қабілетін бағалайды. Қолданылатын жабдықтар: Үйкеліс құрылғысы (қысымы 1 кг, өзек диаметрі 1,5 см); 5×5 см

өлшемді ақ мақта матасы; Құрылғы материалы – болат, текстолит немесе ағаш. Сынақ үшін екі үлгі алынады — құрғақ және ылғалды. Боялған жаймадан 18×8 см бөлік кесілді, иірілген жіптер үшін — ұзындығы 18 см, диаметрі 0,5–0,8 см үлгі дайындалды. Үлгі құрылғы үстеліне бекітілді. Ақ мақта мата бетімен 10 секунд ішінде 10 см қашықтықта алға-артқа қозғалды. Сынақ соңында ақ матаның боялу дәрежесі түстің өзгеру деңгейі бойынша бағаланады (Сурет 7).



Сурет 7. Бояудың құрғақ үйкеліске тұрақтылық көрсеткіші

Бояудың терлеуге тұрақтылығы МЕМСТ 9733.0-83 стандарты бойынша анықталады. Бұл сынақ мата бояуының қышқылды және сілтілі тер ерітінділерінің әсеріне төзімділігін бағалайды [13].

Қолданылған құрылғылар мен реагенттер: $5 \pm 0,05$ кг жүк түсіретін металл қаңқа және плексиглас табақшалар (11,5×6 см); Кептіру шкафы (37 ± 2 °C); Гистидин гидрохлориді, натрий хлориді, аммиак, сірке қышқылы ерітінділері.

Үлгілер қышқыл және сілтілі ерітінділерге бөлек батырылады, (37 ± 2 °C) температурада 4 сағат ұсталады. Содан кейін кептіріліп, түстің өзгеру дәрежесі мен іргелес матаға боялу деңгейі бағаланады [14].

МТ-193 құрылғы тоқыма материалдарының судың, тердің және теңіз суының әсеріне түстің тұрақтылығын анықтауға арналған. Салмақ: 5 кг; Плексиглас плиталары: 115×60 мм; Жалпы өлшемі: 100×180×170 мм [15].



Сурет 8. Бояудың терлеуге тұрақтылық диаграммасы

Зерттеу нәтижелері бойынша барлық бес елдің ерлер ұйық бұйымдарының бояуы ТР ТС 017/2011 ст.5 стандартына сәйкес келді (Сурет 8).

Зерттеу нәтижелері негізінде ұйық бұйымдарының сапасын арттыру үшін келесі шаралар ұсынылады:

- Шикізат құрамында табиғи талшық үлесін көбейту (кемінде 90% мақта).
- Лайкра немесе эластан сияқты серпімді синтетикалық талшықтарды аз мөлшерде қосу арқылы пішін тұрақтылығын қамтамасыз ету.
- Өрім құрылымын жетілдіру: екі қабатты және «ластик» өрім түрлерін қолдану.
- Өндірістік бақылау кезінде ТР ТС 007/2011 және МЕМСТ 8541-94 стандарттарын сақтау.
- Заманауи тоқыма жабдықтарын пайдалану арқылы тоқыма тығыздығы мен жіп сапасын басқару.

Қорытынды

Бұл мақалада әртүрлі елдерде өндірілген ерлер ұйық (шұлық) бұйымдарының сапалық көрсеткіштері зерттеліп, салыстырылды. Зерттеу нәтижелері бойынша Түркия өндірісіндегі өнімдер физика-механикалық және гигиеналық қасиеттері бойынша алдыңғы қатарда тұр, ал Өзбекстан және Корея өнімдері кейбір көрсеткіштер бойынша төмен нәтиже көрсетті. Ұйық бұйымдарының сапасын арттыру үшін табиғи талшық үлесін көбейту, лайкра немесе эластан сияқты серпімді синтетикалық талшықтарды аз мөлшерде қолдану, өрім құрылымын жетілдіру, заманауи тоқыма жабдықтарын пайдалану және өндірістік бақылауды күшейту маңызды.

Сондай-ақ, экологиялық таза материалдар мен химиялық қоспалардың аз мөлшерін қолдану адам денсаулығы мен қоршаған орта үшін қауіпсіз өндіріс бағытында шешуші рөл атқаратыны анықталды. Жұмыс нәтижелері

трикотаж өндірісінде сапаны жақсарту бойынша нақты ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді және жеңіл өнеркәсіп саласында өнімнің қауіпсіздігі мен сапасын арттыруға үлес қосады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Одинцова, О. И. Текстильные вспомогательные вещества в процессах заключительной отделки тканей / О. И. Одинцова, О. В. Козлова, М. А. Вельбой. – М., 2014. – 204 с.
2. Полянская, Т. В. Особенности технологии обработки трикотажных изделий / Т. В. Полянская. – М., 2006. – 156 с.
3. Малинина, В. М. Крашение и отделка чулочно-носочных изделий / В. М. Малинина. – М., 2005. – 178 с.
4. Труханова, А. Технология швейного производства / А. Труханова. – М.: Высшая школа, Академия, 2001. – 336 с.
5. Кричевский, Г. Е. Роль химии в производстве текстиля. Эволюция и революции в текстильной химии / Г. Е. Кричевский // Российский химический журнал (Ж. Рос. об-ва им. Менделеева Д. И.). – 2002. – Т. XLVI, № 1. – С. 45–52.
6. Разуваев, А. В. Новый подход к вопросу об индивидуальной гигиене и его связь с ростом потребности в использовании биологически активного текстиля / А. В. Разуваев // Текстильная промышленность. – 2011. – № 4. – С. 23–26.
7. Боссарт, М. Гигиеническая защита текстильных материалов / М. Боссарт // Российский химический журнал. – 2002. – № 2. – С. 31–35.
8. Разуваев, А. В. Новые экологические требования к текстилю в Европе / А. В. Разуваев, А. Г. Новорядовский // Текстильная химия. – 2002. – № 2. – С. 16–20.
9. ГОСТ 8541–94. Требования к чулочно-носочным изделиям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/865264/marketing/trbovaniya_chulochno_nosochnym_izdeliyam_gost_8541
10. Метод испытания устойчивости окраски к стиркам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200018520>

11. Методы испытаний устойчивости окрасок к поту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200018522>

12. Текстильное материаловедение: учеб. пособие. – М.: КолосС, 2011. – 362 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.atu.kz/files/9191.pdf>

13. Карагандинская чулочно-носовая компания ТОО «ТЭГАМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.id.theclinics.com/article/S0891-5520\(03\)00060-6/pdf](https://www.id.theclinics.com/article/S0891-5520(03)00060-6/pdf)

14. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315–03. – М., 2003.

15. ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции лёгкой промышленности».

REFERENCES

1. Odintsova, O. I., Kozlova, O. V., & Velboi, M. A. Tekstilnye vspomogatel'nye veshchestva v protsessakh zaklyuchitel'noi otdelki tkanei [Textile auxiliaries in fabric finishing processes]. Moscow, 2014. 204 p. (In Russian)

2. Polyanskaya, T. V. Osobennosti tekhnologii obrabotki trikotazhnykh izdelii [Features of knitwear processing technology]. Moscow, 2006. 156 p. (In Russian)

3. Malinina, V. M. Krashenie i otdelka chulochno-nosochykh izdelii [Dyeing and finishing of hosiery]. Moscow, 2005. 178 p. (In Russian)

4. Trukhanova, A. Tekhnologiya shveinogo proizvodstva [Sewing production technology]. Moscow, Vysshaya shkola, Akademiya, 2001. 336 p. (In Russian)

5. Krichevsky, G. E. Rol' khimii v proizvodstve tekstilya. Evolyutsiya i revolyutsii v tekstil'noi khimii [The role of chemistry in textile production. Evolution and revolution in textile chemistry]. Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal (Zhurnal Rossiyskogo obshchestva im. Mendeleeva D. I.). 2002. Vol. XLVI, No. 1. Pp. 45–52. (In Russian)

6. Razuvaev, A. V. Novyi podkhod k voprosu ob individual'noi gigiene i ego svyaz' s rostom potrebnosti v ispol'zovanii biologicheskii aktivnogo tekstilya [A new approach to the issue of personal hygiene and its relation to

the growing need for the use of biologically active textiles]. Tekstil'naya promyshlennost'. 2011. No. 4. Pp. 23–26. (In Russian)

7. Bossart, M. Gigienicheskaya zashchita tekstil'nykh materialov [Hygienic protection of textile materials]. Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. 2002. No. 2. Pp. 31–35. (In Russian)

8. Razuvaev, A. V., & Novoradovskiy, A. G. Novye ekologicheskie trebovaniya k tekstilyu v Evrope [New environmental requirements for textiles in Europe]. Tekstil'naya khimiya. 2002. No. 2. Pp. 16–20. (In Russian)

9. GOST 8541–94. Trebovaniya k chulochno-nosochym izdeliyam [Requirements for hosiery products]. Electronic resource. Access mode: https://studbooks.net/865264/marketing/trebovaniya_chulochno_nosochnym_i_zdeliyam_gost_8541 (In Russian)

10. Metod ispytaniya ustoichivosti okraski k stirkam [Method for testing colour fastness to washing]. Electronic resource. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200018520> (In Russian)

11. Metody ispytaniy ustoichivosti okrasok k potu [Methods for testing colour fastness to perspiration]. Electronic resource. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200018522> (In Russian)



12. Tekstil'noe materialovedenie: uchebnoe posobie [Textile materials science: textbook]. Moscow, KolosS, 2011. 362 p. Electronic resource. Access mode: <http://library.atu.kz/files/9191.pdf> (In Russian)

13. Karagandinskaya chulochno-nosochnaia kompaniya TОО “ТЕГАМ” [Karaganda hosiery company “TEGAM” LLP]. Electronic resource. Access mode: [https://www.id.theclinics.com/article/S0891-5520\(03\)00060-6/pdf](https://www.id.theclinics.com/article/S0891-5520(03)00060-6/pdf) (In Russian)

14. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315–03 [Hygienic standards. GN 2.1.5.1315–03]. Moscow, 2003. (In Russian)

15. ТР ТС 007/2011 “О безопасности продукции легкой промышленности” [TR CU 007/2011 “On the safety of light industry products”]. 2011. (In Russian)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВЫТЯЖКИ ЗАГОТОВКИ ВЕРХА ОБУВИ ПРИ ФОРМОВАНИИ НА КОЛОДКЕ

Ф.И. КИМ , А.О. РУСТЕМОВА *

(АО «Алматинский технологический университет», Республика Казахстан,
г. Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: aigulya11@mail.ru*

Работа направлена на совершенствование технологии и оборудования для формования заготовок верха обуви на колодке. Одним из существенных недостатков формования верха обуви обтяжно-затяжным методом на машинах типа ЗНК является неравномерность распределения деформаций по площади носочно-пучковой части заготовки верха обуви. В частности, наибольшие поперечные деформации вдоль огибаемых контуров формирующей поверхности колодки имеет союзка на ее периферийных участках, где удлинения заготовки максимальны и могут превышать значения деформаций центральной части союзки в 3-4 раза и более. Причем, наибольшие средние (по ширине союзки) значения поперечных удлинений имеет заготовка в области носка, которые по мере приближения к пучкам уменьшаются также в несколько раз. Существующая неравномерность распределения удлинений по площади заготовки при обтяжно-затяжном методе формования приводит к тому, что на участках заготовки верха обуви, имеющих недостаточную вытяжку материала, не полностью используются ценные свойства кожи. Материал данной статьи базируется на исследовании авторами по разработке новых способов и совершенствовании устройств для обтяжно-затяжных операций в производстве обуви. Для более равномерного распределения деформаций по площади носочно-пучковой части заготовки верха обуви предложена усовершенствованная конструкция стелечного упора, обеспечивающего дополнительную вытяжку союзки в пучковой зоне. Равномерная растяжка заготовки вдоль огибаемых контуров формирующей поверхности колодки (пуансона) обеспечивается новыми способами воздействием неравномерного прогрева заготовки и неравномерным увлажнением передней части заготовки верха обуви. Целью данной работы является повышение формоустойчивости изготавливаемой обуви и экономия верхних кожтоваров за счет научно обоснованных размеров площади исходной заготовки с учетом рациональной деформации ее, конфигурации огибаемого контура формирующей поверхности обувной колодки (пуансона) и т.п. Работа проведена расчетно-аналитическим методом на основе прогрессивных способов и оборудования для осуществления технологического процесса по формованию заготовок верха обуви на колодке (пуансоне). Результаты работы позволят повысить качество изготавливаемой обуви, снизить себестоимость ее за счет научно обоснованного конструирования рациональных размеров и площади исходной заготовки верха обуви, а также совершенствовать оборудование для формования заготовок верха обуви на колодке.

Ключевые слова: заготовка верха обуви, механизм клещей, стелечный упор, деформация верха обуви, рабочий ход механизма, вытяжка заготовки.

STUDY OF THE PARAMETERS OF RATIONAL STRETCHING OF SHOE UPPER BLANKS DURING LAST FORMATION

F.I. KIM, A.O. RUSTEMOVA*

(JSC "Almaty Technological University", Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's email: aigulya11@mail.ru*

This work aims to improve the technology and equipment for forming shoe upper blanks on a last. One of the significant drawbacks of forming shoe uppers using the covering tightening method on ZNK-type machines is the uneven distribution of deformations across the toe-tuft portion of the upper blank. Specifically, the vamp exhibits the greatest transverse deformations along the contours of the forming surface of the last in its peripheral areas, where the elongation of the blank is greatest and can exceed the deformation values in the central part of the vamp by 3-4 times or more. Furthermore, the blank exhibits the greatest average (over the vamp width) transverse elongations in the toe area, which also decreases several times as it approaches the tufts. The existing uneven distribution of

elongation across the upper blank area during the covering- tightening forming method results in the leather's valuable properties not being fully utilized in areas of the upper blank with insufficient stretch. This article is based on the authors' research into developing new methods and improving devices for stretch-stretch operations in footwear production. To more evenly distribute deformations across the toe-tuft portion of the upper blank, an improved insole stop design is proposed, providing additional stretching of the vamp in the tuft zone. Uniform stretching of the upper blank along the contours of the forming surface of the last (punch) is achieved through new methods of uneven heating of the blank and uneven moistening of the forepart of the upper blank. The aim of this study is to improve the dimensional stability of manufactured footwear and reduce the consumption of upper leather by using scientifically substantiated dimensions of the initial blank area, taking into account rational deformation, the configuration of the enveloping contour of the forming surface of the shoe last (punch), etc. This study was conducted using a computational and analytical method based on advanced methods and equipment for implementing the technological process of forming shoe upper blanks on a last (punch). The results of this study will improve the quality of manufactured footwear, reduce their cost through scientifically substantiated design of rational dimensions and area of the initial upper blank, and improve the equipment for forming shoe upper blanks on a last.

Keywords: upper blank, pincer mechanism, insole stop, upper deformation, working stroke of the mechanism, blank stretching.

АЯҚ КИІМ ҮСТІҢГІ ҚАБАТЫНЫҢ ДАЙЫНДАМАСЫН АЯҚ КИІМ ҚАЛЫБЫ АРҚЫЛЫ ҚАЛЫПТАУ КЕЗІНДЕГІ СОЗЫП КЕРМЕЛЕУДІҢ ҰТЫМДЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

*Ф.И. КИМ, А.О. РУСТЕМОВА**

("Алматы технологиялық университеті" АҚ, Қазақстан Республикасы,
Алматы, Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aigulya11@mail.ru*

Жұмыс аяқ киімнің үстіңгі бөлігі дайындамасын қалыпқа отырғызып дайындау технологиясы мен жабдықтарын жетілдіруге бағытталған. ЗНК типті машиналарда тарту-қаттау әдісімен аяқ киімнің үстіңгі бөлігін қалыптау процесінің маңызды кемшіліктерінің бірі – аяқ киім дайындамасының тұмсық және одан жоғары орналасқан аймақ бойынша деформацияның біркелкі бөлінбеуі болып табылады. Атап айтқанда, қалыптау бетінің контурларын бойлай орналасқан перифериялық аймақтарда дайындаманың ең үлкен көлденең деформациялары байқалады. Бұл аймақтардағы созылу шамасы орталық бөліктегі деформациядан 3–4 есе және одан да көп болуы мүмкін. Сонымен қатар, ең жоғары орташа (ені бойынша) көлденең созылу мәндері тұмсық бөлігінде байқалып, тұмсықтан жоғары аймаққа қарай жақындаған сайын бірнеше есеге азаяды. Тарту-қаттау әдісі кезінде дайындама беті бойынша созылудың мұндай біркелкі бөлінбеуі материалдың жеткілікті түрде тартылмауына және былғарының пайдалы қасиеттерінің толық пайдаланылмауына алып келеді. Бұл мақала авторлардың аяқ киім өндірісіндегі тарту-қаттау операцияларына арналған жаңа тәсілдер мен құрылғыларды жетілдіру бойынша жүргізген зерттеулеріне негізделген. Аяқ киімнің тұмсық және одан жоғары орналасқан аймағында деформацияны біркелкі бөлу үшін тұмсықтан жоғары орналасқан аймағында қосымша созылуды қамтамасыз ететін жетілдірілген ұлтарак тіреуіші конструкциясы ұсынылды. Қалыптау бетінің контурларын бойлай дайындаманың біркелкі созылуын қамтамасыз ету үшін дайындаманың алдыңғы бөлігін әркелкі жылыту және ылғалдандыру әдістері қолданылды. Зерттеудің мақсаты – аяқ киімнің пішін тұрақтылығын арттыру және бастапқы дайындаманың ғылыми негізделген ауданын анықтау арқылы былғары материалдарын үнемдеу, сондай-ақ оның рационалды деформациясын, қалып бетінің (пуассонның) конфигурациясын және басқа факторларды ескере отырып, өндірілетін аяқ киімнің сапасын жақсарту. Жұмыс аяқ киімнің үстіңгі бөлігі дайындамасын қалыпқа отырғызуға арналған заманауи технологиялар мен жабдықтарды пайдалана отырып, есептік-талдамалық әдіспен орындалды. Зерттеу нәтижелері өндірілетін аяқ киім сапасын арттыруға, бастапқы дайындаманың ғылыми негізделген өлшемдері мен ауданын оңтайландыру арқылы өнімнің өзіндік құнын төмендетуге, сондай-ақ аяқ киімнің үстіңгі бөлігі дайындамасын қалыпқа отырғызуға арналған жабдықты жетілдіруге мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: аяқ киімнің үстіңгі бөлігі дайындамасы, қысқыш механизмі, ұлтарак тіреуіші, аяқ киім үстіңгі бөлігінің деформациясы, механизмнің жұмыс жүрісі, дайындаманы созу.

Введение

Эксплуатационные свойства обуви, экономические показатели и внешний вид ее в немалой степени зависят от качества проведения технологической операции по формованию заготовок верха обуви на колодке и тенденции дизайна продукции в обувной промышленности [1].

Как показывают исследования [2, 3], распределение средних (по ширине союзки) значений поперечных удлинений по площади союзки в немалой степени зависит от величин абсолютной вытяжки заготовки на различных ее краевых участках, то есть от рабочих ходов исполнительных механизмов обтяжно-затяжных машин, производящих непосредственное растяжение верха обуви.

Для качественного формования верха обуви на обтяжно-затяжной машине исполнительные механизмы (например, механизмы стелечного упора и клещей) должны удовлетворять следующим технологическим требованиям:

1. Растяжение заготовки верха обуви на требуемую наперед заданную величину деформации.
2. Обеспечение равномерного формования заготовки по площади верха обуви.
3. Формование без перекосов заготовки на колодке и т.п.

Указанные требования выполнимы только при соответствующих расчетах рабочих исполнительных механизмов обтяжно-затяжной машины на различных участках заготовки с учетом таких факторов, как, например:

1. Ширина участка заготовки, подвергающегося растяжению.
2. Величина требуемой (рациональной) деформации материала заготовки в зависимости от его тягучести.
3. Закономерность распределения удлинения заготовки вдоль огибаемого контура колодки (пуансона) при формовании.
4. Координата расположения нейтрального сечения заготовки, от которого меняется направление деформации материала верха обуви на колодке (пуансоне) и т.п.

Равномерное растяжение верха обуви вдоль огибаемых контуров формирующей поверхности пуансона воздействием на заготовку неравномерно распределенного температурного поля или влажности позволяет существенно облегчить инженерный расчет величины вытяжки заготовки на различных участках. Кроме того, в зависимости от тягучести заготовки и режима формования

верха обуви [4-8] возможен расчет рациональных размеров заготовки, что позволяет более эффективно использовать кожевенные материалы.

Целью данной работы является повышение формоустойчивости изготавливаемой обуви и экономия верхних кожтоваров за счет научно обоснованных размеров площади исходной заготовки с учетом рациональной деформации ее, конфигурации огибаемого контура формирующей поверхности обувной колодки (пуансона) и т.п.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования принята заготовка верха обуви шириной 10 мм, подвергающаяся равномерному растяжению исполнительными механизмами машины на участке неравномерно обогреваемого пуансона (колодки) [5] с контуром формирующей поверхности типа «парабола-окружность» [9] под действием усилий формования P с заданным расположением нейтрального сечения заготовки (рис. 1).

Исследования проведены расчетно-аналитическим методом. Математические уравнения, полученные при этом, будут актуальны при проектировании верха обуви с использованием современных информационных и компьютерных технологий [9, 10, 13], обеспечивающих хорошую формоустойчивость и рациональное использование натуральных кожевенных материалов для верха обуви [11, 12].

Результаты и их обсуждение

Расчет параметров рациональной вытяжки (рабочих ходов исполнительных механизмов клещей, стелечного упора в обтяжно-затяжных машинах типа ЗНК) верха обуви произведем при допущении, что вид напряженно-деформированного состояния заготовки вдоль всего огибаемого контура пуансона (в зоне контакта заготовки с огибаемой поверхностью пуансона при вытяжке верха обуви) неизменен.

Принимая во внимание принятое допущение, определим широтные размеры (S_1 и S_2) рассматриваемого участка верха обуви от нейтрального сечения до ее концов после растяжения

$$S_1 = S_{OB} + S_{OA_1} + 3 \quad (1)$$

$$S_2 = S_{DB} + S_{DA_2} + 3,$$

где: 3-величина припуска на затяжную кромку заготовки.

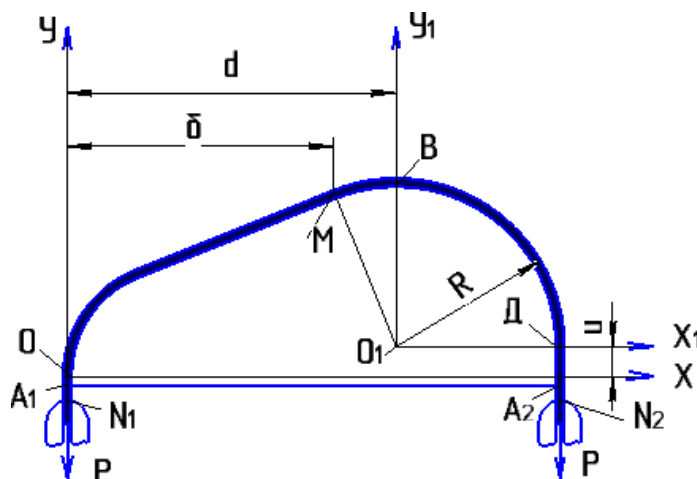


Рисунок 1. Схема к расчету величины вытяжки заготовки верха обуви на формирующей поверхности типа «парабола – окружность»

Соответственно широтные размеры (L_1 и L_2) нерастянутой (исходной) заготовки от нейтрального сечения до ее краев равны

$$L_1 = l_{\check{O}B} + l_{ON_1} + K \quad (2)$$

$$L_2 = l_{\check{D}B} + l_{DN_2} + K,$$

где: $l_{\check{O}B}$, l_{ON_1} , $l_{\check{D}B}$, l_{DN_2} - размеры заготовки до растяжения, соответствующие участкам \check{O} , ON , \check{D} и DN_2 ;

K - ширина захвата заготовки губками клещей.

Следовательно, исходная ширина L рассматриваемого участка заготовки до растяжения равна

$$L = L_1 + L_2. \quad (3)$$

Величины абсолютной вытяжки заготовки по обе стороны от ее нейтрального сечения могут быть определены из следующих выражений

$$\lambda_1 = S_1 - L_1 = S_{\check{O}B} - l_{\check{O}B} + S_{OA_1} - 3 \cdot l_{ON_1} - K, \quad (4)$$

$$\lambda_2 = S_2 - L_2 = S_{\check{D}B} - l_{\check{D}B} + S_{DA_2} - 3 \cdot l_{DN_2} - K.$$

В тех случаях, когда вытяжка заготовки на колодке осуществляется только механизмами клещей, (как, например, в машинах типа ОМ, ЗВ и др.), требуемые рабочие ходы последних могут быть рассчитаны по формулам (4).

Однако в обтяжно-затяжных машинах типа ЗНК, основная вытяжка заготовки в

процессе ее формования осуществляется механизмами стелечного упора, а клещи служат только для удержания заготовки при растяжении, а также для устранения перекосов или недостающей вытяжки, что производится оператором вручную при помощи специальных рукояток, которыми снабжены боковые и пучковые клещевые механизмы. Такая конструкция обтяжно-затяжных машин типа ЗНК значительно затрудняет работу оператора, снижает производительность машины и не позволяет автоматизировать процесс формования верха обуви. Кроме того, перемещением одним стелечным упором невозможно достигнуть равномерного распределения удлинений по площади носочно-пучковой части верха обуви при формовании из-за больших колебаний широтных размеров по длине союзки.

В связи с этим целесообразно клещевые механизмы в машинах типа ЗНК снабдить дополнительными индивидуальными гидроприводами для растяжения верха обуви на недостающие (для равномерного формования) величины вытяжки отдельных участков заготовки [10].

Кроме того, так как обувная колодка (пуансон) представляет собой несимметричное тело, то каждый клещевой механизм должен иметь свой заданный рабочий ход (вытяжку заготовки), который может быть определен по следующим формулам

$$h_1 = \lambda_1 - \Pi \quad (5)$$

$$h_2 = \lambda_2 - \Pi,$$

где: l – величина подъема стелечного упора.

Таким образом, для расчета величин вытяжки заготовки по колодке по формулам (4) и (5) необходимо определить следующие неизвестные данные: l_{OB} ; l_{DB} ; l_{ON1} ; l_{DN2} ; K .

Определим их.

Длина элементарного участка нерастянутой заготовки равна

$$dl = \frac{ds}{100^{-1}\varepsilon + 1}, \quad (6)$$

где: ε – заданная величина относительной деформации заготовки, %.

Учитывая, что

$$dS = \sqrt{1 + (y_x')^2} dx,$$

имеем

$$dl = \frac{\sqrt{1 + (y_x')^2} dx}{100^{-1}\varepsilon + 1}, \quad (7)$$

где: $y(x)$ - функция, описывающая конфигурацию огибаемого контура пуансона.

В рассматриваемом примере формования верха обуви на пуансоне с контуром огибаемой поверхности типа «парабола-окружность» [14]

$$y_{OB} = \sqrt{2H_x} \times [1 - v(x)] + [\sqrt{R^2 - (x-d)^2} + \gamma] v(x), \quad (8)$$

$$\text{где: } v(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < \delta \\ 1 & \text{при } \delta \leq x < c \end{cases}$$

$$\text{и } y_{BD} = \sqrt{R^2 - (x-d)^2} + \gamma, \text{ при}$$

$$c \leq x \leq d + R. \quad (9)$$

Подставляя (8) и (9) в (7) и произведя интегрирование, получим

$$l_{OB} = \frac{1}{100^{-1}\varepsilon + 1} \left[\int_0^\delta \sqrt{1 + \frac{H}{2x}} dx + \int_\delta^c \frac{R dx}{\sqrt{R^2 - (x-d)^2}} \right] =$$

$$\frac{1}{100^{-1}\varepsilon + 1} \left[2\sqrt{\delta\left(\delta + \frac{H}{2}\right)} + H \ln \frac{\sqrt{\delta + \sqrt{\delta + 0,5H}}}{\sqrt{0,5H}} + R \left(\arcsin \frac{c-d}{R} - \arcsin \frac{\delta-d}{R} \right) \right], \quad (10)$$

$$l_{BD} = \frac{1}{100^{-1}\varepsilon + 1} \cdot \arccos \frac{c-d}{R}. \quad (11)$$

Для определения l_{ON1} и l_{DN2} составим следующие соотношения (см. рис.1)

$$3 + S_{OA1} - K = (100^{-1}\varepsilon \cdot f + 1) l_{ON1}$$

$$3 + S_{DA2} - K = (100^{-1}\varepsilon \cdot f + 1) l_{DN2},$$

$$\text{Откуда } l_{ON1} = \frac{3 + S_{OA1} - K}{100^{-1}\varepsilon \cdot f + 1} \text{ и}$$

$$l_{DN2} = \frac{3 + S_{DA2} - K}{100^{-1}\varepsilon \cdot f + 1}, \quad (12)$$

где: $f = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}$ - коэффициент, учитывающий отличие величины относительной деформации ε заготовки на огибаемой поверхности пуансона от деформации ε_0 на краевых участках верха обуви, где наблюдается преимущественно одноосное напряженное состояние.

