

ISSN 2304-5683
ISSN online 2710-0839



3, 2025

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**
Научный журнал

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



ISSN 2304-5683
ISSN online 2710-0839

**АЛМАТЫ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Басылым 3 (149)



**ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 3 (149)

**THE JOURNAL
OF ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

Issue 3 (149)



АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

1996 жылдан бастап шығарылады

№3 (149) 2025

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 – Б. Әділбекқызы

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, 2025



**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Издается с 1996 г.

№3 (149) 2025

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

СОБСТВЕННИК:

АО «Алматинский технологический университет»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

Шухратджон Назаров – доцент Технологического университета Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Хейс Стивен Джордж – профессор Манчестерского университета, Манчестер, Великобритания

Джованна Феррари - профессор Университета Салерно, Салерно, Италия

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

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

Калаоглы Фатма – профессор Стамбульского технического университета, Стамбул, Турция

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

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

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 Бактыкерейкызы – 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 – Б. Әділбекқызы

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, 2025



THE JOURNAL OF ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Published since 1996

№3 (149) 2025

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

THE OWNER:

«Almaty Technological University» JSC

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

Giovanna Ferrari - Professor at the University of Salerno, Italy

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REPRESENTATIVES OF THE EDITORIAL:

Zhanayeva Altynay – 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 – B. Adilbekkyzy

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, 2025

СҮТ НЕГІЗІНДЕ ӘЗІРЛЕНГЕН ФУНКЦИОНАЛДЫ ӨНІМНІҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІК КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

А.Т.КОЖАБЕРГЕНОВ* , В.С. ЖАМУРОВА , Д.Ж. ҚОНЫСБЕКОВА 

(Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
050002, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы 8)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: kozhabergenov79@yandex.ru*

Қазіргі уақытта халықтың өмір сүру жағдайын жақсарту үшін функционалды тамақ өнімдерін пайдалану болашақта дамытуға тұрарлық бағыт болып табылады. Сиыр сүті мен өсімдік шикізаты негізінде асқабақ есбесі алынып, кешенді биойогурт әзірленген рецептурасының негіздемесі келтірілген. Дайындалған биоөнім бойынша асқабақ сығындысын әртүрлі мөлшерде қосылды (10%, 15%, 20%). Алынған өнімді талдау оның барлық органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштерге сәйкестігін, сондай-ақ титрлік қышқылдығы (°Т), рН деңгейі зерттелді. Өлшеу нәтижелері бойынша барлық үлгілердің рН деңгейі 4,16 – 4,18 аралығында болды. Йогурттың рН көрсеткіші 4,0 – 4,6 аралығында болуы тиіс, сондықтан алынған нәтижелер стандарт талаптарына сәйкес келеді. Сүт өнімдеріндегі ерекше қауіп төндіретін заттар: антибиотиктер мен сульфаниламидті заттар, нитрофурандар, пестицидтер, беттік белсенді заттар, хлор дезинфекциялық заттар, сутегі асқын тотығы, формалин, сірке қышқылы болып табылады. Сондықтан дайын өнім жасалып, дайын йогурттағы антибиотик қалдықтары зерттелді. Йогурттағы антибиотиктердің болуы өнімнің қауіпсіздігіне, сүтқышқылды бактериялардың тіршілік қабілетіне және сүттің ашу процесіне тікелей әсер етеді. Алынған микробиологиялық мәліметтерге сәйкес, асқабақ сығындысы қосылған йогуртта патогендік микрофлора жоқ, ол қауіпсіз, оның жсарамдылық мерзімі сақтау жағдайларына байланысты.

Негізгі сөздер: сиыр сүті, асқабақ, йогурт, сүт өнімдері, қауіпсіздік көрсеткіштері.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ, РАЗРАБОТАННОЙ НА ОСНОВЕ МОЛОКА

А.Т. КОЖАБЕРГЕНОВ*, В.С. ЖАМУРОВА, Д.Ж. КОНЫСБЕКОВА

(Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
050002, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Абая 8)
Электронная почта автора-корреспондента: kozhabergenov79@yandex.ru*

Для улучшения условий жизни населения перспективным направлением является использование функциональных продуктов питания. В данной работе приводится рецептура, по которой, на основе коровьего молока и растительного сырья - мякоть тыквы, разработан комплексный биойогурт. В состав приготовленного биопродукта добавляют экстракт тыквы в различных количествах (10%, 15%, 20%). Были проведены анализы готового продукта, такие как соответствие его органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, а также был определен уровень титруемой кислотности (°Т), рН. По результатам измерений уровень рН всех образцов находился в пределах 4,16 – 4,18. Показатель рН йогурта должен быть в пределах 4,0-4,6, поэтому полученные результаты соответствуют нормативным требованиям. Особо опасными веществами в молочных продуктах являются: антибиотики и сульфаниламидные вещества, нитрофураны, пестициды, поверхностно-активные вещества, хлордезинфицирующие средства, перекись водорода, формалин, уксусная кислота. Поэтому был разработан готовый продукт и исследованы остатки антибиотиков в готовом йогурте. Как известно, наличие антибиотиков в йогурте напрямую влияет на безопасность продукта, жизнеспособность молочнокислых бактерий и эффективность процесса заквашивания. Согласно полученным микробиологическим данным, йогурт с мякотью тыквы не содержал патогенной микрофлоры, безопасен, срок его годности зависит от условий хранения.

Ключевые слова: коровье молоко, тыква, йогурт, молочные продукты, показатели безопасности.

STUDY OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF A FUNCTIONAL PRODUCT DEVELOPED ON THE BASIS OF MILK

KOZHABERGENOV*, V.S. ZHAMUROVA, A.T. D.J. KONISBEKOVA

(Kazakh National Agrarian Research University,
050002, Kazakhstan, Almaty, Abai Avenue 8)

Corresponding author's e-mail: kozhabergenov79@yandex.ru*

To improve the living conditions of the population, the use of functional food products is a promising direction. This paper presents a recipe according to which a complex bio-yogurt has been developed based on cow's milk and vegetable raw materials – pumpkin pulp. Pumpkin extract is added to the composition of the prepared biological product in various quantities (10%,15%,20%). Analyses of the finished product were carried out, such as its compliance with organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters, and the level of titrated acidity (°T) and pH was determined. According to the measurement results, the pH level of all samples was in the range of 4.16 – 4.18. The pH value of yogurt should be in the range of 4.0-4.6, therefore, the results obtained comply with regulatory requirements. Particularly dangerous substances in dairy products are: antibiotics and sulfonamide substances, nitrofurans, pesticides, surfactants, chlorine disinfectants, hydrogen peroxide, formalin, acetic acid. Therefore, the finished product was developed and the remains of antibiotics in the finished yogurt were investigated. It is known that the presence of antibiotics in yogurt directly affects the safety of the product, the viability of lactic acid bacteria and the effectiveness of the fermentation process. According to the microbiological data obtained, yogurt with pumpkin pulp did not contain pathogenic microflora, is safe, and its shelf life depends on storage conditions.

Keywords: cow's milk, pumpkin, yogurt, dairy products, safety indicators.

Kipicne

Қазіргі уақытта тауарларды тұтыну, олардың қызметтерінің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету, ұйымның тұрақты дамуы және оның бизнес-процестерін жүзеге асыру үшін жағдайлар жасау, оларға жасалатын қызметтердің нәтижелеріне мүдделі барлық тараптардың қажеттіліктерін қанағаттандыру өзекті болып табылады. Өйткені тұтынушылардың сапасы төмен, қауіпті өнімдерді тұтыну салдарынан денсаулықтарына зиян келетіндігі белгілі. Осыған орай, халықты сапалы қауіпсіз тамақ өнімдерімен қамтамасыз етуде және жұқпалы аурулардың алдын алып, қауіп-қатерлерді жою мақсатында өнім сапасын жақсарту үшін түбегейлі өзгерістер енгізу өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Жалпы сүт және сүт өнімдері адамның күнделікті тамақтануында биологиялық және тағамдық құндылығы жағынан маңызды орын алатын өнім. Кейбір ағзаға қажетті биологиялық заттар мен ағзаға қажетті минералдар мен химиялық элементтер өздігінен түзіле алмайды. Сондықтан олар азықты тұтыну арқылы қабылданады. Сүт өнімдерінің ішінде биоөнім дайындау қазіргі таңда өзекті мәселелердің бірі ретінде қаралып отыр. Биоөнімдер әдеттегі өнімдерден өзінің бай құрамымен ерекшеленеді.

Құрамында пробиотиктермен қатар, пребиотиктермен байытылған өнім саналады [1-3].

Биоөнімдерді кішкентай балалар мен әр түрлі аурулармен ауырған науқастарға ұсынылады, мысалы: ішек дисбиозы (әр түрлі ауырлық дәрежесі, соның ішінде антибиотикалық терапия, сәулелік, гормондық және химиотерапиядан туындаған), вирустық ішек инфекциясы, вирустық гепатит, асқазан-ішек функциясының бұзылуы (әр түрлі этиология, соның ішінде іш қату, диарея, күйдіргі), колит, энтероколит, интоксикация, метаболикалық бұзылулар (азық-түлікке төзбеушілік құбылыстары), тұрмыстық және өндірістік стресстік жағдайлар. Сондай-ақ профилактикалық мақсатта ішектің қалыпты микрофлорасын сақтау және сау ересектер мен балаларда дисбиоздың дамуын болдырмауға септігін тигізеді [4-7].

Тағам өнеркәсібінде функционалды өнімдерге деген сұраныс күн санап артып келеді. Адам денсаулығын жақсартуға бағытталған тағам өнімдері заманауи тамақтану саласында маңызды орын алуда. Функционалды өнімдердің ішінде сүт негізінде әзірленген биойогурттер ерекше орын алады. Олардың құрамында пробиотикалық микроорганизмдер, дәрумендер және биологиялық белсенді қосылыстар бар, олар ас қорыту жүйесін

жақсартады және жалпы денсаулыққа оң әсер етеді [8-11].

Сүт өнімдеріндегі ерекше қауіп төндіретін заттар: антибиотиктер мен сульфаниламидті заттар, нитрофурандар, пестицидтер, беттік белсенді заттар, хлор дезинфекциялық заттар, сутегі асқын тотығы, формалин, сірке қышқылы болып табылады. Антибиотиктердің қалдық мөлшері бар өнімдерді жүйелі түрде қолданған кезде адам ағзасында олардың әсеріне төзімділік пайда болады. Сүт өнімдеріндегі антибиотиктердің және кейбір дәрі-дәрмектердің қалдық мөлшерінің болуы адамдарда аллергиялық реакциялар мен дисбиоздың пайда болуына әкелуі мүмкін [12-15].

Сүт негізінде даярланған функционалды өнімді зерттей отырып, сапа көрсеткіштерін анықтау, сонымен қатар сүт өнімінің қауіпсіздігін қадағалай отырып, толыққанды өнім даярлау және әзірленген дайын өнімнің толық құндылығын зерттеу – өзекті болып табылады.

Жаңалығы

Майлылығы аз, асқабақ сығындысы мен дәні қосылған биоөнім дайындау, әзірленген өнімнің тағамдық құндылығын және қауіпсіздігін бақылау. Асқабақ сығындысы мен дәндерінің үйлесімін қадағалау. Биоөнімнің сапа көрсеткіштері мен қауіпсіздігін анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде сиыр сүті, асқабақ сығындысы және сүттен жасалынған биоөнім алынды. Зерттеу жұмыстары Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институтының, «Тағам өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін зерттеу» зертханасында және Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Сүт өнімдерінің референттік зертханасында» зерттелді.

Алматы қаласына облыстардан жеткізілетін сиыр сүттері алынды. Сүттер алдымен органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық тексеруден өткізілді. Содан кейін үлгілері алынып, зерттеуге жіберілді. Сүттердің үлгілеріне MilkoScan FT 1 сүт анализаторында төменде көрсетілген әдістер бойынша сынамалар жасалынды. Асқабақ сығындысы қосылған биойогурт өнімі жасалынып, физика-химиялық,

микробиоло-гиялық және қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелді.

MilkoScan FT1 аппараты – сүт және сүт өнімдерінің химиялық құрамын жылдам және дәл анықтауға арналған инфрақызыл спектроскопия әдісін қолданатын зерттеу құралы. Бұл аппарат Danish FOSS компаниясы (Дания) арқылы шығарылған және сүт өнеркәсібінде кеңінен қолданылады. MilkoScan FT1 алғашқы рет нарыққа 2008 жылы ұсынылған. Қазіргі кезде оның жетілдірілген нұсқалары қолданыста.

Сүт үлгілеріне органолептикалық көрсеткіштері МЕМСТ 23327—98 сәйкес, МЕМСТ 3624-92 Сүт және сүт өнімдері. Титрометриялық әдістер қышқылдықты анықтау әдістерімен анықталды. Әдіс фенолфталеин индикаторының қатысуымен өнімнің құрамындағы қышқылдар мен олардың тұздарын күйдіргіш сілтінің ерітіндісімен бейтараптандыруға негізделген. Белсенді қышқыл-дық зертханалық рН-метрдің көмегімен анықталды.

Нәтижелер және оларды талдау

Зерттеу жұмысы сиыр сүті алынып, оның құрамын тексеруден басталды, асқабақ дәндері алынып, биоөнім бойынша асқабақ сығындысы әртүрлі мөлшерде қосылды, содан кейін функционалды биойогурттың сапасы мен қауіпсіздік көрсеткіштерін анықтауға бағытталды. Әсіресе, сүт негізіндегі йогуртке асқабақ сығындысын қосу арқылы оның тағамдық құндылығын арттыру мәселесі қарастырылды. Асқабақ сығындысы құрамында табиғи антиоксиданттар, дәрумендер және минералдар бар болғандықтан, оның қосылуы өнімнің биологиялық белсенділігін жоғарылатады. Ғылыми зерттеулердің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін зертханалық жұмыс маңызды рөл атқарады.

Зертханалық зерттеулер барысында сүт негізіндегі өнімдердің қышқылдық деңгейін, тұтқырлығын, тығыздығын және басқа да технологиялық параметрлерін анықтау әдістері зерттелді. Зертханалық тәжірибелер барысында стерильді жағдайда жұмыс істеу әдістері, арнайы қоректік орталарда бактерияларды өсіру және микроскопиялық зерттеулер жүргізілді. Сиыр сүтінен алынған үлгілердің органолептикалық көрсеткіштері 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1. Сүттің органолептикалық көрсеткіштері

№	Көрсеткіш атауы	Сынау әдістеріне НҚ нормасы	Нақты нәтиже	Сынау әдісіне НҚ
1	Дәмі мен иісі	Сиыр сүті таза, бөгде иіссіз және дәмсіз	Сиыр сүті таза, бөгде иіссіз және дәмсіз	МЕМ СТ 23327—98 МЕМ СТ 5867-90
2	Консистенциясы	Біртекті тұнбасыз	Біртекті тұнбасыз	
3	Түсі	Ақ, сарғыш түсті	Ақ, сарғыш түсті	

1-кестеде МЕМСТ 23327—98, МЕМСТ 5867-90 сынау әдісінде алынған сиыр сүтінің органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Сынамада таза, жаңа сауылған сүт болғандықтан таза және бөгде иісі жоқ. Консистенциясы біртекті тұнбасыз және үлпексіз болды. Түсі ақ, сарғыш түсті. Жалпы, сиыр сүті үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері стандартқа сәйкес болды.

Сонымен қатар, өнімдегі пайдалы бактериялардың тіршілік ету қабілеттілігі мен олардың сақтау мерзімі барысында өзгеру динамикасы зерттелді. Микробиологиялық талдаулар йогурттағы пробиотикалық микроорганизмдердің өсу қарқындылығын, олардың әртүрлі температуралық жағдайларда сақталу ерекшеліктерін бағалауға бағытталды.

Кесте 2. Дайындалған биоөнім бойынша асқабақ сығындысын әртүрлі мөлшерде қосылған (10%,15%,20%) өнімнің физика-химиялық көрсеткіштері

Өнім түрі	Өнім	Қайталау	Май (%)	Ақуыз (%)	Қышқылдық (°Therner)	Қату нүктесі (m°C)	Лактоза (%)
0%	Бақылау үлгісі	1	2,68	3,49	37,07	-0,482	4,07
		2	2,94	3,81	40,68	-0,529	4,42
		Орташа мөлшері	2,81	3,65	38,87	-0,505	4,25
10%	Биойогурт	1	2,59	3,46	32,98	-0,65	10,96
		2	2,69	3,56	33,89	-0,66	11,24
		Орташа мөлшері	2,64	3,51	33,44	-0,65	11,1
15%	Биойогурт	1	2,57	3,45	32,33	-493,8	10,85
		2	2,66	3,56	33,13	-508,3	11,14
		Орташа мөлшері	2,61	3,51	32,73	-501	10,99
20%	Биойогурт	1	2,57	3,46	31,44	-489,5	10,82
		2	2,66	3,58	32,33	-495,6	11,11
		Орташа мөлшері	2,62	3,52	31,89	-492,6	10,97

Кестедегі йогурттың қышқылдық деңгейі МЕМСТ 3624-92 стандартына сәйкес, титрлеу әдісі арқылы анықталды. Бұл әдіс бойынша өнімнің титрленетін қышқылдығы Тернер градусымен (°T) өлшенді. Титрлік қышқылдығы

бойынша зерттелген барлық 0,10,15,20% асқабақ сығындысы қосылған көрсеткіштері стандарт талаптарына сәйкес, ешқандай өзгерістер байқалмады.

Кесте 3. Физика-химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	Норма бойынша	Нақты нәтижелері			
			Үлгі №1	Үлгі №2	Үлгі №3	Үлгі №4
1	2	3	4	5	6	7
Физика-химиялық көрсеткіштер						
1	МЕМСТ 23327-98 Сүт және сүт өнімдері. Кьельдаль бойынша жалпы ақуыздың массалық үлесін анықтау	2,8 %	3,65	3,51	3,51	3,52
2	МЕМСТ 5867-90 Сүт және сүт өнімдері. Майды анықтау әдістері	0,5-тен 10,0-ге дейін.	2,81	2,64	2,61	2,62
3	МЕМСТ 25101-82 Қату нүктесін анықтау әдісі	Минус 0,505-тен мин 0,575°C-қа дейін	- 0,598	- 0,589	- 0,614	- 0,615
4	МЕМСТ 3625-84 Сүт және сүт өнімдері тығыздықты анықтау әдістері	1027-1030 кг/м ³ бастап	1017, 3	1016, 4	1016	1015, 4
5	МЕМСТ 3624-92 Сүт және сүт өнімдері. Қышқылдықты анықтаудың титриметриялық әдістері	75-тен 140-қа дейін.	95,8	101,6	103,8	105,7

Өнімнің физика-химиялық көрсеткіште-рін зерттегенде ақуызды, майды және тығыздықты және қышқылдығын анықтағанда, өнім стандарт талаптарына сәйкес болғанын көрсетті.

Биойогурт өнімін құрамын құрастыру кезінде адам ағзасына оның тіршілігін қамтамасыз ететін барлық қажетті құрам бөліктерінің түсу қажеттілігін ескеру керек. Жаңа құрама биойогурт өнімі дәстүрлі технология бойынша жасалған өнімдермен

салыстырғанда тағамдық құндылығы жоғары. Асқабақ сығындысы қосылған йогурт өнімдерінің тағамдық құндылығын арттыру олардың құрамына дәстүрлі сүтқышқылды өнімдердің құрамында жоқ өсімдік текті биологиялық белсенді заттарды енгізумен байланысты: ниацин, пантотен қышқылы, бетанин, β-каротин, пектин заттары және басқалары.

Кесте 4. Биойогурт өнімінің қышқылдығын анықтау нәтижелері

№	Үлгі атауы	Титрленген қышқылдық (°Т)
1	Бақылау үлгісі	146
2	10% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	158
3	15% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	180
4	20% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	142

Биойогурттың рН көрсеткіші МЕМСТ 51478-99 стандартына сәйкес рН-метр көмегімен жүргізілді. рН деңгейін анықтау үшін электронды

рН-метр қолданылды. Өлшеу әр үлгіге қатысты үш рет жүргізіліп, орташа мәні есептелді.

Кесте 5. Дайын өнімнің рН анықтау нәтижелері

№	Үлгі атауы	рН деңгейі
1	Пробиотикалық йогурт	4,18
2	10% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	4,16
3	15% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	4,16
4	20% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	4,16

Өлшеу нәтижелері бойынша барлық үлгілердің рН деңгейі 4,16 – 4,18 аралығында болды. Йогурттың стандартты рН көрсеткіші 4,0 – 4,6 аралығында болуы тиіс, сондықтан алынған нәтижелер стандарт талаптарына сәйкес келеді.

Активті және титрлік қышқылдығын анықтаудың нәтижесі өнімді 7 тәулік сақтағаннан кейін ол стандартқа сай көрсеткіштерге ие болатындығын көрсетеді. Осылайша, 15 тәулікке дейін сақталатын сүтқышқылды өнімнің 7 тәуліктен артық сақтауға болады. Ол сүт және сүт өнімдерін өндірушілердің Ассоциациясымен берілген «ҚРСТ 1065-2002ж. Сүт өнімдері. Простокваша» (өңдеуші – т.ғ.д. Алимарданова М.К) стандартпен дәлелденген [8].

Йогурттағы антибиотик қалдықтарын анықтау. Шикі сүттің құрамында антибиотиктердің болуы сүт қышқылды сусындар мен йогурт дайындау процесіне қатысатын сүттің микрофлора мен ферменттерін өзгертеді, сүттегі ферменттік процесс пен пастеризация тиімділігін бағалауға кедергі болады. Сонымен қатар, сүт құрамындағы антибиотиктер сүт және сүт өнімдерінің сапасын бактериологиялық зерттеу кезінде қиындық тудырады. Жалпы алғанда,

сүтпен бірге адам ағзасына өткен антибиотиктер аллергиялық құбылыстар туғызып, дисбактериоздың, төзімді патогенді микроорганизмдердің пайда болуына, емдік мақсатта қолданған антибиотиктердің күшінің нашарлауына әкеліп соғады.

Техникалық регламенттер (ТР ТС 033/2013). Бұл зерттеуде Garant 4 Ultra Milk тест жүйесі арқылы табиғи (қоспасыз) йогурт пен құрамында 10%, 15%, 20% асқабақ сығындысы бар биойогурт үлгілеріндегі антибиотик қалдықтары зерттелді. Стандарт талаптарына сәйкес, сүт және сүт өнімдерінде антибиотик қалдықтары белгіленген шекті деңгейден аспауы тиіс.

- CAP (хлорамфеникол)
- STREP (стрептомицин)
- TETRA (тетрациклин)
- BETA (β-лактамыдық антибиотиктер).

Әрбір антибиотиктің болуын анықтау үшін арнайы тест жүйесі қолданылып, нәтижелер позитивті (Оң) немесе негативті (Теріс) ретінде белгіленді. Сонымен қатар, әр антибиотик үшін шың (пик) және коэффициент мәндері тіркелді.

Кесте 6. Йогурттағы антибиотик қалдықтарын анықтау

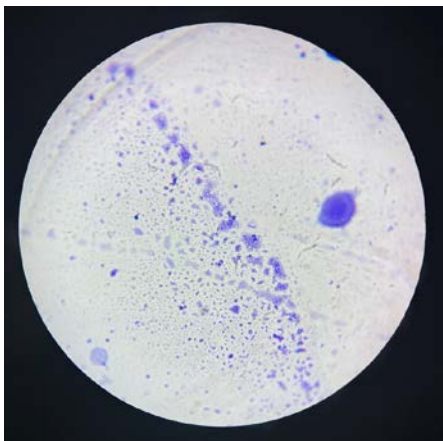
№	Үлгі атауы	Дей	CAP	STREP	TETRA	BETA
1	Тірі йогурт	218.4	теріс (674.5)	теріс (555.5)	теріс (576.5)	оң (131.1)
2	10% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	338.5	оң (6.1)	оң (2.1)	оң (3.9)	оң (3.5)
3	15% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	192.2	теріс (481.1)	теріс (1.8)	теріс (469.9)	оң (2.8)
4	20% асқабақ сығындысы қосылған биойогурт	203.9	теріс (361.6)	теріс (2.0)	теріс (446.4)	оң (3.2)

Барлық антибиотиктер теріс нәтиже (Теріс) көрсетіп тұр, яғни шекті мәннен аспайды. Бұл МЕМСТ және Техникалық регламенттерге (ТР ТС 033/2013) толық сәйкес келеді.

1-ші және 2-ші суретте микробиологиялық зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу барысында сұйылту әдісі арқылы мезоаэробты және

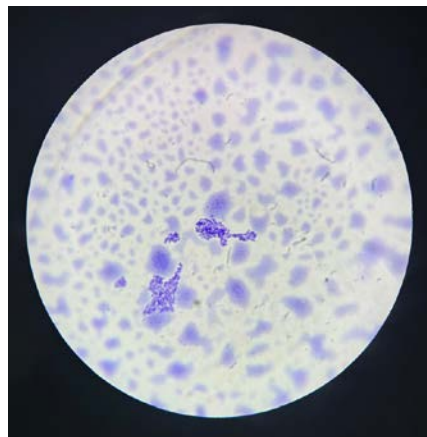
факультативті анаэробты микроорганизмдердің мөлшері анықталды. Нәтиже бойынша $131 \times 8 = 1048$ КОЕ/г көрсеткіші алынды, бұл МЕМСТ талаптарымен салыстырылып бағаланды.

Микроскопиялық зерттеу: 1-ші үлгіде R және S тәрізді бактериялар анықталды.



Сурет 1. R және S тәрізді бактериялар

2-ші үлгіде жүзім тәрізді коктар (*Staphylococcus* spp. болуы мүмкін) микроскоппен байқалды.



Сурет 2. Жүзім тәрізді коктар (*Staphylococcus* spp. болуы мүмкін)

Кесте 7. Микробиологиялық талдау әдістері

№	Көрсеткіштердің, өлшем бірліктерінің атауы	Норма бойынша	Нақты нәтижелері	
			Үлгі №1	Үлгі №2
1	Жалпы микробтық ластану (КОЕ/г)	$\leq 10^4$	1048	808
2	БГКП (колиформды бактериялар), 1 граммдағы	Жіберілмейді	Табылмады	Табылмады
3	Кейбір ашытқы және зең саңырауқұлақтар, 1 /г	≤ 100	45	45
4	<i>S. aureus</i> (<i>Staphylococcus aureus</i>), 1 граммдағы	Жіберілмейді	Табылмады	Табылмады
5	Патогендік микроорганизмдер, соның ішінде сальмонеллалар	Жіберілмейді	Табылмады	Табылмады

Кестеде көрсетілгендей, норма талаптарына сәйкес өнімде ішек таяқшалары анықталмаған, яғни микробиологиялық қауіпсіздік сақталған. Мезоаэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдердің мөлшері 1048 КОЕ/г деңгейінде және стандарттарға сай. Микроскопиялық зерттеуде анықталған бактериялар қосымша талдауды қажет етуі мүмкін, бірақ ішек инфекциясын қоздырушы патогендер болмағандықтан, негізгі микробиологиялық қауіп жоқ. Ішек таяқшалары (*Escherichia coli*) анықталған жоқ, бұл өнімнің санитарлық қауіпсіздігін көрсетеді.

Тағам өнімдерінде патогенді микроорганизмдердің болуын анықтау және тігін бұйымдарды залалсыздандыру әдістері қарастырылды. Микробиологиялық зерттеулердің нәтижелері тағам өнімдерінің сапасын

жақсартуға және олардың сақтау мерзімін ұлғайтуға ықпал ететін факторларды анықтауға көмектесті.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде сүт негізінде әзірленген функционалды йогурттың сапасы мен қауіпсіздік көрсеткіштері анықталды. Асқабақ сығындысын қосу арқылы өнімнің тағамдық құндылығы айтарлықтай артқаны байқалды йогурттың физика-химиялық қасиеттері стандарт талаптарына сай екені дәлелденді..

Йогурт құрамындағы пробиотикалық микроорганизмдер тіршілік қабілеттілігін сақтап, ас қорыту жүйесіне оң әсерін тигізетіні анықталды. Микробиологиялық зерттеулер нәтижесінде өнімде зиянды бактериялар мен антибиотиктер қалдықтары анықталған жоқ. Сонымен қатар, органолептикалық бағалау нәтижелері

дегустаторлардың көпшілігінің асқабақ сығындысы қосылған йогуртті жоғары бағалағанын көрсетті.

Жалпы алғанда, зерттеу жұмысының нәтижелері сүт негізіндегі функционалды биойогурттің өндіріске енгізілу мүмкіндігін көрсетеді. Бұл өнім адам денсаулығына пайдалы, экологиялық таза және нарықта жоғары сұранысқа ие болуға лайық.

Бұл зерттеу тағам өнімдерінің сапасын бағалаудағы ғылыми тәсілдердің маңыздылығын көрсетеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Яковлева С.Ю. [и др.]. Анализ рецептуры и свойств симбиотического йогурта Ползуновский вестник. _ 2022. _ № 2. -С. 65–73. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009. EDN: <https://elibrary.ru/gislkq>.

2. Гинойн Р.В., Назарова Н.Е., Бондарева Ю.Н. Технология производства йогурта функционального назначения, обогащенного смесью сухого порошка пророщенной пшеницы и пюре из черники и голубики //Вестник ВГУИТ., 2018. -Т. 80. № 4. -С. 283–287. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-283-287>

3. Белякова С.Ю., Красникова Л.В. Синбиотические кисломолочные продукты с растительными наполнителями для питания детей школьного возраста // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер.: Экономика и экологический менеджмент. -2014. -№ 1. -С. 13.

4. Atchareeya N., Ulaiwan W. Comparison of synbiotic beverages produced from riceberry malt extract using selected free and encapsulated probiotic lactic acid bacteria // Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 52. -Is. 5. -P. 467-476.

5. Adesulu-Dahunsi A.T., Jeyaram K., Sanni A.I. Probiotic and technological properties of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria isolated from cereal-based nigerian fermented food products // Food Control. 2018, Vol. 92. -P. 225-231.

6. Москвина Н.А., Голубцова Ю. В. Методические аспекты контроля качества молочных продуктов с растительными добавками / Н. А. Москвина, Ю. В. Голубцова // Техника и технология пищевых производств. - 2019. - Т. 49, № 1. - С. 32-42.: <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-32-42>

7. Надинова С.А., Алимарданова М.К., Чоманов У.Ч. Новые технологии в производстве активных биодобавок в молочной промышленности//Пищевая технология и сервис, 2005, №1.—С. 26-30.

8. Алимарданова М.К. Биотехнологические аспекты производства казахских национальных молочных продуктов/ YI МНПК «Живые системы и биологическая безопасность населения», РФ, Москва,

МГУПБ,15-16.11.2007. - С.8

9. Чаплыгина О.С., Козлова О.В. Оценка биологической безопасности молочных продуктов, содержащих антибиотики. //Техника и технология пищевых производств. Москва, Россия. 2023.Том 53 №1, -С. 192-201. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1>

10. El-Sayed A, Kamel M. Bovine mastitis prevention and control in the post-antibiotic era. Tropical Animal Health and Production. 2021;53(2). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02680-9>

11. Michael Lu, Yvonne Shiau, Jacklyn Wong, Raishay Lin, Hannah Kravis, Thomas Blackmon. Milk Spoilage: Methods and Practices of Detecting Milk Quality. Food and Nutrition Sciences, 2013, 4, 113-123 <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2013.47A014>

12. Todd R., Klaenhammer M. Bacteriocins of lactic acid bacteria // Biochimie. -1988. - V.70. - P.337-349.

13. Sandine WE., Muralidhara K.S., Elliker P.R. and Endland D.S. Lactis asid bacteria in foot and health A Review with Shcial reference to eteropathogeni Esherichia Coli as well as Centain enteric Diseases and their with antibiotics and Lactobacill 111. Milk Food Technol. 2018 Vol. 35. - №12. - p.670-691

14. Landers TF, Cohen B, Wittum TE, Larson EL. A review of antibiotic use in food animals: Perspective, policy, and potential. Public Health Reports. 2020;127(1):4-

22. <https://doi.org/10.1177/003335491212700103>

15.Treiber FM, Beranek-Knauer H. Antimicrobial residues in food from animal origin - A review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. Antibiotics. 2021;10(5). <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050534>

REFERENCES

1. Yakovleva S.Yu. [i dr.]. Analiz receptury i svojstv simbioticheskogo jogurta. Polzunovskij vestnik. 2022. № 2. C. 65–73. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009. EDN: <https://elibrary.ru/gislkq>.