Так как величина равномерной деформации при расчете рабочих ходов клещевых механизмов задается предварительно, то очевидно, что усилие вытяжки P участка заготовки шириной 10 мм будет зависеть от величины удлинения верха обуви на границе контакта последнего с огибаемой поверхностью пуансона. Тогда, согласно формуле [15]

$$\varepsilon = (17,89 + 0,192T) Q^{0,715}$$

при $x=0$ или $x=d+R$, имеем

$$P = 100 \sqrt[n]{\frac{E}{A}}. \quad (13)$$

В выражении (13) показатели A и n механических свойств заготовки определяются по известной методике [15] испытания обувных материалов, учитывая при этом вид напряженно-деформированного состояния верха обуви на рассматриваемом участке огибаемой поверхности пуансона, определяемый по известным картограммам деформации заготовок обуви при обтяжно-затяжном методе формования верха обуви.

По известному усилию формования (13)

и показателям показатели A и n механических свойств обувных материалов при одноосном растяжении имеем

$$E = A \left(\frac{P}{100} \right)^{n_0} \quad (14)$$

Таким образом,

$$f = A_0 \cdot E^{-1} \left(\frac{P}{100} \right)^{n_0} \quad (15)$$

В частном случае, когда заготовка верха обуви подвергается на огибаемой поверхности неравномерно обогреваемого пуансона одноосному растяжению $f=1$.

Расчет рабочих ходов боковых клещей обтяжно-затяжных машин типа ЗНК на других участках неравномерно обогреваемого пуансона с контурами огибаемой поверхности типа «эллипс-окружность» [8] производится совершенно аналогично вышерассмотренному примеру.

Результаты работы позволят повысить качество изготавливаемой обуви, снизить себестоимость ее за счет научно обоснованного конструирования рациональных размеров и площади исходной заготовки верха обуви, а также совершенствовать оборудование для формования заготовок верха обуви на колодке.

Заключение

Получены аналитические зависимости для расчета рациональной вытяжки (рабочих ходов клещевых механизмов, стелечных упоров в обтяжно-затяжных машинах) носочно-пучковой части заготовки верха обуви. Эти формулы позволят определить рациональные размеры исходной заготовки с учетом формы и габаритных размеров обувной колодки (пуансона), величины рациональной деформации материалов для верха обуви и требуемого местонахождения нейтрального сечения заготовки при формовании. Последний фактор необходимо учитывать с целью предотвращения перекоса заготовки в процессе ее вытяжки из-за несимметричности формы обувной колодки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Firtikiadis, Lazaros, Athanasios Manavis, Panagiotis Kyratsis, and Nikolaos Efkolidis. 2024. "Product Design Trends within the Footwear Industry: A Review" *Designs* 8, no. 3: 49. <https://doi.org/10.3390/designs8030049>.
2. Жоломанов, Н.М., Ким, Ф.И. Об одном методе повышения качества формования носочно-пучковой части заготовки верха обуви // *Материалы Международной научно-практической конференции «Четвертая промышленная революция и инновационные технологии»*, посвященной 100-летию со дня рождения общенационального лидера Гейдара Алиева (3–4 мая 2023 г.). — Гянджа: Аз.ТУ, 2023. — С. 3–4.
3. Кан В.А., Ким, Ф.И. Машина для формования носочно-пучковой части заготовки верха обуви // *Предварительный патент РК № 13744*. — Оpubл. в Б.И., 2003, № 12.
- 1.4. Инкаров, Б.Г., Ким, Ф.И., Тянь, А.А. Способ предварительного формования союзки // *Предварительный патент РК № 13485*. — Оpubл. в Б.И., 2003, № 10.
5. Ким, Ф.И., Лебедев, В.С., Мараджапов, И.К. Способ предварительного формования носочно-пучковой части заготовки верха обуви // *А.с. СССР № 991999*. — Оpubл. в Б.И., 1983, № 4.
6. Ким, Ф.И., Ермекбаева, Д.Б., Зубов, В.Ю. Способ увлажнения носочно-пучковой части заготовки верха обуви перед формованием и устройство для его осуществления // *Предварительный патент РК № 15564*. — Оpubл. в Б.И., 2003, № 10.
7. Ким, Ф.И., Абеннова, И.Р. Способ управления распределением деформаций в заготовке верха обуви при формовании на колодке // *Collection of Materials of the International Scientific-Practical Conference "Innovative Solutions of Technological and Environmental Problems in Agriculture, Cotton and Light Industry"*. — November 15, 2024. — С. 352–357.
8. Seul, Arina et al. "The Influence of Materials on Footwear Behaviour: A Finite Element Simulation Study." *Materials (Basel, Switzerland)* vol. 16, 22 7203. 17 Nov. 2023, DOI:10.3390/ma16227203.
9. Борозда В.Д., Буркин А.Н., Дмитриев А.П. Цобанова Н.В. Определение рациональных режимов технологического процесса формования заготовок верха обуви // *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*. - 2020. - № 3.
10. Сипаров, Г.В., Буркин, А.Н., Козлов, А.З., Матвеев, В.Л. Механизм клещей обтяжно-затяжного агрегата // *А.с. СССР № 867365*. — Оpubл. 30.09.1981. — Бюл. № 36.
11. Skidan Vladyslava, Yefimchuk Halyna, Mytelska Olena, Pavlenko Volodymyr, Smykalo Kateryna. (2021). Designing of the shoe upper using modern information and computer technologies. *Leather and Footwear Journal*. 21. 257-266. 10.24264/lfj.21.4.6. DOI:10.24264/lfj.21.4.6.
12. Hasan, Muhammad Naimul et al. Mathematical model for footwear upper material consumption estimation. *Heliyon*, Volume 10, Issue 10, e31046, DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e27077.
13. Chahine Ghimouz, Jean Pierre Kenné, Lucas A. Hof, On sustainable design and manufacturing for the footwear industry – Towards circular manufacturing, *Materials & Design*, Volume 233, 2023, 112224, ISSN 0264 - 1275, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.112224>.
14. Ким, Ф.И. Аппроксимация огибаемых контуров формующей поверхности носочно-пучковой части обувной колодки // *Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности в индустрии гостеприимства»*, посвященной 65-летию Алматинского технологического университета. — Алматы: АО «АТУ», 2022. — С. 235–237.
15. Ким, Ф.И., Лебедев, В.С. Влияние температуры на усилие и деформацию кожи при растяжении // *Кожевенно-обувная промышленность*. — 1980. — № 2. — С. 59–61.

REFERENCES

1. Firtikiadis, Lazaros, Athanasios Manavis, Panagiotis Kyratsis, and Nikolaos Efkolidis. 2024. "Product Design Trends within the Footwear Industry: A Review" *Designs* 8, no. 3: 49. <https://doi.org/10.3390/designs8030049>.
2. Zholomanov, N.M., Kim, F.I. Ob odnom metode povysheniya kachestva formovaniya nosochno-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi [On one method of improving the quality of forming the toe-vamp part of the shoe upper blank] // *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya i innovatsionnye tekhnologii»*, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya obshchenatsional'nogo lidera Geydara Aliyeva (3–4 maya 2023 g.). — Gyandzha: Az.TU, 2023. — S. 3–4. (In Russian)
3. Kan, V.A., Kim, F.I. Mashina dlya formovaniya nosochno-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi [Machine for forming the toe-vamp part of the shoe upper blank] // *Predvaritel'nyy patent RK № 13744*. — Opubl. v B.I., 2003, № 12. (In Russian)
4. Inkarov, B.G., Kim, F.I., Tyan, A.A. Sposob predvaritel'nogo formovaniya soyuzki [Method of preliminary forming of the vamp] // *Predvaritel'nyy patent RK № 13485*. — Opubl. v B.I., 2003, № 10. (In Russian)
5. Kim, F.I., Lebedev, V.S., Maradzhapov, I.K. Sposob predvaritel'nogo formovaniya nosochno-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi [Method of preliminary forming of the toe-vamp part of the shoe upper blank] // *A.s. SSSR № 991999*. — Opubl. v B.I., 1983, № 4. (In Russian)
6. Kim, F.I., Ermekbaeva, D.B., Zubov, V.Yu. Sposob uvlazhneniya nosochno-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi pered formovaniem i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya [Method of humidifying the toe-vamp part of the shoe upper blank before forming and a device for its implementation] // *Predvaritel'nyy patent RK № 15564*. — Opubl. v B.I., 2003, № 10. (In Russian)
7. Kim, F.I., Abenova, I.R. Sposob upravleniya raspredeleniem deformatsiy v zagotovke verkha obuvi pri formovanii na kolodke [Method of controlling the distribution of deformations in the shoe upper blank during forming on a last] // *Collection of Materials of the International Scientific-Practical Conference "Innovative Solutions of Technological and Environmental Problems in Agriculture, Cotton and Light Industry"*. — November 15, 2024. — S. 352–357. (In Russian)
8. Seul, Arina et al. "The Influence of Materials on Footwear Behaviour: A Finite Element Simulation Study." *Materials* (Basel, Switzerland) vol. 16,22 7203. 17 Nov. 2023, DOI:10.3390/ma16227203.
9. Borozda, V.D., Burkin, A.N., Dmitriev, A.P., Tsobanova, N.V. Opredelenie ratsional'nykh rezhimov tekhnologicheskogo protsessa formovaniya zagotovok verkha obuvi [Determination of rational modes of the technological process of forming shoe upper blanks] // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti*. — 2020. — № 3. (In Russian)
10. Siparov, G.V., Burkin, A.N., Kozlov, A.Z., Matveev, V.L. Mekhanizm kleshchey obtyazhnozatyazhnogo agregata [Mechanism of the lasting machine's pincers] // *A.s. SSSR № 867365*. — Opubl. 30.09.1981. — *Byul. № 36*. (In Russian)
11. Skidan Vladyslava, Yefimchuk Halyna, Mytelska Olena, Pavlenko Volodymyr, Smykalo Kateryna. (2021). Designing of the shoe upper using modern information and computer technologies. *Leather and Footwear Journal*. 21. 257-266. 10.24264/lfj.21.4.6. DOI:10.24264/lfj.21.4.6.
12. Hasan, Muhammad Naimul et al. Mathematical model for footwear upper material consumption estimation. *Heliyon*, Volume 10, Issue 10, e31046, DOI: 10.1016/j.heliyon. 2024. e27077.
13. Chahine Ghimouz, Jean Pierre Kenné, Lucas A. Hof, On sustainable design and manufacturing for the footwear industry – Towards circular manufacturing, *Materials & Design*, Volume 233, 2023, 112224, ISSN 0264 - 1275, <https://doi.org/10.1016/j.matdes. 2023. 112224>.
14. Kim, F.I. Approksimatsiya ogibae-mykh konturov formiruyushchey poverkhnosti nosochno-puchkovoy chasti obuvnoy kolodki [Approximation of the envelope contours of the forming surface of the toe-vamp part of a shoe last] // *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnoe razvitie pishchevoy, legkoy pro-myshlennosti v industrii gostepriimstva»*, posvyashchennoy 65-letiyu Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. — *Almaty: AO «ATU»*, 2022. — S. 235–237. (In Russian)
15. Kim, F.I., Lebedev, V.S. Vliyanie temperatury na usilie i deformatsiyu kozhi pri rastryazhenii [Influence of temperature on the force and deformation of leather during stretching] // *Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost'*. — 1980. — № 2. — S. 59–61. (In Russian)

АКТУАЛЬНОСТЬ И ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ, ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ДИЗАЙНЕРСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, А ТАКЖЕ УЧЕТ ФАКТОРОВ ЗДОРОВЬЯ, ПСИХОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ПРИ ЕЁ ПРОЕКТИРОВАНИИ

¹С.Ш. ТАШПУЛАТОВ , ²Д.Б. БОБОЖОНОВА* 

¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан, 100100, г. Ташкент, улица Шохжахон, 5

²Наманганский государственный технический университет, Республика Узбекистан, 160115, г. Наманган, улица Ислама Каримова, 7)

Электронная почта автора-корреспондента: dilnavozbobojonova1998@mail.ru*

В данной статье всесторонне анализируется актуальность детской одежды и факторы, определяющие её востребованность в современных социально-экономических условиях. Рассматриваются основные требования к детской одежде, включая гигиенические, эргономические, эстетические, психологические и экологические аспекты, а также особенности их практической реализации в процессе проектирования и производства. Особое внимание уделено влиянию конструкции, цветового решения и текстильных материалов на здоровье и психоэмоциональное состояние ребёнка. Подчеркивается необходимость учёта возрастных и физиологических особенностей детского организма, а также важность применения безопасных, экологически чистых и сертифицированных тканей. В работе проведён анализ современного состояния рынка детской одежды в Узбекистане, выявлены ключевые проблемы, связанные с преобладанием импортной продукции, недостаточным уровнем локального производства и ограниченным использованием инновационных технологий. Предложены направления развития отрасли, основанные на внедрении трансформационных элементов в конструкции изделий, что позволяет увеличить срок эксплуатации одежды, повысить её функциональность и экономическую эффективность. Отмечена роль устойчивого дизайна и цифровых технологий в создании адаптивной и экологичной детской одежды. Полученные результаты представляют практическую ценность для дизайнеров, производителей и исследователей в области текстильной и лёгкой промышленности.

Ключевые слова: детская одежда, актуальность, эргономика, трансформационная одежда, дизайн, гигиена, инновации.

RELEVANCE OF CHILDREN'S CLOTHING, HYGIENIC AND DESIGN REQUIREMENTS, AND CONSIDERATION OF HEALTH, PSYCHOLOGICAL, AND ENVIRONMENTAL FACTORS IN ITS DESIGN

¹S.SH. TASHPULATOV, ²D.B. BOBOJONOVA*

¹Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan, 100100, Tashkent, Shokhzhakhon str., 5

²Namangan State Technical University, Republic of Uzbekistan, 160115, Namangan, Islam Karimov str., 7)

Corresponding author's e-mail: dilnavozbobojonova1998@mail.ru

This article provides a detailed analysis of the relevance of children's clothing, highlighting the hygienic, ergonomic, aesthetic, psychological, and environmental requirements it must meet. The current state of the children's clothing market in Uzbekistan is analyzed, including issues related to imports and local production. The importance of transformative clothing and innovative technologies is demonstrated through practical examples. Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the relevance of children's clothing and the factors that determine its demand under modern socio-economic conditions. The main requirements for children's garments are examined, including hygienic, ergonomic, aesthetic, psychological, and environmental aspects, as well as the specifics of their practical implementation in the design and production process. Special attention is given to the influence of garment construction, color solutions, and textile materials on the health and psycho-emotional state of a child. The necessity of considering the age-related and physiological characteristics of the child's body is emphasized, along with the importance of using safe, environmentally friendly, and certified fabrics. The study also analyzes the current state of the children's clothing market in Uzbekistan and identifies key problems related to the dominance of imported products, insufficient local manufacturing, and the limited use of innovative technologies. The article

proposes development directions based on the introduction of transformable elements in garment design, which can extend the service life of clothing, increase functionality, and improve economic efficiency. The role of sustainable design and digital technologies in creating adaptive and eco-friendly children's wear is highlighted. The results obtained are of practical value for designers, manufacturers, and researchers in the field of textile and light industry.

Keywords: children's clothing, relevance, ergonomics, transformative clothing, design, hygiene, innovations.

БАЛАЛАР КИІМІНІҢ ӨЗЕКТІЛІГІ, ГИГИЕНАЛЫҚ ЖӘНЕ ДИЗАЙН ТАЛАПТАРЫ, СОНДАЙ-АҚ ОНЫ ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ ДЕНСАУЛЫҚ, ПСИХОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ ФАКТОРЛАРЫН ЕСКЕРУ

¹С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, ²Д.Б. БОБОЖОНОВА*

¹Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты, Өзбекстан Республикасы, 100100, Ташкент қ., Шохжахон көшесі, 5

²Наманган мемлекеттік техникалық университеті, Өзбекстан Республикасы, 160115, Наманган қ., Ислам Каримов көшесі, 7)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dilnavozbobojonova1998@mail.ru*

Бұл мақалада балалар киімінің өзектілігі мен қазіргі әлеуметтік-экономикалық жағдайдағы сұранысын анықтайтын факторлар жан-жақты талданады. Балалар киіміне қойылатын негізгі талаптар, атап айтқанда гигиеналық, эргономикалық, эстетикалық, психологиялық және экологиялық аспектілер, сондай-ақ оларды жобалау мен өндіру үдерісінде жүзеге асыру ерекшеліктері қарастырылады. Киімнің құрылымы, түс үйлесімі мен тоқыма материалдарының баланың денсаулығы мен психозмоциялық жағдайына әсері ерекше атап өтіледі. Баланың жас және физиологиялық ерекшеліктерін ескеру қажеттілігі, сондай-ақ қауіпсіз, экологиялық таза және сертифицирталған маталарды қолданудың маңыздылығы көрсетіледі. Зерттеу барысында Өзбекстандағы балалар киімі нарығының қазіргі жағдайына талдау жасалып, импорттық өнімдердің басымдығы, жергілікті өндірістің жеткіліксіздігі және инновациялық технологиялардың шектеулі қолданылуы сияқты негізгі мәселелер анықталды. Мақалада киімнің пайдалану мерзімін ұзартуға, оның функционалдылығын арттыруға және экономикалық тиімділігін жақсартуға мүмкіндік беретін трансформациялық элементтерді енгізу жолдары ұсынылады. Сонымен қатар тұрақты дизайн мен цифрлық технологиялардың бейімделгіш әрі экологиялық таза балалар киімін жасаудағы рөлі көрсетіледі. Алынған нәтижелер дизайнерлерге, өндірушілерге және тоқыма мен жеңіл өнеркәсіп саласындағы зерттеушілерге практикалық тұрғыдан пайдалы болады.

Негізгі сөздер: балалар киімі, өзектілік, эргономика, трансформацияланатын киім, дизайн, гигиена, инновациялар.

Введение.

В XXI веке рынок детской одежды как отдельный сегмент легкой промышленности развивается особенно активно. Это объясняется тем, что организм ребёнка быстро растёт и имеет физиологические и гигиенические потребности, отличные от взрослых. Поэтому дизайн детской одежды требует не только эстетического, но и педагогического, психологического подхода [1].

На рынке Узбекистана также наблюдается рост спроса на детскую одежду с каждым годом. Согласно данным Государственного комитета по статистике, более 20% объёма продукции лёгкой промышленности республики приходится на долю детской одежды. Высокий уровень импорта открывает новые возможности для местных производителей. В этом контексте проектирование и производство детской одежды

рассматриваются как актуальная научно-практическая задача [2, 3].

Одежда — это не только часть внешнего вида человека, но и важный фактор комфорта, здоровья и самовыражения. Особенно важно учитывать возраст ребёнка, чувствительность кожи и уровень подвижности при выборе одежды. Правильно подобранная одежда способствует физическому развитию ребёнка, его здоровому росту и активному социальному участию. Следовательно, внимание к детской одежде — это инвестиция в будущее детей [4].

Материалы и методы исследования.

Функциональное значение детской одежды:

Детская одежда — это важнейшее средство повседневной активности. Она защищает ребёнка от внешних факторов, не стесняет движения и обеспечивает комфорт. Особенно для подвижных

детей важны эргономичный крой, лёгкий материал и соответствующий размер.

Значение с точки зрения здоровья и гигиены.

Одежда может напрямую влиять на здоровье ребёнка. Изделия из натуральных тканей позволяют коже “дышать” и предотвращают аллергические реакции. Напротив, синтетические или неудобные материалы могут вызвать потливость, сыпь и другие гигиенические проблемы.

Эстетическое и психологическое влияние.

Одежда формирует у ребёнка уверенность в себе и способствует самовыражению. Подобранный с учётом возраста и вкуса ребёнка одежда положительно влияет на его психологическое состояние и отношения с окружающими. Ребёнок, которому нравится его одежда, становится более активным и уверенным.

Влияние на социальное и творческое развитие. Правильно подобранная одежда способствует свободному общению со сверстниками, активному участию в коллективных делах и развитию творческого потенциала. Через одежду ребёнок может выразить свой вкус, индивидуальность и уникальность.

Основные требования к детской одежде [5]:

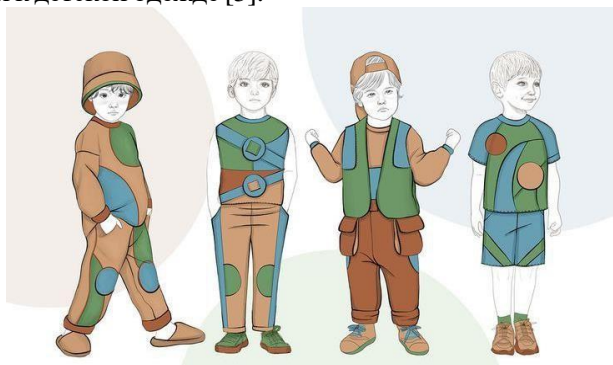


Рисунок-1. Эскизные образцы детской одежды.

Состояние рынка и производства в Узбекистане. В последние годы объёмы производства детской одежды в Узбекистане растут [6]. Однако доля импорта попрежнему высока — основными странами-поставщиками являются Турция, Китай и Россия. Среди недостатков местных производителей — однообразие дизайна, нехватка трансформационных моделей и слабое использование инновационных технологий. В этом плане научные разработки в сфере дизайна могут значительно улучшить ситуацию в отрасли.

Развитие производства детской одежды принесёт следующие выгоды [7-10]:

- Снижение объёма импорта и насыщение внутреннего рынка
- Создание новых рабочих мест
- Повышение экспортного потенциала

Гигиенические требования. Учитывая чувствительность кожи ребёнка, ткань должна хорошо пропускать воздух, быть гипоаллергенной и изготовленной с использованием нетоксичных красителей. Например, для летней одежды используют хлопок, лён; для зимней — шерсть, шёлк и современные синтетические, но воздухопроницаемые материалы.

Эргономические требования. Одежда должна соответствовать возрасту ребёнка и не ограничивать движения. Для детей 3–6 лет, которые особенно подвижны, подойдут модели спортивного стиля, свободного и мягкого кроя.

Эстетические и психологические требования. Цвет, украшения и форма одежды оказывают влияние на эмоциональное состояние ребёнка. Яркие, но гармоничные цвета повышают активность; неправильное цветовое сочетание может вызвать отрицательные эмоции.

Экологические требования. Использование экологически чистого сырья и возобновляемых ресурсов в производстве важно как для здоровья ребёнка, так и для защиты окружающей среды.

- Улучшение здоровья и благополучия детей
- Становление одежды как средства эстетического и национального воспитания.

Результаты и их обсуждение.

В ходе исследования было установлено, что основными критериями при проектировании детской одежды являются гигиеничность материалов, эргономичность конструкции и эстетическая привлекательность изделий. Анализ рынка детской одежды в Узбекистане показал устойчивый рост спроса, однако доля импортной продукции остаётся высокой, что указывает на необходимость развития локального производства [11-15].

Было выявлено, что значительная часть представленной на внутреннем рынке одежды не

полностью соответствует требованиям комфорта и безопасности для детей. В частности, отмечается недостаточное использование натуральных тканей, а также слабое внедрение трансформационных элементов, позволяющих увеличивать срок носки изделий.

Проведённый анализ показал, что использование адаптивных конструктивных решений (регулируемая длина, съёмные элементы, универсальные фасоны) способствует повышению функциональности одежды и снижению затрат родителей. Кроме того, внедрение современных технологий печати и экологически безопасных материалов позволяет повысить качество продукции и её конкурентоспособность.

С точки зрения дизайна установлено, что правильно подобранная цветовая гамма и декоративные элементы оказывают положительное влияние на эмоциональное состояние ребёнка и способствуют формированию индивидуального стиля. Таким образом, комплексный подход к проектированию детской одежды обеспечивает не только её практическую ценность, но и социально-психологическую значимость.

Полученные результаты подтверждают, что развитие отечественного производства детской одежды с применением инновационных и трансформационных решений является перспективным направлением для лёгкой промышленности Узбекистана.

Заключение

Проектирование и производство детской одежды сегодня является важной экономической, социальной задачей и выполняющая воспитательную функцию. Объединение гигиенических, эргономических и эстетических требований, широкое применение трансформационных элементов и инновационных решений позволяют создавать качественную и конкурентоспособную продукцию. Сочетание национальных традиций и современных технологий может обеспечить производителей прочные позиции на рынке детской одежды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедова М. Основы дизайна. – Ташкент, 2020.
2. Расулова Д. Эргономические требования к детской одежде. – Самарканд, 2021.
3. ГОСТ 25294-2003. Швейные изделия для детей.
4. ISO 13688:2013. Protective clothing – General requirements.
5. Smith J. Children's Wear Design. – London, 2019.

6. Государственный комитет по статистике Республики Узбекистан.

7. Иванова Н. Гигиена и комфорт детской одежды. – Москва, 2018.

8. Петрова А. Экологические материалы в текстильной промышленности. – Санкт-Петербург, 2020.

9. Kim S. Sustainable Children's Apparel. – Seoul, 2021.

10. Brown T. Ergonomic Clothing for Kids. – New York, 2017.

11. Алимова З. Современные технологии печати на текстиле. – Ташкент, 2022.

12. UNESCO. Guidelines for Child-Friendly Textile Products. – Paris, 2019.

13. Liu H. Innovative Design in Children's Fashion. – Beijing, 2020.

14. Халилов Б. Текстиль материалларининг экологик хавфсизлиги. – Тошкент, 2021.

15. World Textile Organization. Global Trends in Children's Wear Market. – 2023.

REFERENCES

1. Akhmedova M. Osnovy dizaina [Fundamentals of Design]. – Tashkent, 2020. (in Russian).

2. Rasulova D. Ergonomicheskie trebovaniya k detskoi odezhde [Ergonomic Requirements for Children's Clothing]. – Samarkand, 2021. (in Russian).

3. GOST 25294–2003. Shveinye izdeliya dlya detei [Sewing Products for Children]. – 2003. (in Russian).

4. ISO 13688:2013. Protective Clothing – General Requirements. – 2013.

5. Smith J. Children's Wear Design. – London, 2019.

6. State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics.

7. Ivanova N. Gigena i komfort detskoi odezhdy [Hygiene and Comfort of Children's Clothing]. – Moscow, 2018. (in Russian).

8. Petrova A. Ekologicheskie materialy v tekstil'noi promyshlennosti [Ecological Materials in the Textile Industry]. – Saint Petersburg, 2020. (in Russian).

9. Kim S. Sustainable Children's Apparel. – Seoul, 2021.

10. Brown T. Ergonomic Clothing for Kids. – New York, 2017.

11. Alimova Z. Sovremennye tekhnologii pechati na tekstile [Modern Textile Printing Technologies]. – Tashkent, 2022. (in Russian).

12. UNESCO. Guidelines for Child-Friendly Textile Products. – Paris, 2019.

13. Liu H. Innovative Design in Children's Fashion. – Beijing, 2020.

14. Khalilov B. Tekstil materiallarining ekologik xavfsizligi [Environmental Safety of Textile Materials]. – Tashkent, 2021. (in Uzbek).

15. World Textile Organization. Global Trends in Children's Wear Market. – 2023.

ECOLOGICAL DYEING OF WOOL MATERIALS: THE POSSIBILITIES OF NATURAL COLORING AGENTS

K.ZH. DYUSSENBIYEVA* , G.B. BEKBATYR 

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

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

The article presents the results of a study on the development of dyeing technology for wool materials using natural dyes. Increasing the ecological and functional value of textile materials is achieved through the use of natural pigments of plant origin and effective auxiliary substances that contribute to the strong fixation of the dye on the fiber. Modern approaches to the intensification of dyeing processes, including physicochemical methods, allowing to ensure a high degree of uniformity of staining, color resistance to external influences and preservation of physical and mechanical properties of wool fabrics, are considered. Optimization of the dyeing parameters of the concentration of dyes and modifiers, temperature and time processing, and acidity of the medium was carried out. The qualitative characteristics of the painted samples were studied, including the intensity and durability of the color, the uniformity of the dye, as well as the effect on the tactile properties of the material. The proposed technological solutions provide environmental safety, energy efficiency and the possibility of applying dyeing technology in production processes. Developed dye technology can be used in the production of natural textiles with decorative and functional properties in demand in the light industry, including for the manufacture of clothing, accessories and interior textiles.

Keywords: natural dyes, wool materials, natural fibers, textile dyeing, eco-friendly technologies, dye stability, biodegradable dyes, traditional dyeing methods.

ЭКОЛОГИЧНОЕ КРАШЕНИЕ ШЕРСТЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ВОЗМОЖНОСТИ НАТУРАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА*, Г.Б. БЕКБАТЫР

(Алматынський технологічний університет, Республіка Казахстан, 050012, г. Алматы, Толе би 100)

Електронна пошта автора кореспондента: d.kulmairam@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования по разработке технологии крашения шерстяных материалов с использованием натуральных красителей. Повышение экологической и функциональной ценности текстильных материалов достигнуто за счёт применения природных пигментов растительного происхождения и эффективных вспомогательных веществ, способствующих прочному закреплению красителя на волокне. Рассмотрены современные подходы к интенсификации процессов крашения, включая физико-химические методы, позволяющие обеспечить высокую степень равномерности окрашивания, устойчивость цвета к внешним воздействиям и сохранение физико-механических свойств шерстяных тканей. Проведена оптимизация параметров крашения, концентрации красителей и модификаторов, температурно-временного режима обработки, кислотности среды. Исследованы качественные характеристики окрашенных образцов, включая интенсивность и стойкость цвета, равномерность крашения, а также влияние на тактильные свойства материала. Предложенные технологические решения обеспечивают экологическую безопасность, энергоэффективность и возможность применения технологии крашения в производственных процессах. Разработанная технология крашения может быть использована при производстве натурального текстиля с декоративными и функциональными свойствами, востребованными в легкой промышленности, в том числе для изготовления одежды, аксессуаров и интерьерного текстиля.

Ключевые слова: натуральные красители, шерстяные материалы, натуральные волокна, крашение текстиля, экологичные технологии, устойчивость окраски, биоразлагаемые красители, традиционные методы крашения.

ЖҮН МАТЕРИАЛДАРЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА БОЯУ: ТАБИҒИ БОЯҒЫШТАРДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА*, Г.Б. БЕКБАТЫР

(Алматы технологиялық университет, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: d.kulmairam@mail.ru *

Мақалада табиғи бояғыштарды қолдана отырып, жүн материалдарын бояу технологиясын алу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Текстиль материалдарының экологиялық және функционалдық құндылығын арттыру үшін өсімдік тектес табиғи пигменттер және бояғыштың талшыққа берік бекітілуіне ықпал ететін тиімді қосалқы заттар қолданылды. Бояу процестерін жеделдетудің заманауи тәсілдері, соның ішінде бояудың тегістігін, түстердің сыртқы әсерлерге төзімділігін қамтамасыз ететін және жүн маталарының физикалық-механикалық қасиеттерін төмендетпейтін физика-химиялық әдістер қарастырылған. Бояғыштар мен модификаторлардың концентрациясы, өңдеудің температуралық-уақыттық режимі, ортаның қышқылдығы сияқты бояу параметрлерін оңтайландыру бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді. Түсті үлгілердің сапалық сипаттамалары, соның ішінде түс қарқындылығы мен беріктігі, бояудың тегістігі және материалдың тактильді қасиеттері зерттелді. Ұсынылған технологиялық шешімдер экологиялық қауіпсіз, энергияға үнемді бояу технологиясын өндірістік процестерде қолдану мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Әзірленген бояу технологиясы жеңіл өнеркәсіпте сұранысқа ие сәндік және функционалдық қасиеттері бар табиғи талшықтардың текстиль өндірісінде, яғни киім, аксессуарлар және интерьерлік текстиль бұйымдарын шығаруда қолданылуы мүмкін.

Негізгі сөздер: табиғи бояғыштар, жүн материалдары, табиғи талшықтар, текстильді бояу, экологиялық таза технологиялар, бояу төзімділігі, биологиялық ыдырайтын бояғыштар, дәстүрлі бояу әдістері.

Introduction

One of the current trends in the textile industry is the development and implementation of environmentally friendly finishing technologies, including dyeing using natural dyes. Particular attention is paid to the creation of textile materials based on natural components that provide not only decorative, but also functional properties. The use of natural dyes can reduce the impact on the environment and human health, as well as contribute to the preservation of traditional technologies and the development of sustainable textile production [1-3].

Natural dyes are natural pigments obtained mainly from plant raw materials, less often from animal and mineral origin. Their use in dyeing wool materials is due to environmental safety, biocompatibility, availability of raw materials and the possibility of obtaining a wide range of shades. The use of natural dyes makes it possible to create sustainable, non-toxic textiles with high artistic and cultural value [4-6].

Natural dyes used to dye wool are classified by chemical nature and color shades. Anthraquinones include dye maren and cochineal, providing persistent red and pink tones. Indigo dyes such as indigo and waida are used to produce blue hues. Flavonoid dyes (onion husks, turmeric, chamomile, etc.) allow you to achieve yellow and orange colors. Tannins contained in oak bark, nut shells and tea give dark shades and can serve as natural fixators. Other plant sources such as elderberry, pomegranate, nettle and carrot are also used, allowing you to vary the palette depending on the

processing technology. The color obtained as a result of staining can vary significantly depending on the type of fiber, method of preparation of raw materials, type of herb, pH of the medium, duration and temperature of dyeing. The combination of various dyes and herbs allows you to obtain complex, deeply saturated and persistent shades [7-9].

The technology of dyeing wool materials with natural dyes includes a number of successive stages aimed at ensuring durable and uniform staining while preserving the physical and mechanical properties of textile fiber. The process consists of preliminary material preparation, etching, dye extraction, dyeing, washing, fixation and drying.

The use of natural dyes in the dyeing of wool materials is an environmentally friendly alternative to synthetic dyes and contributes to the creation of sustainable textile production technologies. The resulting painted products are characterized by a soft natural color scheme, biocompatibility and high aesthetic quality, which makes them in demand [10-12].

Despite a significant amount of research, dyeing wool with natural dyes remains an understudied direction. Modern research is mainly focused on the study of individual dyes or types of herbs, while there is no systematic approach to comparing different natural pigments, sources of raw materials and technological regimes. In addition, a great influence on the result has the composition of the water, temperature, processing time, the type of fiber used and the features of interaction with metal ions used as sores. To date, there is a need to

systematize the accumulated data, develop environmentally friendly and technologically stable methods of coloring, as well as to study the long-term color resistance in the operation of products painted with natural dyes [13-15].

The article is devoted to the development and research of the technology of dyeing woolen materials with natural dyes, providing stable and uniform staining while preserving the physical, mechanical and hygienic properties of textiles [16].

Materials and methods

The first stage is the preparation of wool cleaning from contaminants and fatty substances with gentle washing in warm water with soft detergents. Next, etching is carried out, which improves the adhesion of the dye to the fiber and increases the durability of staining, iron sulfur was used as an etch. Natural dyes were obtained by extraction from vegetable raw materials, after which staining is carried out in solution at a controlled temperature of 60 °C for 60 minutes. In the process, it is important to maintain optimal pH conditions and ensure uniform stirring for uniform absorption of the dye. At the end of staining, the material is washed to remove excess dye and, if necessary, carry out color fixation using fixing means. The process is completed with gentle drying at low temperatures or room temperature, which prevents damage to the fibers and preserves color saturation.

Results and discussion

For dyeing wool materials used dandelion, chamomile, St. John's wort, Bidentis herba, oak bark, wormwood, sage, calendula, nettle results showed that all used plants have a certain coloring ability, but the shades and their resistance differed significantly. The most intense staining was observed when using the bark of oak and St. John's wort - they gave the woolen tissues saturated brown and warm green shades, respectively.

Dandelion, chamomile, Bidentis herba provided soft light yellow and green tones, wormwood gives the fabric a grayish-green hue with moderate resistance, especially in combination with herbs. Sage gave a gray-green hue, calendula - bright yellow. Nettle provided natural green-olive tones with good resistance when using herbs. Especially pronounced staining was observed in nettles and sage, where the color became deeper and more stable.

The use of iron vitriol significantly changed the color palette: shades became darker, acquired gray-green, bright yellow, olive and marsh character, Figure 1.

Thus, the obtained data confirm that the plants used can be used as environmentally friendly dyes for wool. The most promising in terms of saturation and durability of coloring were oak bark, St. John's wort, sage, nettle, Bidentis herba, calendula which can become the basis for further research in the field of sustainable textile production.

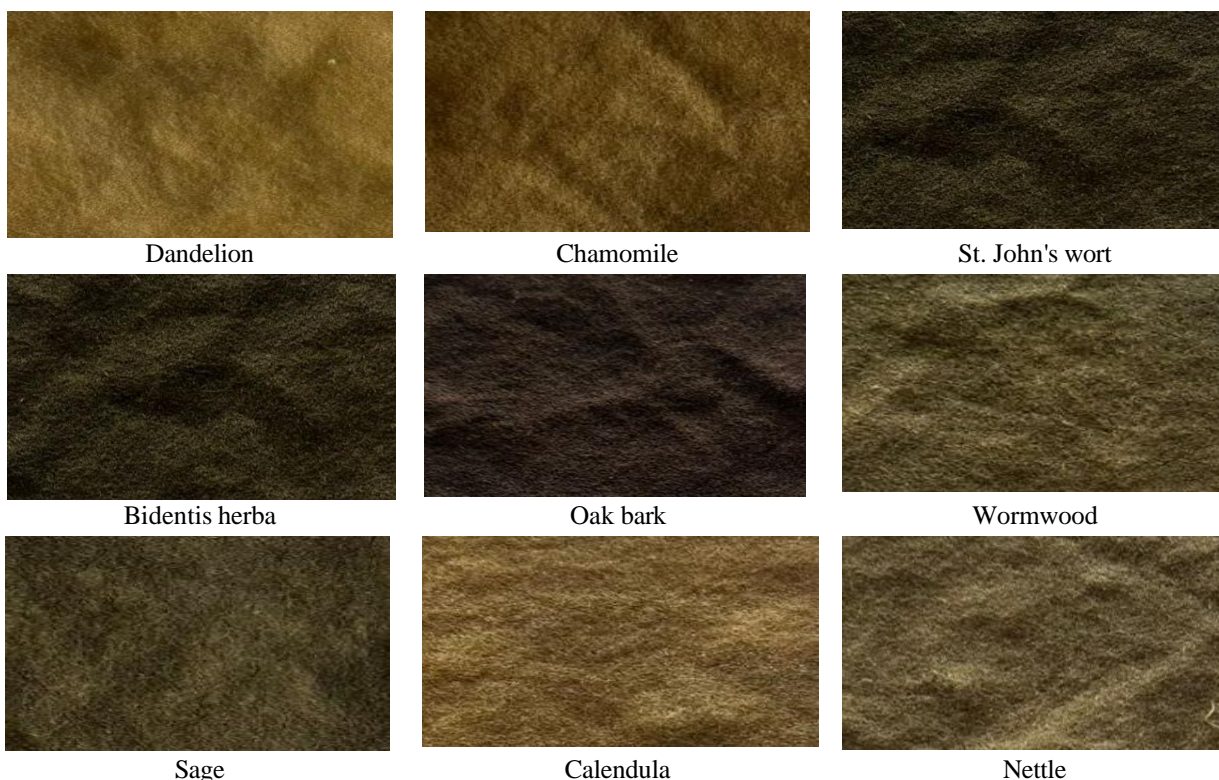


Figure 1. Samples of woolen textile materials painted with natural dyes

Natural dyes derived from plants have unique hues and biological compatibility with natural fibers such as wool. However, one of the main problems of their wide application remains the insufficient durability of the paint to external influences, in particular to washing and friction, which limits the durability and practical use of painted textile materials.

The study of the influence of various factors on the durability of painting allows you to optimize the coloring processes and improve the performance characteristics of materials. In this regard, a comparative assessment of the durability

of coloring of woolen materials painted with vegetable dyes to dry and wet friction, as well as to repeated washing is considered.

The results showed that the greatest resistance to dry and wet friction, as well as to washing, was demonstrated by samples painted with oak bark, nettle, sage and St. John's wort. The coloring of the calendula and Bidentis herba, and wormwood also showed satisfactory resistance. The least persistent were dandelion and chamomile dyes, especially in terms of wet friction and repeated washing, the data are presented in Table 1.

Table 1. Assessment of the durability of painting wool materials with natural dyes to dry friction, wet friction and washing (points from 1 to 5)

№	Dyeing	Dry friction	Wet friction	Washing
1	Oak bark	5	5	5
2	Nettle	5	4	4
3	St. John's wort	5	5	4
4	Sage	5	4	4
5	Wormwood	4	3	3
6	Calendula	4	4	3
7	Chamomile	3	3	2
8	Bidentis herba	4	4	3
9	Dandelion	3	3	2

During the study of the resistance of wool materials painted with natural vegetable dyes, it was found that the color resistance to dry and wet friction, as well as to repeated washing varies significantly depending on the type of dye. The findings highlight the importance of selecting suitable natural dyes and optimizing process parameters to improve durability. In addition, the introduction of effective hennings and fasteners is a necessary step to improve the performance of painted wool products.

Conclusion

Dyeing of wool materials with natural plant dyes is a promising direction in the textile industry, combining environmental safety and obtaining a variety of natural shades. In the course of the study, it was revealed that the durability of coloring largely depends on the choice of a dye plant, the method of processing and the use of herbs. Dyes such as oak bark, nettle, St. John's wort and sage showed the highest resistance to friction and washing, while plants with lighter shades, such as chamomile and dandelion, require additional color fixation to improve durability.

To improve the quality of coloring, it is recommended to further study the effect of various herbs (alum, iron, copper) on color durability, as well as the study of combinations of plant dyes to obtain more stable and saturated shades.

The use of natural dyes contributes not only to reducing the negative impact on the environment but also expands the possibilities to produce unique textile products. To further improve the quality of dyeing, additional research is needed to optimize technological processes and develop effective methods for fixing color.

Gratitude, conflict of interest (funding)

The work was carried out at the Almaty Technological University. The author declares that there is no conflict of interest.

REFERENCES

1. Nadeem, T., Javed, K., Anwar, F., Malik, M. H., & Khan, A. (2024). Sustainable dyeing of wool and silk with *Conocarpus erectus* L. leaf extract for the development of functional textiles. *Sustainability*, 16(2), 811. <https://doi.org/10.3390/su16020811>
2. Iqbal, K., Afzal, H., Siddiqui, M. O. R., Bashir, U., Jan, K., Abbas, A., & Abid, H. A. (2024). Investigation of dyeing characteristics of Merino wool fiber dyed with sustainable natural dye extracted from *Aesculus hippocastanum*. *Sustainability*, 16(22), 10129. <https://doi.org/10.3390/su162210129>
3. Atav, R., Güneş, E., Çifçi, D. İ., & Güneş, Y. (2020). Comparison of wool fabric dyeing with natural and synthetic dyes in view of ecology and treatability. *AATCC Journal of Research*, 7(6), 3. <https://doi.org/10.14504/ajr.7.6.3>

4. Yusuf, M., Shabbir, M., & Mohammad, F. (2017). Natural Colorants: Historical, Processing and Sustainable Prospects. *Natural Products and Bioprospecting*, 7(1), 123–145. <https://doi.org/10.1007/s13659-017-0119-9>
5. Saroj Devi, Dheeraj Panghaal, Pawan Kumar, Priti Malik, Er Ravi, Surender Mittal. (2025). Eco-Friendly Innovations in Textile Dyeing: A Comprehensive Review of Natural Dyes. *Advances in Research*, 26(1), 204–212. DOI: 10.9734/air/2025/v26i11247
6. Che, J., Yang, X. (2022). A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources. *Heliyon*, 8(10), e10979. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10979>
7. Uddin, M. S., & Rahman, M. M. (2016). Application of Terminalia chebula natural dye on wool fiber - evaluation of color and fastness properties. *Textiles and Clothing Sustainability*, 2(1), 1–10. DOI: 10.1186/s40689-016-0011-8
8. Moiz, S. A., & Jahan, N. (2018). Comparative study of colorfastness properties of natural dyes using different mordants on wool. *Journal of Natural Fibers*, 15(2), 255–265. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1325790>
9. Dey P., Dey P., Hoque M. B., Baria B., Rahman M. M., Shovon S., Das D. Sustainable and eco-friendly natural dyes: a holistic review on sources, extraction, and application prospects // *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. – 2025. – DOI: 10.1177/00405175251321139.
10. Kazani, I., & Pustiu, M. (2018). Effect of different mordants in dyeing properties of wool fiber with natural dye extracted from saffron petals. *Journal of Natural Fibers*. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1437003>
11. Elshahida K., Fauzi A. M., Sailah I., Siregar I. Z. Sustainable production of natural textile dyes industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 472, Issue 1. – Article 012036. – DOI: 10.1088/1755-1315/472/1/012036
12. Eyupoglu, C., Eyupoglu, S., Merdan, N., Basyigit, Z. O., & Omerogullari Basyigit, Z. (2023). Natural dyeing of air plasma-treated wool fabric with Rubia tinctorum L. and prediction of dyeing properties using an artificial neural network. *Coloration Technology*, 140(1), 91–102. DOI: 10.1111/cote.12700
13. Rather, L. J., Dar, Q. F., Zhou, Q., Haque, Q. M. R., & Li, Q. (2021). Valorization of natural dyes extracted from mugwort leaves (*Folium artemisiae argyi*) for wool fabric dyeing: Optimization of extraction and dyeing processes with simultaneous coloration and biofunctionalization. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(9), 3183–3192. DOI: 10.1021/acssuschemeng.9b06928
14. Pallab Dey, Priyata Dey, Mohammad Bellal Hoque, Badhon Baria, Md. Mostafizur Rahman, Sibgatullah Shovon, Dip Das. (2025). Sustainable and eco-friendly natural dyes: a holistic review on sources, extraction, and application prospects. *Journal of the Textile Institute*. DOI: 10.1177/00405175251321139
15. Ozdemir, H. (2023). An environmentally friendly dyeing method for a sustainable world: Investigation of mechanical and fastness performance of cotton/wool blend via dyeing with cinnamon. *Sustainability*, 15(19), 14639. DOI: 10.3390/su151914639
16. Bekbatyr G.B., Dyussenbiyeva K. Zh., Altynbaeva A.T. Dyeing of textile materials with natural dyes. Innovative solutions of technological and environmental problems in agriculture, cotton and light industry” International scientific - practical conference November 15, 2024, Uzbekistan, pp.126-127.

ELECTRONIC KNITWEAR FOR HEALTH: MONITORING, THERAPY, AND COMFORT

A. BURKITBAY , I.M. JURINSKAYA , U. KURMANBEKKYZY *,
M.A. ORMANOVA 

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole Bi St., 100)

Corresponding author's e-mail: ulzhan.kurmanbekkyzy@gmail.com*

This study explores the development of smart electronic textiles (E-textiles) crafted from knitted fabrics, designed for everyday wear and specifically engineered to meet the needs of individuals with chronic conditions. We propose the design of a vest and knee braces equipped with heating elements and specialised sensors for monitoring human body temperature. The ergonomic structure of these garments ensures their suitability for both athletes during training sessions and for everyday wear. The products are made from wool yarn using various knitting techniques, including double jersey, press stitch, and 2x2 ribbing. During the development of the knee braces, samples of varying densities were examined, employing the double jersey technique. The edges of the braces were finished with ribbing to ensure secure fixation due to its superior dimensional stability. For the main section of the vest, a press stitch was selected, providing excellent shape retention, a three-dimensional texture, and enhanced thermal insulation—qualities that make it ideal for warm clothing. The lower part of the vest incorporates double jersey knitting to ensure structural integrity and facilitate the integration of electronic components. The heating elements and temperature sensors are integrated through specially designed openings formed during the knitting process using double jersey construction.

Keywords: innovative technology, knitwear, smart and intelligent textiles, electronic textiles, e-textiles.

ДЕНСАУЛЫҚҚА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТРИКОТАЖ: МОНИТОРИНГ, ТЕРАПИЯ ЖӘНЕ КОМФОРТ

А. БУРКИТБАЙ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, Ұ. ҚҰРМАНБЕКҚЫЗЫ*,
М.А. ОРМАНОВА

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

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ulzhan.kurmanbekkyzy@gmail.com*

Бұл зерттеу күнделікті қолдануға ыңғайлы және созылмалы аурулары бар адамдардың қажеттіліктеріне арнайы бейімделген трикотаждан жасалған Е-трикотаж бұйымдарын жасауға бағытталған. Біз ұсынған өнімдерге қыздыратын элементтері мен адамның дене температурасын өлшейтін арнайы датчиктері бар кеудеше мен тізеқаптар жатады. Өнімдердің ыңғайлы құрылымы оларды спортышылар жаттығу кезінде және күнделікті өмірде қолдануға мүмкіндік береді. Бұйымдар қосарланған біртегіс, пресс және ластик 2Х2 өрімдерімен жүн иірім жібінен тоқылған. Тізеқаптарды дайындау барысында әртүрлі тығыздықтағы қосарланған біртегіс өрімінен үлгілер әзірленген. Тізеқаптардың екі шеті оның форматұрақтылығын сақтау мақсатында созылмалы ластик өрімімен тоқылған, бұл бұйымның сырғып кетпеуін қамтамасыз етеді. Кеудешенің негізгі бөлігі үшін пресс өрімі таңдалған, өйткені ол жоғары пішін тұрақтылық қамтамасыз етеді және рельефті, әрі көлемді бұйым тоқуға мүмкіндік береді, сондықтан пресс өрімі жылы киімдер үшін өте қолайлы. Кеудешенің төменгі бөлігінде электронды элементтерді орнату үшін қажетті құрылымдық беріктік пен монтаж мүмкіндігін қамтамасыз ету мақсатында қосарланған біртегіс өрімі қолданылған. Қыздырғыш элементтер мен дене температурасын өлшейтін датчиктер бұйымдарға қосарланған біртегіс өрімімен тоқу барысында әдейі жасалған тесіктер арқылы еңгізілген.

Негізгі сөздер: инновациялық технология, трикотаж, смарт және интеллектуалды маталар, электронды текстиль, е-мата.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРИКОТАЖ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ: МОНИТОРИНГ, ТЕРАПИЯ И КОМФОРТ

А. БУРКИТБАЙ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, У. КУРМАНБЕККЫЗЫ*,
М.А. ОРМАНОВА

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би 100)
Электронная почта автора-корреспондента: ulzhan.kurmanbekkyzy@gmail.com*

Исследование направлено на создание E-текстиля из трикотажа, подходящего для ежедневного использования и специально адаптированного для нужд людей с хроническими заболеваниями. Нами предлагаются безрукавка и наколенники, оснащенные подогревающими элементами и специальным датчиком для измерения температуры тела человека. Комфортная конструкция изделий позволяет использовать их как спортсменам во время тренировок, так и в повседневной жизни. Изделия разработаны из шерстяной пряжи с использованием переплетений: двойная кулирная гладь, пресс и ластик 2X2. В процессе разработки наколенников были исследованы образцы различной плотности с использованием двойной кулирной глади. Края наколенников связаны ластиком для обеспечения надежной фиксации благодаря его высокой формоустойчивости. Для основной части безрукавки было выбрано переплетение пресс, так как оно обеспечивает хорошую формоустойчивость и позволяет создать рельефность и объемность, что делают его популярным для теплых вещей. Двойная кулирная гладь была применена при формировании нижней части безрукавки для обеспечения необходимой конструктивной прочности и возможности последующего монтажа электронного элемента. Интеграция в изделия элементов подогрева и датчика температуры тела осуществляется через специально предусмотренные отверстия, которые были образованы в процессе вязания двойной кулирной гладью.

Ключевые слова: инновационная технология, трикотаж, умные и интеллектуальные ткани, электронный текстиль, е-ткань.

Introduction

Over the past decade, the textile industry has witnessed significant advancements due to the adoption of innovative technologies. Smart and intelligent textiles, as well as electronic textiles (E-textiles), have emerged as transformative solutions within the sector.

Although smart textiles are no longer a futuristic concept, their widespread application remains an imminent reality. Imagine garments that autonomously adapt to environmental conditions, delivering optimal comfort. For individuals with chronic health conditions, “smart” medical garments equipped with sensors will monitor their health status and even initiate therapeutic interventions. Athletes are already experiencing the benefits of smart textiles, including temperature regulation, enhanced aerodynamics, and real-time data collection during training [1–5].

Electronic textiles, or E-textiles, represent a subclass of smart and intelligent textiles incorporating electronic components [6–9]. Sensors may be externally attached, as seen in products from major sportswear brands such as Adidas, Nike, and Under Armour, or seamlessly integrated into the fabric itself, as implemented by Samsung, Alphabet, Ralph Lauren, and Flex.

We foresee a future in which smart textiles become an integral part of everyday life, offering not only convenience and practicality but also addressing the needs of individuals with chronic health conditions.

Consequently, our research focuses on the development of smart knitwear tailored for daily use and specifically adapted for individuals with chronic diseases [10–12].

Materials and methods

The primary objects of this study were a knitted vest and knee braces made from wool yarn (merino, 32X2 tex). The knitting structures applied included double jersey, press stitch, and 2x2 ribbing. Additionally, supplementary components such as heating elements were integrated into the garments to provide thermal comfort.

The double jersey knitting structure consists of two layers of interlocked loops. Due to this dual-layer configuration, the fabric demonstrates enhanced stability and superior resistance to stretching and deformation compared to single-layer jersey fabrics. Double jersey was employed in the formation of the lower section of the vest and the primary structure of the knee braces to ensure the required mechanical strength and facilitate subsequent integration of electronic components.

The press stitch knitting technique was selected for the main part of the vest. This method allows for the creation of varied textures and patterns, ranging from simple vertical stripes to complex geometric designs. The press stitch was favoured due to its ability to provide dimensional stability and aesthetic appeal, making it highly suitable for warm garments.

The selection of wool yarn was based on several key factors: wool fibres possess a unique structure that imparts excellent functional properties. The scaly surface of the fibres offers high thermal insulation and breathability. Additionally, wool's hygroscopicity, driven by its amino acid residues, enables effective moisture absorption, maintaining an optimal microclimate. Wool also exhibits inherent antimicrobial properties and is resistant to odour development. Its durability and ecological sustainability make wool an attractive material for textile applications.

Results and discussion

During the development of the knee braces, samples of varying knitting densities were examined, specifically focusing on two different knitting depths: 350 and 330 (Figure 1). Experimental findings revealed that a knitting depth of 330, achieved through double jersey knitting, provided optimal structural stability for the knee braces. This density demonstrated superior shape retention compared to samples with a knitting depth of 350.



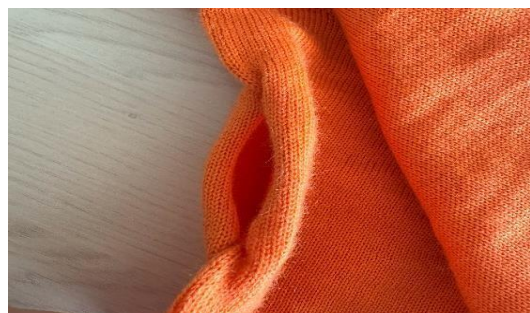
Figure 1. Samples of varying densities for knee braces

Heating elements were seamlessly integrated into the knee braces through precision-engineered openings formed during the double jersey knitting process. (Figure 2). The edges of the

knee braces were finished with ribbing, ensuring secure placement on the body due to the ribbing's excellent form stability.



a



b

Figure 2. Heating components for the knee braces: a - heating element; b - opening for inserting the heating element

The resulting knee braces combined comfort and functionality, making them suitable for daily wear. Their design was specifically adapted to meet

the needs of individuals with chronic conditions (Figure 3).



Figure 3. Heated knee pads

In addition to the knee braces, we developed a vest equipped with electronic components. Its ergonomic design allows it to be used both by athletes during training and by individuals in their

daily routines. To determine the optimal knitting structure for the vest, samples employing both the fang and press stitch techniques were tested at different knitting densities (Figure 4).



a



б

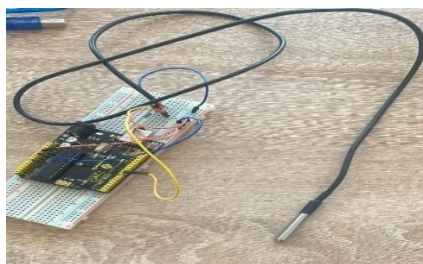
Figure 4. Knitted structure samples: a- fang stitch; b- press stitch

The press stitch was ultimately selected for the main body of the vest due to its superior dimensional stability and its ability to create three-dimensional textures. Double jersey was used in the lower portion

of the vest to ensure structural strength and to allow for the installation of electronic components (Figures 5 and 6).



a



б

Figure 5. Electronic components: a – heating element; b – temperature sensor for body monitoring

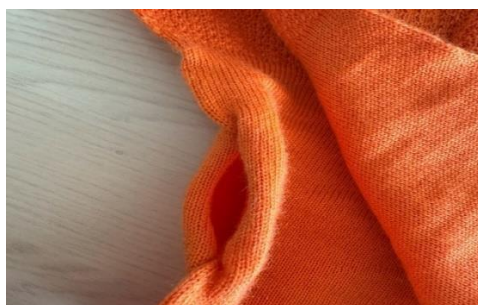


Figure 6. Lower part of the vest: with an opening for inserting the electronic element

Through the adaptation of the textile construction and knitting structures, we successfully developed garments capable of providing heating

through integrated heating elements. A temperature sensor was embedded in the armhole area of the vest to monitor the wearer's body temperature (Figure 7).



Figure 7. Vest with integrated electronic components

This design combines the functionality of a conventional vest with the enhanced capabilities of embedded electronics. The vest is intended to monitor the wearer's body temperature while providing comfort and protection against hypothermia in various situations. It is particularly beneficial for individuals with specific health needs and athletes engaged in winter sports. Additionally, the vest can offer comfort to vehicle drivers by preventing the cooling of the back muscles before the car's seat heating system becomes operational.

Conclusion

This study highlights the feasibility of developing smart knitted garments with seamlessly integrated electronic components, offering a unique combination of functionality, comfort, and manufacturability. The selection of press stitch in combination with double jersey knitting allowed for an optimal balance between the effective integration of electronic elements, comfort during wear, and aesthetic appeal. The outcomes of this research open new avenues for expanding the range of electronic textiles, which are increasingly in demand in both sports and active lifestyle markets, as well as for everyday use by individuals with varying needs.