2. Ginoyan R.V., Nazarova N.E., Bondareva Yu.N. Tehnologiya proizvodstva jogurta funkcionalnogo naznacheniya, obogashennogo smesyu suhogo poroshka proroshennoj pshenicy i pyure iz cherniki i golubiki //Vestnik VGUIT., 2018. -Т. 80. -№ 4. -P. 283–287. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-283-287>

3. Belyakova S.Yu., Krasnikova L.V. Sinbioticheskie kislomolochnye produkty s rastitelnymi napolnitelyami dlya pitaniya detej shkolnogo vozrasta // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Ser.: Ekonomika i ekologicheskij menedzhment. 2014. № 1. S. 13. (In Russian)

4. Atchareeya N., Ulaiwan W. Comparison of synbiotic beverages produced from riceberry malt extract

using selected free and encapsulated probiotic lactic acid bacteria // Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 52, Is. 5. -P. 467-476.

5. Adesulu-Dahunsi A.T., Jeyaram K., Sanni A.I. Probiotic and technological properties of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria isolated from cereal-based nigerian fermented food products // Food Control. 2018, Vol. 92. -P. 225-231.

6. Moskvina N.A., Golubcova Yu. V. Metodicheskie aspekty kontrolya kachestva molochnykh produktov s rastitelnymi dobavkami / N. A. Moskvina, Yu. V. Golubcova // Tehnika i tehnologiya pishevykh proizvodstv. - 2019. - T. 49, № 1. - S. 32-42.: <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-32-42> (In Russian)

7. Nadirova S.A., Alimardanova M.K., Chomanov U.Ch. Novye tehnologii v proizvodstve aktivnykh biodobavok v molochnoj promyshlennosti//Pishevaya tehnologiya i servis, 2005, №1.–S. 26-30. (In Russian)

8. Alimardanova M.K. Biotehnologicheskie aspekty proizvodstva kazahskikh nacionalnykh molochnykh produktov//YI MNPK «Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost naseleniya», RF, Moskva, MGUPB,15-16.11.2007, S.8(In Russian)

9. Chaplygina O.S., Kozlova O.V. Osenka biologicheskoi bezopasnosti molochnykh produktov, sodержащих antibiotiki. Tehnika i tehnologiya piševykh proizvodstv. Moskva, Rosia. 2023.Tom 53 №1, S 192-201. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1>

10. El-Sayed A, Kamel M. Bovine mastitis prevention and control in the post-antibiotic era. Tropical

Animal Health and Production. 2021;53(2). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02680-9>

11. Michael Lu, Yvonne Shiau, Jacklyn Wong, Raishay Lin, Hannah Kravis, Thomas Blackmon. Milk Spoilage: Methods and Practices of Detecting Milk Quality. Food and Nutrition Sciences, 2013, 4, 113-123 <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2013.47A014>

12. Todd R., Klaenhammer M. Bacteriocins of lactic acid bacteria // Biochimie. -1988. - V.70. - P.337-349.

13. Sandine WE., Muralidhara K.S., Elliker P.R. and Endland D.S. Lactis asid bacteria in foot and health A Review with ShECIAL reference to eteropathogeni Esherichia Coli as well as Centain enteric Diseases and their with antibiotics and Lactobacill 111. Milk Food Technol. 2018 Vol. 35. - №12. - p.670-691

14. Landers TF, Cohen B, Wittum TE, Larson EL. A review of antibiotic use in food animals: Perspective, policy, and potential. Public Health Reports. 2020;127(1):4-

22. <https://doi.org/10.1177/003335491212700103>

15. Treiber FM, Beranek-Knauer H. Antimicrobial residues in food from animal origin - A review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. Antibiotics. 2021;10(5). <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050534>

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Д.А. РАХМОНОВА* , Н.А. ТОШХОДЖАЕВ , А.Р. РАХИМОВА 

(Худжандский политехнический институт таджикского технического университета имени академика М. С. Осими)

Электронная почта автора корреспондента: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

В данной статье представлен анализ технологических результатов разработки пшеничного хлеба с использованием нетрадиционного сырья. Современные исследования показывают, что отдельные группы населения не соблюдают правила потребления пищи и потребляют очень мало продуктов с высоким содержанием биологически активных веществ. Достаточная доза добавления муки из проросшего нута в рецептурный состав пшеничного хлеба составляет от 10 до 20%, при этом размер прибыли и доходность финансирования зависят от объема производства такой продукции, что напрямую зависит от технического уровня производства, принятой технологии и организации процессов, рентабельности разработанного продукта. Это даст очень хорошие результаты для современной хлебопекарной промышленности. Современное производство, обеспечение функциональных свойств пищевых продуктов – это методы увеличения или уменьшения концентрации нутриентов, присутствующих в пищевом продукте, до уровня с нужным процентным соотношением. В связи с этим в данной работе разработан функциональный биоактивный хлеб из местного сырья.

Ключевые слова: индустриализация, технология, конкурентоспособность продукции, хлеб, хлебобулочные изделия, биологическая ценность, мука из проросшего нута, анализ качества, эффективность продукции, производительность, норма износа.

БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ НАН-ТОҚАШ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ӨНДІРУДІҢ ТИІМДІЛІГІ

Д. А. РАХМОНОВА*, Н.А. ТОШХОДЖАЕВ, А.Р. РАХИМОВА

(Академик М. С. Осими атындағы Тәжік техникалық университетінің Худжанд политехникалық институты)

Автор-корреспонденттың электрондық поштасы: rahmonovajamilya_1984@mail.ru*

Бұл мақалада дәстүрлі емес шикізатты қолдана отырып, бидай нанының технологиялық нәтижелерін талдау ұсынылған. Қазіргі зерттеулер көрсеткендей, халықтың жекелеген топтары тамақ тұтыну ережелерін сақтамайды және биологиялық белсенді заттарға бай тағамдарды өте аз тұтынады. Бұл көрсеткішті арттыру үшін бірқатар технологиялық әдістер бар, олардың бірі-өскен ноқат ұнының мысалында өсімдік тектес құнды биологиялық ресурсты пайдалану арқылы дайын өнімнің құрамын жақсарту. Бидай нанының рецепт бойынша құрамына өскен ноқат ұнын қосудың жеткілікті дозасы 10-нан 20%-ға дейін құрайды, ал пайда мөлшері мен қаржыландыру кірісі өндірістің техникалық деңгейіне, қабылданған технологияға және процестерді ұйымдастыруға, өндірілген өнімнің рентабельділігіне тікелей байланысты осындай өнімнің өндіріс көлеміне байланысты болады. бұл өндіріс үшін өте жақсы нәтиже береді қазіргі заманғы нан пісіру өнеркәсібі. Азық-түліктің функционалдық қасиеттерін қамтамасыз ету технологияларының бірі – азық-түлік құрамындағы ингредиенттің концентрациясын қажетті болжамды әсерге дейін арттыру (мысалы, күнделікті дозаға жету үшін байыту). Азық-түліктің функционалдық қасиеттерін қамтамасыз етудің тағы бір технологиясы функционалды ингредиентті қосу немесе ауыстыру немесе алып тастау болып табылады. Осыған байланысты бұл жұмыста жергілікті шикізаттан функционалды биоактивті нан жасалды.

Негізгі сөздер: индустрияландыру, технология, өнімнің бәсекеге қабілеттілігі, нан, нан өнімдері, биологиялық құндылығы, өскен ноқат ұны, сапаны талдау, өнімнің тиімділігі, өнімділігі, тозу жылдамдығы.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR BIOLOGICALLY ACTIVE BAKERY PRODUCTS AND THEIR PRODUCTION EFFICIENCY

D.A. RAKHMONOVA*, N.A. TOSHKHODJAEV, A.R. RAHIMOVA

(Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M. S. Osimi)

Corresponding author's email: rahmonovajamilya_1984@mail.ru

This article presents an analysis of the technological results of the development of wheat bread using non-traditional raw materials. Modern research shows that certain groups of the population do not follow the rules of food consumption and consume very few foods with a high content of biologically active substances. To increase these indicators, it is necessary to use a number of non-standard raw materials, one of which is to improve the composition of the finished product by using a valuable biological resource of plant origin, for example, flour from sprouted chickpeas. A sufficient dose of adding flour from sprouted chickpeas to the formulation of wheat bread ranges from 10 to 20%, while the amount of profit and profitability of financing depend on the volume of production of such products, which directly depends on the technical level of production, the adopted technology and organization of processes, and the profitability of the developed product. This will give very good results for the production of the modern bakery industry. Modern production and ensuring the functional properties of food products are methods of increasing or decreasing the concentration of nutrients present in a food product to a level with the required percentage. In this regard, a functional bioactive bread made from local raw materials has been developed in this work.

Keywords: industrialization, technology, product competitiveness, bread, bakery products, biological value, sprouted chickpea flour, quality analysis, product efficiency, productivity, wear rate.

Введение

Чтобы постоянно увеличивать производство продуктов питания для экспортеров и лучше обеспечивать потребительские и промышленные потребности страны, консолидация ученых сферы образования и отечественных производителей должна внести достойный вклад. В связи с этим разработка новой технологии производства хлеба и хлебобулочных изделий, характеризующейся высокой питательной ценностью и положительно влияющей на функциональное состояние органов пищеварения и обменные процессы в организме, является одним из приоритетных направлений решения проблемы улучшения объемов производства отечественной продукции. Включение местных продуктов в рецептуру хлеба и хлебобулочных изделий позволяет решить проблему нехватки нормативных объемов производства отечественной продукции. Ниже приведены данные о нормах потребления и производства отечественной продукции согласно ежегодным данным журнала "Безопасность пищевых продуктов и бедность", из которых видно, что до полного объема производства хлеба и хлебобулочных изделий в республике норма производства не будет выполнена в полном объеме. Выпуск таких новых хлебобулочных изделий позволит решить эту задачу на 3,2%.

Материалы и методы исследований

Основные методы: органолептический, физико-химический: титриметрический, гравиметрический, термогравиметрический, экспресс методы, обобщение результатов анализов, технологический расчет продукции. Образцы разработанного хлебобулочного изделия, составление рецептуры и сравнение с нормативными документами.

Результаты и их обсуждение

Питание населения является важнейшей социальной проблемой. Изменение образа и снижение уровня жизни, связанное с меньшими потребностями в энергозатратах и пищи, недостаточным поступлением в организм человека витаминов и минеральных веществ и наряду с этим раздельное употребление пищи и биологически активных веществ, повлекло за собой создание функциональных продуктов питания (ФПП). В республике появление ФПП на рынке значительно опережает знание о них и у медицинской общественности, и у технологов, разрабатывающих и выпускающих эти продукты, и тем более у населения. Поэтому возникает необходимость разработки научных подходов, рекомендаций, классификации этого вида продуктов, с учетом требований, предъявляемых к ним и имеющемуся опыту по их созданию. При

создании ФПП важная роль отводится таким вопросам, как медико-биологические требования к сырью и продуктам, основе и составным компонентам продукта, БАД, придающим им направленность, процентному содержанию этих добавок, сочетаемости компонентов, условиям приема продуктов и т.д [1,2].

Таким образом, разработка методологических подходов и рекомендаций позволит научно обоснованным путем подойти к решению проблемы по созданию ФПП, увеличению их ассортимента и широкому применению их в повседневной практике питания. Например, в процессе озеленения зерновых культур одним из положительных действий является выделение в сырье ряда важных для организма веществ. Подобные изменения наблюдаются и при проращивании зерен гороха [3].

Не вызывает сомнения тот факт, что питание является одним из важнейших факторов, предопределяющих трофический гомеостаз организма как здорового, так и больного человека. Хорошо известно, что между состоянием питания человека, здоровьем и болезнью существует тесная взаимосвязь. Использование такого продукта позволяет увеличить сырьевую базу, ассортимент

хлебобулочных изделий и повысить биологическую ценность готовой продукции. Исследования и наблюдения убедительно показали, что продукты питания обладают не только питательной ценностью, но и регулируют функции и биохимические реакции организма. Производство продуктов ФП является актуальной задачей для современной пищевой промышленности. В мировом масштабе идет постоянная работа по созданию новых продуктов ФП, обладающих как широким спектром применения, так и точечной направленностью на конкретный орган, биотип, систему, заболевание. Создание и внедрение в производство ФП является одним из направлений гуманистической программы питания человека, провозглашенной ООН.

В направлении создания нового вида пищевых продуктов с добавлением нетрадиционного сырья с добавлением муки из проросшего нута и достижения поставленных целей были разработаны образцы хлеба с добавлением муки из проросшего нута в количестве 15, 20 и 35% от массы пшеничной муки. Рецептúra образцов продукции приведена в таблице 1.

Таблица 1. Рецептúra хлеба с добавлением муки из проросшего нута

Сырьё	Контрольная	Образцы		
		Образец 1, 10%	Образец 2, 20%	Образец 3, 35%
Мука пшеничная высшего сорта, кг	1000	900	800	650
Мука нутовая, кг	0	100	200	350
Соль пищевой, кг	15	15	15	15
Дрожжи сухие, кг	20	20	20	20
Вода	С учётом влажности сырья			

Источник:[выполнено автором]

Качество готовых образцов продукции определялось по органолептическим и физико-химическим показателям. Результаты этого анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты анализов хлеба с добавлением муки из проросшего нута

Показатели качества	Образцы		
	Образец 1, 10%	Образец 2, 20%	Образец 3, 35%
Пористость мякиша, %	61,4	54,3	52,2
Влажность, %	44,3	44,8	43,9
Кислотность мякиша, град.	2,1	2,5	3,2

Источник:[выполнено автором]

При проведении экспертизы, которая проводилась в условиях лабораторий

Политехнического института технического университета Таджикистана имени академика

М.Осими, выяснилось, что достаточная доза добавления муки из проросшего нута в рецептурный состав пшеничного хлеба составляет от 10 до 20%. Готовый продукт обладает хорошими органолептическими и физико-химическими характеристиками, не нарушает установленных норм по отношению к эталону. В настоящее время продвижение новых продуктов на рынке зависит не только от пищевых свойств продукта, но и от способа получения производственных выгод и

ценового преимущества перед аналогичными товарами.

Затраты на сырье и продукцию составляют основу производимой продукции при ее изготовлении и непосредственно входят в состав себестоимости продукции или являются необходимой частью ее приготовления. Следует отметить, что приведенный расход рассчитан на 1000 кг формованного хлеба.

Таблица 3. Расчёт основного и вспомогательного сырья для разработанного продукта (100 кг в сомони)

Наименование сырья	Цена на 1кг, сомонӣ	Количество сырья, кг	Всего, сомонӣ
Мука пшеничная высшего сорта, кг	6,25	800	5000
Мука нуттовая, кг	17,95	200	3590
Соль пищевой, кг	2	15	30
Дрожжи сухие, кг	40	20	800
Вода	0,03	550	16,5
Всего		1585	9436,5

Источник:[выполнено автором]

Так, на 1000 кг формованного хлеба (массой 500 г) или на 2000 штук хлеба затраты на сырье составили 9436,5 сомони.

Заключение, выводы

Таким образом, производство продукции должно основываться на требованиях покупателя, техническом расчете использования производственных мощностей, прогрессивных критериях использования технологического оборудования, точном прохождении производственного процесса, улучшении организации производства и труда, а также на эффективном использовании ресурсов. Кроме того, должна быть налажена доступность всех видов сырья и полуфабрикатов. В связи с этим необходимо увеличить выращивание в республике таких крупнозернистых продуктов, как горох, и использовать его не только для приготовления блюд, но и для дополнения рецептуры отечественных функциональных продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, А. Н., & Филатов, В. В. Социально-экономическая сущность агропродовольственного рынка В мире научных открытий, 2011. 3(15), –291.
2. Дудкин М.С. Новые продукты питания / М.С. Дудкин– М.: Международная академия, издательская компания «Наука», 2008. – 303 с.

3. Магомедов М.Д., Заздравных А.В. Экономика отраслей пищевых производств. –М.: издательско-торговая корпорация «Дашков», 2007– 353с.

4. Рахмонова Д.А., Камилова Д.А. Разработка и внедрение в технологии мучных кондитерских изделий композитные смеси из нетрадиционного сырья. Качество продукции, технологий и образования, /Материалы XVI международной научно-практической конференции, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. РИИЦ, 2021.

5. Технология хлебобулочных изделий. – М.: КолосС, 2006. – 389с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

6. Ежегодник/Продовольственная безопасность и бедность. Агентство по статистике при Президенте РТ. Душанбе, 2023.

7. Экспертиза хлебобулочных изделий / Позняковский В.М. – Издательство “Лань” - 2017– 86 с.

8. <https://khovar.tj/rus/2023/07/v-sogdijskoj-oblasti-proizvedeno-promyshlennoj-produktsii-na-summu-bolee-12-mlrd-somoni/>

9. Шевченко, Н.П., и др. Инновационные технологии в производстве функциональных продуктов питания. Киев: Наукова думка, 2016. - 310 с.

10. Коваленко, А.В., и др. Обогащение хлебобулочных и кондитерских изделий функциональными ингредиентами. Харьков: ХНТУСГ, 2014. - 220 с.

11. Сидоренко, А.П., и др. Качество и безопасность продуктов питания: Учебное пособие для

вузов / Под ред. А.П.Сидоренко – М.: Издательство "Агропромиздат", 2005.- 350 с.

12. Лебедева, Н.А., и др. Функциональные продукты питания: технологии и рецептуры / Под ред Н.А.Лебедева – М.: Издательство "Финансы и статистика", 2010.- 400 с.

13. Костюченко, О.И., и др. Технология производства хлебобулочных изделий / Под ред О.И.Костюченко - Киев: Издательство "Аграрная наука", 2008.- 300 с.

14. Барановская, И.В., и др. Пищевая ценность продуктов питания / Под ред И.В.Барановской - Санкт-Петербург: Издательство "Наука", 2011.- 280 с.

15. Соловьев, А.Н., и др. Современные методы оценки качества пищевых продуктов / Под ред А.Н.Соловьева – М.: Издательство "Агропромиздат", 2013.- 320 с.

REFERENCES

1. Alekseev A.N., Filatov V.V. Sotsial'no-ekonomicheskaya sushchnost' agroproduktov i stvennogo rynka [Socio-economic essence of the agri-food market]. V mire nauchnykh otkrytiy, 2011, 3(15), 291. (In Russian)

2. Dudkin M.S. Novye produkty pitaniya [New food products]. Moscow: Mezhdunarodnaya akademiya, izd. kompaniya "Nauka", 2008. 303 p. (In Russian)

3. Magomedov M.D., Zazdravnykh A.V. Ekonomika otrasley pishchevykh proizvodstv [Economics of food production industries]. Moscow: Izd -torg. korporatsiya "Dashkov", 2007. 353 p. (In Russian)

4. Rakhmonova D.A., Kamilova D.A. Razrabotka i vnedrenie v tekhnologii muchnykh konditerskikh izdeliy kompozitnye smesi iz netraditsionnogo syr'ya [Development and implementation of composite mixtures from unconventional raw materials in flour confectionery technologies]. Kachestvo produktov, tekhnologii i obrazovaniya, Proceedings of the XVI International Scientific-Practical Conference, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2021. (In Russian)

5. Tekhnologiya khlebobulochnykh izdeliy [Technology of bakery products]. Moscow: KolosS, 2006. 389 p.: ill. (Uchebniki i uchebnye posobiya dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy). (In Russian)

6. Ezhegodnik / Prodovol'stvennaya bezopasnost' i bednost' [Yearbook / Food security and poverty]. Agency on

Statistics under the President of the Republic of Tajikistan. Dushanbe, 2023. (In Russian)

7. Poznyakovskiy V.M. Ekspertiza khlebobulochnykh izdeliy [Examination of bakery products]. St. Petersburg: Lan', 2017. 86 p. (In Russian)

8. V Sogdiyskoy oblasti proizvedeno promyshlennoy produktii na summu bolee 12 mlrd somoni [More than 12 billion somoni worth of industrial products were produced in Sughd Region]. Retrieved from: <https://khovar.tj/rus/2023/07/v-sogdijskoj-oblasti-proizvedeno-promyshlennoj-produktsii-na-summu-bolee-12-mlrd-somoni/> (In Russian)

9. Shevchenko N.P., et al. Innovatsionnye tekhnologii v proizvodstve funktsional'nykh produktov pitaniya [Innovative technologies in the production of functional food products]. Kyiv: Naukova dumka, 2016. 310 p. (In Russian)

10. Kovalenko A.V., et al. Obogashchenie khlebobulochnykh i konditerskikh izdeliy funktsional'nymi ingredientami [Enrichment of bakery and confectionery products with functional ingredients]. Kharkiv: KhNTUSG, 2014. 220 p. (In Russian)

11. Sidorenko A.P., et al. Kachestvo i bezopasnost' produktov pitaniya: Uchebnoe posobie dlya vuzov [Quality and safety of food products: A textbook for universities]. Ed. by A.P. Sidorenko. Moscow: Agroproizdat, 2005. 350 p. (In Russian)

12. Lebedeva N.A., et al. Funktsional'nye produkty pitaniya: tekhnologii i retseptury [Functional food products: technologies and formulations]. Ed. by N.A. Lebedeva. Moscow: Finansy i statistika, 2010. 400 p. (In Russian)

13. Kostyuchenko O.I., et al. Tekhnologiya proizvodstva khlebobulochnykh izdeliy [Technology of bakery product production]. Ed. by O.I. Kostyuchenko. Kyiv: Agramaya nauka, 2008. 300 p. (In Russian)

14. Baranovskaya I.V., et al. Pishchevaya tsennost' produktov pitaniya [Nutritional value of food products]. Ed. by I.V. Baranovskaya. St. Petersburg: Nauka, 2011. 280 p. (In Russian)

15. Solov'yev A.N., et al. Sovremennyye metody otsenki kachestva pishchevykh produktov [Modern methods of food quality assessment]. Ed. by A.N. Solov'yev. Moscow: Agroproizdat, 2013. 320 p. (In Russian)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОКЕ

¹А.К. БАЗАНОВА *, ¹А.К. КАКИМОВ,  ²Б.А. ЛОБАСЕНКО ,
¹Н.К. ИБРАГИМОВ , ¹М.М. ТАШЫБАЕВА 

(¹Шәкәрім университет, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А,

²Кемеровский государственный университет, 650000, Российская Федерация,
г. Кемерово, Красная улица, 6)

Электронная почта автора-корреспондента: arayka.bazanovak@mail.ru*

В данной статье рассматривается снижение содержания радионуклидов и солей тяжелых металлов в молоке путем усовершенствования установки методом адсорбции. Молоко является ценным пищевым продуктом, обладающим высокой биологической и питательной ценностью. Оно содержит необходимые для организма человека белки, жиры, витамины и микроэлементы, что делает его важной частью ежедневного рациона. Однако в условиях экологической нестабильности и техногенного загрязнения окружающей среды молочная продукция может содержать токсичные вещества, включая радионуклиды и соли тяжелых металлов, представляющие угрозу для здоровья человека. Актуальной задачей является разработка действенных методов очистки молока от вредных загрязнителей. В настоящей работе представлено усовершенствование экспериментальной установки, основанной на методе адсорбции, предназначенной для снижения содержания токсичных веществ в молоке. Проведены исследования по подбору оптимальных параметров и природных сорбентов в условиях адсорбции. Совершенствование установки для очистки жидких пищевых продуктов позволило реализовать возможность варьирования схемы прохождения жидкости (через одну, две или три колонны в различных комбинациях), что позволяет регулировать процесс очистки, уровень загрязненности и тип токсичных веществ. Метод адсорбции обеспечивает удаление токсичных веществ без разрушения ценных пищевых веществ, таких как белки, витамины и микроэлементы. Установка не требует сложной автоматики и легко обслуживается, что делает ее пригодной для использования в лабораторных условиях. Использование доступных и недорогих природных сорбентов снижает себестоимость процесса очистки.

Ключевые слова: коровье молоко, природные сорбенты, шунгит, цеолит, кокосовый активированный уголь, радиоактивное загрязнение, адсорбция, сорбционные колонны.

СҮТ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫҢ МӨЛШЕРІН ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖЕТІЛДІРУ

¹А.Қ. БАЗАНОВА*, ¹А.Қ. КӘКІМОВ, ²Б.А. ЛОБАСЕНКО,
¹Н.Қ. ИБРАГИМОВ, ¹М.М. ТАШЫБАЕВА

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

²Кемерово мемлекеттік университеті, 650000,

Ресей Федерациясы, Кемерово қ., Қызыл көше, 6)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: arayka.bazanovak@mail.ru*

Бұл мақалада адсорбция әдісімен қондырғыны жетілдіру арқылы сүттегі радионуклидтер мен ауыр металл тұздарының мөлшерін төмендету қарастырылады. Сүт – биологиялық және тағамдық құндылығы жоғары бағалы тағам. Оның құрамында адам ағзасына қажетті ақуыздар, майлар, дәрумендер мен микроэлементтер бар, бұл оны күнделікті диетаның маңызды бөлігіне айналдырады. Алайда, экологиялық тұрақсыздық пен қоршаған ортаның

техногендік ластануы жағдайында сүт өнімдерінде адам денсаулығына қауіп төндіретін улы заттар, соның ішінде радионуклидтер мен ауыр металл тұздары болуы мүмкін. Сүтті зиянды ластанушы заттардан тазартудың тиімді әдістерін жасау өзекті міндет болып саналады. Бұл зерттеу жұмысында сүттегі зиянды заттардың құрамын азайтуға арналған адсорбция әдісіне негізделген эксперименттік қондырғыны жетілдіру ұсынылған. Адсорбция жағдайында оңтайлы параметрлер мен табиғи сорбенттерді таңдау бойынша зерттеулер жүргізілді. Сұйық тамақ өнімдерін тазарту қондырғысын жетілдіру сұйықтықтың өту схемасын (әр түрлі комбинациядағы бір, екі немесе үш баған арқылы) өзгерту мүмкіндігін жүзеге асырумен қатар, тазарту процесін, ластану деңгейін және улы заттардың түрін реттеуге мүмкіндік береді. Адсорбция әдісі ақуыздар, витаминдер және микроэлементтер сияқты құнды қоректік заттарды бұзбай зиянды заттарды жоюды қамтамасыз етеді. Қондырғыны орнату күрделі автоматиканы қажет етпейді және оған техникалық қызмет көрсету жеңіл, яғни оны зертханалық жағдайда пайдалануға жарамды келтіреді. Қол жетімді және арзан табиғи сорбенттерді пайдалану тазалау процесінің құнын төмендетеді.

Негізгі сөздер: сиыр сүті, табиғи сорбенттер, шунгит, цеолит, кокос жаңғағымен белсендірілген көмір, радиоактивті ластану, адсорбция, сорбциялық бағандар.

IMPROVEMENT OF THE SYSTEM FOR REDUCING THE CONTENT OF TOXIC SUBSTANCES IN MILK

¹A.K. BAZANOVA*, ¹A.K. KAKIMOV, ²B.A. LOBASENKO,
¹N.K. IBRAGIMOV, ¹M.M. TASHYBAYEVA

(¹Shakarim University, 071412, Kazakhstan, Semey, st. Glinka, 20A

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

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

This article discusses the reduction of radionuclide and heavy metal salt content in milk through the improvement of a system based on the adsorption method. Milk is a valuable food product with high biological and nutritional value. It contains proteins, fats, vitamins, and trace elements necessary for the human body, making it an important part of the daily diet. However, under conditions of environmental instability and anthropogenic pollution, dairy products may contain toxic substances, including radionuclides and heavy metal salts, which pose a threat to human health. An important task is the development of effective methods for purifying milk from harmful contaminants. This work presents the improvement of an experimental setup based on the adsorption method, designed to reduce the content of toxic substances in milk. Research was conducted to select optimal parameters and natural adsorbents under adsorption conditions. The improvement of the system for purifying liquid food products made it possible to vary the liquid flow scheme (through one, two, or three columns in different combinations), which allows controlling the purification process, contamination level, and type of toxic substances. The adsorption method ensures the removal of toxic substances without damaging valuable food components such as proteins, vitamins, and trace elements. The system does not require complex automation and is easy to maintain, making it suitable for laboratory use. The use of available and inexpensive natural adsorbents reduces the cost of the purification process.

Keywords: cow's milk, natural adsorbents, shungite, zeolite, coconut activated charcoal, radioactive contamination, adsorption, sorption columns.

Введение

Казахстан ставит перед собой цели по развитию агропромышленного комплекса, направленные на значительные достижения в данной отрасли, превратив страну в один из

ведущих аграрных центров Евразии. Для этого планируется перейти от производства сырья к созданию продуктов с высокой добавленной стоимостью, увеличив долю переработанной сельскохозяйственной продукции до 70 % в течение

трех лет. Особое внимание уделяется переработке мяса, молока и зерна, а также развитию тепличного хозяйства. Важным направлением является поддержка отечественных агропредприятий, что способствует укреплению внутреннего рынка и улучшению позиций государства на глобальной платформе.

Следует подчеркнуть, Республика Казахстан занимает значительное место в различных событиях, касающихся ядерной энергии [2]. Одним из факторов радиационной опасности является радиоактивное загрязнение питьевой воды и пищевых продуктов. Загрязнение пищевых продуктов радионуклидами и тяжелыми металлами является одной из основных проблем пищевой безопасности. Жидкие продукты питания, такие как молоко и молочные продукты, имеют высокую питательную ценность. Они содержат легкоусваиваемые и сбалансированные между собой белки, жиры, углеводы, а также витамины, минеральные вещества и ферменты. Поэтому молочные продукты являются важной частью в рационе питания. Молоко является основным и ценным продуктом питания для населения многих стран мира.

На сегодняшний день разработан ряд многочисленных подходов к очистке пищевых продуктов, основанных на различных стадиях обработки, химических реакциях и процессах, таких как мембранная фильтрация, обратный осмос, химическое осаждение, окисление и адсорбция. Среди всех вышеперечисленных методов, сорбция с использованием различных адсорбирующих материалов, отличается простотой конструкции, широкой применимостью, экономической эффективностью и практичностью. Проблема очистки молока от токсичных веществ была всегда актуальной. Коровье молоко считается полноценным продуктом питания из-за высокого содержания белка, жира и основных минералов, однако потенциальное присутствие загрязняющих веществ в молоке представляет собой проблему для здоровья. Обзор международных исследований показывает, что молоко, используемое в качестве исходного сырья для производства молочных

продуктов, часто содержит высокие концентрации токсичных веществ, что связано с состоянием экологии. Высококачественные и безопасные продукты питания являются необходимыми условиями для поддержания продовольственной независимости Казахстана и представляют собой важные задачи государственной политики в области здорового питания. В частности, молоко как массовый и биологически ценный продукт подвержено загрязнению токсичными веществами, включая радионуклиды и соли тяжелых металлов, что требует эффективных методов контроля и очистки. В работе представлена экспериментальная установка для очистки жидких пищевых продуктов от токсичных веществ методом адсорбции. Применение данной установки способствует существенному улучшению безопасности молока, что соответствует основным приоритетам государственной политики в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов.