REFERENCES

1. Щигорец Н.А., Рыбаулина И.В. Инновационные материалы. Умный текстиль innovative materials. smart textiles. Технология текстильной промышленности. № 4 (412). 2024. С. 21 – 28. DOI 10.47367/0021-3497_2024_4_21;
2. Rebecca R. Ruckdashel, Dhanya Venkataraman, and Jay Hoon Park. Smart textiles: A toolkit to fashion the future. J. Appl. Phys. 129, 130903 (2021). doi: 10.1063/5.0024006;
3. Tasnim, A. Sadraei, B. Datta, M. Khan, K. Y. Choi, A. Sahasrabudhe, T. A. Vega Gálvez, I. Wicaksono, O. Rosello, C. Nunez-Lopez, and C. Dagdeviren, Towards personalized medicine: The evolution of imperceptible health-care technologies," Foresight 20(6), 589–601 (2018);
4. B. Moradi, R. Fernandez-Garcia, and I. Gil, "Effect of smart textile metamaterials on electromagnetic performance for wireless body area network systems," Text. Res. J. 89(14), 2892–2899 (2019);
5. N. Bryan-Kinns, Y. Wu, S. Liu, and C. Baker, "WEAR sustain network: Ethical and sustainable technology innovation in wearables and e-textiles," in IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), Galway, Ireland, August 15–18, 2018 (IEEE, 2018);

6. C.-S. Lam, S. Ramanathan, M. Carbery, K. Gray, K. S. Vanka, C. Maurin, R. Bush, and T. Palanisami, “A comprehensive analysis of plastics and microplastic legislation worldwide,” *Water Air Soil Pollut.* 229, 345(2018);

7. K. Nesenbergs and L. Selavo, “Smart textiles for wearable sensor networks: Review and early lessons,” in 2015 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA) Proceedings, Turin, 7–9 May 2015 (IEEE, 2015);

8. Chen Y., Xu B., Gong J., Wen J., Hua T., Kan C.-W., and Deng J. Design of high-performance wearable energy and sensor electronics from fiber materials. *Appl. Mater. Interfaces* 11, 2120–2129 (2019). https://www.researchgate.net/publication/350600803_Smart_textiles_A_toolkit_to_fashion_the_future [accessed Feb 28 2025];

9. Heitor L. O., Otavio B. Temperature-Dependent Shape-Memory Textiles: Physical Principles and Applications. June 2023. *Textiles* 3(2):257-274. DOI: 10.3390/textiles3020017;

10. George K., Stylios N. Smart Textiles Materials 13(4):950. February 2020. DOI: 10.3390/ma13040950;

11. Norman L., Bernd S. The development of a stitch-based strain sensor for. *Acta Technica Jaurinensis*, February 2024. DOI: 10.14513/actatechjaur.00728;

12. Kaspar M.B. Jansen. Performance Evaluation of Knitted and Stitched Textile Strain Sensors December 2020. *Sensors* 20(24):7236. DOI: 10.3390/s20247236.

13. Ruppert-Stroescu, M.; Balasubramanian, M. Effects of stitch classes on the electrical properties of conductive threads. *Text. Res. J.* 2017, 88, 2454–2463.

14. Greenspan, B.; Hall, M.L.; Cao, H.T.; Lobo, M.A. Development and testing of a stitched stretch sensor with the potential to measure human movement. *J. Text. Inst.* 2018, 109, 1493–1500.

15. Raji Rafiu, K.; Miao, X.; Zhang, S.; Li, Y.; Wan, A.; Frimpong, C. A comparative study of knitted strain sensors fabricated with conductive composite and coated yarns. *Int. J. Cloth. Sci. Technol.* 2019, 31, 181–194.

REFERENCES

1. Shhigorecz N.A., Ry`baulina I.V. Innovacionny`e materialy`. Umny`j tekstil` innovative materials. smart textiles. Innovative materials [Smart textiles innovative materials. Smart textiles] *Texnologiya tekstil`noj promy`shlennosti.* № 4 (412). 2024. S. 21 – 28. DOI 10.47367/0021-3497_2024_4_21 (In Russian);

2. Rebecca R. Ruckdashel, Dhanya Venkataraman, and Jay Hoon Park. Smart textiles: A toolkit to fashion the future. *J. Appl. Phys.* 129, 130903 (2021). doi: 10.1063/5.0024006;

3. Tasnim, A. Sadraei, B. Datta, M. Khan, K. Y. Choi, A. Sahasrabudhe, T. A. Vega Gálvez, I.

Wicaksono, O. Rosello, C. Nunez-Lopez, and C. Dagdeviren, “Towards personalized medicine: The evolution of imperceptible health-care technologies,” *Foresight* 20(6), 589–601 (2018);

4. B. Moradi, R. Fernandez-Garcia, and I. Gil, “Effect of smart textile metamaterials on electromagnetic performance for wireless body area network systems,” *Text. Res. J.* 89(14), 2892–2899 (2019);

5. N. Bryan-Kinns, Y. Wu, S. Liu, and C. Baker, “WEAR sustain network: Ethical and sustainable technology innovation in wearables and textiles,” in IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), Galway, Ireland, August 15–18, 2018 (IEEE, 2018);

6. C.-S. Lam, S. Ramanathan, M. Carbery, K. Gray, K. S. Vanka, C. Maurin, R. Bush, and T. Palanisami, “A comprehensive analysis of plastics and microplastic legislation worldwide,” *Water Air Soil Pollut.* 229, 345(2018);

7. K. Nesenbergs and L. Selavo, “Smart textiles for wearable sensor networks: Review and early lessons,” in 2015 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA) Proceedings, Turin, 7–9 May 2015 (IEEE, 2015);

8. Chen Y., Xu B., Gong J., Wen J., Hua T., Kan C.-W., and Deng J. Design of high-performance wearable energy and sensor electronics from fiber materials. *Appl. Mater. Interfaces* 11, 2120–2129 (2019). https://www.researchgate.net/publication/350600803_Smart_textiles_A_toolkit_to_fashion_the_future [accessed Feb 28 2025];

9. Heitor L. O., Otavio B. Temperature-Dependent Shape-Memory Textiles: Physical Principles and Applications. June 2023. *Textiles* 3(2):257-274. DOI: 10.3390/textiles3020017;

10. George K., Stylios N. Smart Textiles Materials 13(4):950. February 2020. DOI: 10.3390/ma13040950;

11. Norman L., Bernd S. The development of a stitch-based strain sensor for. *Acta Technica Jaurinensis*, February 2024. DOI: 10.14513/actatechjaur.00728;





12. Kaspar M.B. Jansen. Performance Evaluation of Knitted and Stitched Textile Strain Sensors December 2020. *Sensors* 20(24):7236. DOI: 10.3390/s20247236.

13. Ruppert-Stroescu, M.; Balasubramanian, M. Effects of stitch classes on the electrical properties of conductive threads. *Text. Res. J.* 2017, 88, 2454–2463.

14. Greenspan, B.; Hall, M.L.; Cao, H.T.; Lobo, M.A. Development and testing of a stitched stretch sensor with the potential to measure human movement. *J. Text. Inst.* 2018, 109, 1493–1500.

15. Raji Rafiu, K.; Miao, X.; Zhang, S.; Li, Y.; Wan, A.; Frimpong, C. A comparative study of knitted strain sensors fabricated with conductive composite and coated yarns. *Int. J. Cloth. Sci. Technol.* 2019, 31, 181–194.

ETHNOECOLOGICAL TRADITIONS IN THE CONTEXT OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE MODERN FASHION INDUSTRY

¹A.ZH. TALGATBEKOVA , ¹T.M. ALDANAYEVA* ,
²M.M. YEZIYEVA , ¹A.M. SABITOVA 

(¹Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100,
²Akdeniz University, Turkey, 07070, Antalya, Pınarbaşı Dumlupınar Boulevard Konyaaltı)
Corresponding author e-mail: tomiris.aldanayeva@mail.ru*

The article is devoted to the study of ethnoecological traditions as an example of harmonious relationship between nature and human for the development of sustainable fashion. The work reveals parallels between traditional practices and modern environmental approaches. The analysis of global and Kazakhstan design solutions related to the actualization of cultural heritage in the context of eco-design is carried out. Particular attention is paid to studying the peculiarities of ethnoecological traditions in designing Kazakh national costume, representing a naturally formed environmentally sustainable system. The philosophical understanding of clothing expressed the creative and contemplative attitude of the Kazakh people to the world. It was based on a deep intuitive awareness of the life value of all elements of the universe. The relevance and consonance of such ecological thinking to the present is noted. In accordance with the purpose of the article, an experimental author's model of a women's shapan in ethnic style has been developed, which is characterized by comfort, versatility, mobility, durability, and deep meaning. The results obtained are aimed at contributing to the global discourse on sustainable fashion based on cultural heritage. It is determined that the preservation, transmission and adaptation of ethnoecological culture, traditional knowledge, and practices is an integral component of sustainability, contributing to the formation of a responsible attitude towards the environment, society, wardrobe, education of aesthetic taste, as well as the actualization of craft traditions.

Keywords: ethnoecological traditions, Kazakh traditional costume, ethnodesign, functionality, sustainable fashion.

ҚАЗІРГІ СӘН ИНДУСТРИЯСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫ КОНТЕКСТІНДЕГІ ЭТНОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ДӘСТҮРЛЕР

¹А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА, ¹Т.М. АЛДАНАЕВА*, ²М.М. ЕЗИЕВА, ¹А.М. САБИТОВА

(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы, Төле би көш., 100,
²Акдениз университеті, Түркия, 07070, Анталья, Коньяалты ауданы, Пинарбаши ш-ны,
Думлупынар бульвары)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: tomiris.aldanayeva@mail.ru*

Мақала тұрақты сәнді дамыту үшін табиғат пен адам арасындағы үйлесімді қатынастардың мысалы ретінде этноэкологиялық дәстүрлерді зерттеуге арналған. Жұмыс барысында дәстүрлі тәжірибелер мен заманауи экологиялық тәсілдер арасындағы параллельдер анықталады. Экодизайн контекстінде мәдени мұраны жаңғыртуға байланысты әлемдік және қазақстандық дизайн шешімдері талданады. Табиғи қалыптасқан экологиялық тұрақты жүйе болып табылатын қазақ ұлттық костюмін жобалаудың этноэкологиялық дәстүрлерінің ерекшеліктерін зерттеуге ерекше назар аударылады. Киімнің философиялық түсінігінде қазақ халқының әлемге шығармашылық және ойшылдық көзқарасы көрініс тапты. Ол Ғаламның барлық элементтерінің өмірлік құндылығын терең интуитивті түсінуге негізделген. Осындай экологиялық ойлаудың қазіргі заманға өзектілігі мен үйлесімділігі атап көрсетілген. Мақаланың мақсатына сәйкес этностильдегі әйелдерге арналған шапанының эксперименттік авторлық үлгісі жасалды, ол үшін жайылық, көпқырылық, қозғалғыштық, беріктік, терең мағына тән. Нәтижелер мәдени мұраға негізделген тұрақты сән туралы жаһандық дискурста үлес қосуға бағытталған. Этноэкологиялық мәдениетті, дәстүрлі білім мен тәжірибені сақтау, жеткізу және бейімдеу тұрақтылықтың ажырамас бөлігі болып табылады. Ол қоршаған ортаға, қоғамға, өз гардеробына жауапты көзқарасты қалыптастыруға, эстетикалық талғамды дамытуға және қолөнер дәстүрлерін жаңғыртуға ықпал етеді.

Негізгі сөздер: этноэкологиялық дәстүрлер, қазақтың ұлттық киімі, этнодизайн, функционалдылық, тұрақты сән.

ЭТНОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИНДУСТРИИ МОДЫ

¹А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА, ¹Т.М. АЛДАНАЕВА*, ²М.М. ЕЗИЕВА, ¹А.М. САБИТОВА

¹Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, Алматы, ул. Толе би, 100,

²Университет Акдениз, Турция, 07070, Анталья, район Коньяалты, м-рн Пинарбаши,
бульвар Думлупынар)

Электронная почта автора-корреспондента: tomiris.aldanayeva@mail.ru*

Статья посвящена исследованию этноэкологических традиций как примера гармоничных взаимоотношений между природой и человеком для развития устойчивой моды. В ходе работы выявляются параллели между традиционными практиками и современными экологическими подходами. Проводится анализ мировых и казахстанских дизайнерских решений, связанных с актуализацией культурного наследия в контексте экодизайна. Особое внимание уделяется изучению особенностей этноэкологических традиций проектирования казахского народного костюма, представляющего собой естественно сформированную экологически устойчивую систему. В философском понимании одежды выражалось созидательное и созерцательное отношение казахского народа к миру. Оно основывалось на глубинном интуитивном осознании ценности жизни всех элементов Вселенной. Отмечается актуальность, созвучность подобного экологического мышления настоящему времени. Согласно цели статьи разработана экспериментальная авторская модель женского шапана в этностиле, для которой присущи комфорт, универсальность, мобильность, долговечность, глубокая смысловая нагрузка. Полученные результаты направлены на внесение вклада в глобальный дискурс об устойчивой моде, опирающийся на культурное наследие. Определено, что сохранение, передача и адаптация этноэкологической культуры, традиционных знаний и практик является неотъемлемым компонентом устойчивости, способствующим формированию ответственного отношения к окружающей среде, социуму, собственному гардеробу, воспитанию эстетического вкуса, а также актуализации ремесленных традиций.

Ключевые слова: этноэкологические традиции, казахский традиционный костюм, этнодизайн, функциональность, устойчивая мода.

Introduction

In today's rapidly evolving consumer society, the relationship between the fashion industry and the ecosystem continues to be reevaluated. The theme "Towards zero waste in fashion and textiles" of the International Day of Zero Waste 2025, organized by the United Nations Environment Programme (UNEP) and the United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), highlights "the need for action in the fashion and textile sector to reduce waste and advance circular solutions" [1]. This sector has been a major contributor to the environmental crisis and continues to accelerate the ecological disaster. It has been noted that "the fashion industry is responsible for an estimated 2-8% of global greenhouse gas emissions annually" [2].

According to Uniform Market data, water consumption by industry increased by 20.57 percent between 2015 and 2025, reaching 170 billion cubic meters, while land use amounted to 41 million hectares, which is 7.89 percent higher than in 2015 [3]. In addition, "consumers around the world produce 92 million tonnes of textile waste every year" [4].

Laundry of synthetic textiles leads to ocean pollution. For example, according to the IUCN report for 2017, it has become the source of 35 percent of all ocean microplastics [5].

In addition to environmental problems, including biodiversity loss, there is a negative impact on society, which is reflected not only in the culture of single-use, linear "take, make, dispose" model, but also in unsafe working conditions of garment workers, exploitation and genderbased discrimination [6].

In view of existing environmental problems, the development of sustainable fashion is significant. It affects all stages of a product's life cycle and includes "safe and ethical working conditions, responsible consumption of natural resources and fashion products, minimization or elimination of waste, transparency of production information, optimization of logistics, and the search for new technologies" [7]. The most widespread concept of sustainable development is based on the so-called three pillars: social, economic, and environmental [8]. However, some studies consider additional areas related to aesthetic sustainability and longevity, emotional value [9], and cultural resilience [10].

The purpose of this article is to develop an experimental author's model of a shapan based on the study of the ethnocultural traditions of the Kazakh people. The tasks set include the analysis of design solutions related to the actualization of cultural heritage in the context of eco-design. The

study reveals aspects of the interaction between eco- and ethno-design, examines the features of the ethnoecological traditions of nomadic peoples, in particular the Kazakhs, as well as their modern interpretation. The work of contemporary international and Kazakhstan designers demonstrates an enduring interest in the application of traditions in the creation of XXI century clothing models. This is due to the creative pursuits of fashion designers, as well as growing consumer demand for ethics, environmental friendliness, preservation of cultural identity, and the desire for self-expression and identification. At the same time, there are open questions and gaps, including insufficient disclosure of the possibilities of using traditional techniques to create unique products and the fragmentary nature of interdisciplinary research, which requires further research and experimentation.

Materials and research methods

“The geographical, climatic, and ecological determinants of the formation and development of ethnic groups suggest that each people develop a specific culture of relations with the environment – an ethnoecological culture. It is one of the most ancient subsystems of culture, encompassing values, norms, and forms of activity directly or indirectly related to the natural environment of a people” [11].

Ethnoecological culture is reflected in traditions that preserve the experience of harmonious coexistence aimed at preserving the ethnic group and the ecological sustainability of the environment. One of the issues related to the analysis of ethnoecological traditions is the applicability of norms, values, and techniques in modern clothing. The study shows obvious parallels between traditional practices and modern environmental approaches, presented in table 1.

Table 1. Parallels between traditional practices and modern environmental approaches

Ethnoecological traditions	Modern environmental approaches	The general idea
Use of natural materials (linen, wool) and dyes	Organic materials, biodegradable fabrics, eco-friendly dyes	Naturalness and environmental safety
Local materials and local production	Local fashion, reducing transport footprint	Minimising environmental impact, supporting local artisans
Clothing designed for long-term wear	Slow fashion, rational wardrobe, emphasis on quality and durability	Reducing overconsumption
Repair, darning, re-sewing	Upcycling	Extending the life of things, adding new value
Recycling of raw materials	Recycling	Recycling waste with loss of quality
Full use of fabric, patchwork	Zero waste	Waste reduction, conserving resources
Passing down items	Freecycling	Preserving the life of things through transfer
Custom tailoring	Customisation, handmade	Expressing individuality as opposed to mass production
Clothing suited to the climate and need	Functional and rational fashion	Practicality instead of excess
Ethical sourcing of raw materials (full use, respect for natural cycles)	Ethical animal husbandry, certified materials	Responsibility towards the environment and animals

The application of ethnoecological traditions through the modernization of cultural heritage can be seen in the works of world designers (Fig. 1). The characteristic features of African cultural heritage, shaped by conditions such as heat, drought, and seasonal rains, can be seen in the works of Adebayo Oke-Lawal (Orange Culture), Ria Ana Sejjal (Lilabare), and Travis Obeng-Casper (AJABENG). Transforming socially significant stories into clothing, the Orange Culture brand combines universal silhouettes, modern androgynous clothing, and African aesthetics, working with traditional fabrics, prints, and colours. The brand's products are made in Lagos from environmentally friendly fabrics sourced from local

Nigerian manufacturers. The conscious, slow, ethical production of the Lilabare brand, inspired by the cultures of Kenya and India, is reflected in the use of: naturally grown materials; agricultural waste (pineapple and banana leaves, old shells and locks, used coffee grounds); craft traditions (weaving, spinning, dyeing); a zero-waste approach; and digital technologies. Each of the brand's products is a living canvas, woven by the hands of its creators, embodying respect for the value of materials and awareness in creation. AJABENG demonstrates the purity and expressiveness of African culture through a combination of post-colonial optimism and pan-African spirit. The desire to create a sustainable fashion

ecosystem is emphasised by a commitment to fair working conditions and the use of biodegradable materials. The use of environmentally friendly technologies and materials, traditional craftsmanship in ethnic-style clothing, ethical production methods,

and support for local farmers and artisans are characteristic of South African brands MaXhosa by Laduma and Sindiso Khumalo, Kenyan brands Lalesso and SOKO, as well as brands KISUA, Lemlem, Studio 189, Maisha Concept, and Mafi Mafi.

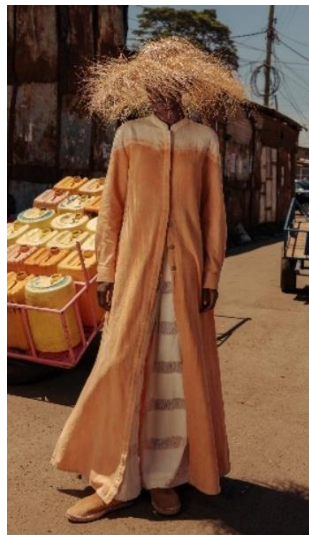


Figure 1. Lilabare, Cecilie Bahnsen, Amaud, Bibi Hanum

The uniqueness of the ethnoecological traditions of the peoples of Denmark, Sweden and Norway is linked to the harsh northern way of life. Contemporary clothing embodies traditional features that are important for eco-friendly fashion, such as comfort, functionality, practicality, conciseness, minimalism, quality, layering and the use of natural materials. The minimalism inherent in this culture is expressed today in the simplicity of forms and cuts, the absence of unnecessary details, and in colour (monochrome) and pattern.

The Swedish brand Fjallraven (polar fox) is an example of how Scandinavian ethnoecological traditions are being transformed into modern

ecological practices. The brand is characterised by minimalism, functionality, durability and eco-friendliness. Fjallraven creates clothing for active leisure and everyday wear (Everyday Outdoor), as well as equipment that lasts for decades and harmonises with nature. The brand pays attention to ergonomics, develops innovative materials (G-1000, Eco-Shell, Vinyon F), uses organic and recycled materials (more than 60%), and does not use PFC impregnations. In addition, the brand has developed a programme to extend the life of its products.

Combining French haute couture and Scandinavian restraint, the Cecilie Bahnsen brand

creates feminine clothing by hand from unique materials. The brand's key principle is an ecological philosophy of durability: timeless pieces are created to be worn, then passed down and reimagined to reflect the owner's individuality. This approach resonates with the traditional northern view of the value of manual labour and careful treatment of items, extending its life cycle. The Norwegian fashion house Holzweiler creates functional and thoughtful designs with respect for nature, focusing on durability, sustainability and social responsibility, inspired by art, architecture and Norwegian nature. The brand's main categories: outerwear, knitwear and winter accessories reflect its respect for its Norwegian roots. The brand applies the principles of sustainable development, circular design principles and technical innovation, creates decent working conditions, works with partners on social and environmental responsibility, and demonstrates a humane attitude towards animals.

Ideas of harmony with nature, moderation, and the interconnectedness of the world are reflected in Japan's philosophical and worldview principles. A close connection to tradition is one of the defining features of Japanese clothing design, where cultural heritage is reinterpreted through the prism of modern technology and eco-conscious thinking.

The Amaud brand, focused on craftsmanship, design, social and environmental change, pays tribute to the past in the process of creating products for the present and the future. The brand breathes new life into vintage kimonos using the upcycling method. Amaud preserves the beauty of traditional fabrics by reinterpreting them in relevant forms. The products are created with the desire to continue Japanese craftsmanship and pass it on to the next generations, reflecting the timeless design philosophy. The careful creation process includes disassembly, manual cleaning, and transformation. Art, craftsmanship and cultural heritage are united by MUSKAAN. The brand also works with the concept of recycling rare vintage kimonos, creating new values through modern design and traditional material (silk), revising the aesthetic sense inherent in Japanese culture in accordance with the trends of the time. The creativity of Issey Miyake is based on technology and tradition, the principles of versatility, comfort, versatility and long-term use of things. The designer's innovative technology for making pleated fabric has made it possible to create lightweight, durable, comfortable to wear and easy to care for items. His approach to shaping from a

single piece of fabric is particularly significant, meeting modern environmental requirements for minimizing waste and embodying the traditional idea of respecting the material.

Ethnoecological traditions are actualized by designers of Uzbekistan. The socially responsible fashion house Bibi Hanum combines the traditional handicraft skills of Uzbekistan with modern principles of sustainable production. Unique products bearing the history, soul of the master and environmental responsibility are created from natural fabrics (silk, cotton), hand-dyed using the ancient ikat technique and woven on a traditional loom. The brand supports women artisans by providing sustainable economic opportunities, preserves cultural and ethnographic heritage. In addition to creating modern handmade designer clothes using natural materials, ikat techniques, and embroidery, the Moel Bosh brand is engaged in textile recycling. Tissue fragments left after the manufacturing process get a second life. With the help of the traditional "kurak" technique (an analogue of patchwork), these remnants turn into the basis for creating new unique products.

Let us consider the characteristics of ethnoecological traditions reflected in the material and spiritual culture of nomadic peoples, in particular the Kazakhs.

The history of nomadic civilization demonstrates an organic connection and harmonious coexistence with nature, determined by the perception of the surrounding world as a holistic, spiritual space. "The unified Kazakh cosmology was characterized by the absence of opposition between the material and the ideal, in connection with which everyday life and the space surrounding a person, including clothing, were endowed with sacred meaning" [12]. The creation and contemplation of the ever-moving and changing nature in the process of their own movement, adaptation to harsh environmental conditions, as well as to the surrounding peoples, formed the ecological consciousness of nomads. It incorporated such key aspects that determined the peculiarities of their mentality and way of life, such as:

- involvement in the cyclical cycle of the universe;
- harmony, integrity and inseparability from the universe;
- the value of life of all elements that make up the universe;
- the importance of caring for the environment and protecting it from destruction caused by economic activity;

- the ecological imperative as “the most important socio-cultural regulator of human life” [13];

- rational use and conservation of natural resources through continuity in the development of society's ecological culture.

Harmony observed in the surrounding reality was transformed and manifested in the social structure, economic system, interpersonal relations, spiritual values, and inner world of the Kazakh-nomads, forming the basis of national culture. Ecological thinking was reflected in the material culture of the people, including their clothing. The national worldview was clearly established through a special sign system, logically verified structure demonstrating the strong interconnection between human, society and nature. The image of a person in costume, denoting

a certain boundary between the microcosm and the macrocosm (the body and the world), was directly related to such fundamental mythopoetic constants as the axis of the world, the Model of the World, the World Tree, and the World Mountain.

Based on the characteristics of three components of environmental design: technological, substantive, and aesthetic, studied in the article by G.I. Petushkova and N.S. Kurilina [14], a model has been developed that reveals the ethnoecological principles of designing national clothing. The principles of traditional Kazakh costume (Fig. 2), created for a mobile lifestyle in difficult natural and climatic conditions, reveal its uniqueness and integrity, adaptability and balance with the steppe ecology, as well as its relevance to the present day.

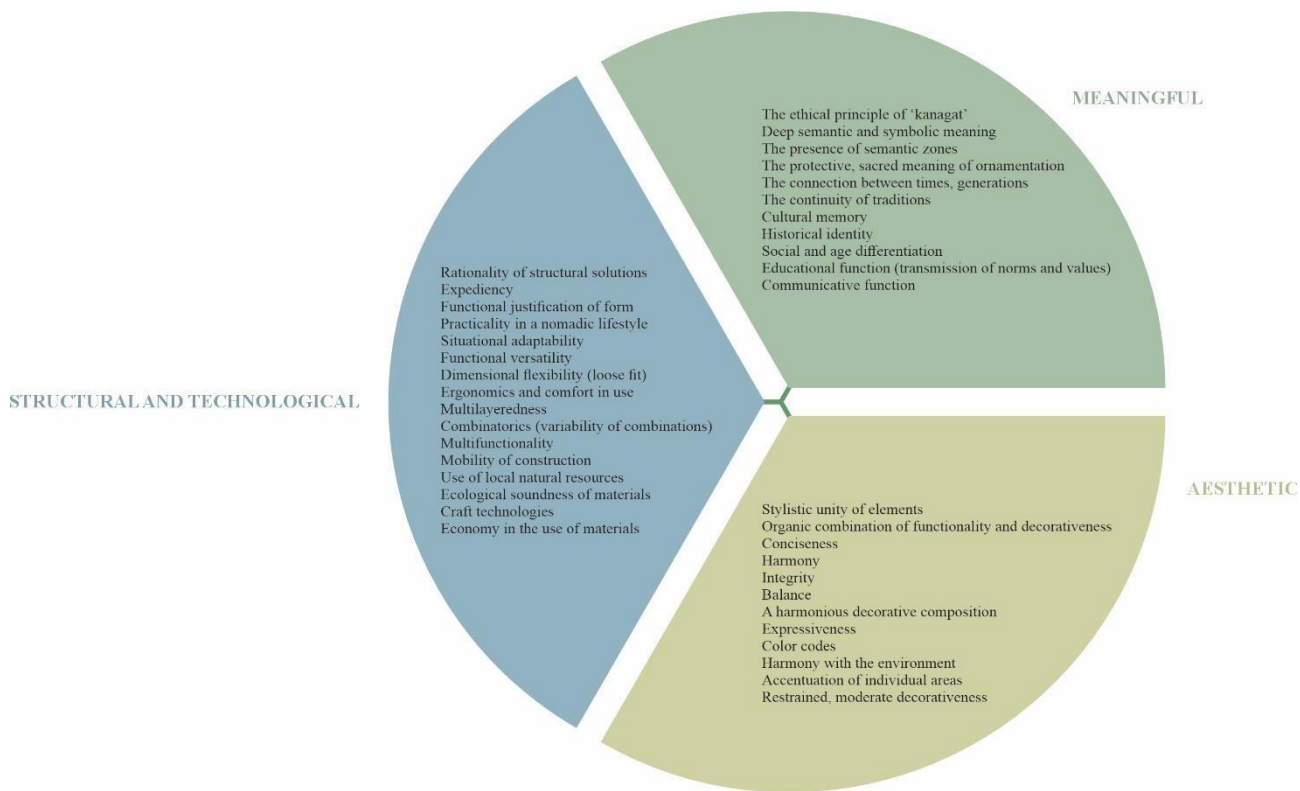


Figure 2. Principles of traditional Kazakh costume

References to certain principles of traditional costume can be seen in the works of domestic designers (Fig. 3), which is natural: ideas of slow fashion oriented towards ecology, conscious consumption and respect for traditions are becoming more important [15].

The modern vision of the nomadic heritage of the Great Steppe by the Global Nomads brand is expressed in the use of symbolic codes, talismans, and a consumption paradigm based on responsibility, meaning, and distinctive style instead of disposability,

emptiness, and short-lived fashion. According to the brand's key concept, all items, even those purchased from different collections, can be easily combined, which is especially important when travelling. This is due to the use of a sustainable signature natural palette and minimalist design. The products are manufactured in a ten-stage cycle at the brand's own factory in Kazakhstan. Supporting the idea of sustainability and environmental friendliness, the brand works with high-density biodegradable materials that are characterised by a longer wear life.

Rare remnants from collections are used for the upcycle line. Global Nomads constructs the image of neo-nomads - “the traveling persons”, who are open to the world, progressive [16], tolerant, freely wandering through the earthly and digital spaces of the future, exploring the world and treating it with care.

The recreation of national motifs and an ecological focus can be seen in the works of Artmasterr.kz. Modern ethnic-style products are developed using upcycling. The use of non-standard cuts, asymmetry, and patchwork techniques, reflecting the traditional eco-friendly quraq technique, is characteristic of the august brand, which creates ethnic-style garments.

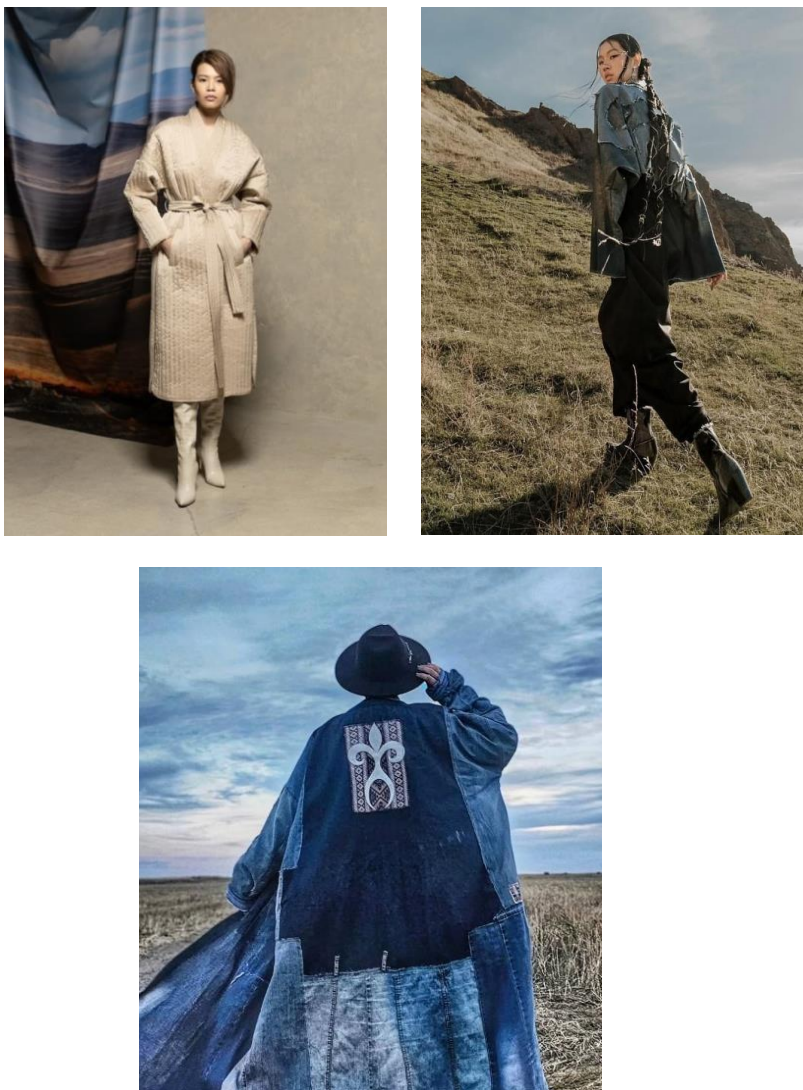


Figure 3. Ethnoecological traditions in garments by Global Nomads, august, Artmasterr.kz

Traditional eco-friendly material – felt, which has low thermal conductivity, good air permeability, abrasion resistance, dimensional stability, plasticity, softness and lightness – is used by brands such as Aya Bapani and Aigul–Line. This material makes it possible to create ergonomic garments without unnecessary waste, with a minimum of construction lines, seams, and edge treatments.

Results and discussion

In the context of this work, a study of the Kazakh national shapan was conducted with a view

to its subsequent modernisation.

The shapan is an outer garment that opens at the front. It was widely used and came in different varieties: light, with or without a wool lining, quilted, and broadcloth. It was worn in both warm and cold weather. The spacious, straight-cut shapan had no fastenings (sometimes there were ties at chest level), with an elongated shoulder line and long, wide sleeves that tapered towards the bottom. The length of the garment varied from short (knee-length) to long (mid-calf or ankle-length). The long sleeves covered

the hands and could serve as mittens. Early versions of the shapan had a tunic-like cut with an open collar, but later the back and front were cut separately, the length of the shoulders and sleeves was reduced, and the collar was either turn-down or stand-up.

The shapan was characterised by bright colours and a variety of materials: plain, patterned (due to the spread of Russian calico), and striped (under Uzbek influence). The garment was decorated with contrasting fabric around the edges, embroidery, and a strip of fur. Like other components of traditional

costume, the shapan was created according to the ‘laws of beauty’ and had a strong aesthetic impact on the wearer [17].

Based on an analysis of this type of product, its modernisation using an environmentally friendly approach has been proposed (Fig. 4): the shapan consists mainly of rectangles, which means minimal waste from cutting; the removable scarf collar allows it to be used for different purposes (formal/casual), extends its service life, and reduces the impact on the environment.



Figure 4. Experimental model. Author's ornamental composition

An experimental model made of velvet, with a straight silhouette, wide straight set-in sleeves, and slightly dropped shoulders.

The garment is designed for young women aged 30-45.

The colour of the garment is blue, symbolising peace, the eternal clear sky [18], and the water element in traditional culture, expressing tranquillity of the soul and well-being, and serving as a talisman against treachery and misfortune.

The collar-scarf has a mobile button connection.

The stylised ornamental composition is a module that is applied on various scales. The distribution of the ornament is linked to the desire to create visual harmony. The module itself consists of several elements that have sacred meaning. Overall, the composition embodies the idea of well-being, prosperity and protection. The white colour used in it has been a sign of noble qualities, purity and justice since ancient times. It is important to understand that studying

ornamental heritage cultivates artistic taste, shapes creative potential and contributes to the development of creativity and ingenuity.

The ornament is applied using modern technology – flex printing. Flex is a modern, high-quality method of applying images to textiles and other materials using thermal transfer film. Flex printing resembles appliqué on fabric. The resulting image stands out due to its texture and can be enhanced with optical and tactile effects.

The image application process consists of several stages:

- 1 Layout creation;
- 2 Film cutting;
- 3 Removal of excess elements;
- 4 Thermal transfer to the product.

Advantages of flex technology:

- High durability – withstands repeated washing, does not fade or crack over time.
- Bright and saturated colours – the film provides an even coating without streaks or gradients.

– Elasticity – the applied image does not restrict movement and does not deform when the fabric is stretched.

Flex is practically a manual process, so it is used for small print runs. This instant and practical technology allow images to be applied to products quickly and with high quality. The printing process allows working with complex materials: cotton, polyester, nylon, leatherette and other surfaces.

Thus, in the developed experimental model, traditions are transformed through the prism of the author's vision and combined with modern technologies, which opens up new facets in the design of ethnic clothing in the context of eco-fashion.

Conclusion

The study reveals the importance of ethnoecological traditions as a valuable resource for sustainable fashion. Analysis of traditional Kazakh costume and its philosophical foundations shows that nomadic ideas about harmony between humans and nature are relevant today, offering models of conscious and responsible consumption that are in tune with our times. The experimental model of a women's shapan developed as part of the study demonstrates the possibility of organically combining cultural heritage and modern technologies in the context of eco-design. The study deepens the understanding of the potential of traditional costume in modern fashion, contributes to the preservation of ethnoecological heritage and the development of ecological culture. The way forward is undoubtedly to rethink consumption patterns, increase attention to environmental friendliness, and create durable products that are functional, expressive, and imbued with important meanings.

REFERENCES

1. “Towards zero waste in fashion and textiles”. United Nations. URL: <https://www.un.org/en/observances/zero-waste-day> (дата обращения 02.09.2025)
2. “Remarks by the President of the UN General Assembly Mr. Philemon Yang at the International Day of Zero Waste”. – 2025. URL: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/pgae_e.pdf
3. Cardona, Nancy. “Environmental Impact of Fast Fashion Statistics”. Uniform Market. 28.05.2025. URL: <https://www.uniformmarket.com/statistics/fast-fashion-statistics> (дата обращения 05.09.2025)
4. Rai, Manyata. “Fast Fashion and Its Environmental Impact in 2025”. Carbon Trail. URL: <https://carbontrail.net/blog/fast-fashion-and-its-environmental-impact-in-2025/> (дата обращения 07.09.2025)
5. Boucher, J. and Friot D. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN, 2017. – 43 p.
6. Jyoti Singh * and Shefali Bansal. The impact of the fashion industry on the climate and ecology // World Journal of Advanced Research and Reviews. – 2024. – 21(01). – P. 210–215. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.2610>
7. Парфенова С.А., Журова Л.И. Эко-тенденции в индустрии моды: проблемы и перспективы устойчивого развития // Вестник Международного института рынка. – 2025. – № 1. – P. 48-55. – ISSN 1998-9520
8. Purvis, B., Mao, Y. and Robinson, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins // Sustainability Science. – 2019. – 14 (3). – P. 681-695. – ISSN 1862-4065. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
9. Harper, K. Aesthetic Sustainability: Product Design and Sustainable Usage (R.R. Simonsen, Trans.; 1st ed.). – Routledge, 2017. – 182 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315190419>
10. Green, Elizabeth. “What Are The Three Legs Of Sustainability?” Sigma Earth. 09.08.2024. URL: <https://sigmaearth.com/what-are-the-three-legs-of-sustainability/> (дата обращения 10.09.2025)
11. Кулагина Е.Г. Этноэкологическая культура: от традиций к инновациям // Культура и цивилизация. – 2016. – № 2. – С. 164-171.
12. Aldanayeva T.M., Mikhailova N.A. Worldview aspects of the kazakh women’s national costume as a factor of the development of youth thinking culture // Pedagogics And Psychology. – 2021. – 1(46). – P. 62-68.
13. Карабукаев К. Ш. Экологические традиции как духовно-ценностная основа взаимосвязи общества и природной среды // Общество: философия, история, культура. – 2017. – № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-traditsii-kak-duhovno-tsennostnaya-osnova-vzaimosvyazi-obschestva-i-prirodnoy-sredy> (дата обращения 20.09.2025)
14. Петушкова Г. И., Курилина Н. С. Принципы экологического проектирования в дизайне костюма // Костюмология. – 2022. – Т. 7. – № 1. URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/05IVKL122.pdf>
15. Zhanguzhinova M.Y., Talgatbekova A.Zh., Rysbaeva I.A., Kozhabergenova K.D. “Saukele” - clothing collection: integration of traditions in the context of slow fashion // The Journal of Almaty Technological University. – 2025. – 149 (3). – P. 231-241. DOI: <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-3-231-241>
16. Zhanguzhinova M.Y., Talgatbekova A.Zh., Yezieva M.M., Turumkozhaeva ZH.S. The ethnofuturism of Kazakhstan’s clothing brand “Global Nomads” in the fashion design // The Journal of Almaty Technological University. – 2024. – 146 (4). – P. 192-201. DOI: <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-192-201>

17. Джанабаева Г. Д. Искусство народов Центральной Азии / Монография. Редактор М. С. Розанова. – Вашингтон: Программа изучения Центральной Азии, Университет Джорджа Вашингтона, 2019. – 89 с.: ил.

18. Володева Н., Кенжетева А., Алишева А. Традиционный казахский костюм как воплощение мифопоэтической модели мира // *Central Asian Journal of Art Studies*. – 2018. – Т. 3, № 1. – С. 29–44.

REFERENCES

1. “Towards zero waste in fashion and textiles”. United Nations. URL: <https://www.un.org/en/observances/zero-waste-day> (accessed 02.09.2025)

2. “Remarks by the President of the UN General Assembly Mr. Philemon Yang at the International Day of Zero Waste”. – 2025. URL: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/pga_e.pdf

3. Cardona, Nancy. “Environmental Impact of Fast Fashion Statistics”. *Uniform Market*. 28.05.2025. URL: <https://www.uniformmarket.com/statistics/fast-fashion-statistics> (accessed 05.09.2025)

4. Rai, Manyata. “Fast Fashion and Its Environmental Impact in 2025”. *Carbon Trail*. URL: <https://carbontrail.net/blog/fast-fashion-and-its-environmental-impact-in-2025/> (accessed 07.09.2025)

5. Boucher, J. and Friot D. *Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources*. Gland, Switzerland: IUCN, 2017. – 43 p.

6. Jyoti Singh * and Shefali Bansal. The impact of the fashion industry on the climate and ecology // *World Journal of Advanced Research and Reviews*. – 2024. – 21(01). – P. 210–215. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.2610>

7. Parfenova S.A., Zhurova L.I. E`ko-tendencii v industrii mody`: problemy` i perspektivy` ustojchivogo razvitiya [Eco-trends in the fashion industry: problems and prospects of sustainable development] // *Vestnik Mezhdunarodnogo instituta ry`nka*. – 2025. – № 1. – P. 48-55. – ISSN 1998-9520 (In Russian)

8. Purvis, B., Mao, Y. and Robinson, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins // *Sustainability Science*. – 2019. – 14 (3). – P. 681-695. – ISSN 1862-4065. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>

9. Harper, K. *Aesthetic Sustainability: Product Design and Sustainable Usage* (R.R. Simonsen, Trans.; 1st ed.). – Routledge, 2017. – 182 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315190419>

10. Green, Elizabeth. “What Are The Three Legs Of Sustainability?” *Sigma Earth*. 09.08.2024.

URL: <https://sigmaearth.com/what-are-the-three-legs-of-sustainability/> (accessed 10.09.2025)

11. Kulagina E.G. E`tno`kologicheskaya kul`tura: ot tradicij k innovacijam [Ethnoecological culture: from traditions to innovations] // *Culture and Civilization*. – 2016. – № 2. – P. 164-171. (In Russian)

12. Aldanayeva T.M., Mikhailova N.A. Worldview aspects of the kazakh women’s national costume as a factor of the development of youth thinking culture // *Pedagogics And Psychology*. – 2021. – 1(46). – P. 62-68.

13. Karabukaev K. Sh. E`kologicheskie tradicii kak duxovno-cennostnaya osnova vzaimosvyazi obshhestva i prirodnoj sredy` [Ecological traditions as a spiritual and value basis for the interrelation of society and the natural environment] // *Obshhestvo: filosofiya, istoriya, kul`tura*. – 2017. – № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-traditsii-kak-duhovno-tsennostnaya-osnova-vzaimosvyazi-obschestva-i-prirodnoj-sredy> (accessed 20.09.2025). (In Russian)

14. Petushkova G. I., Kurilina N. S. Principy` e`kologicheskogo proektirovaniya v dizajne kostyuma [Principles of ecological design in costume design] // *Journal of Clothing Science*. – 2022. – Т. 7. – № 1. URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/05IVKL122.pdf> (In Russian)

15. Zhanguzhinova M.Y., Talgatbekova A.Zh., Rysbaeva I.A., Kozhabergenova K.D. “Saukele” - clothing collection: integration of traditions in the context of slow fashion // *The Journal of Almaty Technological University*. – 2025. – 149 (3). – P. 231-241. DOI: <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-3-231-241>

16. Zhanguzhinova M.Y., Talgatbekova A.Zh., Yezieva M.M., Turumkozhayeva ZH.S. The ethnofuturism of Kazakhstan’s clothing brand “Global Nomads” in the fashion design // *The Journal of Almaty Technological University*. – 2024. – 146 (4). – P. 192-201. DOI: <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-192-201>

17. Dzhanaeva G. D. *Iskusstvo narodov Central’noj Azii* [The art of the peoples of Central Asia] / *Monografiya*. Redaktor M. S. Rozanova. – Washington: Programma izucheniya Central’noj Azii, Universitet Dzhordzha Vashingtona, 2019. – 89 p.: il. (In Russian)

18. Volodeva N., Kenzhetaeva A., Alisheva A. Tradicionny`j kazaxskij kostyum kak voploshhenie mifopoe`ticheskoy modeli mira [Traditional Kazakh costume as the embodiment of the mythopoeic model of the world] // *Central Asian Journal of Art Studies*. – 2018. – Т. 3, № 1. – P. 29–44. (In Russian)

АУРУХАНА ПАЦИЕНТТЕРІНЕ АРНАЛҒАН АРНАЙЫ КИІМДІ ДАЙЫНДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

А.Е. ЖУМАНАЗАРОВА* , Ж.С. КЕНЕСБЕК 

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

Автор-корреспонденттің электронды поштасы: aliya_92.a@mail.ru*

Мақалада стационар жағдайындағы жайлылық, гигиеналық, тазалық, қауіпсіздік және функционалдылық деңгейлерін арттыруға бағытталған аурухана пациенттеріне арналған инновациялық арнайы киімді дайындау процестері қарастырылған. Арнайы пациенттер киімінің қолданыстағы модельдеріне толық жүйелік талдау жүргізіліп, олардың негізгі кемшіліктері анықталды, яғни қозғалыс шектеулігі, күтім жасау қиындықтары, ауаөткізгіштігінің төмендігі, әртүрлі клиникалық және климаттық жағдайларға төмен бейімделуі, сондай-ақ пациенттер мен медицина мамандары үшін ыңғайсыздық. Зерттеу негізінде модульдік қол жеткізу жүйесі, магниттік қапсырма және адаптивті желдету панелі бар арнайы киімнің жаңа моделі ұсынылды. Жаңа инновациялық арнайы киім жеңіл қолданысты, микроклиматты жеке реттеуді, эргономиканы және жалпы ыңғайлылық деңгейін арттыруды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар пациенттер мен медицина саласының мамандарының арасында материалдарды, түстік шешімін, пайдалану ыңғайлылығы, функционалдылығы мен эксплуатацияға төзімділігі бойынша кешенді сауалнама жүргізіліп, нәтижесінде жеңіл, микробтарға қарсы және ауаөткізгіштігі мен гигроскопиялығы жоғары маталарды қолданудың қажеттілігін растайтын талдау нәтижелері ұсынылған. Дайындалған арнайы киім моделі QR-код арқылы сандық сәйкестендіру жүйесімен жабдықталған, бұл пациенттер туралы ақпаратқа жылдам қол жеткізіп, олардың жағдайын қадағалауды қамтамасыз етеді және медицина мамандарының жұмыс тиімділігін арттырады. Зерттеу жұмысының жаңалығы аурухана пациенттеріне арналған арнайы киімді жобалауға медициналық, эргономикалық және технологиялық шешімдерді біріктіретін кешенді көзқарас болып табылады.

Негізгі сөздер: арнайы киім, терморегуляция, имитация, гигиеналық көрсеткіш, эргономикалық көрсеткіш, модульді жүйе.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ БОЛЬНИЦ

А.Е. ЖУМАНАЗАРОВА*, Ж.С. КЕНЕСБЕК

(Алматынський технологический университет, Республика Казакстан, 050012,
г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: aliya_92.a@mail.ru*

В статье рассмотрен процесс разработки инновационной спецодежды для пациентов больниц, ориентированной на повышение уровня комфорта, гигиеничности, безопасности и функциональности в условиях стационара. Проведён системный анализ существующих образцов спецодежды для пациентов, выявлены их основные недостатки, включая ограниченную подвижность, сложность в уходе и недостаточную вентиляцию, низкую адаптивность к различным клиническим и климатическим условиям, а также неудобство для пациентов и медицинского персонала. На основе исследования предложена новая модель спецодежды с модульной системой доступа, магнитными клипсами и адаптивной вентиляционной панелью, обеспечивающими удобство надевания, индивидуальную регулировку микроклимата, эргономичность и повышение общего уровня комфорта. А также проведён комплексный опрос и представлены результаты анализа предпочтений пациентов и медицинского персонала по материалам, цвету, удобству эксплуатации, функциональности и долговечности, подтверждающие необходимость внедрения лёгких antimicrobial, воздухопроницаемых и гипоаллергенных тканей. Разработанный образец оснащен системой цифровой идентификации через QR-код, обеспечивающей упрощённый доступ к информации о пациенте и мониторинг его состояния, что повышает эффективность работы

медперсонала. Новизна исследовательской работы заключается в комплексном подходе к проектированию спецодежды для пациентов больницы, который интегрирует медицинские, эргономические и технологические решения, способствуя улучшению качества ухода за пациентами.

Ключевые слова: спецодежда, терморегуляция, имитация, гигиенические показатели, эргономические показатели, модульная система.

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF SPECIAL CLOTHING FOR HOSPITAL PATIENTS

A.E. ZHUMANAZAROVA*, ZH.S. KENESBEK

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

Corresponding authors e-mail: aliya_92.a@mail.ru*

The article examines the process of developing innovative hospital patient clothing aimed at improving comfort, hygiene, safety, and functionality in inpatient conditions. A systematic analysis of existing patient clothing samples was conducted, identifying their main drawbacks, including limited mobility, difficulty of care, insufficient ventilation, low adaptability to various clinical and climatic conditions, as well as inconvenience for both patients and medical staff. Based on the research, a new model of patient clothing is proposed, featuring a modular access system, magnetic clips, and an adaptive ventilation panel that ensure ease of dressing, personalized microclimate adjustment, ergonomics, and enhanced overall comfort. A comprehensive survey was also conducted, and the results demonstrated the preferences of patients and medical staff regarding materials, color, ease of use, functionality, and hypoallergenic fabrics. The developed prototype is equipped with a digital identification system using a QR-code, providing simplified access to patient information and monitoring their condition, which increases the efficiency of medical staff. The novelty of this research lies in its comprehensive approach to designing hospital patient clothing, integrating medical, ergonomic, and technological solutions that contribute to improving the quality of patient care.

Keywords: special clothing, thermoregulation, imitation, hygienic indicators, ergonomic indicators, modular system.

Kіpіcne

Пациенттерге арналған арнайы киім (пациенттер киімі, пациенттер формасы) – бұл емдік-профилактикалық ортаның маңызды элементі болып табылады. Ол жайлылықты, гигиенаны, қауіпсіздікті қамтамасыз етеді және пациенттерге арналған медициналық процедураларды дұрыс орындауға көмектеседі. Сонымен қатар, бұл киімдер матаға қойылатын заманауи талаптарға сай келеді: микробтарға қарсы қасиетке ие, күтімнің қарайымдылығы, терморегуляция, тозуға төзімділігі және ауаөткізгіштігі қалыпты болып келеді. Зерттеудің негізгі мақсаты мата сапасын бағалау мен конструктивті шешімдерді зерттеуге негізделген пациенттерге арналған арнайы киімнің прототипін дайындау, сонымен қатар пациенттердің жайлылығы мен қауіпсіздігін арттыратын жаңалық ұсыну [1-3].

Жұмыстың өзектілігі – ауруханада дәстүрлі халаттар мен пижамалар пациенттерге жиі қолайсыздық тудырады: қозғалысты шектеу, белгілі бір медициналық құрылғыларды шығарудағы қиындықтар, ауаөткізгіштігінің төмендігі немесе қорғаныстың жеткіліксіздігі. Бірнеше

жылдар бұрын болған пандемиядан кейін инфекцияны бақылауға қойылатын талаптардың артуына байланысты, микробқа қарсы қасиеттері бар материалдарға және қарапайым жуу мен дезинфекциялау хаттамаларынан кейін қайта пайдалану мүмкіндігіне қызығушылықты арттырды. Қазіргі таңдағы экологиялық тренд биологиялық тұрғыдан ыдырайтын және қайта өңделетін шешімдерді қолдануға ынталандырады [4-9].

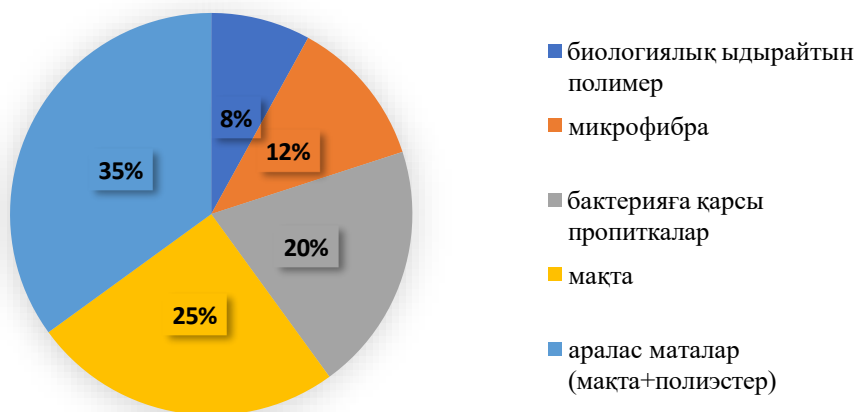
Міндеттері:

- Пациенттерге арналған арнайы киімге қойылатын талаптарды талдау (эргономикалық, гигиеналық, қауіпсіздік, күтім);
- Мата таңдау мен критерийлер (жайлылық, қорғаныс, күтім) бойынша сауалнама /имитациялық зерттеу жүргізу;
- Жаңа арнайы киім эскизін дайындау және мата таңдауын негіздеу;
- Жұмыстың жаңалығын ұсыну (дизайн компоненттері немесе заманауи технология) және оның тиімділігін негіздеу;
- Ұсыныстың экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін бағалау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу әдістерін негіздеу мен көрсету мақсатында аурухана пациенттері мен қызметкерлерінің пікірлері мен таңдауын анықтайтын сауалнама (имитациялық зерттеу) жүргізілді. Сауалнамада мата таңдау, жайлылық қасиеттерінің маңыздылығы, микробқа қарсы қорғаныстың маңыздылығы және биологиялық ыдырайтын материалдарды пайдалануға көзқарас туралы

сұрақтар қамтылды. Сауалнама бойынша нақты әдістеме жасына, бөлімшелеріне (хирургия, терапия, инфекциялық бөлімше және т.б.) және күтім бойынша жуу жиілігіне қарай стратификацияланған ≥ 100 респонденттің үлгісі ретінде қарастырылған. Сауалнама нәтижелері бойынша имитациялық деректер төменде 1-ші суреттегі диаграммада көрсетілген.



Сурет 1. Арнайы киім маталарын таңдау бойынша имитациялық деректер

Имитациялық деректер бойынша сауалнама нәтижелері: биологиялық ыдырайтын полимер – 8%; микрофибра – 12%; бактерияға қарсы пропиткалар – 20%; мақта – 25%; аралас маталар (мақта+полиэстер) – 35% дауыс таңдалды.

1-5 шкаласы бойынша маталардың жайлылық пен қорғаудың орташа бағасы төмендегідей көрсеткіштерді береді:

Мақта мен микрофибра жайлылық қасиеті бойынша жоғары көрсеткіштерге ие (≈ 4.1 және 4.2);

Бактерияға қарсы пропиткалары бар маталар қорғаныс қасиеті бойынша жоғары көрсеткішке ие (≈ 4.2), бірақ жайлылығы бойынша сәл төменірек;

Аралас маталар (мақта+полиэстер) қарастырылып отырған қасиеттер (жайлылық пен қорғаныс) бойынша тең дәрежеде (≈ 3.9 , қорғаныс ≈ 3.6).

Яғни, аралас маталар (мақта+полиэстер) бағасы, күтімнің қарапайымдылығы және беріктігімен тұтынушылар арасында танымал. Бактерияға қарсы пропиткасы бар маталар қосымша қорғаныс ретінде қолданылады, бұл әсіресе инфекциялық қауіпті бөлімшелер үшін маңызды болып табылады. Биологиялық ыдырайтын маталар беріктігі мен бағасы жағынан төменгі деңгейде [10-12].

Нәтижелер және оларды талқылау

Арнайы киім дизайны мен конструкциясына қойылатын талаптарын талдау

Пациенттерге арналған арнайы киімді жобалау кезінде ескерілуі қажет талаптар:

- Медициналық процедураларға ыңғайлы және қолжетімділік, конструкциялық элементтері (сыдырма, қапсырмалар, қысқыш батырмалар, жасырын қақпақшалар) киімді толығымен шешпей-ақ кеудеге, ішке, аяқ-қолдарға медициналық процедура жүргізу барысында тез қол жеткізуге мүмкіндік беруі қажет. Бұл пациентке жалпы диагностика жасауды, процедураларды жүргізуді және датчиктермен жұмыс жасауды жеңілдетеді;

- Жайлылық пен жылу реттегіштігі. Матаның ауаөткізгіштігі жақсы болып, денедегі ылғалды кептіріп теріге жұмсақ болуы керек. Бұл дене тітіркенуі мен қысымның пайда болу қаупін азайтады;

- Гигиена және жууға төзімділік. Мата дезинфекция температурасына (егер автоматты жуу/дезинфекциялау қажет болған жағдайда) және қорғаныс қасиеттерін минималды деңгейде жоғалтумен бірнеше жуу циклына төтеп беруі керек;

- Микробқа қарсы қасиеттері. Мақсатына байланысты құрамында күміс қоспасы бар жіптерді/нано жабындарды немесе функционалды

пропиткаларды енгізу микробқа қарсы тұру жүктемесін төмендетуі мүмкін;

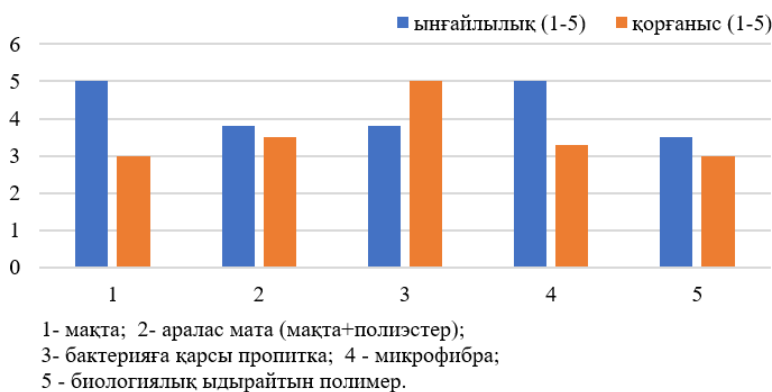
- Эргономика және қауіпсіздік. Ұзын баулардың, шығыңқы бөлшектердің болмауы, тегіс тігістер мен қауіпсіз бекіткіштердің болуы.