Материалы и методы исследований

На первичном этапе исследований был разработан эскизный чертеж и подобраны оптимальные параметры, которые позволили сконструировать установку. Установка предназначена для снижения содержания радионуклидов и солей тяжелых металлов в жидком пищевом продукте – в нашем случае в коровьем молоке. Одним из наиболее результативных способов удаления токсичных веществ из жидких сред является адсорбция. Доказано, что адсорбция является одним из наиболее эффективных и превосходных подходов благодаря широкому диапазону адаптируемости и простой конструкции используемого оборудования. С внедрением технологий были разработаны различные сорбенты для удаления из жидких пищевых продуктов загрязняющих веществ, как радионуклиды и тяжелые металлы. Особый интерес представляет применение природных и недорогих сорбентов в связи с простотой процесса и потенциальной эффективностью. Сорбенты природного происхождения обладают достаточно высокой сорбционной емкостью, при этом их стоимость относительно невелика.

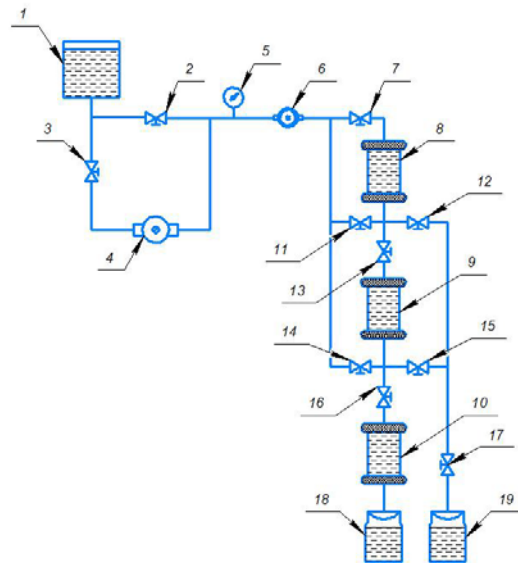


Рисунок 1. Принципиальная схема экспериментальной установки для очистки жидких пищевых продуктов от токсичных веществ методом адсорбции

1 – приемная емкость, 2 – кран для подачи жидкости самотеком, 3, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 – краны для подачи жидкости с помощью насоса, 4 – центробежно - лопастной насос, 5 – манометр, 6 – расходомер, 8 – сорбционная колонна №1, 9 – сорбционная колонна №2, 10 – сорбционная колонна №3, 18, 19 – сборные емкости

Результаты и обсуждение

Экспериментальная установка (рис.1) для очистки жидких пищевых продуктов методом адсорбции представляет собой напорную систему, включающую три вертикальные колонны, соединенные с трубопроводной системой, насосом и управляющими кранами. Сконструированная установка включает в себя приемную емкость (начальный резервуар), в которую заливается коровье молоко в виде жидкого пищевого продукта. Температура молока составляет в среднем 18-20 °С, объем – 4-5 литров. Из приемной емкости жидкость поступает в систему для дальнейшей очистки. Процесс движения жидкости будет проходить самотеком (2) без использования насоса, то есть по естественному падению – либо с помощью открывания крана (3) с подключением центробежно лопастного насоса который перекачивает жидкость под давлением в систему. Насос имеет возможность трехступенчатого регулирования частоты вращения. Для контроля параметров системы установлен манометр, измеряющий давление жидкости после насоса,

чтобы контролировать рабочее давление в системе. Кроме того имеется расходомер. (6), предназначенный для измерения количества жидкости, проходящего через систему, что позволяет контролировать скорость потока. После всех установленных параметров, данная жидкость будет очищаться от токсичных веществ с помощью вертикальных колонн (8,9,10). Преимуществом данной установки является возможность индивидуального включения каждой колонны или их комбинированного соединения в различной последовательности, что позволяет гибко учитывать условия эксперимента и подбирать наиболее эффективные режимы адсорбции. Исследованы различные виды природных сорбентов, что дало возможность выбрать наиболее подходящие для эффективного удаления токсичных веществ. Ранее разработанные установки отличались различными конструктивными особенностями, в том числе наличием систем с четырьмя параллельными колоннами и различными объемами сорбентов [13].

Применение этих различных конструкций позволило дополнительно усовершенствовать экспериментальную установку, повысив ее эффективность и функциональность.

Поток жидкости подает в систему через верхний резервуар и далее, с помощью насоса, направляется к сорбционным колоннам, заполненным различными сорбентами.

Управляющие краны позволяют задать следующие режимы прохождения жидкости: Одиночное прохождение жидкостей:

1. Только через первую колонну (8);
2. Только через вторую колонну (9);
3. Только через третью колонну (10).

Комбинированное прохождение жидкостей:

1. Первая и вторая колонна (8,9);
2. Первая и третья колонна (8,10);
3. Вторая и третья колонна (9,10);
4. Последовательное прохождение через все три колонны (первая, вторая и третья колонна).

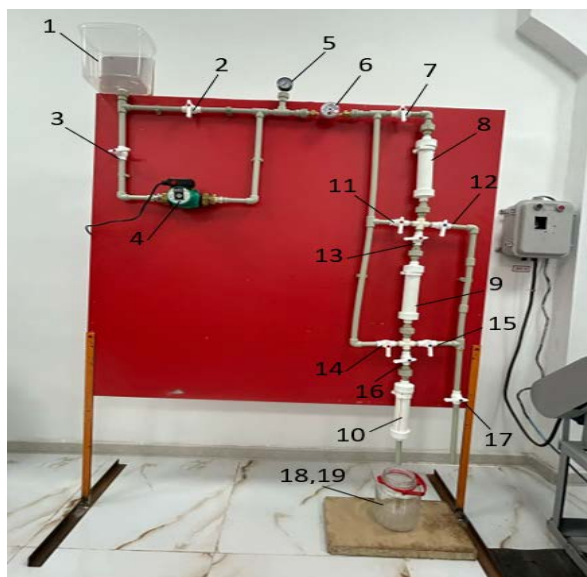


Рисунок 2. Экспериментальная установка для очистки жидких пищевых продуктов от токсичных веществ методом адсорбции

Экспериментальная установка (рис. 2.) зафиксирована на вертикальном стенде, в котором все элементы соединены полипропиленовыми трубами, диаметром 20 мм.

Конструкция включает в себя:

- приемную емкость (1) объемом 5 литров, выполненную из полипропилена (контейнер марки IDEA),
- кран для подачи жидкости самотеком (2),
- кран-регулятор потока жидкости (3),
- центробежно-лопастной насос модели RDR Rs 32-8-180, допустимой температурой перекачиваемой жидкости до 110 °С и потребляемой мощностью 245 Вт. Насос имеет три уровня рабочей мощности: первая мощность - 135

Вт, вторая мощность - 200 Вт, третья мощность - 245 Вт.

- Манометр (5) марки ZEIN, радиального исполнения, диаметр корпуса - 50 мм, рабочее давление до 10 бар, резьба соединения - 1/4 дюйма. Размеры: высота - 7 см, ширина - 2,8 см, длина - 5,3 см.
- Расходомер (6) марки Gerrida, механический, одноструйный, модели СВК-15 Г, предназначен для измерения объема жидкости, прошедшей через установку.

Имеются краны-регуляторы жидкости (7,11,12,13,14,15,16,17) в количестве – 10 шт. Внутри каждой из трех адсорбционных колонн (8, 9, 10) установлены резиновые прокладки из

материала ТМКШ(тепло/морозо/кислото/щелочес-
тойкая техническая резина), по одной в верхней и
нижней части колонны. В нижней части каждой
колонны также размещены три пищевые сетки с
диаметром ячеек от 1 до 3 мм (рис. 3), служащие

для предотвращения выноса сорбента. После
очистки молоко собирается в две стеклянные
сборные емкости объемом по 5 литров (18, 19). В
задней части подставки установлен сетевой фильтр
для подключения насоса [14,15].



1 - верхняя крышка



3 - цилиндрический корпус



2 - нижняя крышка

Рисунок 3. Конструкция модульной адсорбционной колонны с фильтрующей сеткой

Каждая колонна содержит определенный сорбент природного происхождения, подобранный с учетом его селективности по отношению к радионуклидам ионов тяжелых металлов. В каждую колонну загружаются три различных вида природного сорбента с фракцией 2-1 мм. В качестве сорбентов использовались: цеолит из Чанканайского месторождения (Кербулакский район, Алматинская область), шунгит Коксуского месторождения и активированный уголь 207С, полученный из скорлупы кокосовых орехов. Использование различных комбинаций колонн позволяет учитывать эффективность сорбции в зависимости от последовательности фильтров и типа применяемых сорбентов [15].

Заключение, выводы

Разработанная установка для очистки молока от токсичных веществ представляет собой технологически эффективное и универсальное решение, направленное на обеспечение безопасности жидких пищевых продуктов. Применение природных сорбентов, гибкая схема прохождения жидкости через сорбционные

колонны и простота конструкции делают установку перспективной как для лабораторного использования, так и для внедрения в небольших производственных условиях. Проведенные испытания подтвердили работоспособность адсорбционной установки. Дальнейшие исследования могут быть направлены на количественное определение содержания токсичных веществ до и после прохождения молока через адсорбционную систему. Дополнительное проведение экспериментальных работ по количественной оценке эффективности удаления токсичных веществ, а также изучение влияния очистки на основные показатели качества молока – содержание белка, минеральных веществ, органолептические свойства и микробиологическую безопасность. Особое внимание следует уделить изучению влияния повторного применения сорбционных колонн на эффективность удаления загрязняющих веществ, что позволит оценить рентабельность и стабильность работы установки в длительной перспективе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана Экономический курс Справедливого Казахстана. [Электронный ресурс.] URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-ekonomicheskij-kurs-spravedlivogo-kazahstana-18588> (дата обращения: 13.03.2025).

2. Кудеринова Н.А., Какимов А.К., Кудеринов С.М., Толеубекова Ж.З., Исабекова К.С. Радиоэкологическая обстановка территорий, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону / Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. Науч. конгр.: «Недро-пользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология»: сб. материалов в 3 т. - Новосибирск: СГУГиТ, 2015. Т.1. - С. 200-206.

3. Гаврилова Н.Б. Гигиенические основы питания и контроля качества пищи // Учебное пособие, 1998. - С. 124-148.

4. Kakimov, A., Jilkisheva, A., Mayorov, A., Zharykbassova, K., Kakimova, Z., Mirasheva, G., Zharykbassov, Y., Zolotov, A., & Yessimbekov, Z. Developing the process parameters of milk pasteurization for reducing the concentration of toxic elements and radionuclides // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 14(13). 2019. - P. 2443-2447.

5. Моллобаева Д.С., Пономарёва Е.В. Исследования швейцарских ученых о пользе молока и молочных продуктов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2016. - №4 (7) октябрь-декабрь. - 4 с.

6. Алиев М.М., Байрамова А.Г., Ибрагимова Л.Р. Качество молока при получении его в санитарных условиях / The XXIX International Scientific and Practical Conference «Trends in science and practice of today», July 26-29, 2022, Stockholm, Sweden. - С.15-18.

7. Choudhary M., Peter C., Shukla S.K., Govender P.P., Joshi G.M., Wang R. Environmental issues: A challenge for wastewater treatment. In Green Materials for Wastewater Treatment; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, -2020. - P. 1-12.

8. Sharahi F.J., Shahbazi A. Melamine-based dendrimer amine-modified magnetic nanoparticles as an efficient Pb (II) adsorbent for wastewater treatment: Adsorption optimization by response surface methodology. Chemosphere 2017, 189, - P. 291-300.

9. Forcada, Sergio, Mario Menéndez-Miranda, Carlos Boente, José Luis Rodríguez Gallego, José M. Costa-Fernández, Luis J. Royo, and Ana Soldado. 2023. "Impact of Potentially Toxic Compounds in Cow Milk: How Industrial

Activities Affect Animal Primary Productions." Foods 12(8). doi:10.3390/foods12081718. - 17 p.

10. Pietrzak-Fiećko R., Smoczyński S. Evaluation of Cs-137 Content in Powdered Cow Milk from Four Regions Of Poland // Polish J. of Environ. Stud. - 2009 - Vol. 18, No.4. - P. 745-748.

11. Sarsembayeva N.B. Abdigaliyeva T.B., Utepova Z.A., Biltebay A.N., Zhumagulova S.Zh. Heavy metal levels in milk and fermented milk products produced in the Almaty region, Kazakhstan // Veterinary World. 2020. № 4 (13). - P. 609-613.

12. Bueno P.D.L.C., Gillerman L., Gehr R., Oron G. Nanotechnology for sustainable wastewater treatment and use for agricultural production: A comparative long-term study. Water Res. 2017, 110, - P. 66-73.

13. Патент РК № 30570, G01N 15/00 Стенд для моделирования фильтрации жидкостей. Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Государственный университет им. Шакарима города Семей", 2014/1842.1, 16.11.2015, бюл. №11.

14. Базанова А.К., Какимов А.К., Ибрагимов Н.К., Муратбаев А.М. Сұйық тамақ өнімдерін улы заттардан тазартуға арналған қондырғы // Қазақстан-тоңазыту – 2025: XIV халықаралық ғылыми-техникалық конференция баяндамаларының жинағы. - 2025, 29-30 сәуір. - Б. 30-33.

15. Базанова А.К., Какимов А.К., Еренғалиев А.Е., Лобасенко Б.А., Ибрагимов Н.К., Муратбаев А.М. // Современные подходы к снижению содержания радионуклидов и солей тяжелых металлов в жидких пищевых продуктах с использованием адсорбционных технологий: Аналит. обзор. - Семей: "Pro100Print", 2025. - 67 с.

REFERENCES

1. Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana. Ekonomicheskij kurs Spravedlivogo Kazahstana [Statement of the Head of State Kasym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan Economic course of Fair Kazakhstan]. [Elektronnyj resurs.] URL:<https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-ekonomicheskij-kurs-spravedlivogo-kazahstana-18588> (data obrashcheniya: 13.03.2025). (In Russian).

2. Kuderinova N.A., Kakimov A.K., Kuderinov S.M., Toleubekova Zh.Z., Isabekova K.S. Radioekologicheskaya obstanovka territorij, prilgayushchih k Semipalatinskomu ispytatel'nomu poligonu [Radioecological situation of territories adjacent to the Semipalatinsk test site] // Interekspo GEO-Sibir'-2015. XI Mezhdunar. nauch.kongr.: «Nedro-pol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska,

razvedki i razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Geoekologiya»: sb. materialov v 3 t. - Novosibirsk: SGUGiT, 2015. T.1. – S. 200-206. (In Russian).

3. Gavrilova N.B. Gigienicheskie osnovy pitaniya i kontrolya kachestva pishchi [Hygienic principles of nutrition and food quality control] // Uchebnoe posobie, 1998. –S. 124-148. (In Russian).

4. Kakimov, A., Jilkisheva, A., Mayorov, A., Zharykbasova, K., Kakimova, Z., Mirasheva, G., Zharykbasov, Y., Zolotov, A., & Yessimbekov, Z. Developing the process parameters of milk pasteurization for reducing the concentration of toxic elements and radionuclides // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 14(13). 2019. – P. 2443-2447.

5. Mollobaeva D.S., Ponomaryova E.V. Issledovaniya shvejcarskih uchenyh o pol'ze moloka i molochnyh produktov [Research by swiss scientists on the benefits of milk and dairy products] // Elektronnyj nauchno-metodicheskij zhurnal Omskogo GAU. – 2016. - №4 (7) oktyabr'-dekabr'. – 4 s. (In Russian).

6. Aliev M.M., Bajramova A.G., Ibragimova L.R. Kachestvo moloka pri poluchenii ego v sanitarnyh usloviyah [Milk quality under sanitary production conditions] / The XXIX International Scientific and Practical Conference «Trends in science and practice of today», July 26-29, 2022, Stockholm, Sweden. – S.15-18. (In Russian).

7. Choudhary M., Peter C., Shukla S.K., Govender P.P., Joshi G.M., Wang R. Environmental issues: A challenge for wastewater treatment. In Green Materials for Wastewater Treatment; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, -2020. – P. 1-12.

8. Sharahi F.J., Shahbazi A. Melamine-based dendrimer amine-modified magnetic nanoparticles as an efficient Pb (II) adsorbent for wastewater treatment: Adsorption optimization by response surface methodology. Chemosphere 2017, 189, – P. 291-300.

9. Forcada, Sergio, Mario Menéndez-Miranda, Carlos Boente, José Luis Rodríguez Gallego, José M. Costa-

Fernández, Luis J. Royo, and Ana Soldado. 2023. “Impact of Potentially Toxic Compounds in Cow Milk: How Industrial Activities Affect Animal Primary Productions.” Foods 12(8). doi:10.3390/foods12081718. –17 p.

10. Pietrzak-Fiećko R., Smoczyński S. Evaluation of Cs-137 Content in Powdered Cow Milk from Four Regions Of Poland // Polish J. of Environ. Stud. – 2009 – Vol. 18, No.4. – P. 745-748.

11. Sarsembayeva N.B. Abdigaliyeva T.B., Utepova Z.A., Biltebay A.N., Zhumagulova S.Zh. Heavy metal levels in milk and fermented milk products produced in the Almaty region, Kazakhstan // Veterinary World. 2020. № 4 (13). – P. 609-613.

12. Bueno P.D.L.C., Gillerman L., Gehr R., Oron G. Nanotechnology for sustainable wastewater treatment and use for agricultural production: A comparative long-term study. Water Res. 2017, 110, – P. 66-73.

13. Patent RK № 30570, G01N 15/00 Stend dlya modelirovaniya fil'tracii zhidkostej [Stand for liquid filtration modeling] Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie na prave hozyajstvennogo vedeniya "Gosudarstvennyj universitet im. SHakarima goroda Semej", 2014/1842.1, 16.11.2015, byul. №11. (In Russian).

14. Bazanova A.K., Kakimov A.K., Ibragimov N.K., Muratbaev A.M. Сыяқ тамақ өнімдерін ұлы заттардан тазартуға арналған қондырғы // Қазақстан-тоңазыту – 2025: XIV халықаралық ғылыми-техникалық конференция байандамаларының жинағы. – 2025, 29-30 сәуір. – Б. 30-33. (In Kazakh).

15. Bazanova A.K., Kakimov A.K., Erengaliev A.E., Lobasenko B.A., Ibragimov N.K., Muratbaev A.M. // Sovremennnye podhody k snizheniyu soderzhaniya radionuklidov i soley tyazhelyh metallov v zhidkih pishchevyh produktah s ispol'zovaniem adsorbcionnyh tekhnologij: Analit. obzor. – Semej: “Pro100Print”, 2025. – 67 s. (In Russian).

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ПОКРЫТИЙ НА СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА ПТИЦЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

¹Л.Б. УМИРАЛИЕВА *, ²М.А. ДИБИРАСУЛАЕВ  ²Д.М. ДИБИРАСУЛАЕВ 
³Л.Г. СТОЯНОВА , ¹И.Д. ФИЛАТОВ , ¹М.Х. ИСКАКОВ , ¹Т. ЖОМАРТҚЫЗЫ 

(¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»,
050060, г. Алматы, пр. Гагарина 238 Г

²Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности - филиал ФГБНУ «ФНЦ
пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, г. Москва, ул. Костякова, 12

³Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12)

Электронная почта автора-корреспондента: lumiraliyeva@rpf.kz*

Обеспечение длительного хранения охлажденного мяса птицы и сохранение его качественных показателей является актуальной задачей современной пищевой промышленности, требующей применения эффективных и безопасных методов консервирования. Целью настоящего исследования является оценка эффективности применения пищевых пленкообразующих составов (ППС), содержащих органические кислоты и бактериоцин низин, для сохранения качества мяса птицы в процессе холодильного хранения. В ходе экспериментов были исследованы изменения физико-химических характеристик жировой ткани, таких как кислотное и перекисное число в процессе хранения охлажденного мяса птицы. Изучено также влияние пищевых пленкообразующих покрытий, полученных на основе моноглицеридов и молочной сыворотки (МС) с добавлением молочной кислоты (МК) и бактериоцина низина на изменение значений pH, Eh и определено влияние включения в покрытие с (МС) низина на эффективность снижения бактериальной обсемененности образцов птицы. По результатам исследований установлено, что включение в растворы пищевых пленкообразующих составов органических кислот (молочной и лимонной) приводит к выраженному уменьшению показателей активной кислотности (pH) и обеспечивает значения окислительно-восстановительного потенциала (Eh), ингибирующие активный рост аэробных микроорганизмов. При нанесении пищевых покрытий на поверхность мяса птицы гидролитические процессы замедляются в меньшей степени, чем окислительные и микробиологические. Наиболее эффективным в снижении этих показателей и проявлении антибактериального действия оказалось покрытие с добавлением 2%-ной молочной кислоты и низина.

Ключевые слова: мясо птицы, пищевые покрытия, холодильное хранение, органические кислоты, бактериоцин низин.

САҚТАУ КЕЗІНДЕ САЛҚЫНДАТЫЛҒАН ҚҰС ЕТІНІҢ САПАСЫН САҚТАУҒА ТАҒАМДЫҚ ЖАБЫНДАРДЫҢ ӘСЕРІ

¹Л.Б. УМИРАЛИЕВА*, ²М.А. ДИБИРАСУЛАЕВ, ²Д.М. ДИБИРАСУЛАЕВ,
³Л.Г. СТОЯНОВА, ¹И.Д. ФИЛАТОВ, ¹М.Х. ИСКАКОВ, ¹Т. ЖОМАРТҚЫЗЫ

(¹ «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС, 050060, Алматы қ., Гагарин д-лы 238Г

²В.М. Горбатов атындағы ФГО Тамақ жүйелері бүкілресейлік ғылыми-зерттеу институтының Тоңазытқыш
өнеркәсібі филиалы, 127422, Мәскеу қ., Костяков к-сі, 12

³М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, 119234, Мәскеу қ.,
Ленинские горы к-сі 1, 12-құрылыс)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: lumiraliyeva@rpf.kz*

Салқындатылған құс етін ұзақ уақыт сақтау және оның сапалық көрсеткіштерін сақтау – қазіргі заманғы тамақ өнеркәсібіндегі өзекті мәселелердің бірі болып табылады және бұл тиімді әрі қауіпсіз консервілеу әдістерін

қолдануды талап етеді. Осы зерттеудің мақсаты – органикалық қышқылдар мен бактериоцин низинді қамтитын тағамдық пленкоқұраушы құрамдарды (ТПК) қолданудың салқындатылған құс еті сапасын сақтау тиімділігін бағалау болып табылады. Эксперимент барысында құс еті май тінінің сақтау процесіндегі қышқылдық және пероксидтік көрсеткіштері сияқты физика-химиялық қасиеттерінің өзгерістері зерттелді. Сондай-ақ, моноглицеридтер мен сүт сарысуы (СС) негізінде алынған тағамдық пленкоқұраушы жабындардың құрамына сүт қышқылы (СК) мен низин бактериоцинын қосу арқылы рН, Еh көрсеткіштерінің өзгеруіне әсері және СС құрамындағы низиннің үлесі құс еті үлгілерінің бактериялық ластануын төмендету тиімділігіне әсері зерттелді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тағамдық пленкоқұраушы құрамдарға (ТПК) сүт және лимон қышқылдарын қосу белсенді қышқылдықтың (рН) айтарлықтай төмендеуіне және аэробты микроорганизмдердің белсенді өсуін тежейтін тотығу-тотықсыздану потенциалының (Еh) қажетті мәндерін қамтамасыз етеді. Құс еті бетіне тағамдық жабындар қолданылған кезде гидролитикалық процестер баяулағанымен, тотығу және микробиологиялық процестердің баяулауы айқынырақ байқалды. Бұл көрсеткіштерді төмендетуде және антибактериалды әсер көрсету бойынша ең тиімдісі 2% сүт қышқылы мен низин қосылған жабын болып табылады.

Негізгі сөздер: құс еті, тағамдық жабындар, салқын қойма, органикалық қышқылдар, бактериоцин низин.

INFLUENCE OF FOOD COATINGS ON PRESERVING THE QUALITY OF CHILLED POULTRY MEAT DURING STORAGE

¹L.B. UMIRALIYEVA*, ²M.A. DIBIRASULAYEV, ²D.M. DIBIRASULAYEV,
³L.G. STOYANOVA, ¹I.D. FILATOV, ¹M.KH. ISKAKOV, ¹T. ZHOMARTKYZY

⁽¹⁾LLP «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», 050060, Almaty, 238 G Gagarin Ave.

²All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry - Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems RAS, 127422, Moscow, 12 Kostyakova Str.

³Lomonosov Moscow State University, 119234, Moscow, 12 Leninskie Gory Str., 1 bldg.)

Corresponding author's e-mail: l.umiraliyeva@rpf.kz*

Ensuring long-term storage of chilled poultry meat and maintaining its quality indicators is an urgent task of the modern food industry, requiring the use of effective and safe preservation methods. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of using food film-forming compositions (FFC) containing organic acids and bacteriocin nisin to preserve the quality of poultry meat during refrigeration storage. During the experiments, changes in the physicochemical characteristics of adipose tissue, such as acid and peroxide values, during storage of chilled poultry meat were studied. The effect of food film-forming coatings obtained on the basis of monoglycerides and whey (MS) with the addition of lactic acid (LA) and bacteriocin nisin on changes in pH, Eh values was also studied, and the effect of the inclusion of nisin in the coating (MS) on the effectiveness of reducing the bacterial contamination of poultry samples was determined. The results of the studies showed that the inclusion of organic acids (lactic and citric) in solutions of food film-forming compounds leads to a significant decrease in active acidity (pH) and provides oxidation-reduction potential (Eh) values that inhibit the active growth of aerobic microorganisms. When applying food coatings to the surface of poultry meat, hydrolytic processes slow down to a lesser extent than oxidative and microbiological processes. The coating with the addition of 2% lactic acid and nisin turned out to be the most effective in reducing these indicators and exhibiting an antibacterial effect.

Keywords: poultry meat, food coatings, refrigeration storage, organic acids, bacteriocin nisin.

Введение

В последние годы производство и потребление мяса птицы в мире стабильно растет благодаря его доступности, высоким питательным и диетическим свойствам. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), глобальное производство мяса птицы достигло 134 млн тонн к 2023 году,

увеличившись на 20% за последние 10 лет [1]. Однако одним из ключевых факторов, ограничивающих экономическую эффективность данной отрасли, является потеря качества продукта в процессе хранения вследствие микробной контаминации и окислительной порчи.

Традиционные методы хранения, такие как охлаждение и вакуумная упаковка, имеют ряд

ограничений. Охлаждение замедляет, но не предотвращает полностью рост микроорганизмов и окислительные изменения, тогда как вакуумная упаковка не всегда способна обеспечить достаточную защиту от микробного загрязнения и изменения органолептических свойств продуктов. В связи с этим возрастает интерес к разработке альтернативных методов сохранения мяса, в частности, пищевых пленкообразующих покрытий (edible films and coatings), обладающих выраженными барьерными свойствами [2,3].

Основой пищевых покрытий служат природные биополимеры, такие как белки, липиды и полисахариды. Белковые покрытия (казеин, белки молочной сыворотки, желатин и коллаген) формируют пленки с хорошими механическими свойствами и высокой адгезией к гидрофильным поверхностям продуктов. Подобного рода покрытия имеют низкую проницаемость для кислорода и углекислого газа, что эффективно замедляет окислительные процессы. Белки содержат полярные аминокислотные остатки, способствующие образованию стабильных структур за счет водородных и дисульфидных связей. Однако основной их недостаток – это высокая гидрофильность, что ограничивает применение белковых покрытий в условиях повышенной влажности [3,4]. Исследования показали, что включение в белковые пищевые покрытия антиоксидантов и антимикробных агентов значительно улучшает их функциональные свойства, снижая скорость микробного роста и окисления липидов в продуктах [5].

Липидные покрытия состоят из гидрофобных веществ, таких как воски, моноглицериды, ацелированные моноглицериды и жирные кислоты. Биохимические свойства этих соединений обусловлены наличием длинных углеводородных цепей, которые формируют плотную гидрофобную структуру покрытия, существенно ограничивая миграцию влаги. Такие покрытия эффективно замедляют высыхание и потерю влаги из продукта, однако обладают низкой адгезией к гидрофильным поверхностям и ограниченными газобарьерными свойствами. Для решения данных проблем липидные компоненты комбинируют с эмульгаторами и поверхностно-активными веществами, такими как лецитин, которые улучшают адгезию и механическую стабильность покрытия [6,7].

Полисахаридные покрытия включают такие компоненты, как целлюлоза, крахмал, хитозан, альгинаты и пектины. Биохимически полисахариды состоят из моносахаридных звеньев, соединенных гликозидными связями, формируя структурно устойчивые и барьерные пленки. Они характеризуются высокой способностью к пленкообразованию, газонепроницаемостью и биodeградируемостью.

Недостатком полисахаридных покрытий является их чувствительность к влаге, что требует введения дополнительных веществ, таких как липиды, для улучшения водонепроницаемости и механических характеристик [8, 9, 10].

Композиционные покрытия, содержащие смеси природных биополимеров и функциональные компоненты, такие как органические кислоты (молочная, лимонная кислота) и бактериоцины (низин), представляют собой перспективное направление развития технологии пищевых покрытий. Биохимически органические кислоты действуют за счет диффузии через мембраны микробных клеток в недиссоциированной форме с последующей диссоциацией внутри клетки, что вызывает снижение внутриклеточного pH и нарушение метаболических процессов. [11]. Бактериоцины, например низин, действуют путем нарушения целостности мембран грамположительных бактерий, что обеспечивает дополнительную антибактериальную защиту покрытий [12].

Несмотря на множество исследований в этой области, оптимальный состав покрытий требует дополнительного изучения с учетом возможного влияния на органолептические и товарные свойства мяса птицы. Таким образом, целью данной работы является изучение влияния пищевых пленкообразующих покрытий с включением органических кислот и бактериоцина низина на физико-химические характеристики подкожного жира мяса птицы и их эффективность в сохранении качества и увеличении срока годности продукции.

Материалы и методы исследований

Использование многокомпонентных защитных покрытий обусловлено принципами барьерных технологий. Суть данных технологий заключается в создании точных комбинаций традиционных и инновационных методов, формирующих комплекс последовательных защитных факторов, которые способствуют улучшению микробиологической безопасности,

сохранению качества и питательной ценности пищевых продуктов, а также повышению экономической эффективности их производства. Основные барьерные факторы, применяемые для продления срока хранения продуктов, включают температурный режим, активную кислотность (pH), окислительно-восстановительный потенциал (Eh), показатель активности воды и другие параметры.

Объектами данного исследования выступали пищевые пленкообразующие покрытия на основе моноглицеридов и их ацетилованных производных, а также покрытия на основе молочной сыворотки, в которые дополнительно были введены глицерин, органические кислоты (молочная и лимонная) и бактериоцин низин.

Состав №1 – пищевой пленкообразующий состав на основе смеси моноглицеридов и ацетилованных моноглицеридов с концентрацией 3%, глицерина 10%, молочной кислоты 2%, вода остальное;

Состав №2 – пищевой пленкообразующий состав на основе молочной сыворотки 5%, глицерина 10%, молочной 2% и лимонной кислот 0,2%, вода остальное;

Состав №3 – пищевой пленкообразующий состав на основе молочной сыворотки 5%, глицерина 10%, молочной 2%, лимонной кислот 0,2% и низина 0,1%, вода остальное.

В качестве контроля использовали воду. Температура раствора для нанесения пищевого пленкообразующего состава на поверхность полу-тушек составляла $50 \pm 2^\circ \text{C}$.

Для измерения pH и окислительно-восстановительного потенциала использовали pH-метр-милливольтметр 150M и pH-метр/кондуктометр HI 991300 производства фирмы «HANNA». Повторность определения значений для каждого пленкообразующего состава трехкратная.

Определение кислотного числа образцов жира выполняли по методике, изложенной в ГОСТ Р55480-2013, результат выражали в мг гидроокиси калия на грамм исследуемого вещества. Для анализа навеску предварительно выделенного жира массой около 1 г растворяли в эфирно-спиртовой смеси, после чего проводили титрование раствором гидроксида калия с концентрацией 0,1 М. Конечной точкой титрования служило изменение окраски раствора при добавлении индикатора фенолфталеина.