- Матаның экологиялық тазалығы мен құны.

Мата таңдау матаның экологиялық тазалығы (қайта өңделуі, биологиялық ыдырауы) мен

жалпыға бірдей экономикалық қолжетімділігінің арасындағы тепе-теңдік сақталуы керек.

Мата таңдау және негіздеу бойынша 1-5 шкаласы негізінде қарастырылған бірнеше мата түрлерінің жайлылық пен қорғаныс қасиеттері бойынша бағалаудың орташа имитациялық көрсеткіштері анықталды. Нәтижелері төменде 2-ші суреттегі диаграммада көрсетілген.



Сурет 2. Маталардың жайлылық пен қорғаныс қасиеттерін бағалаудың орташа имитациялық көрсеткіштері

Ауруханадағы бөлімшелердің тағайындаулына байланысты бірнеше мата түрлері қарастырылды. Зерттеу нәтижелері бойынша:

- Мақта матасы (100%) – ылғал-өткізгіштігі мен ауаөткізгіштігі жоғары, ыңғайлы, кемшілігі – жоғары температурада жууға төзімділігі төмен және кебуі ұзақ мерзімді талап етеді;

- Аралас мата (мақта+полиэстер) – ыңғайлылық пен қорғанысқа қатар жауап береді, механикалық өңдеуге төзімді және кебуі тез, жаппай қолдануға жақсы;

- Микрофибра – жеңіл, кебуі тез, ластануға төзімді, кемшілігі – ауаөткізгіштігі төмен;

- Бактерияға қарсы пропиткалы маталар – қорғанысы өте жағары, бірақ көптеген жуудан кейін тексеруді қажет етеді;

- Биологиялық ыдырайтын полимер маталар – экологиялық таза, бірақ тозуға төзімділігін және дезинфекциялау құрал-дарымен үйлесімділігін тексеруді қажет етеді, кемшілігі – бағасы қымбат.

- Зерттеу нәтижелеріндегі имитациялық деректер мен жалпы тәжірибе негізінде дененің маңызды аймақтары (кеуде, іш және қалта аймақтары) жергілікті түрде микробқа қарсы пропиткалары бар жабындылар мен аралас маталарды қолдану ұсынылады. Бұл мата бағасы, жайлылық және қорғаныс қасиет-терінің тепе-теңдігін қамтамасыз етеді.

Зерттеу жаңалығы:

- Магниттік қапсырмалары бар модульдік қолжетімділік жүйесі (төмен профильді).

Магниттік қапсырмалар металл ілгектерсіз құрылымды тез ашуға немесе шешуге мүмкіндік береді (магниттер мата астында орналасады, қауіпсіз болып табылады). Бұл пациенттің денесіне қол жеткізуді жеңілдетеді, қолайсыздықты азайтады;

- Жоғары қорғанысты қажет ететін аймақтарға микробқа қарсы пропиткалы жабындылар қолданылады, нәтижесінде ылғалдылық әсерінен баяу микробқа қарсы агент бөлінетін маталар қолданылады. Бұл тиімділікті арттырып, белсенді мата компо-нентінің шығынын азайтады;

- Смарт-белгілерді NFC қолдану – жуу мен дезинфекциялау хаттамаларын есепке алу үшін, яғни белгіде жуу циклдары, пациентке тағайындалуы жуу туралы ақпараттар көрсетілген – бұл бұйымды жуу логистикасы мен сапаны бақылауды жеңілдетеді. Ең басты смарт-белгі QR-код орналастырылған – бұл белгі арқылы пациент туралы ақпарат, диагнозы, қай бөлімшенің пациенті екені туралы толық ақпаратты нақты, әрі жылдам анықтауға мүмкіндік береді;

- Адаптивті желдету жүйесі – арқа мен жең асты бөліктеріне ауаөткізгіш материалдан жасалған қосып тігілген бөлшектер орналас-тырылады, олар қажет болғанда жылуды сақтап, күшейтілген желдету кезінде ауа алмасуды қамтамасыз етеді.



Сурет 3. Аурухана пациенттеріне арналған арнайы киім (халат)

Пациенттерге арналған арнайы киімнің сипаттамасы

- Фронтальді кіру жүйесі бар, кең силуэтті пациенттерге арналған арнайы халат.

- Арнайы халат екіжақты жапсырмалы түймелікпен, алдыңғы бойында мойын ойын-дысы жиектемемен және жапсырмалы қалтамен өңделген. Халаттың басты жаңылығы алдыңғы бойда кеуде тұсында орналасқан QR-код. Бұл QR-код пациентті туралы ақпаратты жылдам анықтауға және қол жеткізуге мүмкіндік береді. Жоғарыда 3-ші суреттегі эскизде QR-код көрсетілген. Артқы бойы жоғары жағында иінішпен өңделген.

Арнайы халат бүйір бөлігінде аяқ және қолдың ішкі бөліктеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін фронтальді жасырын түймеліктермен, медициналық құрылғыларды бекітуге арналған ішкі қалтамен, дренажды сөмкелерді бекітуге арналған ілмекпен, кардиодатчиктерді уақытша желімсіз бекітуге арналған арнайы велкро жапсырмаларымен және жайлылық пен қорғаныс мақсатында тегіс тігістермен, жасырын магниттік қапсыр-малармен өңделген. Жеңі біртігісті қондыр-малы қысқа жең.

Бұйым ұзындығы – тізеге дейін, бұл ұзындық пациенттерге ыңғайлы, еркін қимыл-қозғалысқа мүмкіндік береді. Түстік шешімі бойынша пациенттерге жақсы көңіл-күй мен жайлы атмосфераны сыйлайтын пастельді реңктер (ашық көк, ашық жасыл және ашық сарғыш-қоңыр) таңдалды.

Тағайындалуы мен қолдану саласы: Бұл арнайы киім (халат) моделі терапиялық, хирургиялық және оңалту бөлімшелерінің пациенттеріне арналған., сондай-ақ таңдалған мата тиісті өңдеуден өткен жағдайда жұқпалы және өкпе аурулары бөлімшелерінде де қолдануға болады.

- Жобаланған үлгі пациенттердің ұзақ уақыт бойы киіп жүруіне қолайлы, соның ішінде отадан

кейінгі кезеңде де ыңғайлы болып келеді. Себебі, ол медициналық процедуралар кезінде киімді оңай киіп-шешуге және денеге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

- Экономикалық және экологиялық талдау: Экономикалық талдау бойынша аралас маталарды қолдану жоғары технологиялық арнайы материалдармен салыстырғанда шы-ғынды азайтады. Локализацияланған мик-робқа қарсы жабындылар белсенді компо-неттердің шығынын қысқартып, бұйымның өзіндік құнын төмендетеді. Смарт-белгілерді енгізу логис-тикалық тиімділікті арттырып, уақытылы көмек көрсетуге мүмкіндік береді [13-15].

Экологиялық талдау бойынша болашақта биологиялық ыдырайтын материалдарға көшу – бұл медициналық тоқыма бұйымдарының полигондарға жіберілуін азайтады, дегенмен қазіргі уақытта олардың құны мен төзімділігі шектеулі. Бір реттік қолданылатын бұйым-дарды дезинфекциялау шараларын жүргізе отырып жәймендеп олардың көп реттік қолданылатын бұйымға ауысуын дамыту мақсатында сынақтар жүргізу ұсынылады.

Қорытынды

Аурухана пациенттеріне арналған арнайы киімді дайындау – бұл жайлылық, қорғаныс, бұйымның өзіндік құны және экологиялық тиімділік арасындағы тепе-теңдікті талап ететін көппараметрлі міндет. Зерттеу (имитациялық талдау) нәтижелері бойынша жаппай қолдануға ең тиімді шешім – локализацияланған микробқа қарсы элемент-тері бар аралас маталар мен медициналық процедураларға қолжетімділік қамтамасыз ететін ойластырылған құрылым болып табылады.

Жаңа элементтер – төмен профильді магниттік қапсырмалар, смарт-белгілер және адаптивті желдету жүйесі – пайдалануға қолайлылық пен қауіпсіздікті арттырады, бірақ

арнайы зертханалық сынақтардан өткізіп, осы зерттеу нәтижелерінің ауқымын кеңейту ұсынылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Васильева, Н. А. Медицинский текстиль: материалы, технологии, применение. — М.: Легпромиздат, 2021. — 184 с.
2. Ермакова, Т. В., Кузнецова, Л. П. Инновационные материалы для медицинской одежды. // Технология текстильной промышленности. — 2020. — № 3. — С. 42–47.
3. ISO 20743:2021 Textiles — Determination of antibacterial activity of textile products. — Geneva: ISO, 2021.
4. ГОСТ Р 58347–2019. Текстиль и изделия текстильные. Оценка антибактериальной активности. — М.: Стандартинформ, 2019.
5. Ким, Е. С., Алиева, Г. Р. Экологическая устойчивость в производстве медицинского текстиля. // Легкая промышленность. — 2022. — № 2. — С. 65–70.
6. Петров, А. Н. Эргономические требования к спецодежде для пациентов лечебных учреждений. — СПб.: Политех-Пресс, 2020. — 132 с.
7. World Health Organization (WHO). Guidelines on infection prevention and control in health care facilities. — Geneva: WHO, 2019.
8. Зайцева, О. В. Применение смарт-технологий (QR/NFC) в текстильной промышленности. // Современные наукоемкие технологии. — 2023. — № 6. — С. 89–93.
9. Михайлова, Е. П. Биоразлагаемые материалы для медицинского применения. — Новосибирск: СО РАН, 2021. — 210 с.
10. Ivanov, D. V., Orlova, M. N. Smart medical garments: Design, comfort and sustainability. // Journal of Textile Science & Engineering. — 2022. — Vol. 12(4). — P. 155–163.
11. Талгатбекова А.Ж., Кенесбек Ж.С. Исследование свойств трикотажных полотен, используемых для детской спортивной одежды. Вестник Алматинского технологического университета. 2020;127(2):73-78.
12. Ахметова, Г. К. Текстильные материалы для медицинской промышленности. — Алматы: Гылым, 2019. — 256 с.
13. Kam, S., Yoo, Y. Patient Clothing as a Healing Environment: A Qualitative Interview Study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021. - 18(10), 5357.
14. Smith, J., Walker, R. Functional Textiles for Healthcare and Medical Applications. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2020. — 328 p.
15. Syed, S., Stilwell, P., Chevrier, J., Adair, C., Markle, G., & Rockwood, K. (2022). Comprehensive design considerations for a new hospital gown: a patient-oriented qualitative study. CMAJ Open, 10(4), E1079–E1087.

REFERENCES

1. Vasileva, N. A. Meditsinskiy tekstil': materialy, tekhnologii, primenenie [Medical Textiles: Materials,

Technologies, Applications]. — Moscow: Legpromizdat, 2021. — p. 184. (In Russian)

2. Ermakova, T. V., Kuznetsova, L. P. Innovatsionnye materialy dlya meditsinskoj odezhdy [Innovative Materials for Medical Clothing]. // Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti [Technology of the Textile Industry]. — 2020. — No. 3. — pp. 42–47. (In Russian)

3. ISO 20743:2021 Textiles — Determination of antibacterial activity of textile products. — Geneva: ISO, 2021.

4. GOST R 58347–2019. Tekstil' i izdeliya tekstil'nye. Otsenka antibakterial'noy aktivnosti [Textiles and Textile Products. Evaluation of Antibacterial Activity]. — Moscow: Standartinform, 2019. (In Russian)

5. Kim, E. S., Alieva, G. R. Ekologicheskaya ustoychivost' v proizvodstve meditsinskogo tekstilya [Environmental Sustainability in Medical Textile Production]. // Legkaya promyshlennost' [Light Industry]. — 2022. — No. 2. — pp. 65–70. (In Russian)

6. Petrov, A. N. Ergonomicheskie trebovaniya k spetsodezhde dlya patsientov lechebnykh uchrezhdeniy [Ergonomic Requirements for Special Clothing for Hospital Patients]. — Saint Petersburg: Politek-Press, 2020. — p. 132 (In Russian)

7. World Health Organization (WHO). Guidelines on infection prevention and control in health care facilities. — Geneva: WHO, 2019.

8. Zaitseva, O. V. Primenenie smart-tekhnologiy (QR/NFC) v tekstil'noi promyshlennosti [Application of Smart Technologies (QR/NFC) in the Textile Industry]. // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. — 2023. — No 6. — pp. 89–93. (In Russian)

9. Mikhailova, E.P. Biorazlagaemye materialy dlya meditsinskogo primeneniya [Biodegradable Materials for Medical Applications]. — Novosibirsk: SO RAN, 2021. — p. 210. (In Russian)

10. Ivanov, D.V., Orlova, M.N. Smart medical garments: Design, comfort and sustainability. // Journal of Textile Science & Engineering. — 2022. — Vol. 12(4). — pp. 155–163.

11. Talgatbekova, A. Zh., Kenesbek, Zh. S. Issledovanie svoistv trikotazhnykh poloten, ispol'zuemykh dlya detskoj sportivnoi odezhdy [Study of Properties of Knitted Fabrics FTAXA 64.35.7







12. Akhmetova, G.K. Tekstil'nye materialy dlya meditsinskoj promyshlennosti [Textile Materials for Medical Applications]. — Almaty: Gylym, 2019. — p. 256. (In Russian)

13. Kam, S., Yoo, Y. Patient Clothing as a Healing Environment: A Qualitative Interview Study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021. - 18(10), 5357.

14. Smith, J., Walker, R. Functional Textiles for Healthcare and Medical Applications. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2020. — p. 328.

15. Syed, S., Stilwell, P., Chevrier, J., Adair, C., Markle, G., & Rockwood, K. (2022). Comprehensive design considerations for a new hospital gown: a patient-oriented qualitative study. CMAJ Open, 10(4), E1079–E1087.

ТАБИҒИ ЭКСТРАКТИҢ БЫЛҒАРЫНЫ ӘРЛЕУ БАРЫСЫНДА АНТИОКСИДАНТТЫҚ ҚАСИЕТІ

¹Р.М. ЕГЕМБЕРДИ , ¹Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА* , ²А.К. АБДИКАЕВА ,
¹А.А. КУПЕНОВА , ¹А.А. ҚОЙЛАНОВА , ¹А.С. БЕККУЛИЕВА 

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, 160012 Шымкент қ., Тәуке хан даңғ., 5

²Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Толе би, көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: era05.05@mail.ru*

Теріні илеу және былғары материалдарын дайындау жұмыстарын атқару барысында бірқатар күрделі жұмыстар орындалады. Бұл жұмыстар кезінде қоршаған ортаға зиянды және адам денсаулығына қауіпті көптеген химиялық заттар мен қоспалар қолданылады. Былғары өндірісінің алдында тұрған басты мақсат - мейлінше химиялық заттарды табиғи экстрактілермен алмастыру. Табиғи экстрактілерді илегіш ретінде илеу жұмыстарында қолдануға болады, сонымен қатар әрлеу жұмыстары барысында қолданылады. Жаңғақ қабығымен дайындалған табиғи экстрактінің құрамын LCMS-9030 Масс-спектрометрінде бақылау арқылы бояғыш қасиеті бар флавоноид анықталды, антиоксиданттық қасиеттері бар қышқылдар қатары табылды. Тері өндірісінде үш валентті хроммен илеу кеңінен қолданылады. Өйткені, бұл илеу түрі өндіріс үшін қолайлы әдістің бірі. Үш валентті хром қосалқы заттар, температура, фототозу, ылғалдылық және сыртқы қоршаған ортаның әсерінен былғарыда болған бос радикалдар алты валентті хромға айналады. Алты валентті хром адам өміріне қауіпті канцерогенді аурулар, бауыр, бүйрек жеткіліксіздігі, тері ауруларын туындауына себепші болады. Табиғи экстрактілер құрамындағы антиоксиданттар алты валентті хромның түзілуіне жағдай жасайды. Антиоксиданттық қасиеттері бар жаңғақ қабығынан дайындалған табиғи экстрактімен әрленген былғарыдағы алтывалентті хром шамасы EN ISO 17075 стандарты талаптарына сай Shimadzu UV-1601 PC UV-Visible жабдығымен анықталды. Жаңғақ қабығынан дайындалған табиғи экстрактілерді химиялық пигмент, су, әрлеусіз былғары үлгілерімен салыстырды және нәтижелерге сай алтывалентті хром шамасы азайғаны белгілі болды.

Негізгі сөздер: былғары, хром шамасы, жаңғақ қабығы, табиғи экстракт, антиоксиданттық қасиеттер.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА НАТУРАЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ПРИ ОТДЕЛКЕ КОЖИ

¹Р.М. ЕГЕМБЕРДИ, ¹Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА*, ²А.К. АБДИКАЕВА,
¹А.А. КУПЕНОВА, ¹А.А. КОЙЛАНОВА, ¹А.С. БЕККУЛИЕВА

¹Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Казахстан, 160012 г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5

²Алматинский технологический университет, Казахстан, 050012, г.Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: era05.05@mail.ru*

При выполнении работ по выделке кожевенных материалов выполняется ряд сложных работ. Во время этих работ используются многие химические вещества и добавки, вредные для окружающей среды и опасные для здоровья человека. Основная цель, стоящая перед производством по выделке кожи, - заменить химические вещества наиболее натуральными экстрактами. Природные экстракты могут быть использованы в качестве дубильных работ, а также в процессе отделочных работ. Определение химического состава натурального экстракта, приготовленного из скорлупы грецкого ореха, проводилось на Масс-спектрометре LCMS-9030 и обнаружен ряд кислот с антиоксидантными свойствами и флавоноидными свойствами. В кожевенном производстве широко используется дубление трехвалентным хромом. В конце концов, этот вид дубления является одним из наиболее подходящих методов для производства. Свободные радикалы трехвалентного хрома, присутствующие в коже, под воздействием температуры, фотостарения, влажности и внешней среды, превращаются в шестивалентный хром. Шестивалентный хром вызывает опасные заболевания для жизни человека, такие как канцерогенные,

печеночная и почечная недостаточность, кожные заболевания. Антиоксиданты, содержащиеся в натуральных экстрактах, предотвращают образование шестивалентного хрома. Величина шестивалентного хрома в коже, отделанной натуральным экстрактом, изготовленным из скорлупы грецкого ореха с антиоксидантными свойствами, определялась на оборудовании Shimadzu UV-1601 PC UV-Visible, в соответствии со стандартом EN ISO 17075. Величина шестивалентного хрома в коже, отделанной с натуральным экстрактом из скорлупы грецкого ореха значительно уменьшилась по сравнению с образцами отделанными с химическим пигментом, водой и без отделки.

Ключевые слова: кожа, величина хрома, скорлупа грецкого ореха, природный экстракт, антиоксидантные свойства.

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF NATURAL EXTRACT DURING THE LEATHER FINISHING

¹R.M. YEGEMBERDI, ¹R.SH. MIRZAMURATOVA *, ²A.K. ABDIKAEVA,
¹A.A. KUPENOVA, ¹A.A. KOILANOVA, ¹A.S. BEKKULIYEVA

(¹M. Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke khan Ave, 5

²Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's e-mail: era05.05@mail.ru*

When carrying out work on the manufacture of leather materials, a number of complex processes are performed. During these operations, many chemicals and additives are used that are harmful to the environment and dangerous to human health. The main goal of the leather industry is to replace chemicals with the most natural extracts. Natural extracts can be used as tanning materials, as well as in the process of finishing processes. The chemical composition of the natural extract prepared from walnut shells was determined using an LCMS-9030 mass spectrometer and a number of acids with antioxidant properties and flavone with coloring properties were found. Trivalent chrome tanning is widely used in the leather industry. After all, this type of tanning is one of the most suitable methods for production. Trivalent chromium free radicals present in the leather, under the influence of temperature, photoaging, humidity and the external environment, turn into hexavalent chromium. Hexavalent chromium causes life-threatening diseases such as carcinogenic, liver and kidney failure, and skin diseases. The antioxidants contained in natural extracts prevent the formation of hexavalent chromium. The amount of hexavalent chromium in leather trimmed with a natural extract made from walnut shells with antioxidant properties was determined by Shimadzu UV-1601 PC UV-Visible equipment, in accordance with EN ISO 17075 standard. The amount of hexavalent chromium in the leather finished with natural walnut shell extract was significantly reduced than in the samples finished with chemical pigment, water and without finishing.

Keywords: leather, chromium amount, walnut shell, natural extract, antioxidant properties.

Kіpіcne

Соңғы жылдары әлемдік жаңғақ өндірісінің қарқынды өсуі байқалды, әсіресе Азия елдерінде бұл өнімдерді жоғары тағамдық құндылығы мен антиоксиданттық әлеуеті үшін бағалай бастады. Жаңғақ дәндерінің құрамында фенолды қосылыстардың көп мөлшері бар екендігі және оларды тұтыну адам денсаулығына көптеген пайдалы әсер ететіндігі туралы нақты дәйектер бар [1].

Қара жаңғақ (*Juglans nigra* L.) - ағаш үшін құнды осы тұқымның тағы бір маңызды түрі. Кәдімгі грек жаңғағының жемістері мен ағаштары адамның тамақтануында және өнеркәсіпте де кеңінен қолданылған.

Жаңғақ жемісінің қабығы мен қауызы жемістің негізгі жанама өнімдері болып

табылады және жаңғақтың ішкі бөлігі дәнін алу үшін жаңғақ жемісін өңдеу кезінде бұл жанама өнімдер көп мөлшерде өндіріледі. Бұл жанама өнімдердің құрамында феноликтерді қоса алғанда, құнды қосылыстар бар екендігі белгілі [2].

Жаңғақ жемісінің жасыл қабығы көп мөлшерде болады.

Көптеген ғалымдар арзан жасыл қабықтың экстрактісін микробқа қарсы және антирадикалдық белсенділігі бар фенолды қосылыстардың тамаша табиғи көзі ретінде қолдануға болатынын анықтады. Жаңғақ жапырақтары сонымен қатар пайдалы дәрілік қосылыстардың қайнар көзі болып саналады және гипергидрозды, терінің қабынуын және

ойық жараларды емдеу үшін халықтық медицинада жан-жақты қолданылған.

Сонымен қатар, жаңғақтың дайындалған экстрактілері немесе анықталған компоненттері антисептикалық, антигельминтикалық, диареяға қарсы, антиоксиданттық және тұтқырлық қасиеттерге ие. Жаңғақ ағашының бұтақтары мен тамырлары сияқты басқа бөліктерін де антиоксиданттық және микробқа қарсы қасиеттері бар пайдалы қосылыстарды алу үшін пайдалануға болады. Сонымен қатар, жаңғақ дәндері құнды коректік заттар болып табылады, өйткені оларды үнемі тұтыну адамның жүректің ишемиялық ауруының қаупін азайтады. Жаңғақтың денсаулыққа пайдасы әдетте оның химиялық құрамымен түсіндіріледі, өйткені ол токоферолдар мен токотриенолдардың, ақуыздардың, талшықтардың, стеролдардың, фолий қышқылының, маңызды май қышқылдарының, мелатониннің, таниндердің және басқа полифенолдардан тұрады [3].

Грек жаңғағы (лат. *Juglans*) – жаңғақтар тұқымдасының қатарына енетін қос жарнақты көп жылдық ағаш.

Қазақстанда грек жаңғағы және қара жаңғақ тәрізді екі жаңғақ түрі өседі. Тамаққа жаңғақтың жеуге жарамды бөлігі – дәнін жейді. Жаңғақтың қатты қабығы (қауызы) және қалың ұяшығы (қабығы) жеуге жараммайды. Жоғарыда аталған зерттеулерге сүйене отырып осы жанама өнімдерді былғары өндірісінде қолдану, яғни қоршаған ортаны қорғау үшін химикаттарды жаңғақ қабығы экстрактімен ауыстыру және бұл экстрактінің былғары материалына антиоксиданттық әсерін зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бұл жұмыста «Turan-Skin» зауытында өңделген ірі қара малының терісін хроммен илеу арқылы пайдаланылды. Иленген былғарыны әрлеу барысында жаңғақ қабығынан дайындалған экстракті қолданылды және бұл экстрактінің антиоксиданттық әсері зерттелді.

Грек жаңғағының қабығынан дайындалған бояудың құрамын LCMS-9030 Масс-спектрометрінде анықтады.

Газ хроматографиясы квадруполды ұшу уақытының масс-спектрометриясы (GC/QTOF/MS) – аналитикалық өлшеу жүйесі. Бұл жүйеде газ хроматографиясы бағанында құбылмалылығына қарай бөлінген компоненттерден түзілген иондар алдымен масса-заряд қатынасына қарай бөлінгеннен кейін олардың массасын ұстау уақытына байланысты неғұр-

лым сезімтал түрде анықтауға болады. Газ хроматографы хроматографияның жалпы принциптеріне сәйкес жұмыс істейді. Бұл қоспаның элементтері екі фаза арасында бөлінеді: жылжымалы (элюентті) және стационарлық. Егер үлгілер қосылыстардың қоспасы болса, олар баған арқылы әртүрлі жылдамдықпен өткенде бөлінеді. Бұл қосылыс жылжымалы фазасы бар баған арқылы өтіп жатқанда, бағанмен байланысқан стационарлық фазаға жабысуға біраз уақыт жұмсайтындықтан болады. Содан кейін сығындылар екі аликвотқа бөлінеді және метанды соқтығысу газы ретінде, сондай-ақ сұйық хроматографияны қолдана отырып, теріс химиялық иондану (ТХИ) режимінде газ хроматографиясы квадруполды ұшу уақытының масс-спектрометриясы (GC-QTOF-MS) арқылы талданады. Бұл жұмыс GC-QTOF-MS үшін деректерді жинауға, деректерді талдауға және есеп беруге бағытталған [4]. Масс-спектрометр оң немесе теріс режимде жұмыс істей алады. Оң және теріс иондарды бір құрал арқылы анықтауға болады. Оң иондар әдетте көптеген молекулалар үшін көбірек болғанымен, осылайша олар үшін жоғары мәндер көбірек болады. Оң иондық режимде протондалған немесе сілтілік аддукция анализаторының молекулалары әдетте масс-спектрлерде байқалады.

Теріс иондық режимде депротацияланған талданатын молекулаларға сәйкес келетін шыңдар байқалады. Газ хроматографиясы (GC-QTOF-MS) - бұл газ, сұйық және қатты сынамаларға (жылумен буланған компоненттерге) қолданылатын аналитикалық әдіс. Егер қосылыстардың қоспасы GC-QTOF-MS жүйесі арқылы талданса, әрбір қосылысты бөліп, сандық анықтауға болады. Хроматографиялық бөлу Agilent 1260 Infinity Сериялы HPLC (Agilent Technologies, Санта-Клара, КАЛИФОРНИЯ, АҚШ) көмегімен Proshell 120 EC-S18 бағанымен (3, 0x150 мм, бөлшектердің өлшемі 2,7 мкм) жүргізілді. Жылжымалы фазалық жүйе судағы (А) және метанолдағы (В) 5 мм аммоний форматындағы градиентті элюцияны қолдану арқылы келесідей құрастырылды: 0-0, 5 мин, 10% ; 0,5-5 мин, 70% ; 5-7 мин, 95% ; 7-10 мин, 95% ; 10-15 мин, 100% режимде, колонна пешінде 25 °С температурада ұсталды.

Температура мен ылғалдылықтан былғары материалдарында тозу үрдісі жүреді және былғары шамасындағы алтивалентті хром саны артады. Бұл шамаларды анықтау EN ISO 17075

стандарты талаптарына сай Shimadzu UV-1601 PC UV-Visible жабдығында орындалады.

Әдебиеттік шолу

Илеу жұмыстары- бұл теріні немесе былғарыны биологиялық әсерге төзімді ететін коллагеннің тұрақтандырғыш (илегіш) агенттермен реакцияға түсетін процесс.

Илегіш агенттердің ассортименті синтетикалық материалдар мен өсімдік экстрактілерін қоса алғанда, коммерциялық тұрғыдан қол жетімді.

Хром(III) тұздар былғары өндірісінде жиырмасыншы жылдардың басынан бастап илегіш ретінде қолданыла бастады [5].

Үш валентті хроммен илеу (Cr (III) өсімдік илегіштермен салыстырмалы түрде жылдам реакцияға түседі және өндірісте қолданудың ыңғайлылығына байланысты танымал болды.

Қазіргі уақытта әлемдік былғары өндірісіндегі теріні илеуде негізгі хром(III) сульфатының (Cr(OH)SO₄) 33% - ы шамамен 80% құрайды [6].

Заманауи хромды илеу үшін хром(III) тұздарын пайдаланады; дегенмен, өндірістен шыққан былғарылар әртүрлі факторларға байланысты Cr(III) - ден Cr (VI) - ге дейін ауысу

мүмкіндігі бар. Cr (VI) - канцероген, мутаген, аллерген, тері тітіркендіргіші және сенсбилизатор сияқты зиянды әрекеттер туындытады [7].

Былғары материалдарынан дайындалған тауарлар киім және аяқ киім өндірісінде өндіріледі, ал сенсбилизациялық әсерлер үнемі орын алатын жағдай болып табылады [8]. Және бір бұл саладағы алаңдаушылық Cr (VI) адам терісіне оңай енетіні дәлелденді, бұл жағдай адам денсаулығы үшін өте қауіпті.

Былғары құрамында алты валентті хромның түзілуін түсіну үшін қосалқы заттар, температура, фототозу, ылғалдылық және тері өңдеу үрдісіндегі басқа факторлар бойынша көптеген зерттеулер жүргізілді [9-14]. Осы жоғарыда аталған факторлардың әсерінен былғары құрамындағы үш валенттілік хром тотығып, алты валенттілікке айналады.

α -Н автоматты тотығудан гидроксил радикалдарымен бірқатар радикалды реакциялар нәтижесінде Cr(VI) түзілуіне негізгі себеп болғандығы айтылды.

Табиғи экстрактілерді қолданып, былғары сапасын жақсарту былғары өндірісінің алдында тұрған басты міндеттердің бірі [15].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Кесте 1. Теріс иондық режимдегі экстрактінің құрамы

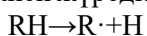
№	Ұстау уақыты (мин)	Қосылыстардың атауы
1	1.330	L-Ascorbic acid-2- glucoside
2	1.342	D-Erythroascorbic acid1'-a-D-glucoside
3	1.511	3-Hydroxymugineic acid
4	13.517	3-O-alpha-Lrhamnopyranosyl-3- hydroxydecanoic acid
5	13.800	L-Citronellolglucoside
6	13.969	(R)-2-Amino-N-(2,2,4,4- tetramethyl-3- thietanyl)propanamide
7	14.432	9-hydroperoxy-12,13- dihydroxy-10- octadecenoicacid
8	14.760	Phloionolic acid
9	14.884	9-hydroxy-10-chlorohexadecanoic acid
10	15.178	Psoromic Acid
11	15.212	9-hydroxy-hexadecan-1, 16-dioic acid
12	15.731	Deoxysapponone B 7,3'- Dimethyl Ether Acetate
13	15.788	9,10,13- Trihydroxystearicacid
14	16.420	9,10,13- Trihydroxystearicacid
15	24.100	9R-hydroxy-12Eoctadecenoic acid
16	24.778	DL-2-hydroxy stearicacid

Кесте 2. Оң иондық режимдегі экстрактінің құрамы

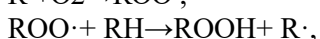
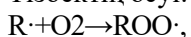
№	Ұстау уақыты (мин)	Қосылыстардың атауы
1	1.207	2,3-Dihydro-5- methylthiophene
2	1.455	Flumazenil acid
3	3.409	alpha-Methoxy-1Hindole-3-propanoic acid
4	3.590	5,6-Indolequinone-2- carboxylicacid
5	3.872	1H-Indole-3-acetic acid, 5-[[[(methylamino)sulfonyl] methyl]
6	4.098	ethyl 6,7-dimethoxy-4- oxo-2,3-dihydro-1Hnaphthalene-2-carboxylate
7	4.776	Neobavaisoflavone
8	5.013	3-Hydroxyphenyl-valeric acid
9	5.453	1H-Indole-3-acetic acid, 5-[[[(methylamino)sulfonyl] methyl]
10	5.668	1-Pentadecanecarboxylic acid
11	5.747	7-Methoxyisoflavone
12	6.526	4E-Undecene-6,8,10- triynoicacid
13	7.497	Polystachin (flavone)
14	14.769	7,8,3',4',5'- Pentamethoxy-6'',6''- dimethylpyrano[2'',3'':5,6]flavone
15	17.152	3beta,4beta,5- Trimethoxy-4'-hydroxy- (6:7)-2,2-dimethylpyranoflavan

Атап айтқанда, жаңғақ қабығының құрамындағы 5-гидрокси-1,4-нафтохинон кофе түсті пигмент болып табылады, ол табиғи түрде жаңғақ ағаштарының әртүрлі бөліктерінде және жапырақтарда, тамырларда, қабықтарда кездеседі. Кейбір зерттеулерде жоғары антиоксидант ретінде белгілі аскорбин қышқылы және басқа қышқылдардың ақ былғарыны өңдеуде қолданылғанда, былғары түсі сәл қызғылт түске боялғаны анықталды. 1-кесте және 2-кестелерде былғарыны бояу қабілеті бар флавонолдар мен флаваноидтар, антиоксидант қатарындағы бірқатар қышқылдардың қатары көрсетілген.

Cr (VI) түзілуі негізінен α -H тотығуынан алынған радикалды реакциялар қатарындағы гидроксил радикалдарынан туындағаны көрсетілген. Қанықпаған май түзетін агенттер, фототозу және температура сияқты сыртқы жағдайлар теріде бос радикалдардың R· түзілуіне әкелуі мүмкін, олар кейіннен оттегімен әрекеттесу арқылы $ROO\cdot$, $\cdot OH$ және RO пероксид радикалдарын түзеді. Нақты механизм төмендегідей тізбекпен жүреді:



Тізбектің өсуі:



синтетикалық тотығу агенттерін, май түзетін агенттерді немесе бояу агенттерін білдіреді. Сонымен қатар, күкірт қосылыстары сияқты

тотықсыздандырғыштар күшті тотықсыздану қабілетінің арқасында хромды үш валенттіліктен алты валенттілікке ауысуына жол бермейді. Дегенмен, антиоксиданттар немесе тотықсыздандырғыштар әртүрлі молекулалық құрылымдары мен конформацияларына, былғары өндіру жағдайларына, тозу жағдайларына және т.б. байланысты Cr (VI) түзілуіне тежегіш әсерінің өзгеруін көрсетеді. Антиоксиданттардың екі немесе үш түрінің қосылып әрекет етуі оң нәтиже береді. Көптеген антиоксиданттарды қосу бір немесе бірлескен әрекеттерге байланысты Cr (VI) түзілуіне жол бермейді және ол төмендегідей реттілікте болуы мүмкін: 1) $ROO\cdot$ сутегімен қамтамасыз ету және $ROO\cdot$ және RH реакциясын тоқтату арқылы тізбектің өсуіне кедергі жасау (кейбір синтетикалық антиоксиданттар және өсімдік экстракттері сияқты антиоксиданттар);

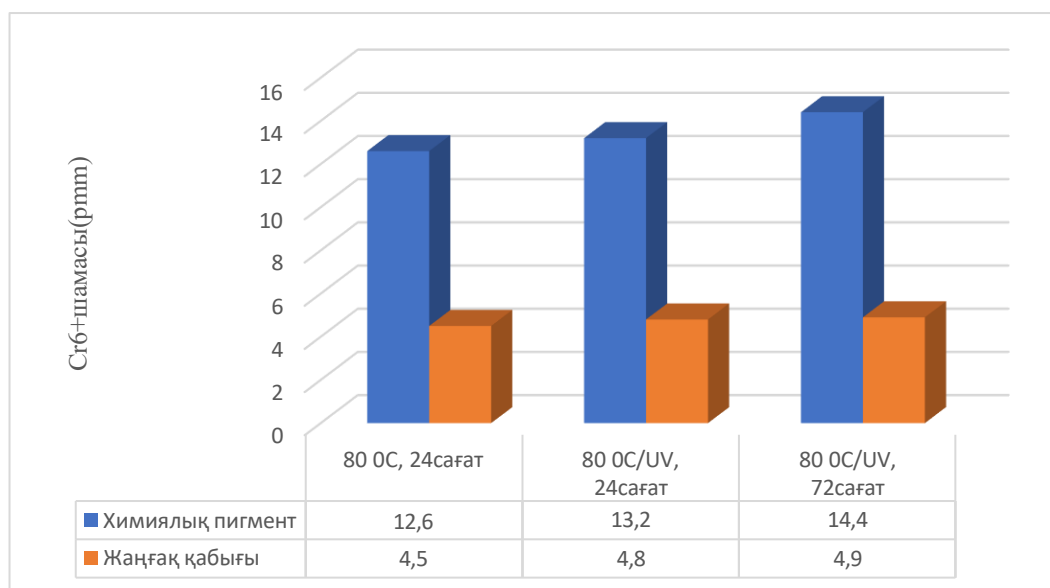
2) R· сутегімен қамтамасыз ету, содан кейін RH бастапқы күйіне келтіру арқылы RH тотығуының жалғасуына кедергі жасау;

3) металл иондарымен хелаттау;

4) R, ROO және RO сияқты барлық бос радикалдарды біріктіріп алу арқылы тотығу тізбегінің реакциясын (1-Аскорбин қышқылы-2 - глюкозид сияқты антиоксиданттар) блоктау

5) ультракүлгін сіңіргішті қолдану сияқты басқа әрекеттер.

Былғары құрамындағы Cr (VI) шамасы жаңғақ қабығы және химиялық пигментпен әрленген үлгілерде анықталды, бұл мәліметтер 1-суретте берілді.

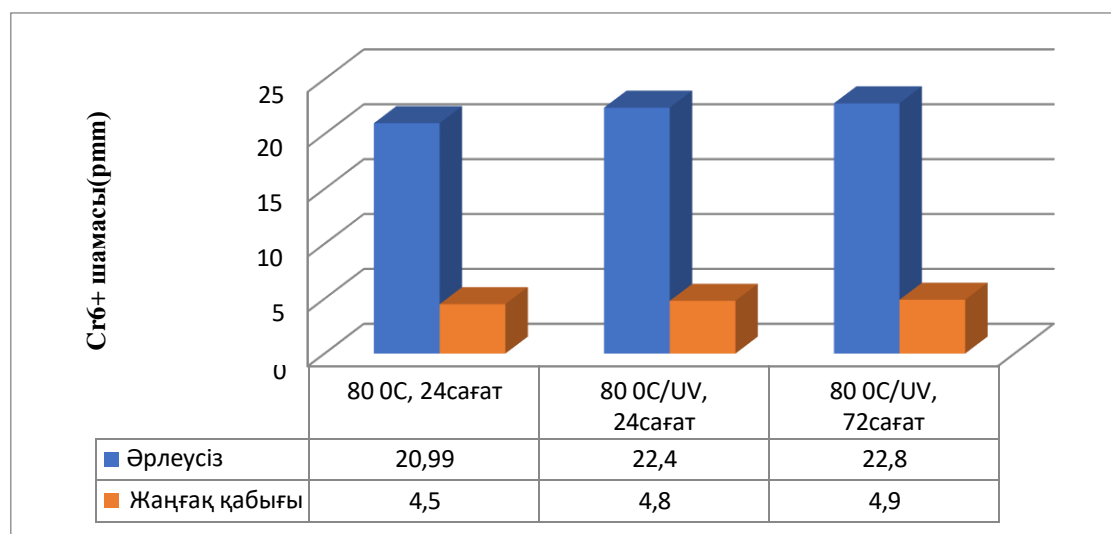


Сурет 1. Былғары құрамындағы Cr (VI) шамасы (жаңғақ қабығы және химиялық пигмент)

Мұнда былғарының тозу шамасы 80 °C/UV, 24 сағаттан кейін, 80 °C/UV, 72 сағаттан кейін анықталды. Барлық жағдайда алтывалентті хром шамасының былғарыда көп мөлшерде азайғаны белгілі болды. Жаңғақ қабығымен әрленген былғарыда бұл шама 4,5-4,9 ppm

болды. Химиялық пигментпен әрленген былғарыда бұл шама 12,6-14,4 ppm болды.

Әрлеусіз және жаңғақ қабығымен әрленген былғары құрамындағы алты валентті хром шамасын салыстыру жұмыстары 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Былғары құрамындағы Cr(VI) шамасы (әрлеусіз және жаңғақ қабығы)

Алты валентті хром шамасы әрлеусіз былғарыда 20,99-22,8 ppm шамасында анықталды. Бұл жаңғақ қабығымен әрленген былғарыларды 4 есеге төмен.

Қорытынды

Жаңғақ қабығынан дайындалған табиғи экстрактіде бояғыш қасиеті бар флавонол табылды және антиоксиданттық қасиеттері бар қышқылдар анықталды. Бұл экстрактінің бояу және антиоксиданттық қасиеті болуының дәлелі. Былғары

үлгілерін үш түрлі «тозу» үрдісінен өткізіп, былғарыдағы хром(VI) шамасын стандартты EN ISO 17075 стандартына сәйкес Shimadzu UV-1601 PC UV-Visible маркалы спектрофотометрдің көмегімен 540 НМ толқын ұзындығында анықтады. Жаңғақ қабығымен әрленген былғары үлгілерінде 4,5 -4,9 ppm шамасында болды. Химиялық пигментпен әрленген былғарыда бұл шама 12,6-14,4 ppm болса, әрлеусіз былғарыда бұл шама 20,99-22,8 ppm аралығында болды. Осы

зерттеулерден соң былғары өндірісінде табиғи экстрактілерді қолдануды жолға қою, бұл тақырыпты тереңірек зерттеу – басты алғышарттардың бірі екендігі анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Yilmaz, S. Akça, Y. Saçlık, S. J. Int. Sci. Publ. 5 (2017):389–397.

2. Neeraj, M. and ets. Study on antioxidant activity of common dry fruits. Food and Chemical Toxicology 12, (2010): 3289-3500

3. Blomhoff, R. and ets. Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. Br. J. Nutr 96, (2006): 52–60

4. Chen, W.Y., Li, G.Y.; Tanning Chemistry. Peking, China Light Industry Press (2011): 43-65

5. Yu, C.Z., Sun G.X., Guo S.W.; Exploration on the causes of Cr (VI) in leather. China Leather 31 (2002): 25-29

6. Wu, N., et al. The Retanning and Fatliquoring relating to Cr (VI) in Chrome Leather. Leather science and Engineering 22 (2012): 29-33

7. Gong, Y., Liu, X.L., Huang, L., et al. Stabilization of chromium: An alternative to make safe leathers. Journal of Hazardous Materials 179 (2010): 540-544

8. Yu, C.Z., Wang, R., Ma, X.Y., et al.; Antioxidant effect of phenolic compounds on unsaturated lipids

preventing the oxidation of chromium (III). JSLTC 94 (2010): 33-38

9. Huang, J., Yang, G.Y., Li, H.J., et al.; Progress in mechanism studies of antioxidants. Chinese Journal of Nature 26 (2004): 74-78

10. Graf, D., Boehme, D. The influence of the relative humidity of air during storage on the formation lowering of Cr (VI) in chrome tanned leather. World Leather 13 (2000): 38

11. Yu, C.Z., Liu, P.J., Sun, G.X, et al. The influence of relative humidity on the level of Cr (VI) in chrome-tanned leather. JSLTC 89 (2005): 194-198

12. Yi, Z.J., et al. Integrated control of hexavalent chromium in leather. Leather and Chemical 26 (2009): 25-29

13. Chandra Babu, N.K., Venba, R., Gothi, G., et al. Elimination of hexavalent chromium in leather using reducing agents. JALCA100 (2005): 354-359

14. Ma, X.Y., Yang, X.P., Yu, C.Z., et al. Study on the control of hexavalent chromium in leather use antioxidants and reducing agents. West Leather 34(2012): 11-14

15. Su, J., et al. Modification of valonia extracts on prevention of chrome (VI). Leather science and Engineering 20 (2010): 28-33.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE PRODUCTION OF WOMEN'S CLASSICAL-STYLE GARMENTS

I.S. KHAKIMJONOV *, M.A. HASANOVA 

(Namangan State Technical University, Republic of Uzbekistan, 160107, Namangan, Boburshokh str., 161)

Corresponding author's email: islomsu25@gmail.com*

The study investigates the theoretical and practical foundations of classical women's fashion design and production, positioning it within the framework of sustainability and modern technological innovation. In an era dominated by fast fashion and rapidly shifting trends, the classical style remains a symbol of stability, cultural continuity, and refined taste. However, the absence of a systematic, science-based approach to its creation has led to inconsistencies in design and quality. The research develops a Three-Dimensional Theoretical Model that unites historical-canonical, aesthetic-functional, and technological-technical dimensions into a coherent methodological system. Through historical-typological, stylistic, and comparative analyses, the study explores the practices of leading international brands—Max Mara, Dior, Chanel, and Zara—between 2021 and 2025. Empirical data derived from corporate sustainability reports, design archives, and industry databases reveal how classical aesthetics align with technological precision and sustainability principles. The findings demonstrate that the preservation of the classical canon depends on the integration of three key factors: historical continuity, aesthetic harmony, and technological advancement. Luxury brands such as Max Mara, Dior, and Chanel exemplify this balance, achieving longevity and quality through craftsmanship and innovation, while Zara represents an adaptive “mass classicism” model suited to the fast-fashion segment. The proposed model provides a structured foundation for contemporary fashion design theory and offers practical applications for sustainable, high-quality garment production. It reaffirms the classical style's relevance as a timeless, ethical, and technologically adaptive system in modern fashion.

Keywords: classical style, women's fashion, sustainable design, theoretical model, historical-canonical analysis, aesthetic-functional design, technological innovation, brand comparison, Max Mara, Dior, Chanel, Zara, fashion sustainability, quality assurance, timeless design.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕНСКИХ ИЗДЕЛИЙ КЛАССИЧЕСКОГО СТИЛЯ

И.Ш. ХАКИМЖОНОВ*, М.А. ХАСАНОВА

(Наманганский государственный технический университет, Республика Узбекистан,
160107, Наманган, ул. Бобуршоҳ 161)

Электронная почта автора-корреспондента: islomsu25@gmail.com*

В данном исследовании рассматриваются теоретические и практические основы дизайна и производства классической женской одежды в рамках концепции устойчивого развития и современных технологических инноваций. В эпоху доминирования быстрой моды и быстро меняющихся трендов классический стиль остается символом стабильности, культурной преемственности и утонченного вкуса. Однако отсутствие системного, научно обоснованного подхода к его созданию привело к несогласованности в дизайне и качестве. В исследовании разрабатывается трехмерная теоретическая модель, объединяющая историко-каноническое, эстетико-функциональное и технологическо-техническое измерения в единую методологическую систему. С помощью историко-типологического, стилистического и сравнительного анализов в работе изучается практика ведущих международных брендов — Max Mara, Dior, Chanel и Zara — в период с 2021 по 2025 год. Эмпирические данные, полученные из корпоративных отчетов об устойчивом развитии, дизайнерских архивов и отраслевых баз данных, раскрывают, как классическая эстетика сочетается с технологической точностью и принципами устойчивого развития. Результаты показывают, что сохранение классического канона зависит от интеграции трех ключевых факторов: исторической преемственности, эстетической гармонии и технологического прогресса. Люксовые бренды, такие как Max Mara, Dior и Chanel, являются примером такого баланса, достигая долговечности и качества благодаря мастерству и инновациям, в то время как Zara представляет

адаптивную модель «массового классицизма», подходящую для сегмента быстрой моды. Предложенная модель представляет собой структурированную основу для современной теории дизайна одежды и предлагает практические решения для устойчивого производства высококачественных изделий. Она подтверждает актуальность классического стиля как вневременной, этичной и технологически адаптивной системы в современной моде.

Ключевые слова: классический стиль, женская мода, устойчивый дизайн, теоретическая модель, историко-канонический анализ, эстетико-функциональный дизайн, технологические инновации, сравнение брендов, Max Mara, Dior, Chanel, Zara, устойчивость моды, обеспечение качества.

КЛАССИКАЛЫҚ СТИЛЬДЕГІ ӘЙЕЛДЕР КИІМІН ӨНДІРУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

*И.Ш. ХАКИМЖОНОВ**, *М.А. ХАСАНОВА*

(Наманган мемлекеттік техникалық университеті, Өзбекістан Республикасы,
160107, Наманган, Бобуршоҳ көш., 161)

Автор-корреспоненттің электрондық поштасы: islomsu25@gmail.com*

Бұл зерттеуде тұрақты даму тұжырымдамасы мен заманауи технологиялық инновациялар аясында классикалық стильдегі әйелдер киімін жобалау және өндірудің теориялық және практикалық негіздері қарастырылады. Жылдам мода мен тез өзгеретін трендтер үстемдік еткен дәуірде классикалық стиль тұрақтылықтың, мәдени сабақтастықтың және нәзік талғамның символы болып қала береді. Алайда оны қалыптастыруда жүйелі, ғылыми негізделген тәсілдің болмауы дизайн мен сападағы үйлесімсіздікке алып келді. Зерттеу барысында тарихи-канондық, эстетикалық-функционалдық және технологиялық-техникалық өлшемдерді біртұтас әдіснамалық жүйеге біріктіретін үшөлшемді теориялық модель ұсынылады. Тарихи-типологиялық, стильдік және салыстырмалы талдау әдістері арқылы 2021–2025 жылдар аралығында Max Mara, Dior, Chanel және Zara сияқты жетекші халықаралық брендтердің тәжірибесі зерттелді. Тұрақты даму жөніндегі корпоративтік есептерден, дизайнерлік мұрағаттардан және салалық дерекқорлардан алынған эмпирикалық мәліметтер классикалық эстетиканың технологиялық дәлдікпен және тұрақты даму қағидаларымен қалай үйлесетінін айқындайды. Нәтижелер классикалық канонды сақтаудың үш негізгі фактордың интеграциясына тәуелді екенін көрсетеді: тарихи сабақтастық, эстетикалық үйлесім және технологиялық прогресс. Max Mara, Dior және Chanel сияқты люкс брендтер шеберлік пен инновациялар арқылы ұзақ мерзімділік пен жоғары сапаға қол жеткізіп, осы тепе-теңдіктің үлгісін көрсетеді, ал Zara жылдам мода сегментіне лайық «жаппай классицизмнің» бейімделген моделін ұсынады. Ұсынылған модель киім дизайнының заманауи теориясы үшін құрылымдалған негіз болып табылады және жоғары сапалы өнімдерді тұрақты өндіруге арналған практикалық шешімдер ұсынады. Ол классикалық стильдің қазіргі сәндегі мәңгілік, этикалық және технологиялық тұрғыдан бейімделгіш жүйе ретіндегі өзектілігін растайды.

Негізгі сөздер: классикалық стиль, әйелдер сәні, тұрақты дизайн, теориялық модель, тарихи-канондық талдау, эстетикалық-функционалдық дизайн, технологиялық инновациялар, брендтерді салыстыру, Max Mara, Dior, Chanel, Zara, сәннің тұрақтылығы, сапаны қамтамасыз ету.

Introduction

Despite the dominance of rapidly changing trends and the “fast fashion” paradigm in the contemporary fashion industry, the classic women’s style continues to maintain a steady and enduring demand. However, the concept of “classicism” is often interpreted superficially in design and production practices, leading to subjective design decisions, a decline in quality, and the loss of long-term value. Therefore, there is a clear need to

systematize the production of classic garments based on consistent theoretical foundations — historical, aesthetic, and technological principles [1-3].

The relevance of this research lies in the classical style’s connection to sustainability, investment attractiveness, and timeless values, as well as in the lack of a scientifically grounded framework for its production process. In today’s fashion environment, where consumers increasingly seek durability, refinement, and conscious

consumption, understanding and preserving the classical canon has become more important than ever.

Purpose and objectives of the study. The main purpose of this research is to develop a comprehensive theoretical model for designing and producing women's clothing in the classical style.

The study sets out to achieve the following objectives:

- To analyze the historical formation and developmental stages of classic women's clothing.
- To identify and systematize the immutable aesthetic principles and defining features of the classical style.
- To explore the role and evolution of classicism within the context of modern fashion trends.
- To examine the technological approaches and design methodologies used by leading international brands (Zara, Max Mara, Dior, and Chanel) in maintaining quality and authenticity.
- To develop a practical methodology for the design and production of classic garments based on the proposed theoretical model.

Research materials and methods

The methodological framework of this study combines historical-typological analysis, stylistic analysis, and comparative analysis, applying both inductive and deductive approaches. The research draws upon archival materials, brand documentation, and open-access industry databases to ensure empirical and theoretical integrity [4].

The methodological foundation of this study is built upon the principles of theoretical constructivism and applied research, which together provide a balanced framework for analyzing the classical style both as an aesthetic phenomenon and as a practical design system. This dual approach enables a comprehensive understanding of how theoretical concepts are manifested in real-world fashion production practices.

Research material. The empirical and theoretical data of the research were derived from multiple sources:

Scientific Literature — including monographs, scholarly articles, and analytical publications focused on the history of fashion, design philosophy, and aesthetics.

Empirical Sources — encompassing the official reports, corporate websites, creative director interviews, and conceptual statements of international fashion houses such as Max Mara, Dior, Chanel, and Zara.

These materials provided both historical and contemporary insights into how the classical style is

conceptualized, interpreted, and produced within different economic and cultural contexts.

Research methods. A set of complementary scientific and analytical methods was employed to ensure methodological rigor and comprehensive coverage of the research objectives:

Historical-genetic method: applied to trace the formation and evolution of the classical style, revealing its cultural, social, and aesthetic roots across historical periods.

Structural-functional analysis: used to examine the internal logic and interrelation of constructive, aesthetic, and technological elements within classical garments.

Comparative (cross-brand) analysis: conducted to identify similarities and differences in how brands such as Max Mara, Dior, Chanel, and Zara conceptualize, design, and manufacture garments that align with classical principles.

Through the integration of these methods, the study bridges theoretical insights with empirical brand practices, revealing the mechanisms that sustain the classical canon in contemporary fashion systems.

Methodological framework. The analytical framework synthesizes historical, aesthetic, and technological dimensions of the classical style. This triadic approach supports the construction of a Three-Dimensional Theoretical Model of Classic Garment Design and Production, developed as the core outcome of the research.

The model aims to establish a systematic, scientifically grounded methodology for understanding and reproducing classical aesthetics in fashion design, aligning artistic creativity with technological precision and sustainable production principles [9].

Historical formation and developmental stages of women's classical style

The study reveals that the emergence of the women's classical style began in the late 19th and early 20th centuries, when the structured forms and proportional harmony of English dandy fashion in men's clothing began to influence women's dress. A decisive milestone in defining modern classicism in women's fashion was the presentation of Christian Dior's "New Look" collection in 1947. Its full skirts, accentuated waistline, and refined construction became the epitome of feminine elegance and a symbol of post-war revival.

Subsequently, Coco Chanel reinterpreted classicism through her "little black dress," tweed suits, and structured jackets, merging comfort, practicality, and sophistication into a new aesthetic code. Her vision established the foundation for the

timeless modern classic — a synthesis of functional minimalism and refined taste.

The evolution of classical style continued through the decades:

- The 1960s introduced Jacqueline Kennedy’s graceful simplicity, embodying understated refinement.

- The 1980s emphasized architectural silhouettes and “power dressing,” symbolizing female empowerment in professional spaces.



Figure 1. Women’s dress (1892–1894), printed silk, gauze, and velvet. Victoria and Albert Museum, London (T.368&A-1960).

Core characteristics and aesthetic principles of the classical style. The research identifies that classical style is defined by enduring aesthetic constants, proportional harmony, and refined simplicity.

The fundamental attributes of classical style include:

Geometric purity and proportional balance. Based on the golden ratio, these proportions ensure structural equilibrium between the waist, bust, and shoulders, resulting in a harmonious silhouette.

Minimalism and functionality. Decorative excess is avoided; emphasis is placed on form, fit, and ergonomic comfort.

Timelessness. Classic garments retain their relevance across multiple seasons and even decades.

Superior craftsmanship. Precision in tailoring, material selection, and construction ensures longevity and durability.

Aesthetically, classical style can be described as a system of visual harmony — a balance between

- The 1990s brought a wave of minimalism, reinforcing the notion that true elegance lies in proportion, restraint, and construction quality.

These transformations reflect the classical style’s ability to adapt without losing its core aesthetic identity, remaining relevant amid social and cultural changes.



Figure 2. Women’s dress (1898), platinum print. Victoria and Albert Museum, London (E.2283:191-1997), Ashton Collection.

symmetry, proportion, and purity of line, representing an enduring ideal of elegance.

Contemporary role and trends of the classical style. The analysis demonstrates that, in contemporary fashion, classical aesthetics have become integral to the sustainable fashion movement. Disenchanted with the disposability of fast fashion, consumers increasingly prioritize durability, ethical production, and refined simplicity.

Modern interpretations of classicism combine traditional silhouettes with innovative materials and technological advancements. For instance, transformable or modular garments preserve classical structure while adapting to dynamic, urban lifestyles.

The emerging concept of “Quiet Luxury” exemplifies this evolution — focusing on restraint, craftsmanship, and discreet elegance. Brands such as Brunello Cucinelli, Loro Piana, and The Row reinterpret classical aesthetics through flawless quality and minimal design, aligning beauty with longevity and authenticity [5-6].



Figure 3. Contemporary interpretations of classical style in Quiet Luxury brands (examples from Brunello Cucinelli, Loro Piana, and The Row collections).

Comparative analysis of leading global brands reveals that while each interprets the classical canon through its unique philosophy, they all share a commitment to quality, precision tailoring, and aesthetic consistency:

Max Mara builds its identity around the timeless coat, emphasizing high-quality wool, cashmere, and silk blends, and anatomically precise tailoring aligned with natural body proportions.

Dior reimagines archival designs such as the “*Bar*” jacket and “*Lady Dior*” handbag through modern technologies, including laser cutting and 3D shaping.

Zara, as a fast-fashion brand, incorporates classical elements (white shirts, blazers, trousers) but sacrifices long-term quality due to rapid production cycles and cost efficiency — forming the concept of “mass classicism.”

Chanel remains faithful to its legacy through iconic symbols — the tweed suit, chain bag, and little black dress — while continually modernizing details and materials.

Comparative Indicators of Classic Style and Quality Assurance Technologies across Brands (2021–2025).