Определение перекисного числа, которое характеризует уровень накопления пероксидных

соединений в жире, проводили в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ Р34118-2017. Полученные результаты выражали в ммоль активного кислорода на килограмм исследуемого образца (ммоль/кг).

При определении эффективности влияния молочной кислоты в состав ППС на основе молочной сыворотки (МС) на микробиологические изменения при хранении эксперимент проводили с применением коммерческого препарата низина ("Nisaplin" фирмы "Arlin & Barrett, LTD"), в концентрации 0,1% с добавлением 2% молочной кислоты (МК) и без добавления МК. В качестве контроля использовали необработанные полу-тушки птицы. В этой серии экспериментов при проведении микробиологических исследований в контроле и в каждой группе с пищевыми покрытиями использовались по 3 полу-тушки цыплят бройлеров. При проведении исследований по определению значений кислотного и перекисного чисел подкожного жира и общей бактериальной обсемененности тушки птицы хранили при температуре $0 \pm 2^\circ \text{C}$ и относительной влажности 85–90% в течение 15 суток.

Результаты и их обсуждение

Рационально подобранная комбинация различных «барьерных» факторов и технологических средств позволяет эффективно обеспечить микробиологическую безопасность и стабильность пищевых продуктов без значительного снижения их пищевой и биологической ценности.

Даже при относительно небольших значениях каждого отдельного барьерного фактора совместное их действие способно значительно усиливать общий консервирующий эффект, что объясняется синергизмом, то есть взаимным усилением действия отдельных компонентов при их комбинировании.

Кроме антимикробного эффекта, некоторые барьерные факторы также влияют на скорость окислительных и гидролитических изменений основных компонентов пищи, таких как белки и липиды, особенно в процессе обработки и последующего хранения продуктов, что связано с понижением уровня окислительно-восстановительного потенциала (Eh).

Выбор средств, предотвращающих развитие окисления липидов, обычно основывается на учёте химического состава и специфических свойств используемого сырья и конечного продукта,

условий производственного процесса, а также на имеющихся технических и технологических возможностях производства и хранения.

Роль процессов окисления и восстановления в мясе птицы обычно считается негативной. Снижение окислительно-восстановительного потенциала (редокс-потенциала) способствует размножению молочнокислых бактерий и, соответственно, ингибированию роста аэробных бактерий, вызывающих порчу (в частности, *Pseudomonas spp.* и *B. thermosphacta*). Поскольку вызываемая аэробными бактериями порча развивается гораздо быстрее, чем порча под действием молочнокислых бактерий, понижение Eh делает мясные продукты более безопасными с микробиологической точки зрения и увеличивает срок годности.

В настоящее время изучены основные принципы традиционных способов консервирования и определены пределы их эффективности в отношении жизнеспособности, роста и гибели микроорганизмов. Эффективность консервирования пищевых продуктов и сохранение их

качественных характеристик напрямую зависят от целенаправленного применения комплекса физических, химических и биологических факторов, которые обеспечивают блокирование или ингибирование нежелательных реакций, в том числе цепных. Среди таких факторов можно выделить низкую температуру, вакуумирование, упаковку в модифицированную газовую среду, регулирование активной кислотности (pH) и окислительно-восстановительного потенциала (Eh).

Согласно принятой на сегодняшний день классификации, аэробные микроорганизмы активно развиваются при значениях Eh от 500 до 300 мВ, факультативные анаэробы – при значениях от 300 до –100 мВ, а анаэробные бактерии – при Eh от 100 до ниже – 250 мВ [13].

Значения Eh различных пищевых пленкообразующих составов до добавления консервантов в их состав и после введения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние включения консервантов в состав ППС на изменение Eh

№	Наименование составов	Eh, mV	
		до добавления консервантов	после добавления консервантов
1.	Контроль (вода)	0,53±0,06	-
2.	Состав №1	1,05±0,13	158,7±5,00
3.	Состав №2	0,32±0,05	129,9±4,00
4.	Состав №3	0,33±0,03	140,2±7,00

Анализ данных таблицы 1 показывает, что значения Eh во всех трех пищевых пленкообразующих составов колеблются от 129,9 до 158,7 mV. Максимальное значение - 158, 7 характерно для состава №1, а минимальное Eh -129,9 для состава №2 без добавления низина. Применение молочной кислоты в пищевых пленкообразующих составах позволяет значительно понизить величину pH и обеспечивает значение окислительно-восстановительного потенциала (Eh), ингибирующее активный рост аэробных микроорганизмов растворов, которые в свою очередь могут оказать влияние на понижение этих показателей на границе фаз покрытия – поверхность тушек цыплят-бройлеров и позволит создать неблагоприятную среду для развития микроорганизмов. При этом нарушается целостность

клеточных мембран контаминантов, что приводит их непосредственно к гибели. Известно, что рост большинства бактерий тесно связан с величиной Eh: чем выше её значение, тем интенсивнее развитие аэробных форм. Так, при хранении мяса птицы в обычных упаковках (без вакуумирования) рост аэробной микробиоты обычно наблюдается в диапазоне Eh от 500 до 300 мВ.

Результаты экспериментов показали, что применение специальных пищевых покрытий с включением молочной кислоты формирует более низкие значения Eh, тем самым заметно ограничивая рост микрофлоры. Снижение окислительно-восстановительного потенциала к уровням ниже указанных способствует большей устойчивости продукта, так как при этом замедляются окислительные процессы липидов и белков.

Согласно действующим нормативным документам, применяемые на практике лабораторные методы контроля качества нередко демонстрируют противоречивые результаты. Это объясняется как техническими ограничениями

самых методов, так и тем, что параметры качества сырья за последние годы заметно изменились (табл.2) [14].

Таблица 2 - Характеристика частоты совпадений лабораторной и органолептической оценки свежести мяса

Метод оценки	Частота совпадений объективной оценки образца с органолептической по группам сырья, % от количества образцов в соответствующей группе			Общая частота совпадений объективной оценки с органолептической, % от общего количества образцов
	свежее	сомнительной свежести	не свежее	
Проба с сернокислой медью	83	20	53	61
Реакция по пероксидазе	92	–	76	73
Содержание летучих жирных кислот	0	20	100	54
pH	92	–	88	79
Микроскопия	42	60	94	73

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что наибольшее совпадение между объективными и органолептическими результатами (79% от общего числа образцов) достигается при оценке показателя pH.

Как правило, понижение значения pH подавляет рост бактерий. Наиболее интенсивный

рост микроорганизмов наблюдается на говядине, свинине и курином мясе при значениях pH 6,2-6,4. Минимальные значения pH, необходимые для роста характерных для мяса и мясных продуктов микроорганизмов при холодильном хранении приведены в таблице 3 [15].

Таблица 3. Минимальные значения pH, необходимые для роста микроорганизмов

№ п/п	Название микроорганизма	Значения pH
1	<i>Clostridium botulinum</i>	> 4,7
2	<i>Clostridium perfringens</i>	> 4,9
3	<i>Bacillus</i> spp.	> 4,5
4	<i>Lactobacillus</i> spp.	> 3,2
5	<i>Salmonella</i> spp.	> 4,4
6	<i>Pseudomonas</i> spp.	> 4,7
7	<i>Staphylococcus aureus</i>	> 4,6
8	<i>Listeria monocytogenes</i>	> 5,0
9	<i>Klebsiella</i> spp.	> 5,1
10	<i>Aeromonas</i> spp.	> 5,3
11	<i>Leuconostoc</i> spp.	> 4,8
12	<i>Brochothrix thermosphacta</i>	> 5,0
13	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	> 4,0
14	<i>Yersinia enterocolitica</i>	> 4,4

Согласно информации из таблицы 3, молочно-кислые бактерии, типичные для продуктов из птицы, при вакуумном хранении начинают развиваться при pH выше 3,2. При этом средняя

величина активной кислотности среды (pH), необходимая для сдерживания роста микрофлоры на поверхности мяса птицы, составляет 4,6. Следовательно, при выборе состава пищевых

пленкообразующих покрытий и оптимизации их концентрации следует обязательно учитывать данные значения pH.

Анализ полученных результатов (табл. 4) указывает на то, что при добавлении 2% молочной кислоты в пищевой пленкообразующий состав на основе дистиллированных и ацелированных моноглицеридов достигается наиболее значительное снижение показателя pH (с 7,85 до 2,67). В то же время добавление 2% молочной кислоты и 0,2% лимонной кислоты, используемой в роли

антиоксиданта, к составу на основе молочной сыворотки даёт меньший эффект (показатель pH снижается с 4,45 до 3,04). Сравнительно незначительное изменение pH при введении органических кислот в сывороточную смесь объясняется тем, что исходная активная кислотность самой сыворотки уже находится на низком уровне до добавления молочной и лимонной кислот. При этом дополнительное введение бактериоцина низина в состав покрытия практически не влияет на показатель pH.

Таблица 4. Влияние включения органических кислот в состав ППС на изменение значений pH

№	Наименование состава	pH	
		до добавления консервантов	после добавления консервантов
1.	Контроль (вода)	7,43±0,28	–
2.	Состав №1	7,85±0,23	2,67±0,13
3.	Состав №2	4,45±0,25	3,04±0,15
4.	Состав №3	4,45±0,25	3,05±0,09

Низин – это бактериоцин из группы лантибиотиков А-типа, являющийся натуральным токсикологически безопасным антибактериальным пищевым консервантом. Низин – единственный бактериоцин, применяемый для консервирования пищевых продуктов, признанный соответствующим промышленному стандарту.

Механизм действия низина связан с нарушением проницаемости цитоплазматических мембран грамположительных бактерий, проявляющимся в виде ионных каналов или в виде образования пор, которые облегчают истечение низкомолекулярных веществ через мембрану с диссипацией мембранного потенциала и градиента pH, в результате чего ингибируется жизнедеятельность микробной клетки. Клетки грамтри-

цательных бактерий защищены от действия низина наружной клеточной стенкой мембраны, при этом любое ослабление клеточной стенки делает данные клетки чувствительными к низину.

Согласно результатам исследований, показатель pH у созданных пленкообразующих составов (2,67 и 3,05) оказался ниже диапазона 3,2–5,3, в котором происходит активное развитие микроорганизмов, вызывающих порчу мяса и мясных продуктов при низкотемпературном хранении.

Одним из главных критериев сохранности мяса птицы в ходе хранения выступает состояние жировой ткани. Для оценки качества подкожного и внутреннего жира мяса птицы определяли кислотное (табл. 5) и перекисное (табл. 6) числа.

Таблица 5. Изменение кислотного числа подкожного жира при хранении тушек цыплят-бройлеров

№	Вид обработки	Кислотное число, мг KOH, срок хранения (в сутках)					
		0	3	5	7	10	15
1.	Контроль	0,2±0,01	0,60±0,04	0,80±0,06	1,10±0,1	–	–
2.	Состав №1	0,2±0,01	0,40±0,02	0,55±0,04	0,70±0,06	1,0±0,1	1,3±0,1
3.	Состав №2	0,2±0,01	0,47±0,03	0,64±0,05	0,83±0,07	1,2±0,1	1,4±0,1
4.	Состав №3	0,2±0,01	0,54±0,03	0,72±0,06	0,96±0,08	1,3±0,1	1,5±0,1

Таблица 6. Изменение перекисного числа подкожного жира при хранении тушек цыплят-бройлеров

№	Вид обработки	Перекисное число, ммоль О ₂ , срок хранения (в сутках)					
		0	3	5	7	10	15
1.	Контроль	1,56±0,14	2,34±0,23	3,51±0,27	5,85±0,39	–	–
2.	Состав №1	1,56±0,14	1,56±0,17	1,95±0,15	2,73±0,24	3,90±0,38	5,07±0,43
3.	Состав №2	1,56±0,14	1,56±0,13	2,34±0,19	3,51±0,28	4,68±0,29	–
4.	Состав №3	1,56±0,14	1,95±0,12	2,75±0,21	4,29±0,33	5,85±0,42	6,34±0,49

Анализ и обобщение данных таблицы 5 показывает, что эффективность действия пищевых покрытий в меньшей степени выражен на замедление гидролитических процессов, чем окислительных. Достоверная разница между контрольными и опытными образцами для изменения кислотного числа наблюдается через 3 суток хранения, а между различными составами недостоверна. Применительно к изменению перекисных чисел (табл. 6) значимость разницы по значениям средних величин и стандартных отклонений между контрольными и опытными образцами имеет место также через 3 суток. В то время как достоверная разница между опытными образцами, обработанными составами №2 и №3, наблюдается через 3 суток, а между №1 и №2, через 5 суток и сохраняется до 15 суток хранения.

Из представленных в таблицах 5 и 6 данных видно, что при хранении контрольных образцов тушек птицы в течение 5 суток и обработанных пищевыми пленкообразующими составами – в течение 15 суток, значения перекисного числа остаются на уровне, не оказывающем отрицательного влияния на качество жировой ткани. Во всех вариантах нанесение защитного покрытия замедляет развитие окислительных процессов. Для состава №1 (на основе моноглицеридов), это объясняется антиоксидантными свойствами присутствующих в составе ацетилированных моноглицеридов, а для покрытий на основе молочной сыворотки (составы №2 и №3) – наличием в их составе лимонной кислоты, которая дополнительно способствует подавлению окислительных процессов.

Результаты изучения общей бактериальной обсемененности образцов птицы, обработанных консервантами, в процессе хранения свидетельствуют (табл.7), что исходная общая бактериальная обсемененность полу-тушек птицы до хранения составляла $3,6 \times 10^3$ КОЕ/г... По мере хранения образцов птицы без обработки (контроль) наблюдали постепенное увеличение обсеменен-

ности: количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) за 5 суток увеличилось до $7,0 \times 10^4$, за 10 суток – до $2,0 \times 10^6$ КОЕ/г, а за 15 суток было максимальным ($9,1 \times 10^7$ КОЕ/г), превышающим нормативные показатели.

После обработки образцов низином (на начальном этапе) общая микробная обсемененность образцов была на два порядка ниже: снизилась от $3,2 \times 10^3$ количества клеток на 1г мяса (по сравнению с контролем) до $2,5 \times 10^2$ за 5 суток хранения. Однако по мере хранения общая обсемененность сапрофитной контаминирующей микробиотой образцов мяса, обработанных раствором низина, увеличивается при хранении постепенно и за 10 дней возросла до $1,1 \times 10^5$, а за 15 дней - до $2,2 \times 10^6$ КОЕ/г (табл.7).

Известно, что остаточная активность низина уменьшается примерно на 70% в течение 4 суток хранения при температуре 5 °С в обработанных им образцах. Диффузия низина в продукт неполная, а сам он может подвергаться гидролизу под действием протеолитических ферментов. Кроме того, низин взаимодействует с фосфолипидами, содержащимися в мясе, что снижает его активность. Низин сохраняет антимикробные свойства в диапазоне pH от 3,5 до 8,0 и утрачивает активность под действием ферментов различных классов, включая протеолитические (панкреатин, трипсин, альфа-химотрипсин и др.), однако устойчив к действию сычужных ферментов. Низин термостабилен, особенно при низких значениях pH, что важно при использовании в пищевой промышленности при термической обработке продуктов [8, 9].

Добавление 2% молочной кислоты в композицию с низином снижает темп роста количества контаминантных микроорганизмов: после 5 суток хранения постепенно возрастало: от $3,7 \times 10^3$ до $6,1 \times 10^2$ на 5-е сутки, а на 10 сутки – до $9,0 \times 10^4$, а после 15 суток достигло значения $6,4 \times 10^5$ КОЕ/г.

Следует отметить, что препарат низина может содержать в своем составе остаточное количество мезофильных лактококков – продуцентов после высушивания, которые могут реанимироваться в благоприятном для их развития субстрате мясе.

Молочнокислые бактерии относятся к числу наиболее распространенных микроорганизмов в охлажденном мясе. В мясо молочнокислые бактерии попадают с почвой, воздухом, с водой и из оборудования. Они могут вызывать различные виды порчи мяса, но при целенаправленном

применении за счет сильного подкисления ингибируют рост гнилостной микрофлоры, улучшают консистенцию мяса и даже создают аромат мяса, сохраняют его цвет. Однако следует отметить, что в данном образце не были обнаружены споровые формы, анаэробные бактерии, включая клостридии и другие патогенные формы. Основной микрофлорой этого образца составляли лактококки. Образец имел приятный цвет, был без постороннего запаха.

Таблица 7. Изменение общей бактериальной обсемененности образцов птицы, обработанных консервантами, в процессе хранения.

№	Наименование образцов	Общая обсемененность, КОЕ/г длительность хранения, сутки			
		0	5	10	15
1	Контроль	$3,6 \pm 0,17 \times 10^3$	$7,0 \pm 0,07 \times 10^4$	$2,0 \pm 0,09 \times 10^6$	$9,1 \pm 0,31 \times 10^7$
2	Низин	$2,2 \pm 0,19 \times 10^3$	$2,5 \pm 0,06 \times 10^2$	$1,1 \pm 0,03 \times 10^5$	$2,2 \pm 0,02 \times 10^6$
3	Низин +2% МК	$3,7 \pm 0,16 \times 10^3$	$6,1 \pm 0,27 \times 10^2$	$9,0 \pm 0,45 \times 10^4$	$6,4 \pm 0,31 \times 10^5$

Заключение, выводы

В результате проведенного исследования установлена эффективность использования пищевых пленкообразующих покрытий на основе моноглицеридов, ацетилированных моноглицеридов и молочной сыворотки с включением органических кислот и бактериоцина для повышения устойчивости к окислительным процессам и микробиологической порче, происходящим в мясе птицы при холодильном хранении. Экспериментальные данные подтвердили, что составы покрытий, содержащие органические кислоты, оказывают значительное снижение показателя активной кислотности (pH) и обеспечивают величину окислительно-восстановительного потенциала (Eh), ингибирующие активный рост аэробных микроорганизмов. Это обусловлено биохимическим механизмом действия органических кислот, включающим их проникновение через микробную мембрану с последующим нарушением внутриклеточного гомеостаза и метаболической активности микроорганизмов.

Включение в покрытие бактериоцина низина способствовало усилению антимикробного эффекта, обусловленного его способностью

нарушать целостность цитоплазматических мембран грамположительных бактерий. Дополнительное введение в состав пищевых покрытий 2% молочной кислоты способствовало существенному снижению обсемененности образцов мяса птицы контаминирующими микроорганизмами и позволило увеличить срок годности продукта до 15 суток.

Таким образом, полученные результаты подтверждают перспективность применения пищевых пленкообразующих покрытий, содержащих органические кислоты и бактериоцины, для повышения микробиологической безопасности и замедления окисления подкожного жира мяса птицы.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», специфике 154 «Оплата услуг по исследованиям» в рамках выполнения проекта AP19678940 «Разработка новой технологии хранения охлажденного мяса птицы и птицепродуктов с применением

биологических методов консервирования в сочетании с холодом» на 2023-2025 гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAO. Meat Market Review: Emerging trends and outlook 2023 //Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 2023. – 22 с.
2. Wang M., Wei Z., Zhang Z. Antimicrobial edible films for food preservation: Recent advances and future trends //Food and Bioprocess Technology. – 2024. – Т. 17. – №. 6. – С. 1391-1411. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03178-y>
3. Baldwin E. A., Hagenmaier R., Bai J. (ed.). Edible coatings and films to improve food quality. – CRC press, 2011. – 392 с.
4. Debeaufort F., Voilley A. Lipid-based edible films and coatings //Edible films and coatings for food applications. – New York, NY: Springer New York, 2009. – С. 135-168.
5. Calva-Estrada S. J., Jiménez-Fernández M., Lugo-Cervantes E. Protein-based films: Advances in the development of biomaterials applicable to food packaging //Food Engineering Reviews. – 2019. – Т. 11. – С. 78-92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09189-w>
6. Hassan B. et al. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review //International journal of biological macromolecules. – 2018. – Т. 109. – С. 1095-1107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>
7. Falguera V. et al. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use //Trends in Food Science & Technology. – 2011. – Т. 22. – №. 6. – С. 292-303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
8. Kaushani K. G. et al. Recent Advances of Edible Packaging as an Alternative in Food Packaging Applications //Asian Journal of Chemistry. – 2022. – Т. 34. – №. 10. – С. 2523-2537. DOI: <https://doi.org/10.14233/ajchem.2022.23822>
9. Ustunol Z. Edible films and coatings for meat and poultry //Edible films and coatings for food applications. – 2009. – С. 245-268. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1_8
10. Yaghoubi M. et al. Effect of chitosan coating incorporated with Artemisia fragrans essential oil on fresh chicken meat during refrigerated storage //Polymers. – 2021. – Т. 13. – №. 5. – С. 716. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13050716>
11. Rai M. et al. (ed.). Natural antimicrobials in food safety and quality. – Oxfordshire, UK: Cabi, 2011. – Т. 39. DOI: <https://doi.org/10.1079/9781845937690.0000>
12. Hansen J. N., Sandine W. E. Nisin as a model food preservative //Critical Reviews in Food Science & Nutrition. – 1994. – Т. 34. – №. 1. – С. 69-93. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408399409527650>
13. Патракова И. С. и др. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель стабильности мясных систем //Ползуновский вестник. –

2021. – №. 1. – С. 66-73. DOI: <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.009>

14. Кузнецов А. В., Костенко Ю. Г., Иванкин А. Н. О контроле мяса на свежесть //Все о мясе. – 2002. – №. 2. – С. 31-32.

15. Фейнер Г. Мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации //М.: Профессия. – 2010. – 719 с.

REFERENCES

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat Market Review: Emerging Trends and Outlook 2023. Rome: FAO, 2023.
2. Wang, M., Z. Wei, and Z. Zhang. "Antimicrobial Edible Films for Food Preservation: Recent Advances and Future Trends." Food and Bioprocess Technology 17, no. 6 (2024): 1391–1411. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03178-y>
3. Baldwin, E. A., R. Hagenmaier, and J. Bai, eds. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011.
4. Debeaufort, F., and A. Voilley. "Lipid-Based Edible Films and Coatings." In Edible Films and Coatings for Food Applications, 135–168. New York, NY: Springer, 2009.
5. Calva-Estrada, S. J., M. Jiménez-Fernández, and E. Lugo-Cervantes. "Protein-Based Films: Advances in the Development of Biomaterials Applicable to Food Packaging." Food Engineering Reviews 11 (2019): 78–92. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09189-w>
6. Hassan, B., S. A. Chatha, A. I. Hussain, K. M. Zia, and N. Akhtar. "Recent Advances on Polysaccharides, Lipids and Protein-Based Edible Films and Coatings: A Review." International Journal of Biological Macromolecules 109 (2018): 1095–1107. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>
7. Falguera, V., J. P. Quintero, A. Jiménez, J. A. Muñoz, and A. Ibarz. "Edible Films and Coatings: Structures, Active Functions and Trends in Their Use." Trends in Food Science & Technology 22, no. 6 (2011): 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
8. Kaushani, K. G., S. Perera, S. Rodrigo, and A. Wickramarachchi. "Recent Advances of Edible Packaging as an Alternative in Food Packaging Applications." Asian Journal of Chemistry 34, no. 10 (2022): 2523–2537. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2022.23822>
9. Ustunol, Z. "Edible Films and Coatings for Meat and Poultry." In Edible Films and Coatings for Food Applications, 245–268. New York, NY: Springer, 2009. https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1_8
10. Yaghoubi, M., R. Ayaseh, S. M. Alirezalu, F. Nemat, and N. Khaneghah. "Effect of Chitosan Coating Incorporated with Artemisia fragrans Essential Oil on Fresh Chicken Meat During Refrigerated Storage." Polymers 13, no. 5 (2021): 716. <https://doi.org/10.3390/polym13050716>
11. Rai, M., M. Chikindas, and N. Jayaprakasha, eds. Natural Antimicrobials in Food Safety and Quality.

Oxfordshire, UK: CABI, 2011.
<https://doi.org/10.1079/9781845937690.0000>

12. Hansen, J. N., and W. E. Sandine. "Nisin as a Model Food Preservative." *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 34, no. 1 (1994): 69–93.
<https://doi.org/10.1080/10408399409527650>

13. Patrakova, I. S., A. G. Ivankin, and A. V. Kuznetsov. "Okislitel'no-vosstanovitel'nyj potencial kak pokazatel' stabil'nosti mjasnyh sistem [Oxidation-Reduction Potential as an Indicator of Stability in Meat Systems]." *Polzunovskiy Vestnik*, no. 1 (2021): 66–73.
<https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.009> (In Russian)

14. Kuznetsov, A. V., Yu. G. Kostenko, and A. N. Ivankin. "O kontrole mjasna na svezhest' [On the Control of Meat Freshness]." *Vse o myase*, no. 2 (2002): 31–32. (In Russian)

15. Feiner, G. *Mjasnye produkty. Nauchnye osnovy, tehnologii, prakticheskie rekomendacii [Meat Products: Scientific Fundamentals, Technology, Practical Recommendations]*. Moscow: Professiya, 2010. (In Russian)

ГРАНОЛА ӨНДІРІСІНДЕ ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫН ҚОЛДАНУДЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ

З.Н. МОЛДАҚҰЛОВА , М. БАЙҒАЙЫПҚЫЗЫ , А.А. КЕРИМБАЕВА ,
А.С. СЕРІКОВА , Д.А. САБИТОВА 

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

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

Бұл жұмыстың мақсаты шикізат базасын кеңейту және оларды функционалды тамақ өнімдерінің, атап айтқанда гранолалардың технологиясында қолдану мүмкіндігі мақсатында олардың химиялық құрамын зерттеу негізінде Өсімдік шикізатын (дәнді, жидек, көкөніс дақылдары) таңдауды негіздеу болып табылады. Химиялық құрамды зерттеу нәтижесінде сұлыдағы ақуыздың мөлшері 11,07 г, жүгеріде - 13,32 г, күріште - 7,21 г, қарақұмықта - 12,69 г, асқабақта - 0,91 г, мұкжидек жемістерінде - 0,8 г, көкжидекте - 100 г өнімге 1,01 г екендігі анықталды. Көмірсулардың мөлшері сәйкесінше 58,24; 63,97; 69,48 құрайды; 59,0; 6,88; 6,4 және 9,72 г, май мөлшері - 6,2; 5,28; 2,1; 3,08; 0,06; 0,4 және 1,2 г, күл - 3,65; 3,1; 1,01; 1,67; 0,49; 0,5 ал 0,64 г. сұлыдағы диеталық талшықтың мөлшері 12,0 г, жүгеріде - 8,35 г, күріште - 6,1 г, қарақұмықта - 13,0 г, асқабақта - 2,17 г, мұкжидек жемістерінде - 3,3 г және көкжидекте - 3,1 г. ақуыздармен, майлармен, көмірсулармен, диеталық талшықтармен қатар тағамның басқа компоненттері - дәрумендер, минералдар, органикалық қышқылдар зерттелді. Өсімдік шикізатының тағамдық құндылығын зерттеу оларды функционалды тамақ өнімдерін өндіруде функционалды ингредиенттер ретінде қолданудың орындылығы мен негізділігін анықтайды.

Негізгі сөздер: өсімдік шикізаты, биологиялық белсенді қоспалар, құрғақ таңғы астар, гранола, химиялық құрамы.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГРАНОЛЫ

З.Н. МОЛДАҚҰЛОВА, М. БАЙҒАЙЫПҚЫЗЫ, А.А. КЕРИМБАЕВА,
А.С. СЕРІКОВА, Д.А. САБИТОВА

(Алматынський технологический университет, Республика Казахстан, Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора корреспондента: makpal_atyhanova@mail.ru*

Целью данной работы является обоснование выбора растительного сырья (зерновые, ягодные, овощные культуры) на основе исследования их химического состава, с целью расширения сырьевой базы и возможности применения их в технологии функциональных продуктов питания, в частности гранол. В результате исследования химического состава установлено, что содержание белка в овсе составляет 11,07 г, в кукурузе - 13,32 г, в рисе - 7,21 г, в гречихе - 12,69 г, в тыкве - 0,91 г, в плодах клюквы - 0,8 г, в чернике - 1,01 г на 100 г продукта. Содержание углеводов составляет, соответственно 58,24; 63,97; 69,48; 59,0; 6,88; 6,4 и 9,72 г, содержание жира - 6,2; 5,28; 2,1; 3,08; 0,06; 0,4 и 1,2 г, золы - 3,65; 3,1; 1,01; 1,67; 0,49; 0,5 и 0,64 г. Содержание пищевых волокон в овсе составляет 12,0 г, в кукурузе - 8,35 г, в рисе - 6,1 г, в гречихе - 13,0 г, в тыкве - 2,17 г, в плодах клюквы - 3,3 г и в чернике - 3,1 г. Наряду с белками, жирами, углеводами, пищевыми волокнами исследованы и другие составляющие пищи - витамины, минеральные вещества, органические кислоты. Исследование пищевой ценности растительного сырья определяет целесообразность и обоснованность применения их как функциональные ингредиенты при производстве функциональных пищевых продуктов.

Ключевые слова: растительное сырье, биологически активные добавки, сухие завтраки, гранола, химический состав.

SUBSTANTIATION OF THE USE OF VEGETABLE RAW MATERIALS IN GRANOLA PRODUCTION

Z.N. MOLDAKULOVA, M. BAIGAIYPKYZY, A.A KERIMBAEVA,
A.S. SERIKOVA, D.A. SABITOVA

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

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

The purpose of this work is to justify the choice of vegetable raw materials (cereals, berries, vegetable crops) based on the study of their chemical composition in order to expand the raw material base and the possibility of using them in the technology of functional foods, in particular granola. As a result of the study of chemical composition it was found that the protein content in oats is 11.07 g, in corn - 13.32 g, in rice - 7.21 g, in buckwheat - 12.69 g, in pumpkin - 0.91 g, in cranberry fruits - 0.8 g, in blueberries - 1.01 g per 100 g of product. The carbohydrate content is 58.24; 63.97; 69.48; 59.0; 6.88; 6.4 and 9.72 g, respectively, fat content - 6.2; 5.28; 2.1; 3.08; 0.06; 0.4 and 1.2 g, ash - 3.65; 3.1; 1.01; 1.67; 0.49; 0.5 and 0.64 g. The content of dietary fiber in oats is 12.0 g, in corn - 8.35 g, in rice - 6.1 g, in buckwheat - 13.0 g, in pumpkin - 2.17 g, in cranberry fruits - 3.3 g and in blueberries - 3.1 g. Along with proteins, fats, carbohydrates, dietary fibers, other components of food - vitamins, minerals, organic acids - were studied. The study of the nutritional value of plant raw materials determines the feasibility and validity of their use as functional ingredients in the production of functional food products.

Keywords: vegetable raw materials, biologically active additives, breakfast cereals, granola, chemical composition.

Kipicne

Қазіргі өмірдің қарқыны көптеген адамдарды үнемі уақыт тапшылығына душар етеді. Фаст-фуд талаптарына сәйкес келетін өнімдерге сұраныс артып келеді. Таңғы ас түрінде концентраттар тұтынушылар тарапынан кеңінен танылды. Сонымен қатар, мұндай өнімдердің, оның ішінде отандық өндірістің ассортименті жеткіліксіз және нарықтың қажеттіліктерін ескере отырып, оны кеңейтуді талап етеді. Салауатты, функционалды және емдік-профилактикалық тамақтану үшін жаңа буын тағамдарын әзірлеу және өндіру аса маңызды практикалық және әлеуметтік тиімділігі бар тамақ өнеркәсібіндегі инновациялық бағыт болып табылады. Мұндай өнімдердің жаңа ассортиментін құру үшін отандық табиғи өнімдерге: жемістерге, жидектерге, көкөністерге, дәнді дақылдарға, бұршақ дақылдарына, майлы дақылдарға және т.б. - салауатты және функционалды тамақтануға арналған өнімдер өндірісіндегі негізгі шикізат ретінде назар аударылады. Бұл олардың қол жетімділігіне, жаңартылуына және халықтың барлық топтарының тұтынушылық қалауына байланысты [1, 2]. Қазақстанның бай өсімдік ресурстары зерттеушілерге жаңа биологиялық белсенді заттарды іздеу және олардың негізінде жаңа іс жүзінде құнды азық-түлік өнімдерін жасау тұрғысынан орасан зор перспективалар мен кең мүмкіндіктер ашады [3, 4].

Дәнді дақылдар әлемдегі ең маңызды және кең таралған дақылдардың бірі болып табылады. Дәнді дақылдар көмірсулар, ақуыздар, дәрумендер мен минералдар сияқты қоректік заттардың бай көзі болып табылады. Олар планетадағы көптеген адамдардың диетасының негізін құрайды және күнделікті әрекеттерге қуат береді. Дәнді дақылдардың ең көп таралған түрлерінің ішінде бидай, сұлы, арпа, күріш, құмай, жүгері, тары, қарақұмық және т.б. дәнді дақылдардың тұқымдарында 7-13% ақуыз, ал кейбіреулері 15% дейін болады [5, 6].

Бұршақ дақылдарының тобына мыналар жатады: соя, бұршақ, ноқат, жасымық, бұршақ, люпин, жержаңғақ, чина, вика және т.б. олар арзан өсімдік ақуызының көзі болып табылады және оны дәнді дақылдарға қарағанда бірнеше есе көп жинайды (сәйкесінше 20-40% және 7-14%). Бұршақ дақылдарының ақуызы маңызды аминқышқылдарына, әсіресе лизинге бай, оның мөлшері дәнді дақылдардың ақуызына қарағанда 2-2,5 есе көп және жақсы тепе-теңдікпен сипатталады. Бұршақ тұқымдары жоғары құнды тағамдық ақуыздың, крахмалдың, диеталық талшықтың, витаминдердің және көптеген минералдардың маңызды көзі болып табылады. Ол сондай-ақ жоғары функционалды қасиеттерімен, жақсы қорытылуымен ерекшеленеді. Ақуыздың

ерігіштігі дәнді дақылдар үшін бұл көрсеткіштен 2-2,5 есе асады [7-9].

Майлы дақыл тұқымдары мен жемістерінде 20-дан 60% - ға дейін май бар және өсімдік майын алу үшін шикізат болып табылатын өсімдіктер жатады. Ол тамақ ретінде пайдаланылады, наубайханада, кондитерлік өнімдерде, консервілеу өнеркәсібінде қолданылады, ол маргарин өндірісінде шикізат ретінде қызмет етеді, медицинада және т. б. ең көп таралғандарына соя, күнбағыс, рапс, күнжіт, зығыр, фундук және т.б. Майлы дақылдардың тұқымын майға өңдеу кезінде құрамында күнжара және шрот (майсыздандырылған шорт) қалады. Күнбағыс күнжарасы, зығыр, қарасора, соя ақуыз бен майға өте бай. Майлы дақылдардың жемістері мен тұқымдарының құрамында көптеген маңызды аминқышқылдары (лизин, триптофан, цистин, аргинин және т.б.) бар ақуыз болады, бұл оларды толыққанды етеді [10].

Табиғи шикізаттар арасында маңызды орын алатын биологиялық белсенді заттардың негізгі көзі - жемістер мен жидектер. Олар адам ағзасына қажет витаминдердің (С витамині, провитамин А-каротин және т.б.), көмірсулардың, майлардың, белоктардың, органикалық қышқылдардың, хош иісті заттардың, антиоксиданттардың ең бай көздері болып табылады [11, 12].

Отандық және шетелдік ғалымдар құрғақ таңғы ас өндірісінің теориясы мен тәжірибесіне елеулі үлес қосты. Дегенмен, құрғақ таңғы асты алудың қолданыстағы әдістері негізінен бір шикізатқа бағытталған: картоп, астық, тұқым, ұн және көп компонентті функционалды құрғақ таңғы асты әзірлеу үшін іс жүзінде дәлелденген шешімдерді ұсынбайды. Бұл ретте отандық құрғақ таңғы асты өндіруде импорттық шикізаттың үлкен үлесі сақталады. Бөлшек сауда желісінде дәмді күшейткіштер мен хош иістендіргіштер бар өнімдер басым, оларды қолдану ғалымдардың сынына ұшыраған синтетикалық консерванттар, функционалдық қасиеттері бар көп компонентті құрғақ таңғы ас жоқ. Осы санаттағы өнімдердің теңдестірілген құрамы мен тағамдық құндылығын арттыру, сақтау мерзімін ұзарту және өнімнің өзіндік құнын төмендету мәселелері шешуді талап етеді. Бұл мәселелерді шешудің тиімді жолдары құрғақ таңғы асты өндіруде отандық шикізатты және функционалдық қасиеттері бар тағамдық қоспаларды пайдалану болуы мүмкін.

Жоғарыда айтылдай, маңызды мәселені шешуге бағытталған зерттеулер функционалды таңғы ас - көп компонентті қоспалар мен биологиялық белсенді қоспалар негізіндегі граноланы жасау өзекті және әлеуметтік - экономикалық мәнге ие.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін біз келесі шикізатты қолдандық: "Тәтті-2012" сортының жүгерісі, "Сырғалым" сортының сұлысы, "Баракат" сортының күріші, "Шортанды 3" сортының қарақұмығы, "Карина" сортының асқабағы, Алматы облысы Талғар ауданы Ақбұлақ ауылының етегінен жиналған мүкжидек және "Блю Стар" көкжидегі. Мүкжидек жинау жергілікті мәслихаттардың шешімімен бекітілген нормалар шегінде, олардың популяциялары мен қауымдастықтарының, сондай-ақ олардың өсетін жерлерінің сақталуын қамтамасыз етуді ескере отырып жүзеге асырылды.

Ақуыздың құрамы МемСТ 10846-91 бойынша анықталды [13]. МемСТ 29033-91 бойынша майдың массалық үлесі [14]. Көмірсулардың құрамы перманганатометриялық әдіспен анықталды.

Тағамдық талшықтар МемСТ 31675-2012 [15] бойынша анықталды, бұл әдіс қышқыл мен сілтінің ерітінділерімен сыналатын сынаманың ілмегін дәйекті өңдеуге, күлденуге және органикалық қалдықты салмақ әдісімен сандық анықтауға негізделген. Шикі талшықтың құрамы 1 кг құрғақ затқа пайызбен немесе граммен массалық үлес түрінде көрсетіледі.

Күлдің массалық үлесі МемСТ 25555.4-91 [16] бойынша анықталды.

В-каротиннің құрамы МемСТ Р 54058-2010 бойынша анықталды [17] Әдіс каротиноидтарды Каррез I және Каррез II ерітінділерімен өңдеу арқылы алдын ала алынған сынамадан немесе тұнбадан алуға, содан кейін бөлінген препаратты мұнай эфирімен тазартуға және каротиноидтардың массалық концентрациясын немесе массалық үлесін спектрофотометриялық анықтауға негізделген.

МемСТ Р 54635-2011 бойынша А дәрумені құрамын анықтау [18]. Талданатын сынамадан алынған сығындыдағы А витаминін анықтау жоғары тиімді сұйық хроматография (ЖТСХ) әдісімен бөлу арқылы, содан кейін фотометриялық немесе флуориметриялық анықтау жүзеге асырылады. Қажет болса, сығынды талданатын

сынаманың сілтілі гидролизінен кейін алынады. Сандық талдау ретинол, ретинол ацетаты, ретинол пальмитаты шыңдарының ауданын немесе биіктігін пайдалана отырып, сыртқы стандарт әдісімен жүргізіледі.

В тобының витаминдері мен С витаминінің құрамы МемСТ 31483-2012 бойынша анықталды [19]. Осы стандарт суда еритін витаминдердің құрамын анықтау үшін капиллярлық электрофорез әдісін белгілейді: В1 (тиаминхлорид), В2 (рибофлавин), В3 (пантотен қышқылы), В5 (никотин қышқылы және никотинамид), В6 (пиридоксин), В9 (фолий қышқылы), С (аскорбин қышқылы).

Е витаминінің құрамы МемСТ Р 54634-2011 бойынша анықталды [20]. Талданатын сынамадан алынған сығындыдағы Е витаминін анықтау токоферолдарды қалыпты фазалық немесе кері фазалық ЖТСХ әдісімен бөлу арқылы, содан кейін фотометриялық немесе флуориметриялық анықтау арқылы жүзеге асырылады. Қажет болса, сығынды талданатын сынаманың сілтілі гидролизінен кейін алынады. Сандық талдау токоферол шыңдарының ауданын немесе биіктігін пайдалана отырып, сыртқы стандарт әдісімен жүргізіледі.

МемСТ 33462-2015 [21] олардағы натрий, калий, кальций және магнийдің массалық концентрациясын жалынмен атомизацияланған атомдық абсорбциялық спектрометрия арқылы анықтау (өлшеу) әдісін белгілейді.

МемСТ 26657-97 [22] фосфордың құрамын анықтаудың фотометриялық және титриметриялық әдістерін белгілейді. Әдістің мәні сынаманы құрғақ немесе дымқыл күлдену әдісімен

минералдандырып, ортофосфор қышқылының тұздарын түзеді, содан кейін ванадат пен молибдатондардың қатысуымен қышқыл ортада түзілетін сары түсті қосылыс — гетерополик қышқылы түріндегі фосфорды фотометриялық анықтау болып табылады.

МемСТ 32343-2013 [23] атомдық абсорбциялық спектрометрия арқылы кальций, мыс, темір, магний, марганец, калий, натрий және мырыш құрамын анықтау әдісін белгілейді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Фортификация (байыту) - тағамдағы қоректік заттардың құрамын арттырудың маңызды процестерінің бірі. Бұл процесс денсаулық сақтау саласына өте тиімді араласу болуы мүмкін. Тағамдарды минералдармен (кальций, темір), дәрумендермен және диеталық талшықтармен байыту қоректік заттардың жетіспеушілігімен байланысты ауруларды тиімді азайтуға және алдын алуға мүмкіндік береді [24, 25].

1-кестеде дәнді дақылдардың, жеміс-жидек дақылдарының химиялық құрамына талдау келтірілген.

1-кестеден сұлыдағы ақуыздың мөлшері 11,07 г, жүгеріде - 13,32 г, күріште - 7,21 г, қарақұмықта - 12,69 г, асқабақта - 0,91 г, мүкжидек жемістерінде - 0,8 г, көкжидекте – 100 г өнімге 1,01 г. Көмірсулардың мөлшері сәйкесінше 58,24; 63,97; 69,48; 59,0; 6,88; 6,4 және 9,72 г, май мөлшері– 6,2; 5,28; 2,1; 3,08; 0,06; 0,4 және 1,2 г, күл - 3,65; 3,1; 1,01; 1,67; 0,49; 0,5 және 0,64 г

Кесте 1. Дәнді және жеміс-жидек дақылдарының химиялық құрамы

Тағамдық заттар	100 г өнімнің құрамы						
	«Сырғалым» сұрыпты сұлы	«Тәтті-2012» сұрыпты жүгері	«Баракат» сұрыпты күріш	«Шортан-динская 3» сұрыпты қарақұмық	«Карина» сұрыпты асқабақ	Талғар ауданының мүкжидек жемістері	«Блю Стар» сұрыпты көкжидек
<i>Физика-химиялық көрсеткіштер:</i>							
Акуыз, г	11,07±0,15	13,32±0,08	7,21±0,05	12,69±0,17	0,91±0,01	0,8±0,002	1,01±0,05
Майлар, г	6,2±0,08	5,28±0,04	2,1±0,05	3,08±0,04	0,06±0,002	0,40±0,02	1,2±0,02
Көмірсу, г	58,24±0,82	63,97±0,57	69,48±0,59	59,0±0,88	6,88±0,07	6,4±0,05	9,72±0,05
Тағамдық талшық, г	12,0±0,12	8,35±0,05	6,1±0,05	13,0±0,05	2,17±0,03	3,3±0,02	3,1±0,05
күл, г	3,65±0,05	3,10±0,02	1,01±0,05	1,67±0,03	0,49±0,005	0,5±0,02	0,64±0,02
<i>Дәрумендер, мг</i>							
А	табылған жоқ	табылған жоқ	табылған жоқ	табылған жоқ	0,28±0,01	табылған жоқ	табылған жоқ
β-каротин	0,05±0,001	0,32±0,001	табылған жоқ	0,057±0,001	2,61±0,01	0,41±0,005	0,33±0,004
B ₁	0,47±0,078	0,77±0,154	0,10±0,02	0,159±0,03	0,061±0,012	0,03±0,006	0,02±0,004
B ₂	0,19±0,085	0,228±0,096	0,03±0,013	0,311±0,130	0,064±0,027	0,04±0,017	0,02±0,004
B ₃	4,40±0,88	6,43±1,286	3,38±0,67	2,550±0,51	0,609±0,121	0,06±0,012	0,61±0,12
B ₅	1±0,155	1,9±0,479	0,45±0,081	0,801±0,16	0,517±0,103	0,295±0,029	0,113±0,020
B ₆	0,252±0,05	0,19±0,038	0,18±0,036	0,233±0,05	0,114±0,022	0,08±0,012	0,08±0,016
B ₉	0,011±0,001	0,161±0,032	0,020±0,004	0,045±0,009	0,017±0,003	табылған жоқ	табылған жоқ
С	табылған жоқ	18,3±6,22	1,23±0,418	0,493±0,17	6,07±2,06	17,15±5,83	12,47±4,24
Е	1,709±0,02	1,5±0,005	0,49±0,02	0,847±0,03	0,519±0,01	1,10±0,02	1,42±0,003
<i>Минералды заттар, мг</i>							
К	468,92±7,04	708,75±5,97	121,05±1,35	350,91±4,91	244,19±3,42	121,19±0,84	62,41±0,81
Ca	120,31±1,80	11,21±0,33	10,43±0,05	64,77±0,206	30,07±0,40	14,0±0,20	16±0,16
Mg	135,0±1,36	109,5±1,02	47,99±0,62	279,30±1,11	10,35±0,15	17,51±0,15	табылған жоқ
Na	50,18±0,75	52,5±0,50	10,57±0,05	6,8±4,04	6,02±0,09	табылған жоқ	6±0,05
P	361±5,45	311,5±1,25	163,78±1,05	326,05±4,46	27,83±0,33	14,39±0,05	15,31±0,19
Fe	5,74±0,06	1,28±0,05	1,01±0,02	8,60±0,03	0,38±0,005	0,83±0,002	0,91±0,02
Si	885,06±13,64	табылған жоқ	87,15±0,55	табылған жоқ	24,91±0,37	табылған жоқ	16,39±0,09
Cu	0,713±0,009	0,198±0,005	0,275±0,003	0,081±0,001	0,210±0,003	0,051±0,0002	0,060±0,002
Zn	3,70±0,05	1,75±0,02	1,24±0,02	2,09±0,02	0,274±0,004	0,12±0,002	0,16±0,005
Se	13,8±0,0001	0,021±0,0005	0,010±0,0002	табылған жоқ	табылған жоқ	0,1±0,002	табылған жоқ

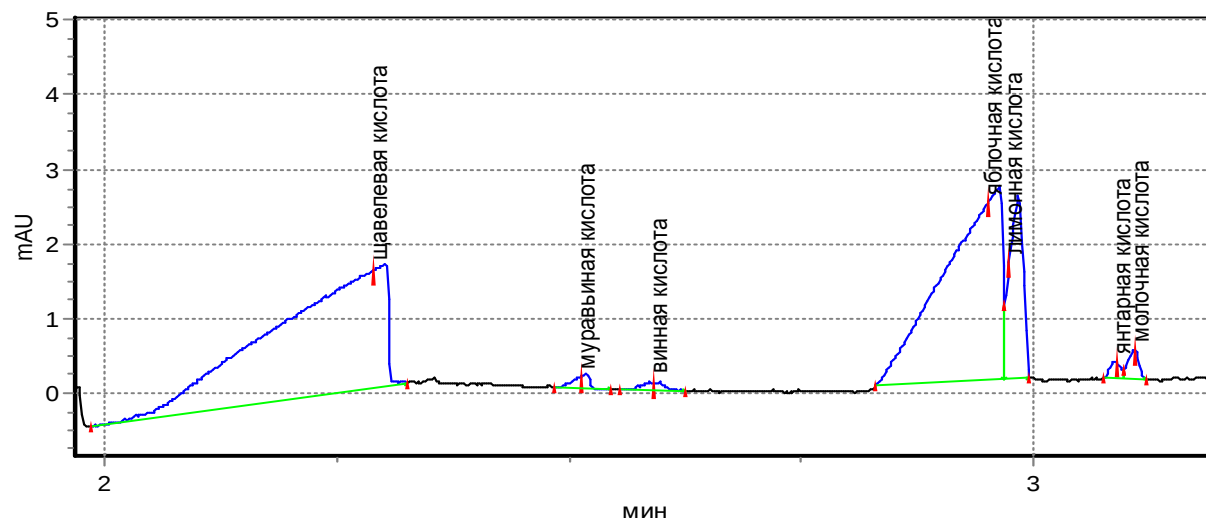
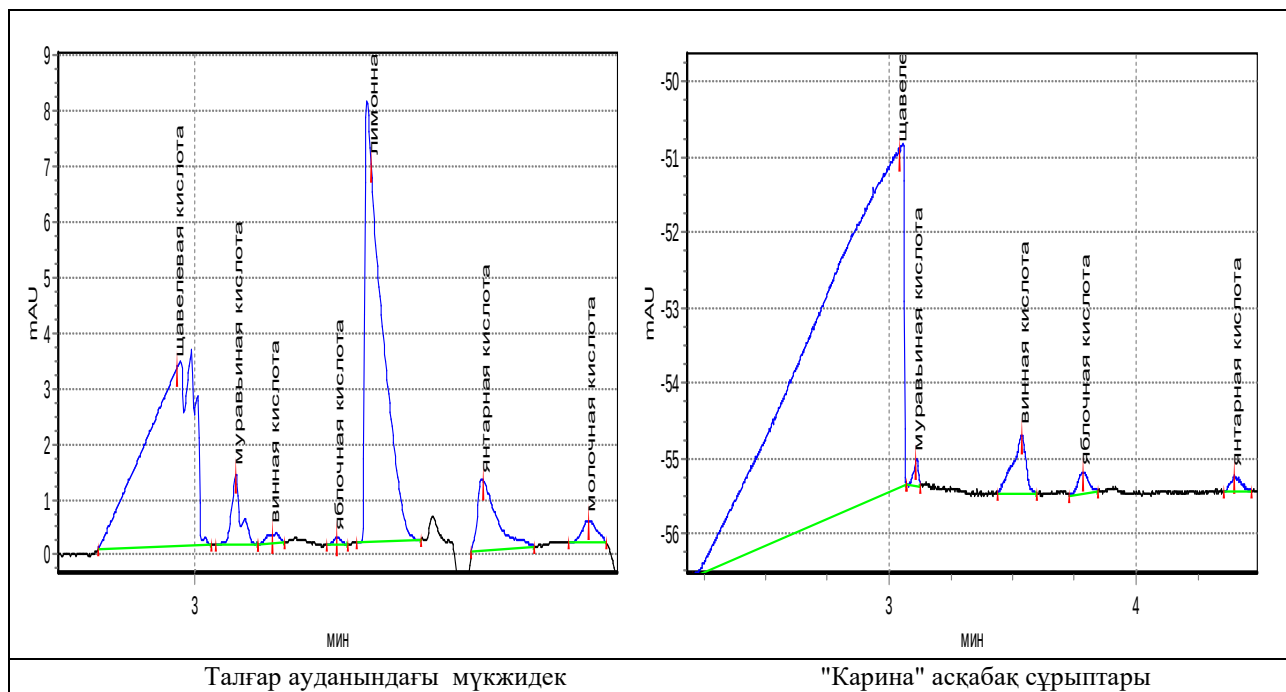
Өсімдік материалының жасуша қабырғасының сіңірілмейтін құрамдас бөлігі болып табылатын диеталық талшықтар адамның тамақтануы мен денсаулығында маңызды рөл атқарады [26, 27]. Сұлыдағы тағамдық талшықтың мөлшері 12,0 г, жүгеріде – 8,35 г, күріште – 6,1 г, қарақұмықта – 13,0 г, асқабақта – 2,17 г, мүкжидек жемістерінде – 3,3 г және көкжидекте – 3,1 г.

Ақуыздармен, майлармен, көмірсулармен, дәрумендермен қатар тағамның қажетті құрамдас бөлігі минералдар болып табылады. Минералдар ферменттердің, гормондардың, дәрумендердің құрамына кіреді немесе әсерін белсендіреді және осылайша метаболизмнің барлық түрлеріне қатысады, иммунитетке, гемопоэзге, қанның ұюына әсер етеді. Тек әр түрлі тамақ адам ағзасына барлық қажетті минералдардың түсуін қамтамасыз етеді [28-32]. Сонымен, сұлыдағы калий мөлшері 468,92 мг, жүгеріде – 708,75 мг, күріште – 121,05 мг, қарақұмықта – 350,91 мг, асқабақта – 244,19 мг, мүкжидекте – 121,19 мг, көкжидекте – 100 г өнімге 62,41 мг құрайды. Кальций мөлшері сәйкесінше 120,31; 11,21; 10,43; 64,77; 30,07; 14,0 және 16 мг, магний мөлшері – 135,0; 109,5; 47,99; 279,30; 10,35; 17,51, темір – 5,74; 1,28; 1,01; 8,6; 0,38; 0,83 және 0,91 мг және т. б.

Дәрумендер метаболизмді, өсуді, ағзаның дамуын және оның денсаулығын сақтауды реттейді. Өсімдіктер әлеміндегі ең көп таралған дәрумендердің бірі-тірі жасушада болатын тотығу-тотықсыздану процестеріне қатысатын С дәрумені оның тірі организмдегі маңызды рөлін анықтайды [33, 34]. 1-кестеден сұлыда С дәрумені табылмағанын көруге болады, ал жүгеріде С дәруменінің мөлшері 18,3 мг, күріште – 1,23 мг, қарақұмықта – 0,493 мг, асқабақта – 6,07 мг, мүкжидек жемістерінде – 17,15 мг, көкжидекте – 100 г өнімге 12,47 мг. Е дәрумені мөлшері сәйкесінше 1,709; 1,5 құрайды; 0,49; 0,847; 0,519; 1,1 және 1,42 мг және т. б.

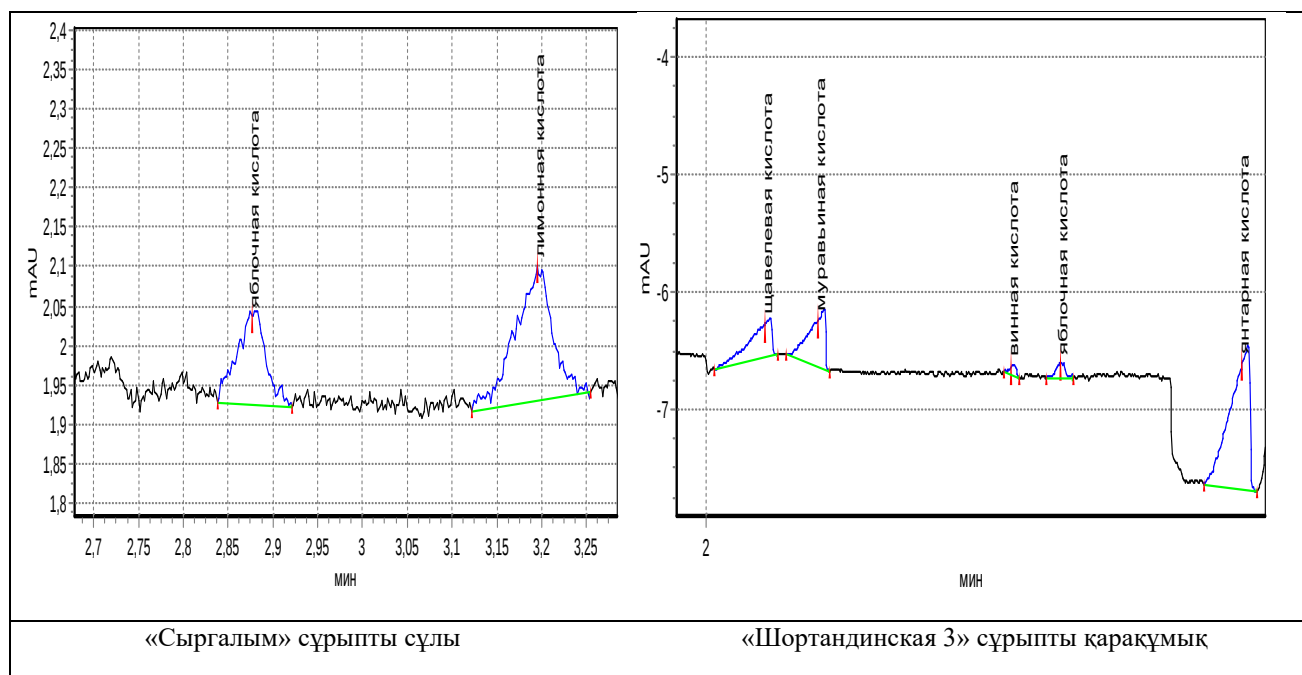
Органикалық қышқылдар-метаболизмде маңызды функцияларды орындайтын биологиялық белсенді қосылыстардың үлкен тобы. Органикалық қышқылдар адам ағзасына биологиялық белсенділіктің кең спектрін көрсетеді, оларға: антисептикалық және қабынуға қарсы (салицил, бензой), холеретикалық (лимон, алма), диафоретикалық (салицил), антиоксидантты (аскорбин қышқылы) және т.б. жатады [35].

Біз зерттелетін шикізатта органикалық қышқылдардың массалық концентрациясын анықтадық. Зерттеу нәтижелері 1 және 2-суреттерде келтірілген.



«Блю Стар» көкжидек сұрыпы

Сурет 1. Жеміс-жидек дақылдарындағы органикалық қышқылдардың мөлшері



Сурет 2. Дәнді дақылдардағы органикалық қыш-қылдардың мөлшері

1 және 2 суреттерден лимон, алма, құмырсқа, шарап, янтарь, қымыздық және сүт қышқылдары асқабақ, мүкжидек жемістерінен табылғанын көруге болады. Сұлыда тек алма және лимон қышқылдары, қарақұмықта – алма, құмырсқа, шарап, янтарь, қымыздық қышқылы кездеседі. Қымыздық қышқылының адам ағзасына әсерін бөлек қарастыру қажет. Оны тамақпен шамадан тыс қабылдау метаболикалық бұзылулардан туындаған уролитияның дамуына әкелуі мүмкін. Осылайша, тағамдағы органикалық қышқылдардың, әсіресе қымыздық қышқылының құрамын бақылау өте маңызды.

Қорытынды

Өсімдік шикізатының құрамындағы биологиялық белсенді заттарды пайдалану функционалды ингредиенттер ретінде профилактикалық мақсаттағы жаңа тамақ өнімдерін жобалаудың перспективалық бағыты ретінде танылды. Дәнді, жидек, көкөніс дақылдарының химиялық құрамын зерттеу нәтижесінде сұлыдағы ақуыздың мөлшері 11,07 г, жүгеріде – 13,32 г, күріште – 7,21 г, қарақұмықта – 12,69 г, асқабақта – 0,91 г, мүкжидек жемістерінде – 0,8 г, көкжидекте – 100 г үшін 1,01 г екендігі анықталды г өнім. Көмірсулардың мөлшері сәйкесінше 58,24; 63,97; 69,48; 59,0; 6,88 құрайды; 6,4 және 9,72 г, май мөлшері – 6,2; 5,28; 2,1; 3,08; 0,06; 0,4 және 1,2 г, күл

– 3,65; 3,1; 1,01; 1,67; 0,49; 0,5 ал 0,64 г. Сұлыдағы тағамдық талшықтың мөлшері 12,0 г, жүгеріде – 8,35 г, күріште – 6,1 г, қарақұмықта – 13,0 г, асқабақта – 2,17 г, мүкжидек жемісінде – 3,3 г және көкжидекте – 3,1 г. Сұлыдағы калий мөлшері 468,92 мг, жүгеріде – 708,75 мг, күріште – 121,05 мг, қарақұмықта – 350,91 мг, асқабақта – 244,19 мг, мүкжидекте – 121,19 мг, көкжидекте – 100 г өнімге 62,41 мг. Кальций мөлшері сәйкесінше 120,31; 11,21; 10,43; 64,77; 30,07 құрайды; 14,0 және 16 мг, магний мөлшері – 135,0; 109,5; 47,99; 279,30; 10,35; 17,51, темір – 5,74; 1,28; 1,01; 8,6; 0,38; 0,83 және 0,91 мг және т.б. Ақуыздармен, майлармен, көмірсулармен, тағамдық талшықтармен, минералдармен қатар тағамның басқа компоненттері – дәрумендер, органикалық қышқылдар зерттелді. Өсімдік шикізатының тағамдық құндылығын зерттеу оларды функционалды тамақ өнімдерін өндіруде функционалды ингредиенттер ретінде қолданудың орындылығы мен маңыздылығын анықтайды.

Алғыс, мүдделер қақтығысы, қаржыландыру Ұсынылған зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі қаржыландырған ЖТН АР22786450 «Биологиялық белсенді қоспа қосылған көпкомпонентті тағам негізінде функционалды

таңғы ас (гранола, снектер) технологиясын жасау» ғылыми жобасы бойынша орындалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Винницкая В.Ф., Макаров В.Н., Акишин Д.В., Данилин С.И., Ананьева О.В. Разработка технологий производства функциональных снеков из местного фруктового и овощного сырья // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. - 2019. - № 4. - С. 8-14.
2. Винницкая В.Ф., Акишин Д.В., Перфилова О.В., Попова Е.И., Комаров С.С., Евдокимов А.А. Разработка и создание функциональных продуктов из растительного сырья в Мичуринском государственном аграрном университете // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2013. - №6. - С.83-86.
3. Иващенко А.А. Растительный мир Казахстана. – Алматы: Алматыкітап баспасы, 2009. – 176 с.
4. <https://tr-kazakhstan.kz/rasteniya-kazaxstana/> (дата обращения 05.01.2025)
5. Изтаев А.И., Уразалиев Р.А., Кулажанов Т.К., Мамеров М.М., Изтаев Б.А., Якияева М.А. Биоэнергетические и экологические процессы повышения урожайных, семенных и технологических качеств зерна. Монография.- Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2017. – 236 с.
6. Исакова Г.К. Технология макаронного производства: Сырье и материалы: учебное пособие.- Алматы: Полиграфия-сервис и КО, 2014. -208 с.
7. Шамилев С. Р. Оценка и анализ динамики эффективности производства зерновых и зернобобовых культур // Экономика. Экономические науки-2016. - №1.- С. 1-18.
8. Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Современные тенденции в производстве зерновых бобовых культур и сои // Аграрный сектор (Республика Казахстан). - 2017.- № 1. - С. 90-95.
9. <https://bossagro.kz/4644-analiz-proizvodstva-zernobovovykh-kultur-i-perspektivy-ix-ispolzovaniya-v-produktax-pitaniya/>
10. Коломейченко В.В. Растениеводство/Учебник.- М.: Агробизнесцентр, 2007.- 600 с.
11. Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жбанова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. - 2019. - Т. 33, №2. - С.56-60.
12. Жбанова Е. В. Витамины плодов и ягод (аналитический обзор литературы) // Избранные вопросы современной науки. Монография. Центр научной мысли. - М.: Изд-во «Перо». - 2017. - С. 5–34.
13. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.
14. ГОСТ 29033-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира
15. ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации
16. ГОСТ 25555.4-91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы
17. ГОСТ Р 54058-2010 Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов.
18. ГОСТ Р 54635-2011. Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина А.
19. ГОСТ 31483-2012. Определение содержания витаминов: В1 (тиаминхлорида), В2 (рибофлавина), В3 (пантотеновой кислоты), В5 (никотиновой кислоты и никотинамида), В6 (пиридоксина), В9 (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза.
20. ГОСТ Р 54634-2011 Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина Е.
21. ГОСТ 33462-2015 "Продукция соковая. Определение содержания натрия, калия, кальция и магния методом атомно-абсорбционной спектроскопии"
22. ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора
23. ГОСТ 32343-2013 Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии
24. Zhakupova G.N., Makangali K.K., Sagandyk A.T., Tokysheva G.M. The research and analysis of the physico-chemical composition of irga and chokeberry. The Journal of Almaty Technological University. 2023;(2):167-176. (In Russ.) <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-2-167-176>
25. Чучалин В.С. Технология получения экстракционных фитопрепаратов: учебное пособие. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2019. – 198 с
26. Asare EO, Bhujel NK, Čížková H, Rajchl A. Fortification of fruit products - A review. Czech J. Food Sci.. 2022;40(4):259-272. doi: 10.17221/28/2022-CJFS.
27. Palafox-Carlos H., Ayala-Zavala J.F., González-Aguilar G.A. (2011): The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. Journal of Food Science, 76: R6-R15. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01957.x>
28. Surya N., Jesupriya Poornakala S., Kanchana S., Hemalatha G. (2020): Development of Amla (Emblca officinalis) ready to serve beverage fortified with dietary fiber. Emergent Life Sciences Research, 6: 6-15
DOI: <https://doi.org/10.31783/elsr.2020.610615>
29. Oliva R.C., Soto-Méndez M.J., Solomons N.W., Armas L., Selhub J., Paul L., Kraemer K. (2016): Long-term efficacy of a refreshing beverage, fortified with selected micronutrients, to improve the micronutrient status of schoolchildren and women in the context of the nutritional situation in rural Guatemala. FASEB Journal, 30: 1172. https://doi.org/10.1096/fasebj.30.1_supplement.1172.15

30. Hegedúsová A., Mezeyová I., Hegedús O. (2017): Increasing of selenium content and qualitative parameters in garden pea (*Pisum sativum* L.) after its foliar application. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum*, 16: 3-17

31. Nemati, M., Kamilah, H., Huda, N., & Ariffin, F. (2016). In vitro calcium availability in bakery products fortified with tuna bone powder as a natural calcium source. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(5), 535–540. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1179269>

32.С Ю. Щетинина Значение минеральных веществ для здоровья человека // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. №4-4 (91). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-mineralnyh-veschestv-dlya-zdorovya-cheloveka> (дата обращения: 30.03.2025).С.27-31 DOI:10.24412/2500-1000-2024-4-4-27-31

33. Filimonov R.M., Fesyun A.D., Filimonova T.R., Borisevich O.O. Role of microelements in drinking mineral waters in metabolic processes of the gastrointestinal tract. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2022;(8):179-189. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-204-8-179-189>

34. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Роль минеральных веществ и микроэлементов в сохранении здоровья человека//вестник образования и развития науки российской академии естественных наук. - 2017. - №3. - 5-16.