Table 1. Selected KPIs (2021–2025)

Brand	2021	2022	2023	2024	2025
Inditex (Zara)	21% (“more sustainable raw materials”)	N/R (not reported)	N/R (not reported)	N/R (not reported)	73% (classified as lower-impact fibres; 39% recycled fibres)
LVMH (including Dior)	N/R	N/R	N/R	N/R	~71% of Group energy mix supplied by renewables
LVMH — Fashion & Leather Goods CO ₂ emissions (tCO ₂ e)	N/R	N/R	97,875 tCO ₂ e (Fashion & Leather Goods)	77,132 tCO ₂ e (Fashion & Leather Goods, pro-forma)	(2025: provisional data published in LVMH corporate climate report)
Chanel — Total carbon footprint (tCO ₂ e)	N/R	N/R	1,029,120 tCO ₂ e (total footprint)	1,235,661 tCO ₂ e (total footprint)	950,043 tCO ₂ e (Mission 1.5° update; Scope 1+2 = 24,071 tCO ₂ e)
Max Mara — Sustainability KPIs (annual public data)	N/R (limited KPI disclosure; “We avoid/few lower-impact materials” rating)	N/R	N/R	N/R	N/R

Analytical Summary (2021–2025). The analysis of corporate sustainability reports from 2021 to 2025 demonstrates that the interpretation and preservation of the *classic style* in fashion are closely linked to each brand’s strategic positioning, production model, and market segment.

Inditex (Zara) has emerged as one of the most active participants in translating sustainable fashion principles into the mass-market segment. The share of sustainable raw materials increased from 21% in 2021 to 73% in 2025, including 39% recycled fibres. This growth indicates a significant intensification of environmental responsibility while maintaining production scale. Furthermore, Zara’s consistent inclusion of classical design elements—white shirts, blazers, and black trousers—demonstrates a functional adaptation of timeless fashion codes for durable, affordable products [7-8].

In contrast, LVMH (Dior) integrates sustainability primarily through energy efficiency and technological innovation within its design and production processes. By 2025, the Group reports that approximately 71% of its total energy mix is derived from renewable sources. Dior’s “archival design” strategy—reviving historical silhouettes through modern technologies such as laser cutting and precision tailoring—embodies a synthesis of aesthetic heritage and technological moder-

nization. This practice strengthens the brand’s classic identity while advancing sustainability as a design methodology.

Chanel remains one of the few haute couture houses to transparently publish its full carbon footprint. The brand reported total emissions of 1,029,120 tCO₂e in 2023, 1,235,661 tCO₂e in 2024, and a decline to 950,043 tCO₂e in 2025 under the Mission 1.5° initiative. The reduction reflects Chanel’s investment in renewable energy diversification and supply-chain optimization. This demonstrates that technological innovation and environmental responsibility can coexist with the preservation of classical aesthetics and craftsmanship.

Due to its closed corporate structure, Max Mara provides limited quantitative sustainability data. Nevertheless, its brand philosophy—based on high-quality natural fabrics, precision tailoring, and enduring silhouettes—embodies a practical model of classical preservation. Unlike its competitors, Max Mara interprets sustainability not as a marketing strategy but as a form of internal production ethics and cultural continuity.

Results and discussion

As a result of the conducted research, a conceptual framework titled “Three-Dimensional Theoretical Model for the Design and Production of Classic Garments” was developed. This model

integrates historical, aesthetic, and technological dimensions into a unified system that provides a comprehensive foundation for understanding and producing classic women’s clothing in the modern fashion context.

Historical–canonical dimension. This dimension defines the genetic and cultural foundation of classical fashion. It requires a deep exploration of historical prototypes — such as Chanel’s iconic suit or Dior’s “New Look” silhouette — which established the immutable aesthetic codes of proportion, silhouette harmony, and structural balance.

The historical–canonical level functions as the starting point for the design process, ensuring that each creation maintains continuity with the timeless values and principles that define the classical tradition.

Aesthetic–functional dimension. This stage integrates visual harmony with practical usability. The designer must balance aesthetic requirements — such as symmetry, proportion, and compositional unity — with functional concerns, including comfort, adaptability, and wearability.

Within this dimension, the selection of silhouette, measurement systems, and constructive design solutions plays a decisive role in achieving elegance without compromising functionality.

This balance allows classical garments to maintain their enduring appeal while responding to contemporary lifestyle needs.

Technological–technical dimension. The third dimension emphasizes quality assurance and production excellence. It addresses material selection, garment construction, and advanced manufacturing technologies. Key parameters include:

Material Science: the use of natural, high-quality, and sustainable fabrics;

Constructive Precision: ensuring anatomical accuracy and perfect fit through advanced pattern-making techniques;

Innovative Technologies: application of laser cutting, thermo-fusion, and automated sewing systems to enhance durability and precision.

This dimension guarantees that the classical garment not only embodies aesthetic perfection but also achieves high performance, comfort, and longevity in real-world use.

Table 2. Three-Dimensional model of classic garment design

Dimension	Main Focus Areas	Evaluation Score (1–10)	Weight (%)
Historical–Canonical	Study of historical prototypes (e.g., Chanel, Dior)	9.0	30
	Identification of classical aesthetic codes	8.8	
	Integration of cultural heritage into contemporary design	8.5	
Aesthetic–Functional	Maintenance of proportion and balance	9.2	35
	Comfort, adaptability, and universality	9.0	
	Development of silhouette and measurement systems	8.7	
Technological–Technical	Selection of high-quality and sustainable materials	9.5	35
	Constructive precision and sewing technology	9.3	
	Application of laser cutting, thermo-fusion, etc.	8.9	

The analysis confirms that the successful realization of a classic garment depends on the harmonious integration of all three dimensions — historical, aesthetic, and technological. Their synergy ensures that the classical style remains relevant, sustainable, and functional within the rapidly evolving global fashion landscape.

The proposed model not only provides a scientific basis for existing design practices, but also offers a methodological tool to identify and eliminate production inconsistencies. For instance, fast-fashion brands often emphasize only the aesthetic-functional level while neglecting historical or technological

rigor, leading to short product lifespans. In contrast, luxury houses such as Max Mara and Hermès maintain equilibrium across all three dimensions, which explains their high product longevity and enduring market value [10].

The model thus serves as a practical guide for designers and manufacturers, enabling more objective, repeatable, and quality-oriented decision-making. Moreover, it aligns with sustainable fashion principles, promoting the creation of durable, timeless garments that combine artistic refinement with ethical production standards [11-13].

Conclusion

The findings of this study demonstrate that the design and production of women's classical-style garments represent a complex and multidimensional process that requires not only traditional craftsmanship but also a solid theoretical and methodological foundation.

The proposed Three-Dimensional Theoretical Model — consisting of Historical-Canonical, Aesthetic-Functional, and Technological-Technical dimensions — provides a systematic framework for understanding and developing the classical style in modern fashion. This model enables designers and manufacturers to integrate historical heritage, aesthetic harmony, and advanced production technologies to ensure quality, durability, and timeless appeal.

The analysis of leading international brands such as Max Mara, Dior, Chanel, and Zara confirms the practical applicability and relevance of the proposed model. Their experience illustrates that a successful classical product combines traditional aesthetic values with innovative and sustainable technologies, resulting in garments that retain their value and functionality over time [14-15].

Furthermore, the research substantiates the significant role of classical style in the context of sustainable fashion and smart consumption, emphasizing its contribution to the creation of high-quality, long-lasting products that align with global sustainability principles.

Future research should focus on the digitalization of the proposed model and its adaptation across various economic segments (mass-market, premium, and luxury) and diverse cultural contexts, to further validate and expand its theoretical and practical potential.

REFERENCES

1. Khakimjonov, I. Sh., & Tashpulatov, S. Sh. (2024). Structure and functional properties of textile materials used in special clothing for protection against high temperatures. *Universum: Technical Sciences*, 3(120). Available at: CyberLeninka
2. Khakimjonov, I. Sh. (2023). An analysis of the model project based on a survey conducted with the aim of creating workwear for metalworking enterprise personnel. *ResearchGate Preprint*. Available at: ResearchGate

3. Atajanov, R., Tashpulatov, S., Khakimjonov, I., Rajapova, M., Cherunova, I., & Korabayev, S. (2024). Research and development of special clothing for protection against thermal effects. *AIP Conference Proceedings*, 3304, 030027. <https://doi.org/10.1063/5.0269163>
4. Rizametova, M., Toshpulatov, S., Sodiqova, F., & Matchanova, G. (2023). Analysis of hygroscopic properties of materials used in sewing special clothes. *AIP Conference Proceedings*, 2789, 040039. (Proceedings of the International Conference “Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them”, Tashkent, Uzbekistan). Retrieved from: ResearchGate
5. Sodiqova, F., Toshpulatov, S., Rizametova, M., & Matchanova, G. (2021). Types of special fabrics used in special clothes and their characteristics. *In Education and Science in the XXI Century*, 2(19), 766.
6. Jurayeva, M. A., & Nabidjonova, N. N. (2025). Analysis of recommended fabrics for special clothing. *Академические исследования в современной науке*, 4(17), 12–17. Retrieved from: econferences.ru
7. Cheng, W.-H., Song, S., Chen, C.-Y., Hidayati, S. C., & Liu, J. (2020). Fashion Meets Computer Vision: A Survey. *arXiv preprint arXiv:2003.13988*. <https://arxiv.org/abs/2003.13988>
8. Zou, X., & Wong, W. (2021). fAshIon after fashion: A Report of AI in Fashion. *arXiv preprint arXiv:2105.03050*. <https://arxiv.org/abs/2105.03050>
9. Abdullaeva, F. S. (2024). Fashion in Uzbekistan: Historical excursion. *CyberLeninka*. Available at: CyberLeninka
10. Mirtalipova, N. K., & Isakhujayeva, N. A. (2022). Features of designing special clothing for the hot climate of Uzbekistan. *Technical Science and Innovation*, 3.
11. Kapferer, J. N., & Bastien, V. (2012/2022). *The Luxury Strategy: Break the Rules of Marketing to Build Luxury Brands*. Kogan Page.
12. Gwilt, A. (2020). *A Practical Guide to Sustainable Fashion*. Bloomsbury Visual Arts.
13. Bertola, P., & Teunissen, J. (2018). Fashion 4.0. Innovating fashion industry through digital transformation. *Research Journal of Textile and Apparel*.
14. Steele, V. (2017). *Paris Fashion: A Cultural History*. Bloomsbury Academic.
15. Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*.

МАЗМҰНЫ

Тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібінің технологиясы

<i>М.М. Шарапатова, К.С. Исаева</i> Сүтқышқыл бактерияларымен байытылған тұздық қоспасының әсерінен қой етінің бұлышықет құрылымының модификациясы.....	5
<i>Ш.Б. Байтукенова, С.Б. Байтукенова, С.С. Алдабергенова, М.К. Изтилеуов, Г.Т. Юсупова, Ж.А. Искакова</i> Сүт қышқылды микроорганизмдерді қолдану арқылы пісіріліп-ысталған шұжықтың технологиясын жетілдіру.....	16
<i>А.А. Макенова, С.Д. Мусаева, Ф.Т. Туменова, Ж.Б. Қалдыбекова, С.Н. Туменов</i> Сахароза қолданылған ферментация жағдайында <i>Vigna radiata</i> L. «Жасыл дән» тұқымдарының биохимиялық трансформациясы.....	26
<i>А.Е. Әбітбек, С.Т. Жиенбаева, Л. Жолболды, А.А. Керимбаева</i> Қонақжүгері енгізілген бордақылайтын жас ірі қараға арналған құрама жем рецептерін жасау.....	33
<i>М.К. Алимарданова, М.С. Сериккызы, А.Н. Құрманәлі, Ш.А. Абжанова, Л.К. Байболова</i> Сақтау шарттарын цифрлық бақылау арқылы ет өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттыру.....	40
<i>У.Ч. Чоманов, Г.Е. Жумалиева, Г.С. Кененбай, Ә.Қ. Борибай</i> Биологиялық белсенді қоспаның сүттің химиялық құрамына әсері.....	47
<i>М.П. Байысбаева, М.Н. Мамыраев, М.Е. Сейсеналы, Д.Ф. Өмірзахова</i> Полба ұнын алу және оның наубайханалық қасиеттерін кешенді бағалау.....	56
<i>Д.А. Комилова, Н.А. Тошходжаев</i> Розенбах жуансабағы (сиёхалаф) ұнтағын қосудың бидай нанының биологиялық құндылығы мен минералдық құрамына әсері.....	66
<i>Б.М. Искаков, М.М. Какимов, А.М. Шуленова, М.Т. Мурсалыкова, Г.А. Кокаева</i> Балқарағай жаңғақтарының функционалдық қасиеттері және оларды функционалдық тағам өнімдерін өндіруде пайдалану перспективалары.....	75
<i>А.А. Амантаева, Н.Б. Батырбаева, Ж.С. Алимкулов, К.Т. Шаулиева, К.Н. Фазылова</i> Дәстүрлі емес майлы дақылдардың қалдықтарының сауынды сиырлардың сүт өнімділігіне әсері.....	82
<i>Я.М. Узаков, М.Ә-А. Қалдарбекова, И.М. Чернуха, А.Н. Тортай</i> Пісірілген шұжықтардың құрылым сипаттамаларына коллаген гидролизатының және өсімдік антиоксидантының әсері.....	88
<i>О.Ш. Исмоилова, Дж.А. Рахмонова, Н.А. Тошходжаев</i> Тәжікстанның солтүстігіндегі долана сорттарының тұтынушылық қасиеттерін анықтау.....	98
<i>Д.Т. Тапалов, Т.К. Қулажанов, А.И. Матибаева, Б.Ш. Джетписбаева, А.А. Мусаев</i> Биологиялық белсенді компоненттерді енгізу кезінде ешкі сүтінен әзірленген жұмсақ ірімшіктің аминқышқылдық профиліндегі өзгерістері.....	104
<i>Г. Мәжит, Н.С. Машанова, Б. Калемшиарив, Л.Г. Кудренова, Б.Қ. Оспанова</i> Майсыздандырылған ешкі сүтінен йогурт өндіру технологиясы және оның тағамдық-функционалдық қасиеттерін зерттеу.....	114
<i>Ж.Т. Букабаева, Ұ.Е. Асанова, А.Е. Турсынханова, Р.У. Ашакаева, Б.Н. Қасымханова</i> Өсімдіктекті шикізаттарды қосу арқылы сүт өнімдерін өндіру технологиясын жетілдіру.....	123
<i>А.Х. Дусматов</i> Тұт ұнтағын қарапайым жидек ұнтақтарымен салыстыру: құрамы мен қасиеттері.....	131
<i>А.Т. Ибраихан, А.Б. Абуова, М.Ж. Кизатова</i> Сублимирленген түйе сүті мен теңіз шырғанағына негізделген жұмсақ балмұздақты әзірлеу және оның техно-функционалдық талдауы.....	138

<i>Н.Б. Даутқанов, Ж.К. Үсембаева, Д.Р. Даутқанова, А.Т. Қажымұрат, С.Л. Исматуллаев</i> Қазақстандағы астықты терең өндеудің өнеркәсіптік әлеуеті мен экспорттық артықшылықтары.....	147
<i>Ришав Кумар</i> Дәлдік ферментация және өсірілетін ақуыздар: заманауи үй жануарлары жем жүйелерінде ақуыз өндіру мен қоректену стратегияларын қайта айқындау — шағын шолу.....	157
<i>Анкит Шарма</i> Серіктес жануарлардың қоректенуіндегі ішек микробиомасы: жаңа ғылыми бағыттар, функционалдық рациондар және дербестендірілген үй жануарлары тағамы стратегиялары.....	162
<i>Ж.Н. Үсенова, А.К. Түлекбаева, В.И. Хиневич, Л.А. Мамаева</i> Селен және KAZvit витамин-минералдық кешенімен байытылған бидай ұнынан нан өндірудің технологиялық аспектілері.....	168

МАЗМҰНЫ

Тоқыма және киім технологиясы, дизайн

<i>А.С. Абишова</i> Трикотаж ұйық бұйымдарының сапасын арттыру жолдары.....	180
<i>Ф.И. Ким, А.О. Рүстемова</i> Аяқ киім үстіңгі қабатының дайындамасын аяқ киім қалыбы арқылы қалыптау кезіндегі созып кермелеудің ұтымды параметрлерін зерттеу.....	188
<i>С.Ш. Таипулатов, Д.Б. Бобожонова</i> Балалар киімінің өзектілігі, гигиеналық және дизайн талаптары, сондай- ақ оны жобалау кезінде денсаулық, психология және экология факторларын ескеру.....	195
<i>К.Ж. Дюсенбиева, Г.Б. Бекбатыр</i> Жүн материалдарын экологиялық таза бояу: табиғи бояғыштардың мүмкіндіктері.....	199
<i>А. Буркитбай, И.М. Джурунская, Ұ. Құрманбекқызы, М.А. Орманова</i> Денсаулыққа арналған электрондық трикотаж: мониторинг, терапия және комфорт.....	204
<i>А.Ж. Талгатбекова, Т.М. Алданаева, М.М. Езиева, А.М. Сабитова</i> Қазіргі сән индустриясының тұрақты дамуы контекстіндегі этноэкологиялық дәстүрлер.....	210
<i>А.Е. Жуманазарова, Ж.С. Кенесбек</i> Аурухана пациенттеріне арналған арнайы киімді дайындау ерекшеліктері.....	220
<i>Р.М. Егемберди, Р.Ш. Мирзамуратова, А.К. Абдикаева, А.А. Купенова, А.А. Қойланова, А.С.Беккулиева</i> Табиғи экстрактінің былғарыны әрлеу барысында антиоксиданттық қасиеті.....	226
<i>И.Ш. Хақимжонов, М.А. Хасанова</i> Классикалық стильдегі әйелдер киімін өндірудің теориялық негіздері.....	233

СОДЕРЖАНИЕ

Технология пещевой перерабатывающей промышленности

<i>М.М. Шаранатова, К.С. Исаева</i>	
Модификация мышечной структуры баранины под действием посолочной смеси, обогащенной молочнокислыми бактериями.....	5
<i>Ш.Б. Байтукенова, С.Б. Байтукенова, С.С. Алдабергенова, М.К. Изтилеуов, Г.Т. Юсупова, Ж.А. Искакова</i>	
Совершенствование технологии варено-копченой колбасы с использованием молочнокислых микроорганизмов.....	16
<i>А.А. Макенова, С.Д. Мусаева, Г.Т. Туменова, Ж.Б. Калдыбекова, С.Н. Туменов</i>	
Биохимическая трансформация семян <i>Vigna radiata</i> L. сорта «Жасыл дән» в условиях ферментации с применением сахарозы.....	26
<i>А.Е. Абитбек, С.Т. Жиенбаева, Л. Жолболды, А.А. Керимбаева</i>	
Разработка рецептов комбикормов для откорма молодняка крупного рогатого скота с использованием сорго	33
<i>М.К. Алимарданова, М.С. Сериккызы, А.Н. Курманали, Ш.А. Абжанова, Л.К. Байболова</i>	
Повышение качества и безопасности мясных изделий за счёт цифрового контроля условий хранения.....	40
<i>У.Ч. Чоманов, Г.Е. Жумалиева, Г.С. Кененбай, Ә.К. Борибай</i>	
Влияние биологически активной добавки на химический состав молока.....	47
<i>М.П. Байысбаева, М.Н. Мамыраев, М.Е. Сейсеналы, Д. Г. Омирзахова</i>	
Получение муки из полбы и комплексная оценка её хлебопекарных свойств.....	56
<i>Д.А. Комилова, Н.А. Тошходжаев</i>	
Влияние добавки порошка лука розенбаха (сиёхалаф) на биологическую ценность и минеральный состав пшеничного хлеба.....	66
<i>Б.М. Искаков, М.М. Какимов, А.М. Шуленова, М.Т. Мурсалыкова, Г.А. Кокаева</i>	
Функциональные свойства кедровых орехов и перспективы их использования в производстве функциональных пищевых продуктов.....	75
<i>А.А. Амантаева, Н.Б. Батырбаева, Ж.С. Алимкулов, К.Т. Шаулиева, К.Н. Фазылова</i>	
Влияние нетрадиционных отходов масличных культур на молочную продуктивность коров.....	82
<i>Я.М. Узаков, М.А-А. Калдарбекова, И.М. Чернуха, А.Н. Тортай</i>	
Влияние гидролизата коллагена и растительного антиоксиданта на структурные характеристики вареных колбас.....	88
<i>О.Ш. Исмоилова, Дж.А. Рахмонова, Н.А. Тошходжаев</i>	
Определение потребительских свойств боярышника сортов северного Таджикистана.....	98
<i>Д.Т. Тапалов, Т.К. Кулажанов, А.И. Матибаева, Б.Ш. Джетписбаева, А.А. Мусаев</i>	
Изменение аминокислотного профиля мягкого сыра из козьего молока при внесении биологически активных компонентов.....	104
<i>Г. Мажит, Н.С. Машанова, Б. Калемшиарив, Л.Г. Кудренова, Б.К. Оспанова</i>	
Технология производства йогурта из обезжиренного козьего молока и исследование его пищевых и функциональных свойств.....	114
<i>Ж.Т. Букабаева, У.Е. Асанова, А.Е. Турсынханова, Р.У. Ашакаева, Б.Н. Касымханова</i>	
Совершенствование технологии производства молочных продуктов путем добавления растительного сырья.....	123
<i>А.Х. Дусматов</i>	
Порошок из шелковицы в сравнении с порошками распространённых ягод: состав и свойства.	131
<i>А.Т. Ибраихан, А.Б. Абуова, М.Ж. Кизатова</i>	
Разработка и техно-функциональный анализ мягкого мороженого на основе сублимированного верблюжьего молока с облепихой.....	138

<i>Н.Б. Даутканов, Ж.К. Усембаева, Д.Р. Даутканова, А.Т. Кажымурат, С.Л. Исмагуллаев</i> Промышленный потенциал и экспортные преимущества глубокой переработки зерна в Казахстане.....	147
<i>Ришав Кумар</i> Точная ферментация и культивируемые белки: переосмысление производства белка и стратегий питания в современных системах кормов для домашних животных — мини-обзор.....	157
<i>Анжит Шарма</i> Кишечный микробиом в питании домашних животных-компаньонов: новые научные данные, функциональные рационы и стратегии персонализированного корма.....	162
<i>Ж.Н. Усенова, А.К. Тулекбаева, В.И. Хиневич, Л.А. Мамаева</i> Технологические аспекты производства хлеба из пшеничной муки, обогащённой селеном и витаминно-минеральным комплексом KAZvit.....	168

СОДЕРЖАНИЕ

Технология текстиля и одежды, дизайн

<i>А.С. Абишова</i> Пути повышения качества трикотажных чулочно-носочных изделий.....	180
<i>Ф.И. Ким, А.О. Рустемова</i> Исследование параметров рациональной вытяжки заготовки верха обуви при формовании на колодке.....	188
<i>С.Ш. Таипулатов, Д.Б. Бобожонова</i> Актуальность и востребованность детской одежды, гигиенические и дизайнерские требования, а также учет факторов здоровья, психологии и экологии при её проектировании	195
<i>К.Ж. Дюсенбиева, Г.Б. Бекбатыр</i> Экологичное крашение шерстяных материалов: возможности натуральных красителей.....	199
<i>А. Буркитбай, И.М. Джуриная, У. Курманбеккызы, М.А. Орманова</i> Электронный трикотаж для здоровья: мониторинг, терапия и комфорт.....	204
<i>А.Ж. Талгатбекова, Т.М. Алданаева, М.М. Езиева, А.М. Сабитова</i> Этноэкологические традиции в контексте устойчивого развития современной индустрии моды.....	210
<i>А.Е. Жуманазарова, Ж.С. Кенесбек</i> Особенности разработки спецодежды для пациентов больниц.....	220
<i>Р.М. Егемберди, Р.Ш. Мирзамуратова, А.К. Абдикаева, А.А. Купенова, А.А. Койланова, А.С. Беккулиева</i> Антиоксидантные свойства натурального экстракта при отделке кожи.....	226
<i>И.Ш. Хакимжонов, М.А. Хасанова</i> Теоретические основы производства женских изделий классического стиля.....	233

CONTENTS

Food and processing industry technology

<i>M. Sharapatova, K. Issayeva</i> Modification in the muscle structure of mutton under the action of a salting mixture enriched with lactic acid bacteria.....	5
<i>Sh.B. Baitukenova, S.B. Baitukenova, S.S. Aldabergenova, M.K. Iztileuov, G.T. Yussupova, Zh.A. Iskakova</i> Improvement of technology for producing boiled-smoked sausage using lactic acid microorganisms.....	16
<i>A.A. Makenova, S.D. Mussayeva, G.T. Tumenova, Z.B. Kaldybekova, S.N. Tumenov</i> Biochemical transformation of <i>Vigna radiata</i> L. «Zhasyl dan» seeds under fermentation with the application of sucrose.....	26
<i>A.E. Abitbek, S.T. Zhienbaeva, L. Zholboldy, A.A. Kerimbaeva</i> Development of recipes for combined feed for feeding young cattle using sorgo.....	33
<i>M.K. Alimardanova, M.S. Serikkyzy, A.N. Kurmanali, Sh.A. Abzhanova, L.K. Baibolova</i> Improving the quality and safety of meat products through digital control of storage conditions.....	40
<i>U.Ch. Chomanov, G.E. Zhumalieva, G.S. Kenenbay, A.K. Boribay</i> Effect of the dietary supplement on the chemical composition of milk.....	47
<i>M.P. Baiysbayeva, M.N. Mamyrayev, M.E. Seisenaly, D.G. Omirzakhova</i> Technology of spelt flour production and comprehensive evaluation of its baking properties.....	56
<i>D.A. Komilova, N.A. Toshkhodjaev</i> Influence of rosenbach onion powder addition on the biological value and mineral composition of wheat bread.....	66
<i>B. Iskakov, M. Kakimov, A. Shulnova, M. Mursalykova, G. Kokayeva</i> Functional properties of pine nuts and prospects for their use in the production of functional food products.....	75
<i>A.A. Amantayeva, N.B. Batyrbayeva, Zh. S. Alimkulov, K.T. Shayliyeva, K.N. Fazylova</i> The impact of non-traditional oilseed waste on dairy productivity of cows.....	82
<i>Ya.M. Uzakov, M.A-A. Kaldarbekova, I.M. Chernukha, A.N. Tortai</i> Effect of collagen hydrolysate and plant antioxidant on the texture parameters of cooked sausages.....	88
<i>O. Sh. Ismoilova, J. A. Rahmonova, N.A. Toshkhodjaev</i> Definition consumptive internals hawthorn sort of north Tajikistan.....	98
<i>D.T. Tapalov, T.K. Kulazhanov, A.I. Matibaeva, B.Sh. Jetpisbayeva, A.A. Mussayev</i> Changes in the amino acid profile of soft goat milk cheese upon the addition of biologically active components.....	104
<i>G. Mazhit, N.S. Mashanova, B. Kalemshariv, L.G. Kudrenova, B.K. Ospanova</i> Technology of yogurt production from skimmed goat milk and study of its nutritional and functional properties.....	114
<i>Zn.T. Bukabayeva, U.E. Assanova, A.E. Tursynkhanova, R.U. Ashakayeva, B.N. Kasymhanova</i> Improving dairy product technology through the addition of plant-based raw materials.....	123
<i>A.Kh. Dusmatov</i> Silk powder compared to common berry powders: composition and properties.....	131
<i>A.T. Ibraikhan, A.B. Abuova, M. Zh. Kizatova</i> Development and techno-functional analysis of soft ice cream based on freeze-dried camel milk with sea buckthorn.....	138
<i>N.B. Dautkanov, Zh.K. Usembayeva, D.R. Dautkanova, A.T. Kazhymurat, S.L. Ismatullayev</i> Industrial potential and export advantages of deep grain processing in Kazakhstan.....	147
<i>Rishav Kumar</i> Precision fermentation and cultured proteins: redefining protein production and nutritional strategies in modern pet food systems-mini review.....	157

Ankit Sharma

The gut microbiome in companion animal nutrition: emerging science, functional diets, and personalized pet food strategies..... 162

Zh.N. Ussenova, A.K. Tulekbaeva, V.I. Khinevich, L.A. Mamaeva

Technological aspects of bread production from wheat flour enriched with selenium and the KAZvit vitamin-mineral complex..... 168

CONTENTS

Textile and clothing technology, design

A.S. Abishova

Ways to improve the quality of knitted hosiery products..... 180

F.I. Kim, A.O. Rustemova

Study of the parameters of rational stretching of shoe upper blanks during last formation..... 188

S.SH. Tashpulatov, D.B. Bobojonova

Relevance of children's clothing, hygienic and design requirements, and consideration of health, psychological, and environmental factors in its design..... 195

K.Zh. Dyussenbiyeva, G.B. Bekbatyr

Ecological dyeing of wool materials: the possibilities of natural coloring agents..... 199

A. Burkhitbay, I.M. Jurinskaya, U. Kurmanbekkyzy, M.A. Ormanova

Electronic knitwear for health: monitoring, therapy, and comfort..... 204

A.Zh. Talgatbekova, T.M. Aldanayeva, M.M. Yeziyeva, A.M. Sabitova

Ethnoecological traditions in the context of the sustainable development of the modern fashion industry..... 210

A.E. Zhumanazarova, Zh.S. Kenesbek

Features of the development of special clothing for hospital patients..... 220

R.M. Yegemberdi, R.Sh. Mirzamuratova, A.K. Abdikaeva, A.A. Kупenova, A.A. Koilanova,

A.S. Bekkulyeva

Antioxidant properties of natural extract during the leather finishing..... 226

I.S. Khakimjonov, M.A. Hasanova

Theoretical foundations of the production of women's classical-style garments..... 233

Сдано в набор 10.03.2026. Подписано в печать 20.03.2026
Формат 60x84 1/18. Бумага офсетная. Печать RISO.
Объем 14,3 у.п.л. Тираж 50 экз. Заказ № 535

Отпечатано в издательском отделе АТУ
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100