35. Боков Д.О., Малинкин А.Д., Самылина И.А., Бессонов В.В. Определение органических кислот в пищевых продуктах и лекарственном растительном сырье //Сборник материалов школы молодых ученых «Основы здорового питания и пути профилактики алиментарно-зависимых заболеваний» (23-25 ноября 2016). - С.29-34

REFERENCES

1. Vinnickaya V.F., Makarov V.N., Akishin D.V., Danilin S.I., Anan'eva O.V. Razrabotka tekhnologij proizvodstva funktsional'nyh snekov iz mestnogo fruktovoego i ovoshchnogo syr'ya [Development of technologies for the production of functional snacks from local fruit and vegetable raw materials]//Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya. - 2019. - № 4. - S. 8-14 (In Russian).

2. Vinnickaya V.F., Akishin D.V., Perfilova O.V., Popova E.I., Komarov S.S., Evdokimov A.A. Razrabotka i sozдание funktsional'nyh produktov iz rastitel'nogo syr'ya v Michurinskom gosudarstvennom agramom universitete [Development and creation of functional products from vegetable raw materials at Michurinsk State Agrarian University]// Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agramnogo universiteta. - 2013.- №6. - S.83-86 (In Russian).

3. Ivashchenko A.A. Rastitel'nyj mir Kazakhstana [Plant world of Kazakhstan]. – Almaty: Almatykitap baspasy, 2009. – 176 s (In Kazakh).

4. <https://tr-kazakhstan.kz/rasteniya-kazaxstana/> (accessed on 05.01.2025)

5. Iztaev A.I., Urazaliev R.A., Kulazhanov T.K., Maemerov M.M., Iztaev B.A., Yakiyaeva M.A. Bioenergeticheskie i ekologicheskie processy povysheniya urozhajnyh, semennyh i tekhnologicheskikh kachestv zerna [Bioenergetic and ecological processes of increasing yield, seed and technological qualities of grain]. Monografiya.- Almaty: TOO «Izdatel'stvo LEM», 2017. – 236 s (In Kazakh).

6. Iskakova G.K. Tekhnologiya makaronnogo proizvodstva: Syr'e i materialy: uchebnoe posobie [Technology of pasta production: Raw materials and materials: textbook].- Almaty: Poligrafiya-servis i K0, 2014. -208 s (In Kazakh).

7.Shamilev S. R. Ocenka i analiz dinamiki effektivnosti proizvodstvazernovyh i zernobobovyh kul'tur [Assessment and analysis of the dynamics of production efficiency of cereals and leguminous crops] // Ekonomika. Ekonomicheskije nauki.-2016. - №1.- S. 1-18 (In Kazakh).

8. Zotikov V.I., Sidorenko V.S. Sovremennye tendencii v proizvodstvezernovyh bobovyh kul'tur i soi [Current trends in the production of grain legumes and soybeans]// Agrarnyj sektor (RespublikaKazakhstan). - 2017.- № 1. - S. 90-95 (In Kazakh).

9. <https://bossagro.kz/4644-analiz-proizvodstva-zernobobovyx-kulturn-i-perspektivy-ix-ispolzovaniya-v-produktax-pitaniya/>

10. Kolomejchenko V.V. Rastenievodstvo/Uchebnik [Plant Production/Textbook].- M.: Agrobiznescentr, 2007.- 600 s (In Russian).

11. Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhbanova E.V. Rol' plodov i yagod v obespechenii cheloveka zhiznenno vazhnymi biologicheskimi aktivnymi veshchestvami [The role of fruits and berries in providing humans with vital bioactive substances]//Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2019. - T. 33, №2. - S.56-60 (In Kazakh).

12. Zhbanova E. V. Vitaminy plodov i yagod (analiticheskij obzor literatury) [Vitamins of fruits and berries (analytical review of literature)] // Izbrannye voprosy sovremennoj nauki. Monografiya. Centr nauchnoj mysli. - M.: Izd-vo «Pero». - 2017. - S. 5–34 (In Kazakh).

13. GOST 10846-91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya belka [Grain and its products. Method for determination of protein] (In Russian).

14. GOST 29033-91 Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya zhira [Grain and its products. Method for determination of fat] (In Russian).

15. GOST 31675-2012 Korma. Metody opredeleniya soderzhaniya syroj kletchatki s primeneniem promezhutochnoj fil'tracii [Feed. Methods for determination of crude fiber content by intermediate filtration] (In Russian).

16. GOST 25555.4-91Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya zoly i shchelochnosti obshchej i vodorastvorimoy zoly [Fruit and vegetable processing products. Methods for determination of ash and alkalinity of total and water-soluble ash] (In Russian).

17. GOST R 54058-2010 Produkty pishchevye funktsional'nye. Metod opredeleniya karotinoidov [Functional food products. Method for determination of carotenoids] (In Russian).
18. GOST R 54635-2011. Produkty pishchevye funktsional'nye. Metod opredeleniya vitamina A [Functional food products. Method for determination of vitamin A] (In Russian).
19. GOST 31483-2012. Opredelenie soderzhaniya vitaminov: B1 (tiaminhlorida), V2 (riboflavina), V3 (pantotenoj kisloty), V5 (nikotinovoj kisloty i nikotinamida), V6 (piridoksina), V9 (foliovoj kisloty), S (askorbinovoj kisloty) metodom kapillyarnogo elektroforeza [Determination of the content of vitamins: B1 (thiamine chloride), B2 (riboflavin), B3 (pantothenic acid), B5 (nicotinic acid and nicotinamide), B6 (pyridoxine), B9 (folic acid), C (ascorbic acid) by capillary electrophoresis] (In Russian).
20. GOST R 54634-2011 Produkty pishchevye funktsional'nye. Metod opredeleniya vitamina E [Functional food products. Method for determination of vitamin E] (In Russian).
21. GOST 33462-2015 "Produkciya sokovaya. Opredelenie soderzhaniya natriya, kaliya, kal'ciya i magniya metodom atomno-absorbtsionnoj spektrometrii" [Juice products. Determination of sodium, potassium, calcium and magnesium content by atomic absorption spectrometry"] (In Russian).
22. GOST 26657-97 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya fosfora [Fodder, mixed fodder, mixed fodder raw material. Methods of determination of phosphorus content] (In Russian).
23. GOST 32343-2013 Opredelenie soderzhaniya kal'ciya, medi, zheleza, magniya, marganca, kaliya, natriya i cinka metodom atomno-absorbtsionnoj spektrometrii [Determination of calcium, copper, iron, magnesium, manganese, potassium, sodium and zinc by atomic absorption spectrometry] (In Russian).
24. Zhakupova G.N., Makangali K.K., Sagandyk A.T., Tokysheva G.M. The research and analysis of the physico-chemical composition of irga and chokeberry. The Journal of Almaty Technological University. 2023;(2):167-176. (In Russ.) <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-2-167-176> (In Kazakh).
25. Chuchalin V.S. Tekhnologiya polucheniya ekstraktsionnyh fitopreparatov: uchebnoe posobie [Technology of extraction phytopreparations: textbook]. – Tomsk: Izd-vo SibGMU, 2019. – 198 s (In Russian).
26. Asare EO, Bhujel NK, Čížková H, Rajchl A. Fortification of fruit products - A review. Czech J. Food Sci.. 2022;40(4):259-272. doi: 10.17221/28/2022-CJFS.
27. Palafox-Carlos H., Ayala-Zavala J.F., González-Aguilar G.A. (2011): The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. Journal of Food Science, 76: R6-R15.<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01957.x>
28. Surya N., Jesupriya Poornakala S., Kanchana S., Hemalatha G. (2020): Development of Amla (Emblica officinalis) ready to serve beverage fortified with dietary fiber. Emergent Life Sciences Research, 6: 6-15
DOI: <https://doi.org/10.31783/elsr.2020.610615>
29. Oliva R.C., Soto-Méndez M.J., Solomons N.W., Armas L., Selhub J., Paul L., Kraemer K. (2016): Long-term efficacy of a refreshing beverage, fortified with selected micronutrients, to improve the micronutrient status of schoolchildren and women in the context of the nutritional situation in rural Guatemala. FASEB Journal, 30: 1172. https://doi.org/10.1096/fasebj.30.1_supplement.1172.15
30. Hegedúsová A., Mezeyová I., Hegedús O. (2017): Increasing of selenium content and qualitative parameters in garden pea (Pisum sativum L.) after its foliar application. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum, 16: 3-17
31. Nemati, M., Kamilah, H., Huda, N., & Ariffin, F. (2016). In vitro calcium availability in bakery products fortified with tuna bone powder as a natural calcium source. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 67(5), 535–540. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1179269>
32. S Yu. Shchetinina Znachenie mineral'nyh veshchestv dlya zdorov'ya cheloveka [The importance of minerals for human health]// Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2024. №4-4 (91). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-mineralnyh-veschestv-dlya-zdorovya-cheloveka> (data obrashcheniya: 30.03.2025).S.27-31 DOI:10.24412/2500-1000-2024-4-4-27-31 (In Russian).
33. Filimonov R.M., Fesyun A.D., Filimonova T.R., Borisevich O.O. Role of microelements in drinking mineral waters in metabolic processes of the gastrointestinal tract. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2022;(8):179-189. (In Russ.) <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-204-8-179-189>
34. Novikov V.S., Shustov E.B. Rol' mineral'nyh veshchestv i mikroelementov v sohraneni zdorov'ya cheloveka [The role of minerals and trace elements in maintaining human health]//vestnik obrazovaniya i razvitiya nauki rossijskoj akademii estestvennykh nauk. - 2017. - №3. - 5-16 (In Russian).
35. Bokov D.O., Malinkin A.D., Samylina I.A., Bessonov V.V. Opredelenie organicheskikh kislot v pishchevykh produktah i lekarstvennom rastitel'nom syr'e [Determination of organic acids in food products and medicinal herbal raw materials] //Sbornik materialov shkoly molodykh uchenykh «Osnovy zdorovogo pitaniya i puti profilaktiki alimentarno-zavisimyyh zabolevanij» (23-25 noyabrya 2016). - S.29-34 (In Russian).

ЖҮГЕРІ СЛАЙСТАРЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫ ҚАСИЕТТЕРІН АРТТЫРУДА ДОЛАНА КОНЦЕНТРАТЫНЫҢ ӘСЕРІ

¹Т.Б.АХЛАН , ¹А.К.ИЗЕМБАЕВА* , ¹А.С.АБДРЕЕВА ,
¹М.П.БАЙЫСБАЕВА , ²Э.Б.АСКАРБЕКОВ , ³Қ.С.ҚОЙЛАНОВ 

¹«Алматы технологиялық университеті», Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көшесі, 100

²«Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті», Қазақстан Республикасы,
010000, Астана қ., Қ.Мухамеджанов көшесі, 37а

³Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ, Қазақстан Республикасы, Алматы облысы,
Алмалыбақ ауылы, Ерлеспесов көшесі, 1)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: asel_19.01.83@mail.ru*

Функционалды тағамдарға қызығушылық артуына байланысты тек тағамдық құндылығы жоғары емес, сонымен қатар биологиялық құндылығы жоғары тағамдарды шығаруға көптеп көңіл бөлінуде. Бұл зерттеу жұмысы дәнді жүгері слайстарының сапалық көрсеткіштеріне және биологиялық белсенді заттар құрамына долана жасидектерінен алынған концентраттың әсерін зерттеуге арналған. Жұмыс мақсаты антиоксидантты қасиеттері жоғары және профилактикалық қасиетке ие функционалды өнім алу үшін тағам өнімдерін табиғи компоненттермен байыту мүмкіндігін ғылыми дәлелдеу. Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы долананы денсаулық жағдайын жақсартуға септігін тигізетін табиғи антиоксиданттың көзі ретінде қолдану болып табылады. Зерттеу жұмысы барысында заманауи зерттеу әдістері қолданылды, яғни полифенол қосылыстарының, бета-каротин мен флавоноидтардың массалық үлесі спектофотометрлік әдіспен, өнімнің органолептикалық қасиеттері сенсорлық бағалау арқылы, ақуыз, май және көмірсудың жалпы құрамы химиялық әдістер арқылы, ал жекелей биофлавоноидтар үлесі хроматографиялық әдіс арқылы анықталды. Нәтижесінде, полифенолдың массалық үлесі - 3,85%, флавоноид – 2,33%, бета-каротиноид – 0,344 мг/100 г тең болды. Органолептикалық көрсеткіштері бойынша долана негізіндегі сироппен байытылған жүгері слайстары жоғары нәтиже көрсетті, сонымен қатар бұл өнімдер жалпы тағамдық құндылығы бойынша да жоғары көрсеткіштерге ие болды. Долана негізіндегі сироппен байытылған дәнді жүгері слайстары құрамында рутин – 65,4±6,54 мг, кверцетин – 28,2±2,82 мг, катехин – 1,676±0,08 мг және басқа да антиоксиданттың біршама үлесі анықталды. Бұл көрсеткіштер әзірленген өнімнің жоғарғы биологиялық белсенділігін дәлелдейді. Осылайша, жүргізілген зерттеу жұмысы функционалды тағам өнімдерін өндірісінің дамуына үлес қосып, созылмалы аурулардың алдын алу үшін қолдануға болады. Бұл нәтиже отандық пайдалы тағамдар нарығын кеңейтуге және тағам қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: жүгері слайстары, долана, концентрат, антиоксидант, функционалды тамақтану, флавоноид, полифенол, бета-каротин.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАТА БОЯРЫШНИКА НА ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КУКУРУЗНЫХ СЛАЙСОВ

¹Т.Б.АХЛАН, ¹А.К.ИЗЕМБАЕВА*, ¹А.С.АБДРЕЕВА,
¹М.П.БАЙЫСБАЕВА, ²Э.Б.АСКАРБЕКОВ, ³Қ.С.ҚОЙЛАНОВ

¹«Алматынський технологический университет», Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, улица Төле би, 100

²«Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова»,
Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. К.Мухамеджанова, 37а

³Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Республика Казахстан,
Алматинская область, село Алмалыбак, улица Ерлеспесова, 1)

Электронная почта автора-корреспондента: asel_19.01.83@mail.ru*

В связи с возросшим интересом к функциональным продуктам питания все большее внимание уделяется производству продуктов, имеющих не только высокую пищевую ценность, но и высокую биологическую ценность.

Данная исследовательская работа посвящена изучению влияния концентрата, полученного из ягод боярышника, на качественные показатели и содержание биологически активных веществ в кукурузных зерновых слайсах. Цель работы – научное доказательство возможности обогащения пищевых продуктов натуральными компонентами для получения функционального продукта с высокими антиоксидантными свойствами и профилактическими свойствами. Научное и практическое значение работы заключается в использовании боярышника как источника природного антиоксиданта, способствующего улучшению состояния здоровья. В ходе исследовательской работы были использованы современные методы исследования, то есть массовая доля полифенольных соединений, бета-каротина и флавоноидов определялась спектрофотометрическим методом, органолептические свойства продукта – сенсорной оценкой, общий состав белка, жира и углеводов – химическими методами, а доля отдельных биофлавоноидов – хроматографическим методом. В результате массовая доля полифенолов была равна 3,85%, флавоноидов – 2,33%, бета-каротиноидов – 0,344 мг/100 г Кукурузные слайсы, обогащенные сиропом на основе боярышника, показали высокие результаты по органолептическим показателям, и эти продукты также имели высокие показатели по общей пищевой ценности. Выявлена значительная доля рутина – 65,4±6,54 мг, кверцетина – 28,2±2,82 мг, катехина – 1,676±0,08 мг и других антиоксидантов. Эти показатели доказывают высокую биологическую активность разработанного продукта. Таким образом, проведенная исследовательская работа может способствовать развитию производства функциональных продуктов питания и использоваться для профилактики хронических заболеваний. Этот результат позволит расширить отечественный рынок здоровой пищи и повысить безопасность пищевых продуктов.

Ключевые слова: кукурузные слайсы, боярышник, концентрат, антиоксидант, функциональное питание, флавоноид, полифенол, бета-каротин.

THE EFFECT OF HAWTHORN CONCENTRATE ON IMPROVING THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF CORN SLICES

¹T. AKHLAN, ¹A. IZEMBAYEVA*, ¹A. ABDREEVA,
¹M. BAYISBAYEVA, ²E. ASKARBEKOV, ³K. KOILANOV

(¹«Almaty Technological University», Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

²«Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov»,
Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, K. Mukhamedzhanova str., 37a

³«Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production»,
Republic of Kazakhstan, Almaty region, Almalybak village, Yerlepesova str., 1)

Corresponding author's email: asel_19.01.83@mail.ru*

Due to the increased interest in functional foods, more and more attention is being paid to the production of products with not only high nutritional value, but also high biological value. This research paper is devoted to the study of the effect of concentrate obtained from hawthorn berries on the quality and content of biologically active substances in slices of corn kernels. The aim of the work is to provide scientific evidence of the possibility of fortifying food products with natural ingredients to obtain a functional product with high antioxidant and preventive properties. The scientific and practical significance of the work lies in the use of hawthorn as a source of a natural antioxidant that helps improve health. In the course of the research, modern research methods were used, namely, the mass fraction of polyphenolic compounds, beta-carotene and flavonoids was determined by the spectrophotometric method, the organoleptic properties of the product by sensory assessment, the total composition of proteins, fats and carbohydrates by chemical methods, as well as the content ratio of individual bioflavonoids is determined by the chromatographic method. As a result, the mass fraction of polyphenols was 3.85%, flavonoids – 2.33%, beta-carotenoids – 0.344 mg/100 g. Corn slices enriched with hawthorn syrup showed high results in organoleptic parameters, and these products also had a high overall nutritional value. A significant proportion of rutin was found – 65.4±6.54 mg, quercetin – 28.2±2.82 mg, catechin – 1.676±0.08 mg and other antioxidants, which were enriched with hawthorn syrup. These indicators indicate a high biological activity of the developed product. Thus, the conducted research can contribute to the development of the production of functional food products and can be used for the prevention of chronic diseases. This result will help expand the domestic healthy food market and improve food safety.

Keywords: corn slices, hawthorn, concentrate, antioxidant, functional nutrition, flavonoid, polyphenol, beta-carotene.

Kіріспе

Азық-түлік өнімдері ағзаның жұмыс істеу функцияларын және денсаулықты қолдайтын дәрумендер мен минералды заттардың көзі екені белгілі. Функционалды қасиеті жоғары тағам өнімдерін өндіру идеясы ғылыми-зерттеу жұмыстарының өсуіне және «функционалды тағам өнімдері» өндірісінің дамуына алып келді [1]. Бұл тағам өнімдері өзінің тағамдық құндылығымен қатар, денсаулықты бір қалыпты ұстап тұруға, дислипидемия, қатерлі ісік, 2 типті диабет, инсульт және жүрек-қан тамыры ауруларының алдын алу үшін көмектеседі.

Әлемдік тағам өндірісі нарығындағы соңғы тенденциядан тұтынушылардың сұранысы өсімдік шикізатынан дайындалған тағам өнімдеріне артқанын байқауға болады. Оның себебі, өсімдік шикізаттарының қауіпсіз, балғын, табиғи және тағамдық құндылығының жоғары екендігімен түсіндіріледі [2, 3]. Дәрілік жабайы өсімдіктер мен шөптер өздерінің биоактивті қосылыстардың бай көзі ретінде әлемдік ғалымдардың қызығушылығын арттыруда. Сондай дәрілік өсімдіктердің бірі ретінде отандық және шетелдік ғалымдардың назарын аударып отырған өсімдіктердің бірі – долана.

Долананың Азия мен Еуропада кеңінен таралған Rosaceae тұқымдасына жататын әлемде 1000 аса түрі кездеседі [4]. Долана жемістерінің құрамында көп мөлшерде тағамдық талшықтар, пектин, аскорбин қышқылы, минералдар мен антиоксиданттар, сонымен қатар кальцийге, С дәрумені мен каротиноид бар. Долананың құрамында ақуыз - 7 мг/г, май - 2 мг/г, пектин - 30-40 мг/г, органикалық қышқылдар - 30-50 мг/г, дубильді заттар - 3-8 мг/г, аминқышқылдары - 0,5-1,5 мг/г, С дәрумені - 0,89 мг/г, D дәрумені - 0,89 мг/г және 0,65 мг/г флавоноидтың мөлшері кездеседі [5].

Қазақстан Республикасы аумағында өсетін долананы тағам өндірісіндегі шикізаттың негізгі қоры ретінде пайдалану үшін оның химиялық құрамының бай болуы мен қауіпсіздігіне басты назар аудару қажет. Осыған орай алдыңғы зерттеу жұмыстарында [6] долананың *Crataegus laevigata* түрінің жемістерінің химиялық құрамы зерттелді. Зерттеу нәтижесіне сәйкес еліміздің аумағында өсетін долананың 100 г мөлшерінде С дәрумені - 27,8 мг, Е дәрумені - 7,8 мг, бета-каротин - 9,27 мг,

сонымен бірге, калий - 14,72 мг, темір - 0,05 мг, цинк - 0,08 мг мөлшерде анықталды.

Бұдан басқа, отандық ғалым Бекбулатова Е. шетелдік бірлескен авторлармен [7] долананың *Crataegus almaatensis* Pojark түрінің фенолды құрамы мен антиоксидантты әлеуетін зерттеген. Зерттеу барысында 50% және 96% этанол ерітіндісімен долананың гүлін, жапырағын және жемісін экстракциялау жүргізілген. Зерттеу нәтижесіне сәйкес, 50% этанол ерітіндісімен экстракцияланған долана жемістерінің құрамында құрғақ затқа шаққанда рутин - 0,41 мг/г, кверцетин - 0,54 мг/г, кверцитрин - 0,04 мг/г анықталды. Антиоксидантты белсенділігін анықтау барысында авторлар DPPH тестін қолданған, нәтижесінде белсенділік 230 ± 19 мкг/мл тең болса, жалпы фенолдардың мөлшері - 88 ± 3 мг/г GAE тең болды. Бұл нәтижелер Қазақстан аумағында өсетін долана жемістерін тағам өнімдерінің құрамына функционалды өнім ретінде қосуға болатынын тағы да ғылыми тұрғыда тұжырымдалды.

Қазіргі уақытта функционалды тағам өнімдері көптеген биологиялық активті заттарға бай өсімдік экстрактілерін қамтиды, оларды көбінесе экстракт сапасы мен шығымына кері әсер ететін дәстүрлі экстракциялау әдісі арқылы алатыны белгілі. Сол себептен, өсімдік экстрактілерін алуда микротолқынды экстракция, ультрадыбысты экстракция, жоғарғы қысымды экстракция, жоғарғы вольтты электрлі экстракция және т.с.с. заманауи әрі тұрақты әдістерді қолданған жақсырақ [8, 9].

Долана жемістерінің құрамынан биологиялық активті заттарды бөліп алуда көптеген ғалымдар зерттеу жұмыстарын атқарған. Солардың бірі Alsobh A. және әріптестері [10] еріткіштер (метанол, этанол, изопропанол) мен экстракциялаудың жылу көмегімен, микротолқынды және ультрадыбысты әдістерін зерттеген. Мономерлі антоцианның, фенолды қосылыстар мен флавоноидтардың жалпы құрамын анықтау үшін дифференциалды рН, Фолин-Чокальеу және алюминий хлориді әдістерін дәйекті түрде қолданған. Алынған нәтижелерге сәйкес, ультрадыбысты экстракциялау әдісі жылулық және микротолқынды экстракциялау әдісін біршама озып түскенін байқады.

Поляк ғалымдары Czubaszek A., Czaja A. зерттеу жұмыстарының мақсаты тұрақтандырылған өсімдік сығындыларының

нанның сапасына, антиоксиданттық белсенділігіне және полифенолдық құрамына әсерін зерттеу болды. Зерттеу нысаны ретінде ғалымдар долана, соя және пияз қабығының микрокапсулалармен кептірілген спреймен пісірілген бидай наны болды. Аталған өсімдік экстрактілерін қосу бидай наны құрамындағы фенолды қосылыстардың пайда болуына және антиоксидантты белсенділігінің біршама артуына алып келді [11].

Долана жемістері мен шырыны қосылған сыраның құрамындағы полифенолдар мен антиоксидантты заттардың өзгеруін Gasiński А. және бірлескен авторлар зерттеген [12]. Сыра құрамындағы көмірсулардың, глицирин және майдың құрамы жоғары тиімді сұйық хроматография әдісі арқылы анықталды. Полифенолдың жалпы үлестік салмағы Фолин-Чокальтеу әдісі арқылы, ал антиоксиданттық қабілетін анықтау DPPH және ABTS әдістері арқылы жүргізілді. Нәтижесінде, долананың жемісі және шырыны қосылған сыра бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғарғы антиоксиданттық қабілетке – 0,936-2,04 mmol TE/L (ABTS анализі бойынша), 0,352-2,175 mmol TE/L (DPPH анализі бойынша) және полифенолдың жоғарғы концентрациясына – 200,5-410,0 мг GAE/л ие болды.

Осыған байланысты бұл зерттеудің мақсаты – жүгері слайстарының функционалды қасиеттерін арттыруда Қайназар ауылы маңынан жиналған долана концентратының рөлін айқындау. Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды: долана концентратының физико-химиялық құрамын және концентратпен байытылған жүгері слайстарының биопотенциалын анықтау, алынған нәтижелерді ғылыми тұрғыда талдау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысандары: Алматы облысы, Қайназар ауылы маңынан жиналған доланадан алынған 70% этанолды концентрат, долана негізіндегі сироппен байытылған дәнді жүгері слайстары.

Жүгері слайстарын өндіру бірнеше кезеңнен тұрады. Бірінші, астық қоспасын дайындау, бұл кезеңде бөтен қоспалардан тазарту жүргізіледі, келесі сумен ылғалдандыру үдерісі, астық қоспасы 18,0-20,0% ылғалдылыққа жеткенше 18-20°C температурада сумен ылғалдандырылады. Содан соң, астық қоспасын экструзияға ұшыратылады, ол 250-290°C дейін қыздырылған штамп қалыптары арасында 20-25 МПа қысыммен жүзеге асырылады. Бұл үдеріс 6-9 секунд ішінде жүзеге асырылады.

Осы уақыт аралығында астық қоспасы бір уақытта жүретін экструзиялау, пісіру және брикеттеуге ұшырайды [13]. Дайын болған дәнді жүгері слайстарының үстіне дайындалған сироп жағылады. Сироп дайындау үшін (100%) 16,5% су, 29,5% сірне, 29,5% фруктозаны қайнатып аламыз, содан соң 0,3% лимон қышқылы, 8,9% долана концентратын, тең мөлшерде 15% сәбіз, бадам және қара өрік ұнтағын, 0,3% алатікен ұнтағын қосып біртекті масса алынады. Алынған сироп дәнді жүгері слайстарының бетіне біркелкі етіп жағылады. Ал долана концентратын алу үшін алдымен «Сапфир 4,0» ультрадыбысты ваннасында долана жемісін экстракциялау жүргізілді. Экстрагент ретінде дистилденген су мен спирт мөлшері 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% және 96% құрайтын сулы-спиртті ерітінді қолданылды. Экстрактивті заттар шығымы анықталып, 70% сулы-спиртті ерітіндіде 45 минут экстракциялау нәтижесінде экстрактивті заттар шығымының көп екендігі дәлелденді [14]. Нәтижесінде алынған экстрактіден ротациялық буландырғыш қолдану арқылы долана концентратын аламыз.

Зерттеу әдістері: Алматы технологиялық университеті, Тағам қауіпсіздігі ғылыми зерттеу институтының аккредиттелген зертханасында:

МЕМСТ 54058-2010 әдісімен – долана концентратындағы бета-каротиноидтардың массалық үлесі (мг/100г). Бұл әдісте каротиноидтардың 450 нм толқын ұзындығында жарықты сіңіру қасиеттерімен анықталатын спектрофотометрлік әдіске негізделген.

МЕМСТ Р 55488-2013 әдісімен – долана концентратындағы полифенолдардың массалық үлесі (%). Бұл әдісте полифенол қосылыстары Фолин-Чокальтеу реагентімен әрекеттесіп, көк кешен түзуінің нәтижесінде алынған ерітіндінің оптикалық тығыздығы спектрофотометрмен өлшеніп, полифенолдардың жалпы саны анықталады.

МЕМСТ Р 55312-2012 әдісімен – долана концентратындағы флавоноидтардың массалық үлесі (%) анықталды. Флавоноидтардағы фенолдық құрылымдардың қасиеттеріне негізделген алюминий хлориді әдісі жиі қолданылады. Бұл әдісте оптикалық тығыздық флавоноидтармен комплекстер түзетін реагенттердің көмегімен өлшенеді және олардың үлесі анықталады.

МЕМСТ 10846-91 әдісімен – дәнді жүгері слайстарының құрамындағы ақуыздың массалық

үлесі (%). Өнім құрамындағы азот мөлшерін анықтау арқылы ақуыздың жалпы мөлшері анықталатын Кьельдаль әдісі негізінде жүзеге асырылады.

МЕМСТ 29033-91 әдісімен – дәнді жүгері слайстарының құрамындағы майдың массалық үлесі (%). Органикалық еріткіштерді қолдану арқылы майды бөліп алу әдісі.

Перманганометриялық әдіс – дәнді жүгері слайстарының құрамындағы көмірсудың массалық үлесі (%). Зерттеу үлгісіндегі көмірсулар тотықтырғышпен әрекеттесіп, титрлеу арқылы анықталады. Нәтижесінде көмірсулардың жалпы мөлшері анықталады.

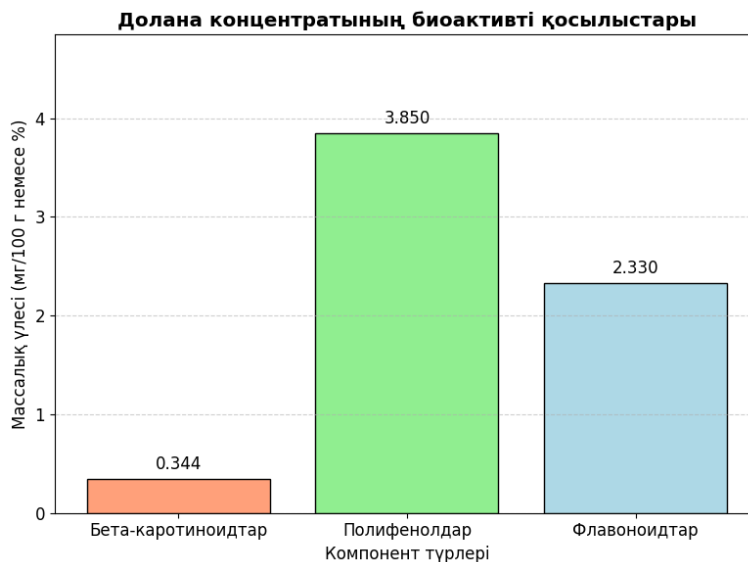
Ал, долана негізіндегі сироппен байытылған дәнді жүгері слайстарының биофлавоноидты құрамы (рутин, кварцетин, катехин және т.б.) «Нутритест» ЖШС сынақ зертханасында анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Экструзия әдісімен алынған тағам өнімдерінің нарықтық көлемі жылдан жылға артуда және 2029 жылға дейін бұл көрсеткіш 77,7 млрд АҚШ долларын құрайды деген болжам бар.

Нарықта қол жетімді экструдатталған тағам өнімдерін жоғарғы каллориялы болып саналатын жүгері және күріш ұндарынан жасайтыны белгілі, дегенмен бұл шикізаттарда қоректік заттардың мөлшері аз болып келеді. Осы кезекте экструдаттардың тағамдық құндылығын арттыру мақсатында өнім рецептурасына табиғи ингредиенттермен байыту жөн саналады. Сол себептен зерттеу жұмысы барысында долана жемісінен ультрадыбыстық экстракция әдісі арқылы алынған концентраттың физико-химиялық құрамына талдау жасадық.

Көптеген зерттеулер көрсеткендей, долана антиоксиданттық қасиеттерге, қабынуға, қатерлі ісікке, жүрек-қан тамырларының қабынуына қарсы және ас қорытуды жақсартуға септігін тигізетін қасиеттерге ие. Ол оның химиялық құрамының негізгі компоненттері болып саналатын биоактивті компоненттер құрамына, полифенол (хлороген қышқылы, В2, этипкатехин) мен флавоноидтарға (кварцетин, рутин) байланысты.



Сурет 1. Қайназар ауылы маңынан жиналған долана концентратының физико-химиялық көрсеткіштері

β-каротин – каротиноидты қосылысқа жататын адам ағзасының барлық тіндерінде кездесетін қосылыс. Олар жасушалар мен тіндердегі пероксидтерден антиоксидантты қорғаныс үшін өте маңызды болып саналады. Адам ағзасында бета-каротиннің жетіспеушілігі көздің

көрмеуі, көздің құрғақтығы секілді жағдайларға алып келуі мүмкін. Көз ауруларынан, метаболикалық аурулар мен жүрек-қан тамыры ауруларынан қорғаныш кезіндегі бета-каротиннің рөлі ғылыми зерттеулермен дәлелденген [15, 16].

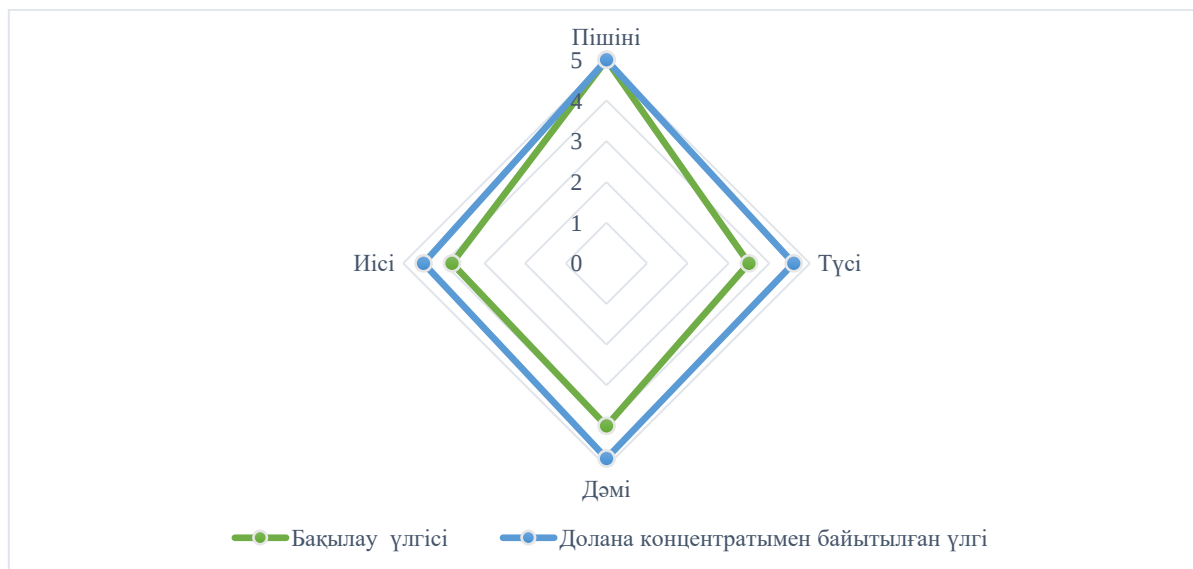
Өзінің биологиялық активтілігінің арқасында полифенол секілді фитохимиялық қосылыс адам ағзасына антиоксиданттық, антимиқробтық және қабынуға қарсы әсер етеді. Күніне 1 г полифенолды қабылдау созылмалы аурулардың аурулардың, әсіресе жүрек-қан тамыры аурулары, жүйке жүйесі аурулары, жасқа байланысты патологиялар, 2 типті қант диабеті және де қатерлі ісіктің пайда болуына қарсы әсерін тигізеді [17,18].

Флавоноидтар – биоактивтілігі әр түрлі барлық жерде кездесетін фитохимиялық заттардың тобы. Бірнеше зерттеулер нәтижелері бойынша флавоноидты қосылыстардың биоактивтілігі антиоксидантты қасиетке, қатерлі ісікке қарсы, диабетке қарсы, аллергияға қарсы, вирусқа қарсы әсерге ие екендігі дәлелденген [19].

1-суреттегі зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, долана концентратының құрамында 0,344 мг/100 г көлемде бета-каротиннің жеткілікті көлемі бар екендігін көрсетеді, бұл оны А дәруменінің

табиғи көзі ретінде қолдануымызға мүмкіндік беретінін дәлелдейді. Сонымен қатар, концентрат құрамында полифенолдың 3,850% мен флавоноидтың 2,33% анықталды. Бұл көрсеткіштер арқылы долана концентраты ағзаның қорғаныш функцияларын арттыратын әсерге ие деп қорытынды жасауымызға болады.

Дайын экструдаттың органолептикалық көрсеткіштері – тағам өнімдерінің тұтынушылары ең бірінші назар аударатын көрсеткіштер. Бұл көрсеткіштер тұтынушылар арасында өнімнің қабылдануын, нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін және тұтынушының болашақта өнімді қаншалықты сатып алуын тікелей анықтайды. Зерттеу жұмысы аясында кездейсоқ таңдалған 10 тұтынушыға дәнді жүгері слайстарының бақылау үлгісі және долана негізіндегі сироппен байытылған зерттеу үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін (пішіні, түсі, дәмі, иісі) 5 баллдық жүйемен бағалауға берілді.



Сурет 2. Дәнді жүгері слайстарының органолептикалық көрсеткіштері

Тұтынушылардың органолептикалық бағалау нәтижесінде долана негізіндегі сироппен дайытылған дәнді жүгері слайстары бақылау үлгісімен салыстырғанда түсі, иісі және дәмі бойынша жоғары көрсеткіштерге ие болды (Сурет 2). Концентратпен байытылған жүгері слайстары қызғылт-сары реңкке ие болып, табиғи түсті қоспаларының болуымен ерекшелінді, сонымен

қатар, дәмі мен иісі жағымды, құрылымы біртекті әрі қытырлақ болды. Жалпы алғанда бақылау үлгісі 4,1 баллға ие болса, долана негізіндегі сироппен байытылған үлгі 4,7 баллға ие болды.

Экструзия үдеріс барысында ақуыздардың ішінара денатурациясы жүреді, бұл олардың сіңімділігін арттыруға көмектеседі. Сонымен қатар, жоғарғы температура мен қысымның

әсерінен дәрумендердің (В тобы, С) және полифенол қосылыстардың азаюы орын алады. Сол себептен, экструзия үдерісінен өткен тағам өнімін қосымша антиоксидантты қасиеттерге ие дәрімендерге бай шикізаттармен байыту маңызды болып табылады.

Зерттеу үлгілерінің энергетикалық және тағамдық құндылығын анықтау нәтижесі бойынша да долана негізіндегі сироппен байытылған үлгі бақылау үлгісіне қарағанда жоғарғы көрсеткіштерге ие болды.

Кесте 1. Дәнді жүгері слайстарының физико-химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер атауы	Өлшем бірлігі	Дәнді жүгері слайсы	Долана негізіндегі сироппен байытылған дәнді жүгері слайсы
1	Ылғалдылығы	%	5,36	10,2
2	Қышқылдылығы	°Т	2,1	2,3
3	Ақуыздың массалық үлесі	%	15,8±0,20	16,19±0,12
4	Майдың массалық үлесі	%	2,36±0,05	2,60±0,01
5	Көмірсудың массалық үлесі	%	55,42±0,66	65,27±0,39
6	Энергетикалық құндылығы	ккал	292,2	332,92

1-кестедегі зерттеу нәтижелеріне сәйкес бақылау үлгісіндегі ақуыз, май және көмірсудың мөлшері тиісінше 15,8%, 2,36% және 55,42% құрап, энергетикалық құндылығы 292,2 ккал деңгейінде болды, ал биологиялық белсенді компоненттермен байытылған үлгіде осы көрсеткіштер тиісінше 16,19%, 2,60% және 65,27% құрап, энергетикалық құндылығы 332,92 ккал болды. Сонымен қатар, долана негізіндегі сироппен байытылған үлгі бақылау үлгісімен салыстырғанда ылғалдылық мөлшері айтарлықтай жоғары болса, қышқылдылығы 0,2 градусқа жоғары болды. Байытылған үлгідегі бұл көрсеткіштердің жоғары болу себебі слайстардың құрамына қосылған долана концентратының жоғарғы тағамдық құндылығымен түсіндіріледі.

Биологиялық белсенді заттардың қатарына жататын полифенолдар, флавоноидтар және бета-каротиноидтар – организмге маңызды физиологиялық әсер ететін өсімдіктерде табиғи

түрде түзілетін қосылыстар. Алайда, зерттеу жұмыстары барысында бұл қосылыстардың жалпы көлемі бақылау үлгісі болып саналатын дәнді жүгері слайстарының құрамында мүлдем анықталған жоқ. Мұндай нәтижелер дәнді жүгері шикізатының табиғи құрамының бұл заттарға бай емес екендігімен, сонымен қатар экструзия үдерісі барысында жоғары температура мен қысымның әсерінен термотұрақсыз қосылыстардың ыдырауымен түсіндіріледі. Осы себептерге байланысты бақылау үлгісі биофлаваноидтарының жекеленген құрамдарын анықтауға тапсырыс берілмеді, себебі жалпы антиоксиданттық көрсеткіштерінің болмауы бұл анализді мақсатсыз етеді. Сонымен қатар бұл мәліметтер бақылау үлгісінің антиоксиданттық потенциалының төмен екендігін, функционалдық және профилактикалық бағытта құндылығының төмен екендігін көрсетеді.

Кесте 2. Долана негізіндегі сироппен байытылған дәнді жүгері слайстарының биофлавоноид көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер атауы, өлшем бірлігі	Нақты нәтижелер
1	Рутин, мг	65,4±6,54
2	Кверцетин, мг	28,2±2,82
3	Катехин, мг	1,676±0,08
4	Галл қышқылы, мг	0,620±0,03
5	Гесперидин, мг	Табылмады
6	Дегидрокверцитин (таксифолин), мг	0,716±0,04
7	Хлороген қышқылы, мг	0,091±0,005
8	Антрахинон туындылары, мг	0,96±0,1

2-кестеде келтірілген мәліметтерге сәйкес долана негізіндегі сироппен байытылған дәнді жүгері слайстарындағы биофлавоноидтардың жоғарғы мөлшері туралы қорытынды жасауға болады. Ең жоғарғы нәтижені рутин көрсетті ($65,4 \pm 6,54$ мг), бұл жүгері слайсының күшті антиоксиданттық қасиетке ие екендігін растайды, себебі рутин капиллярдарды нығайтуға және тотығу стрессін төмендетуге көмектеседі. Құрамы бойынша екінші қосылыс қабынуға қарсы және иммуномодуляциялық қасиетке ие кверцетин ($28,2 \pm 2,82$ мг). Катехин, галл қышқылы, дегидрокверцетин секілді басқа да қосылыстар аз мөлшерде анықталды, дегенмен олар жалпы функционалдық қасиетке оң әсерін күшейтеді. Ал хлороген қышқылының аз мөлшерін ($0,091 \pm 0,005$ мг) оның термиялық тұрақсыздығымен түсіндіруге болады.

Қорытынды

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты дәнді жүгері слайстарының биологиялық құндылығына және функционалды қасиеттеріне долана концентратының әсерін зерттеу болды. Зерттеу жұмысында бета-каротиноидтың, полифенол және флавоноидтың сандық көрсеткішін анықтау жүргізілді, сонымен қатар, биофлавоноидтарды хроматографиялық анықтау жүргізілді. Зерттеу нәтижелері долана концентраты биологиялық активті заттардың жоғарғы құрамына ие екендігін: бета-каротиннің массалық үлесі $0,344 \pm 0,002$ мг/100 г, полифенол – $3,85 \pm 0,04\%$, флавоноид – $2,33 \pm 0,03\%$ көрсетті. Дайын жүгері слайстарының органолептикалық көрсеткіштері бойынша бақылау үлгісі жалпы 4,1 баллға ие болса, концентратпен байытылған үлгі 4,7 баллға ие болды. Сонымен қатар, концентратпен байытылған үлгі бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары тағамдық және энергетикалық құндылыққа (сәйкесінше 332,92 ккал және 292,2 ккал) ие болды. Концентратпен байытылған өнімде көп мөлшерде рутин – $65,4 \pm 6,54$ мг, кверцетин – $28,2 \pm 2,82$ мг, катехин, галл және хлороген қышқылы анықталды. Зерттеу нәтижелері долана негізіндегі сироппен байытылған жүгері слайстарын профилактикалық қасиеті бар функционалды тағамдар ретінде қолдануға мүмкіндік беретінін дәлелденді. Табиғи компоненттермен байытылған тағам технологиясы енгізу отандық функционалды тағамдар өндірісінің дамуына септігін тигізеді.

Алғыс, мүдделер қақтығысы, қаржыландыру

Ұсынылған зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі АР19577363-Қазақстанның жабайы өсетін өсімдіктері қолданылған функционалдық экструзиялық тағам өнімдерінің технологиясын жасау 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру шеңберінде жасалынды. Мүдделер қақтығысы. Барлық авторлар мақаланың мазмұнын оқып, таныстырылды және мүдделер қақтығысы жоқ деп растады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Galanakis, C.M. (2021). Functionality of Food Components and Emerging Technologies. *Foods*, 10, 128. <https://doi.org/10.3390/foods10010128>
2. Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Režek Jambrak, A., Barba, F.J., Cravotto, G., Binello, A., Lorenzo, J.M., Shpigelman, A. (2017). Innovative “Green” and Novel Strategies for the Extraction of Bioactive Added Value Compounds from Citrus Wastes—A Review. *Molecules*, 22, 680. <https://doi.org/10.3390/molecules22050680>
3. Putnik, P., Lorenzo, J.M., Barba, F.J., Roohinejad, S., Režek Jambrak, A., Granato, D., Montesano, D., Bursać Kovačević, D. (2018). Novel Food Processing and Extraction Technologies of High-Added Value Compounds from Plant Materials. *Foods*, 7, 106. <https://doi.org/10.3390/foods7070106>
4. Alirezalu, A., Salehi, P., Ahmadi, N., Sonboli, A., Aceto, S., Hatami Maleki, H., & Ayyari, M. (2018). Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 452–470. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1446146>
5. Zhang J, Chai X, Zhao F, Hou G, Meng Q. (2022). Food Applications and Potential Health Benefits of Hawthorn. *Foods*, 11(18):2861. <https://doi.org/10.3390/foods11182861>
6. Izembayeva, A., Moldakulova, Z., Abdreeva, A., Atyhanova, M., Akhlan, T., Askarbekov, E. (2024). Studies of functional properties of fruits of wild plants of Kazakhstan. *The Journal of Almaty Technological University* 144(2):83-90. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-83-90>
7. Bekbolatova, E., Kukula-Koch, W., Baj, T., Stasiak, N., Ibadullayeva, G., Koch, W., Głowniak, K., Tulemissov, S., Sakipova, Z. and Boylan, F. (2018). Phenolic composition and antioxidant potential of different organs of Kazakh *Crataegus almaatensis* Pojark: A comparison with the European *Crataegus oxyacantha* L. Flowers. *Open Chemistry* 16, no. 1: 415-426. <https://doi.org/10.1515/chem-2018-0048>

8. Gabrić, D., Barba, F., Roohinejad, S., Gharibzadeh, S.M.T., Radojčin, M., Putnik, P., Bursać Kovačević, D. (2018). Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and physicochemical properties of beverages: A review. *J. Food Process Eng.*, 41. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12638>

9. Vinceković, M., Viskić, M., Jurić, S., Giacometti, J., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Donsi, F., Barba, F.J., Režek Jambrak, A. (2017). Innovative technologies for encapsulation of Mediterranean plants extracts. *Trends Food Sci. Technol.*, 69, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.001>

10. Alsobh, A., Zin, M. M., Mardokić, A., Vatai, G., & Bánvölgyi, S. (2024). Heat, ultrasound, and microwave assisted extraction methods for recovering bioactive components from hawthorn fruit (*Crataegus monogyna* Jacq.). *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 49–63. <https://doi.org/10.1556/446.2024.00103>

11. Czubaszek A, Czaja A, Sokół-Łętowska A, Kolniak-Ostek J, Kucharska A.Z. (2021). Changes in Antioxidant Properties and Amounts of Bioactive Compounds during Simulated In Vitro Digestion of Wheat Bread Enriched with Plant Extracts. *Molecules*, 26(20):6292. <https://doi.org/10.3390/molecules26206292>

12. Gasiński A, Kawa-Rygielska J, Szumny A, Gąsior J, Głowacki A. (2020). Assessment of Volatiles and Polyphenol Content, Physicochemical Parameters and Antioxidant Activity in Beers with Dotted Hawthorn (*Crataegus punctata*). *Foods*, 9(6):775. <https://doi.org/10.3390/foods9060775>

13. Izembayeva, A., Moldakulova, Z., Abdreeva, A., Iskakova, G., Baiysbayeva, M., & Atyhanova, M. (2024). Substantiation of wild plants used as functional ingredients in the technology of crisp grain bread. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 697–718. <https://doi.org/10.5219/1998>

14. Ахлан Т.Б., Изембаева А.К., Молдақұлова З.Н., Серимбетова Ш.А., Құрметхан Ә.Қ. (2024). Шырғанақ жидектерінің құрамындағы экстрактивті заттардың мөлшерін және антиоксидантты құрамын анықтау. /Тағам, жеңіл өнеркәсіптері мен қонақжайлық индустриясының инновациялық дамуы. халықар. ғыл. тәжіриб. конф. материалдары. 38–40 бет.

15. Zhang, Juan, Xiaoyun Chai, Fenglan Zhao, Guige Hou, and Qingguo Meng. (2022). "Food Applications and Potential Health Benefits of Hawthorn" *Foods* 11, no. 18: 2861. <https://doi.org/10.3390/foods11182861>

16. Ludmila Bogacz-Radomska, Joanna Harasym. (2018). β -Carotene—properties and production methods, *Food Quality and Safety*, Vol. 2, Pages 69–74. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy004>

17. Bakac E.R, Percin E., Gunes-Bayir A., Dadak A. (2023). A Narrative Review: The Effect and Importance of Carotenoids on Aging and Aging-Related Diseases. *Int J Mol Sci.*, Oct 15;24(20):15199. <https://doi.org/10.3390/ijms242015199>

18. Tresserra-Rimbau A., Lamuela-Raventos R.M., Moreno J.J. (2018). Polyphenols, food and pharma. Current knowledge and directions for future research. *Biochem Pharmacol.* 156:186–195. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2018.07.050>

19. Fu, Yu and Liu, Wan-ning and Soladoye, Olugbenga P., (2021). Towards innovative food processing of flavonoid compounds: insights into stability and bioactivity. *LWT – Food Science and Technology*, Elsevier Ltd, Volume 150, 111968 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111968>

REFERENCES

1. Galanakis, C.M. (2021). Functionality of Food Components and Emerging Technologies. *Foods*, 10, 128. <https://doi.org/10.3390/foods10010128>

2. Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Režek Jambrak, A., Barba, F.J., Cravotto, G., Binello, A., Lorenzo, J.M., Shpigelman, A. (2017). Innovative “Green” and Novel Strategies for the Extraction of Bioactive Added Value Compounds from Citrus Wastes—A Review. *Molecules*, 22, 680. <https://doi.org/10.3390/molecules22050680>

3. Putnik, P., Lorenzo, J.M., Barba, F.J., Roohinejad, S., Režek Jambrak, A., Granato, D., Montesano, D., Bursać Kovačević, D. (2018). Novel Food Processing and Extraction Technologies of High-Added Value Compounds from Plant Materials. *Foods*, 7, 106. <https://doi.org/10.3390/foods7070106>

4. Alirezalu, A., Salehi, P., Ahmadi, N., Sonboli, A., Aceto, S., Hatami Maleki, H., & Ayyari, M. (2018). Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 452–470. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1446146>

5. Zhang J, Chai X, Zhao F, Hou G, Meng Q. (2022). Food Applications and Potential Health Benefits of Hawthorn. *Foods*, 11(18):2861. <https://doi.org/10.3390/foods11182861>

6. Izembayeva, A., Moldakulova, Z., Abdreeva, A., Atyhanova, M., Akhlan, T., Askarbekov, E. (2024). Studies of functional properties of fruits of wild plants of Kazakhstan. *The Journal of Almaty Technological University* 144(2):83–90. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-83-90>

7. Bekbolatova, E., Kukula-Koch, W., Baj, T., Stasiak, N., Ibadullayeva, G., Koch, W., Głowniak, K., Tulemissov, S., Sakipova, Z. and Boylan, F. (2018). Phenolic composition and antioxidant potential of different organs of Kazakh *Crataegus almaatensis* Pojark: A comparison with the European *Crataegus oxyacantha* L. Flowers. *Open Chemistry* 16, no. 1: 415–426. <https://doi.org/10.1515/chem-2018-0048>

8. Gabrić, D., Barba, F., Roohinejad, S., Gharibzadeh, S.M.T., Radojčin, M., Putnik, P., Bursać Kovačević, D. (2018). Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and

physicochemical properties of beverages: A review. *J. Food Process Eng.*, 41. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12638>

9. Vinceković, M., Viskić, M., Jurić, S., Giacometti, J., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Donsì, F., Barba, F.J., Režek Jambrak, A. (2017). Innovative technologies for encapsulation of Mediterranean plants extracts. *Trends Food Sci. Technol.*, 69, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.001>

10. Alsobh, A., Zin, M. M., Marđokić, A., Vatai, G., & Bánvölgyi, S. (2024). Heat, ultrasound, and microwave assisted extraction methods for recovering bioactive components from hawthorn fruit (*Crataegus monogyna* Jacq.). *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 49–63. <https://doi.org/10.1556/446.2024.00103>

11. Czubaszek A, Czaja A, Sokół-Łętowska A, Kolniak-Ostek J, Kucharska A.Z. (2021). Changes in Antioxidant Properties and Amounts of Bioactive Compounds during Simulated In Vitro Digestion of Wheat Bread Enriched with Plant Extracts. *Molecules*, 26(20):6292. <https://doi.org/10.3390/molecules26206292>

12. Gasiński A, Kawa-Rygielska J, Szumny A, Gąsior J, Głowacki A. (2020). Assessment of Volatiles and Polyphenol Content, Physicochemical Parameters and Antioxidant Activity in Beers with Dotted Hawthorn (*Crataegus punctata*). *Foods*, 9(6):775. <https://doi.org/10.3390/foods9060775>

13. Izembayeva, A., Moldakulova, Z., Abdreeva, A., Iskakova, G., Baiysbayeva, M., & Atyhanova, M. (2024). Substantiation of wild plants used as functional ingredients in the technology of crisp grain bread. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 697–718. <https://doi.org/10.5219/1998>

14. Akhlan T.B., Izembayeva A.K., Moldakulova Z.N., Serimbetova Sh.A., Kurmethan A.K. (2024).

Shyrganak zhidekterinin kuramyndagy ekstraktivti zattardyn molsherin zhane antioksidantty kuramyn anyktau. [Determination of the content of extractive substances and antioxidant composition in sea buckthorn berries.]. *Proceedings Of International Scientific And Practical Conference “Innovative Development Of Food, Light And Hospitality Industry”*. pp. 38–40. (In Kazakh)

15. Zhang, Juan, Xiaoyun Chai, Fenglan Zhao, Guige Hou, and Qingguo Meng. (2022). "Food Applications and Potential Health Benefits of Hawthorn" *Foods* 11, no. 18: 2861. <https://doi.org/10.3390/foods11182861>

16. Ludmila Bogacz-Radomska, Joanna Harasym. (2018). β -Carotene—properties and production methods, *Food Quality and Safety*, Vol. 2, Pages 69–74, <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy004>

17. Bakac E.R, Percin E., Gunes-Bayir A., Dadak A. (2023). A Narrative Review: The Effect and Importance of Carotenoids on Aging and Aging-Related Diseases. *Int J Mol Sci.*, Oct 15;24(20):15199. <https://doi.org/10.3390/ijms242015199>

18. Tresserra-Rimbau A., Lamuela-Raventos R.M., Moreno J.J. (2018). Polyphenols, food and pharma. Current knowledge and directions for future research. *Biochem Pharmacol.* 156:186–195. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2018.07.050>

19. Fu, Yu and Liu, Wan-ning and Soladoye, Olugbenga P., (2021). Towards innovative food processing of flavonoid compounds: insights into stability and bioactivity. *LWT – Food Science and Technology*, Elsevier Ltd, Volume 150, 111968 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111968>

ШҰЖЫҚТАРДЫҢ ТҮС ПАРАМЕТРЛЕРІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ: SPSS БАҒДАРЛАМАСЫНДА БІР ФАКТОРЛЫ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ ТАЛДАУ (ONE-WAY ANOVA) ЖӘНЕ TUKEY ТЕСТІМЕН ӨНДЕУ

¹А.Т. КОЙШЫБАЕВА *, ²М. КОРЖЕНИОВСКА , ¹Я.М. УЗАКОВ ,
³Л.А. КАЙМБАЕВА , ¹А.К. СМАГУЛОВА 

(¹Алматы технологиялық университеті, 050012, Алматы, Қазақстан Республикасы

²Вроцлав табиғат және өмір туралы ғылымдар университеті, 50-375, Вроцлав, Польша

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050010, Алматы, Қазақстан Республикасы)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: aigerim.koishybayeva@atu.edu.kz*

Бұл мақалада шұжық өнімдерінің түс параметрлерін статистикалық өңдеу әдістерін қолдану арқылы талдау нәтижелері жан-жақты баяндалады. Зерттеудің мақсаты – бақылау және 3-8 % аралығында алма сызындысының ұнтағы қосылған күркетауық етінен пісірілген шұжық өнімдерінің T1, T2, T3 үлгілерінде ашықтық (L*) мәндеріндегі айырмашылықтарды анықтау болып табылады. Бұл зерттеуде SPSS бағдарламасындағы бір факторлы дисперсиялық талдау (One-Way ANOVA) және Tukey HSD жұптық салыстыру тесті пайдаланылды. ANOVA нәтижелері бойынша үлгілердің орташа мәндері арасында статистикалық тұрғыда маңызды айырмашылықтардың бар екені анықталды ($p < 0,05$). Tukey тесті арқылы үлгілер гомогендік топтарға бөлініп, әрбір топ «a-c» аралығындағы латын әріптерімен белгіленді. Зерттеу нәтижелері шұжық өнімдерінің түс параметрлерін сипаттау мен бағалау барысында қолданылатын статистикалық әдістердің жоғары тиімділігін көрсетті. Алынған мәліметтер шұжық өнімдерінің сапасын арттыру және жаңа рецептураларды әзірлеу барысында қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері студенттер, жас зерттеушілер мен азық-түлік өндірісі саласындағы мамандарға пайдалы болуы мүмкін. Бұл жұмыс азық-түлік өнімдерінің сапасын бағалау әдістерін жетілдіру және өнімнің физикалық-химиялық сипаттамаларын жақсарту бойынша болашақ зерттеулерге негіз бола алады.

Негізгі сөздер: шұжық түсі, ашықтық (lightness), біртектілік тесті (homogeneous test), статистикалық бағдарламалық қамтамасыз ету (statistical software), p-value.

STATISTICAL ANALYSIS OF COLOR PARAMETERS OF SAUSAGES: PROCESSING WITH ONE-WAY ANOVA AND TUKEY TEST IN SPSS

¹A. KOISHYBAYEVA*, ²M. KORZENIOWSKA, ¹Y. UZAKOV,
³L. KAIMBAYEVA, ¹A. SMAGULOVA

(¹ Almaty technological university, 050012,

²Wroclaw university of environmental and life sciences, 50-375, Wroclaw, Poland

³Kazakh national agrarian research university, 050010, Almaty, Kazakhstan)

Corresponding author e-mail: aigerim.koishybayeva@atu.edu.kz*

This article presents a detailed analysis of the color parameters of sausage products using statistical processing methods. The aim of the study was to identify differences in the lightness (L*) values between control samples and T1, T2, and T3 sausage samples made from turkey meat with the addition of apple pomace powder in amounts ranging from 3% to 8%. The study employed one-way analysis of variance (One-Way ANOVA) and Tukey HSD pairwise comparison tests using the SPSS program. According to the ANOVA results, statistically significant differences in mean values between the samples were identified ($p < 0.05$). The Tukey test grouped the samples into homogeneous groups, each designated by Latin letters from "a" to "c." The study results demonstrated the high effectiveness of statistical methods in describing and evaluating the color parameters of sausage products. The findings can be used to improve the quality of sausage products and develop new recipes. Additionally,

the research outcomes may prove valuable for students, young researchers, and professionals in the food industry. This work lays the foundation for future studies aimed at enhancing methods for evaluating food quality and improving the physical and chemical characteristics of products.

Keywords: color of sausage, lightness (L^*), homogeneous test, statistical software, p-value.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛБАС: ОБРАБОТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНОФАКТОРНОГО ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА (ONE-WAY ANOVA) И ТЕСТА ТЬЮКИ В SPSS

¹А.Т. КОЙШЫБАЕВА*, ²М. КОРЖЕНИОВСКА, ¹Я.М. УЗАКОВ,
³Л.А. КАЙМБАЕВА, ¹А.К. СМАГУЛОВА

¹Алматинский технологический университет, 050012, Алматы, Республика Казахстан

²Вроцлавский университет наук об окружающей среде и жизни, 50-375, Вроцлав, Польша

³Казахский национальный аграрный исследовательский университет, 050010, Алматы, Республика Казахстан)

Электронная почта автора-корреспондента: aigerim.koishybayeva@atu.edu.kz*

В данной статье подробно представлены результаты анализа цветовых параметров колбасных изделий с применением методов статистической обработки. Цель исследования заключалась в выявлении различий в показателях светлоты (L^) у контрольных образцов и образцов Т1, Т2, Т3 колбас, приготовленных из индейки с добавлением порошка яблочного жмыха в количестве 3-8 %. В данном исследовании использовались методы однофакторного дисперсионного анализа (One-Way ANOVA) и теста попарного сравнения Tukey HSD в программе SPSS. Согласно результатам ANOVA, были выявлены статистически значимые различия средних значений между образцами ($p < 0,05$). С помощью теста Tukey образцы были разделены на гомогенные группы, каждая из которых обозначена латинскими буквами от «а» до «с». Результаты исследования продемонстрировали высокую эффективность статистических методов в описании и оценке цветовых параметров колбасных изделий. Полученные данные могут быть использованы для улучшения качества колбасной продукции и разработки новых рецептов. Кроме того, результаты исследования могут быть полезны студентам, молодым исследователям и специалистам в области пищевой промышленности. Данная работа закладывает основу для дальнейших исследований, направленных на совершенствование методов оценки качества пищевых продуктов и улучшения их физико-химических характеристик.*

Ключевые слова: цвет колбасы, светлота (L^*), тест на однородность, статистическое программное обеспечение, p-value.

Kіріспе

Дұрыс статистикалық талдау жүргізу азық-түлік ғылымындағы зерттеулерде маңызды рөл атқарады, бірақ эксперименттік нәтижелерді тиімді түсіндіруде көптеген ғалымдар елеулі қиындықтарға тап болады. Белгілі бір статистикалық әдістерді қолдану үшін қажетті шарттар мен талаптарды түсінбеу негізгі қиындықтардың бірі болып табылады [1]. Бұл қиындық ғылыми журналдардың эксперименттік деректердің статистикалық тұрғыдан маңызды екенін дәлелдеуге қоятын қатаң талаптарына тығыз байланысты [2]. Нәтижелерді дұрыс түсіндіру мен оларды жеткізу үшін сенімді статистикалық талдау мен деректерді көрнекі түрде ұсыну аса маңызды.

Жақсы құрылымдалған статистикалық қорытынды эксперименттік нәтижелерді оқырманның оңай

түсінуіне ықпал етіп, зерттеу нәтижелерінің қолжетімді әрі әсерлі болуын қамтамасыз етеді [3].

Статистикалық әдістердің қолданылуы азық-түлік өнімдерінің химиялық құрамы мен қауіпсіздігін бағалау және процестерін оңтайландыру үшін қажет. Тағам өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын статистикалық бағдарламалық жасақтамалардың бірі - SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) бағдарламасы. Chen және т.б. SPSS бағдарламасының азық-түлік өнімдерін ғылыми моделдеуде пайдалы екенін атап өтеді, себебі ол деректерді талдау процесін жеңілдетеді және

зерттеушілерге нәтижелерді оңай интерпретациялауға мүмкіндік береді, сонымен қатар, күрделі есептеулермен айналысуға кедергі болмайды [4].

Бір факторлы дисперсиялық талдау (One-Way ANOVA) – үш немесе одан көп топтың орташа мәндерін бір мезгілде салыстыруға арналған статистикалық әдіс. Оның мақсаты - топтар арасындағы айырмашылықтардың статистикалық тұрғыдан маңызды екенін анықтау.

Tukey тесті – немесе Tukey-дің сенімді маңызды айырмашылық тесті, HSD тесті – бұл дисперсиялық талдау (ANOVA) аясында топтық орташа мәндер арасындағы жұптық салыстыруларды жүргізуге қолданылатын статистикалық әдіс [5]. Ол ANOVA-да елеулі нәтиже анықталғаннан кейін, нақты қай үлгілердің орташа мәндері арасында елеулі айырмашылық бар екенін анықтауға көмектеседі. Tukey тесті ауыл шаруашылығы, биология және жаратылыстану ғылымдары сияқты көптеген салаларда, әсіресе әртүрлі үлгілерге әсер ететін өңдеулерді талдағанда кеңінен қолданылады.

Шұжықтың түсі – тұтынушылардың таңдауларына айтарлықтай әсер ететін және өнімнің балғындығын, құрамын және өңдеу сапасын көрсететін негізгі сапа көрсеткіші. Әртүрлі зерттеулер шұжықтың түс параметрлерін, мысалы, ашықтығын (L), қызылдығын (a) және сарылығын (b), заманауи әдістерді қолдану арқылы талдаудың маңыздылығын атап өтті. Мысалы, цитрус қабығының экстракттары мен соя майын қолдану b^* (қызыл түс) мәндеріне айтарлықтай әсер ететінін, сонымен қатар R^2 80.61 % екенін көрсетті, бұл цитрус қалдықтарын қайта өңдеу арқылы тұрақтылыққа қол жеткізу мүмкіндігін айқындайды [6]. Түс параметрлері шұжықтың pH және құрғақ зат мөлшері сияқты сипаттамаларымен байланысты екеніндігі анықталып, хитин қоспалары түс тұрақтылығы мен тағамдық құндылығын арттыратындығы зерттелді [7]. Сондай-ақ, биологиялық белсенді заттарды қосу және нитриттерді азайту шұжық түсінің тұрақтылығын арттырды, бұл қызылдығының b^* артуы және ашықтығының (L) төмендеуі арқылы дәлелденді [8]. Бұл нәтижелер қолайлы түс қасиеттерін сақтау және жалпы өнім сапасын жақсарту үшін рецептура мен өңдеу әдістерін оңтайландырудың маңыздылығын көрсетеді. Соңғы зерттеулер табиғи қоспалардың, мысалы, антоциандар мен қызанақ ұнтақтарының, ет

өнімдерінің түсіне әсерін бағалау үшін бір факторлы дисперсиялық талдауды (ANOVA) қолданды. Бұл зерттеулер түс параметрлерін пайдаланып, қоспалардың әсерінен болатын сыртқы өзгерістерді талдап, қызылдығы мен сарылығының айтарлықтай жақсаруын, ашықтығын сақтай отырып, атап көрсетті. Мысалы, қызанақ ұнтағын қосу өсімдік негізіндегі ет өнімдерінің сыртқы тартымдылығын жақсартса, табиғи пигменттер, мысалы, антоциандар, өңделген еттің түс тұрақтылығын арттырған [9].

Ал алма сығындысы күркетауық етінен жасалған шұжықтарда, тауық нагетстері мен буфало котлеттерінде қызылдықты (a^*) арттырып [10-11], тауық және күркетауық етінен жасалған шұжықтарда, гоштаба ет өнімдерінде ашықтықты (L^*) төмендеткен [12-14], ал сары түстің (b^*) ет өнімдерінде артқандығы байқалған [15].

Бұл зерттеудің мақсаты – пісірілген шұжықтардың түсін талдай отырып, әртүрлі шұжық үлгілері арасындағы түс бойынша статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтардың бар-жоғын анықтау үшін бір факторлы дисперсиялық талдауды қолдану. Мысалы, пісірілген шұжық үлгілеріне әртүрлі деңгейде (0, 3%, 5%, 8%) алма сығындысының ұнтағын қосып пісірілген шұжық үлгілерінің түсін салыстыруда бір факторлы дисперсиялық талдау осы үлгілер арасындағы түс өзгерістерінің маңыздылығын бағаланды. Бұл практикалық нұсқаулықты студенттерге және зерттеушілерге ұсыну SPSS бағдарламасында статистикалық әдістерді дұрыс түсіну және қолдану, зерттеу нәтижелерін дәл интерпретациялауды қамтамасыз ету үшін өте маңызды болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Шұжықтарының түс параметрлері, яғни L (ашықтық), a (қызыл түс) және b (сары түс) мәндері Вроцлав қоршаған орта мен өмір туралы ғылымдар университетінің «Функциональдық тамақ өнімдерін әзірлеу» кафедрасының зертханасында рефлексиялық колориметр (Minolta CR-400, ақ пластинамен калибрленген, $L^*=+97.83$, $a^*=-0.43$, $b^*=+1.98$) көмегімен анықталды (1-сурет). Әртүрлі дейгейде алма сығындысының ұнтағы қосылып пісірілген шұжықтарының үлгілері әрбір өлшеу алдында 15×25 мм өлшемдерінде кесілді. Талдау пісірілген шұжықтарды өндіру күнінде тікелей жүргізілді. Өлшемдер үш рет қайталанып, статистикалық талдау үшін орташа мәндер алынды (1-кесте).



Сурет 1. Шұжық түсін колориметрмен өлшеу қадамдары

Бұл зерттеу шұжық формулаларында өсімдік қоспаларының деңгейлері арасында маңызды айырмашылықтар бар-жоғын анықтауға бағытталған. Осыған байланысты келесідегідей 2 гипотеза қойылады:

- H0: Топтар арасында түс деңгейлерінде статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық жоқ;

- H1: Топтар арасында түс деңгейлерінде статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық бар.

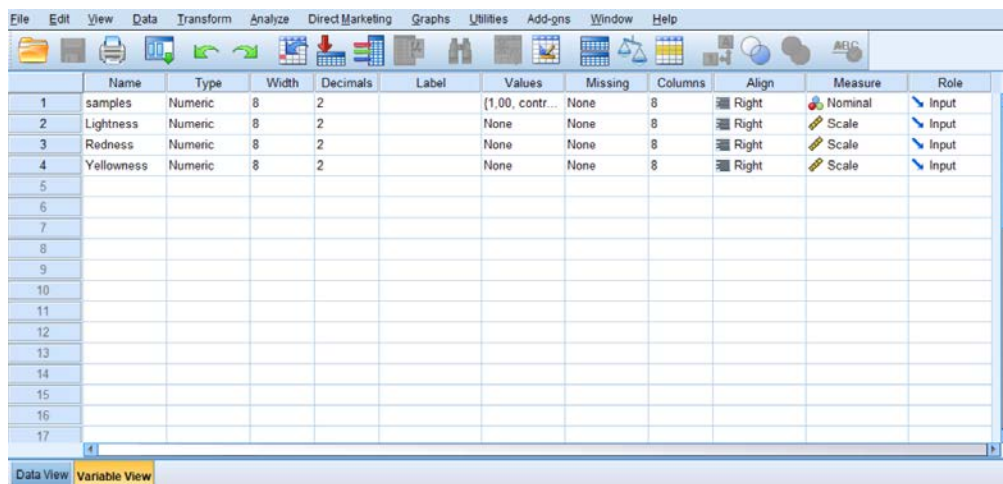
Кесте 1. Пісірілген шұжықтардың түс параметр-лері, әрбір түстің үш рет қайталанған өлшемдері

Үлгілер	Түс параметрлері		
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Бақылау	83,12	5,98	21,6
Бақылау	84,12	6,19	22,26
Бақылау	85,62	5,43	18,88
T1	77,47	4,82	16,76
T1	78,25	4,65	17,74
T1	78,81	4,73	17,69
T2	78,97	4,57	17,76
T2	81,05	4,19	16,91
T2	79,04	4,54	17,78
T3	76,52	4,31	17,73
T3	76,97	4,3	17,82
T3	76,01	4,32	19,18

Пісірілген шұжықтардың түсінде байқалған айырмашылықтардың статистикалық тұрғыдан маңызды екендігін сенімді түрде анықтау және сондай-ақ өсімдік қоспаларының әртүрлі мөлшерінің шұжықтардың сыртқы түріне қалай әсер ететінін түсіну мақсатында бір факторлы дисперсиялық талдау (*One-Way*

ANOVA) жүргізу үшін *SPSS* бағдарламасын ашып келесі пәрмендерді орындау керек.

2-суретте *SPSS* бағдарламасының *Variable View* (Айнымалыларды көру) терезесі көрсетілген, онда деректер айнымалыларының сипаттамалары орнатылған. Әрбір жол бір айнымалыны білдіреді, ал бағандар оның әртүрлі қасиеттерін сипаттайды.



Сурет 2. SPSS бағдарламасындағы Variable View бөліміне айнымалыларды енгізу

Айнымалылар сипаттамалары:

Name (Аты) - айнымалының атауы жазылады.

Мысалы: samples, Lightness, Redness, Yellowness.

Type (Түрі) - айнымалы деректерінің түрі (мысалы, Numeric - сандық деректер).

Width (Ені) - айнымалы мәндерінің максималды символдық ұзындығын көрсетеді.

Decimals (Ондық сандар). Ondық таңбалардың саны (мысалы, 2).

Label (Жапсырма) - айнымалының толық сипаттамасы. Бұл қолданушыларға түсінікті болу үшін қосымша ақпарат береді.

Values (Мәндер) - айнымалының кодталған мәндері мен олардың сипаттамалары көрсетілген. Мысалы, samples үшін: 1,00 = "Control", 2,00 = "T1", 3,00 = "T2", 4,00 = "T3".

Missing (Жоғалған мәндер) - есепке алынбайтын жоғалған мәндерді көрсетеді (None - жоғалған мәндер жоқ).

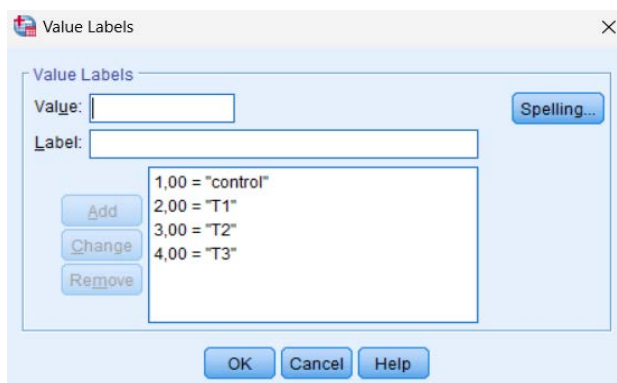
Columns (Бағандар) - айнымалының кестеде қанша баған алатынын анықтайды.

Align (Туралау) - айнымалы мәндерін туралау (оңға, солға, ортасына).

Measure (Өлшем) - айнымалының өлшем деңгейі. Nominal: Санаттық айнымалылар (мысалы, топтар). Scale: Сандық айнымалылар (үздіксіз деректер).

Role (Рөл) - айнымалының рөлі (Input — талдау үшін енгізу айнымалысы).

3-суретте көрсетілген Value Labels опциясы арқы-лы Samples үшін белгілер тағайындалады. Бұл әдіс кодталған мәндерді түсінікті түрде көрсетеді және статистикалық талдау кезінде оларды жеңіл оқуға мүмкіндік береді.



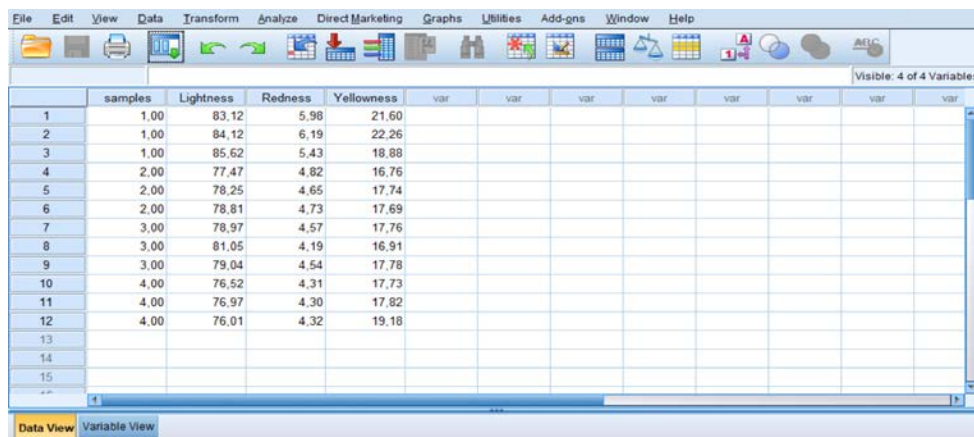
Сурет 3. Value Labels опциясында белгілерді тағайындау

Value өрісіне сандық мән енгізіледі (мысалы, 1, 2, 3, 4). Label өрісіне осы мәnnің мәтіндік сипаттамасы енгізіледі (мысалы, "control", "T1", "T2", "T3").

Бұл процесс шұжық үлгілері немесе басқа эксперименттік топтар сияқты кодталған деректерді оңай талдау үшін қолданылады. Value Labels

функциясы әсіресе көп деңгейлі деректерді талдауда немесе дискретті категорияларды қолданатын зерттеулерде пайдалы.

Ары қарай, 4-суретте көрсетілгендей Data View бөліміне өтіп, төмендегі форматта деректерді енгіземіз:



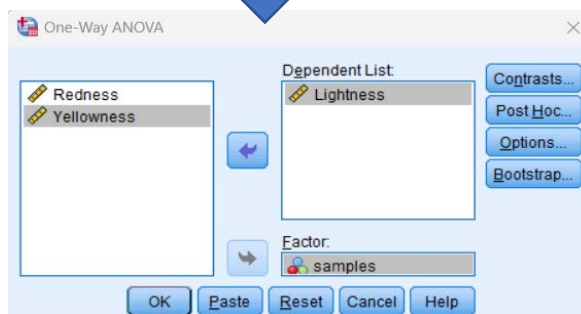
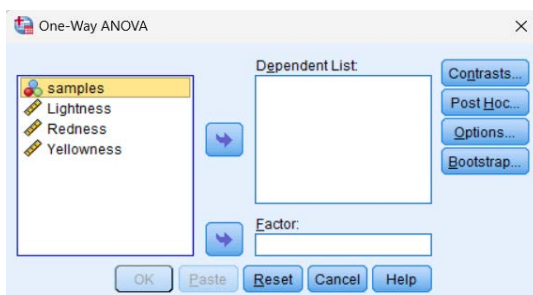
	samples	Lightness	Redness	Yellowness
1	1.00	83.12	5.98	21.60
2	1.00	84.12	6.19	22.26
3	1.00	85.62	5.43	18.88
4	2.00	77.47	4.82	16.76
5	2.00	78.25	4.65	17.74
6	2.00	78.81	4.73	17.69
7	3.00	78.97	4.57	17.76
8	3.00	81.05	4.19	16.91
9	3.00	79.04	4.54	17.78
10	4.00	76.52	4.31	17.73
11	4.00	76.97	4.30	17.82
12	4.00	76.01	4.32	19.18

Сурет 4. SPSS бағдарламасындағы Data View бөліміне деректерді енгізу

Деректерді толтырғаннан кейін Analyze → Compare Means → One-Way ANOVA командасын таңдаймыз.

5-суретте көрсетілгендей One-Way ANOVA диалогтық терезесінде Lightness (немесе қажет

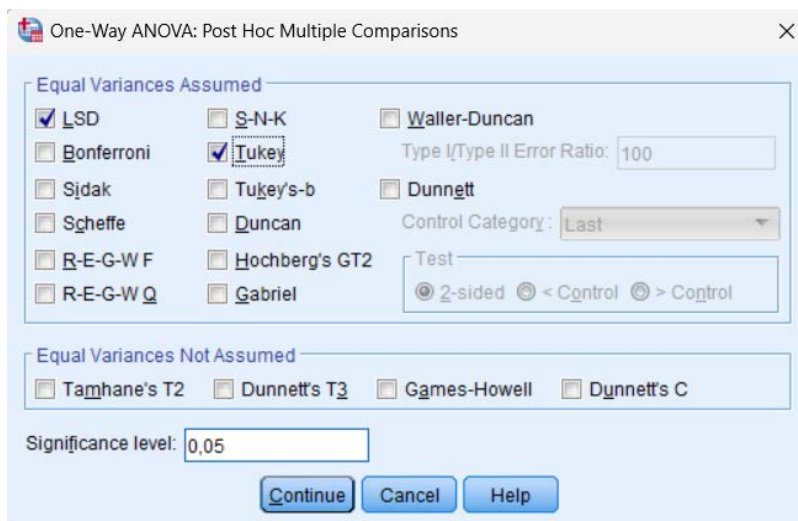
параметр, мысалы, а немесе b) мәнін Dependent List қорапшасына, ал Samples мәнін Factor қорапшасына орналастыру керек.



Сурет 5. One-Way ANOVA параметрлерін орнату.

Осы диалогтық терезенің оң жағында тұрған Post Hoc түймесін басып, келесі 6-суретте

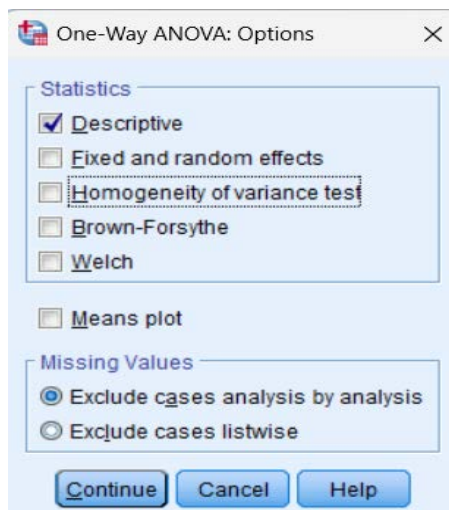
көрсетілгендей топтар арасындағы салыстыру үшін Tukey тестін таңдау керек.



Сурет 6. Tukey тестін таңдау

Ары қарай, диалогтық терезедегі (7-сурет) Options бөлімін ашып келесілердің таңдалғанын тұрғандығын тексеру керек: орташа мәндер мен стандартты ауытқулар үшін Descriptive Statistics;

гипотезалардың дұрыстығын тексеру үшін Homogeneity of Variance Test. Талдауды іске қосу үшін OK түймесін басу керек.



Сурет 7. ANOVA талдау нәтижелерін алу

Нәтижелер және оларды талқылау

2-кестеде төрт үлгі арасындағы ашықтық (L) мәндері бойынша статистикалық сипаттамалардың қысқаша мәліметтері келтірілген. Бұл әр үлгінің орташа мәнін, стандартты ауытқуын (Std.

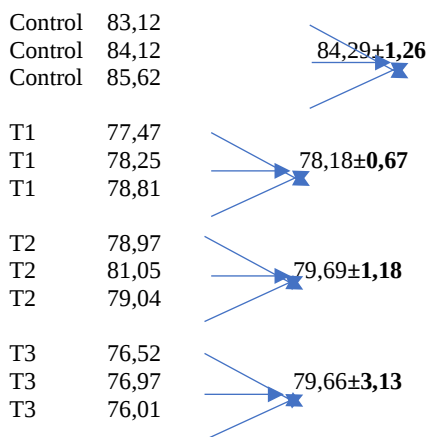
Deviation), орташа мәнің қателігін (Std. Error), сенімді интервалды (95% Confidence Interval), сондай-ақ минималды және максималды мәндерді көрсетеді.

Кесте 2. Ашықтық (L) мәндері бойынша сипатта-малық статистика

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
Control	3	84.2867	1.25831	0.72648	81.1609	87.4125	83.12	85.62
T1	3	78.1767	0.67300	0.38856	76.5048	79.8485	77.47	78.81
T2	3	79.6867	1.18120	0.68197	76.7524	82.6209	78.97	81.05
T3	3	76.5000	0.48031	0.27731	75.3068	77.6932	76.01	76.97
Total	12	79.6625	3.13488	0.90496	77.6707	81.6543	76.01	85.62

Control үлгісі ең жоғары орташа ашықтық мәніне (Mean = 84.29) ие және салыстырмалы түрде жоғары вариациямен (Std. Deviation = 1.26) сипатталады. T3 үлгісі ең төмен орташа ашықтық мәнін көрсетеді (Mean = 76.50) және оның вариациясы өте аз (Std. Deviation = 0.48), бұл үлгідегі

ашықтық мәндерінің тұрақтылығын көрсетеді. Яғни, Control үлгісі бойынша орташа мән Mean алу үшін 1-кестеде келтірілген үш мәнің (83,12; 84,12; 85,62) орташа мәні және оның 1,26 вариациясынан шықты. Және басқа үлгілерге де дәл солай.



T1 және T2 үлгілері ашықтық мәндері бойынша Control және T3 үлгілерінің арасында орналасқан. T1 үлгісінің орташа мәні 78.18 болса, T2 үлгісінің орташа мәні 79.69 құрайды. Бұл екі үлгінің стандартты ауытқулары салыстырмалы түрде төмен (T1: Std. Deviation = 0.67, T2: Std. Deviation = 1.18), бұл олардың үлгі ішіндегі нәтижелерінің салыстырмалы тұрақтылығын көрсетеді.

Жалпы алғанда, барлық үлгілердің орташа ашықтық мәні 79.66 (Std. Deviation = 3.13), ал ашықтықтың минималды және максималды мәндері сәйкесінше 76.01 және 85.62 аралығында.

Бұл мәліметтер топтар арасындағы ашықтық деңгейлерінің айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетеді, бұл кейінгі статистикалық талдау үшін негіз болады. 2-кестедегі Mean және Std. Deviation бағандарына сүйене отырып, төрт үлгінің ашықтық (L) мәндері 3-кестеде көрсетілгендей түрде құрастырылады. Бұл жағдайда әр үлгінің орташа мәні ± стандартты ауытқуы (Mean ± Std. Deviation) түрінде беріледі.

Кесте 3. Үлгілердің ашықтық (L) мәндері

Samples	Lightness
Control	84,29±1,26
T1	78,18±0,67
T2	79,69±1,18
T3	76,66±3,13

Бұл формат әр үлгідегі ашықтық мәндерінің орташа деңгейі мен вариациясын оңай салыстыруға мүмкіндік береді.

Сипаттамалық статистика үлгілер арасындағы ашықтық айырмашылықтарының жалпы көрінісін ұсынады. Control тобы ең ашық және

өзгермелі ашықтық мәндеріне ие, ал T3 тобы ең күңгірт және тұрақты ашықтық көрсеткішін көрсетеді. Қосымша статистикалық талдау (мысалы, ANOVA және Tukey тесті) бұл айырмашылықтардың маңыздылығын растайды.

Кесте 4. Anova талдау нәтижелері

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	100.778	3	33.593	36.691	.000
Within Groups	7.324	8	.916		
Total	108.102	11			

p-мәні 0.000, бұл стандартты шектен ($p < 0.05$) аз. Бұл нәтиже үлгілердің орташа мәндері арасындағы айырмашылықтың статистикалық тұрғыдан маңызды екенін көрсетеді. Үлгілер арасындағы p-мәні 0.000 болғандықтан, біз бірінші гипотезаны жоққа шығарамыз және үлгілердің түс деңгейлері арасында маңызды айырмашылық бар деген H1 гипотезамен әрі қарай талдау жасаймыз.

5- кестеде үлгілер арасында ашықтық деңгейіндегі айырмашылықтарды сипаттайтын мәліметтер келтірілген. Әрбір үлгі жұбы үшін орташа айырмашылық (Mean Difference), стандартты қате (Std. Error), маңыздылық деңгейі (Sig.), және 95% сенімділік интервалы (Confidence Interval) көрсетілген.

Кесте 5. Ашықтық (L) параметрі бойынша Post Hoc тест нәтижелері

(I) samples			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Control	T1	6,11000*	.78126	.000	3.6081	8.6119
		T2	4,60000*	.78126	.002	2.0981	7.1019
		T3	7,78667*	.78126	.000	5.2848	10.2885
	T1	Control	-6,11000*	.78126	.000	-8.6119	-3.6081
		T2	-1.51000	.78126	.288	-4.0119	.9919
		T3	1.67667	.78126	.218	-.8252	4.1785
	T2	Control	-4,60000*	.78126	.002	-7.1019	-2.0981
		T1	1.51000	.78126	.288	-.9919	4.0119
		T3	3,18667*	.78126	.015	.6848	5.6885
	T3	Control	-7,78667*	.78126	.000	-10.2885	-5.2848
		T1	-1.67667	.78126	.218	-4.1785	.8252
		T2	-3,18667*	.78126	.015	-5.6885	-.6848

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Орташа айырмашылық (Mean Difference) - бағанда екі үлгі арасындағы ашықтық деңгейлерінің орташа мәндерінің айырмашылығы. Мысалы, Control мен T1 топтарының арасындағы айырмашылық 6.11, ал Control мен T3 үлгілерінің айырмашылығы 7.79. Оң мәндерде Control үлгісінің

ашықтығы екінші үлгіден жоғары екені көрсетіледі, ал теріс мәндерде төмен екені байқалады.

Стандартты қате (Std. Error) орташа айырмашылықтың дәлдігін сипаттайды. Қате неғұрлым төмен болса, нәтиже соғұрлым сенімді болады. Мұнда стандартты қателер салыстырмалы

түрде аз (≈ 0.78 approx $0.78 \approx 0.78$), бұл нәтижелердің сенімділігін арттырады.

Маңыздылық деңгейі (Sig.) p-мәнін білдіреді. Егер $p < 0.05$, айырмашылық статистикалық тұрғыда маңызды болып табылады.

Жұлдызшамен (*) белгіленген айырмашылықтар (Sig. < 0.05) маңызды екенін көрсетеді. Мысалы:

Control - T1 айырмашылығы маңызды ($p = 0.000$).

Control - T2 айырмашылығы да маңызды ($p = 0.002$).

T2 - T3 арасындағы айырмашылық маңызды ($p = 0.015$).

95% сенімділік интервалы (Lower Bound - Upper Bound) - екі үлгінің орташа айырмашылық мәндерінің шекарасын көрсетеді. Егер бұл диапазон 000-ді қамтымаса, айырмашылық маңызды болып саналады. Мысалы:

Control - T3 үшін сенімділік интервалы 5.28, 10.29, яғни 000-ден жоғары. Бұл айырмашылықтың маңызды екенін білдіреді.

T1 - T2 үшін сенімділік интервалы -4.01, 0.99, яғни 000-ді қамтиды. Сондықтан бұл айырмашылық маңызды емес.

Жалпы, Control үлгісінің барлық басқа үлгілер арасындағы айырмашылықтар маңызды ($p < 0.05$). Бұл Control үлгісінің ашықтығы басқа үлгілерге қарағанда едәуір жоғары екенін көрсетеді.

T2 мен T3 үлгілері арасындағы айырмашылық та маңызды ($p = 0.015$), бұл олардың ашықтық деңгейлерінің өзгеше екенін көрсетеді.

T1 мен T2, T1 мен T3 үлгілері арасындағы айырмашылықтар маңызды емес ($p > 0.05$), яғни бұл үлгілердің ашықтық деңгейлері ұқсас.

Кестеде әріптер үлгілердің арасындағы статистикалық айырмашылықты түсіндіру үшін қолданылады. Олар Tukey HSD (Honestly Significant Difference) әдісінің нәтижелері негізінде гомогендік топтарды анықтайды. Әріптерді кою ережелері төмендегідей:

Tukey HSD тесті үлгілердің арасындағы айырмашылықты (Mean Difference) тексеріп, маңыздылық деңгейін (p-value) береді. Егер екі үлгінің арасындағы $p\text{-value} > 0.05$ болса, онда бұл үлгілер статистикалық тұрғыдан ұқсас және олар бір гомогендік топқа жатады. 6-кестеде әріптер үлгілерді осы гомогендік топтарға жіктеу үшін қолданылады.

Кесте 6. Ашықтық (L) параметрлері бойынша Tukey HSD гомогендік топтары

samples		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	T3	3	76.5000		c
	T1	3	78.1767	78.1767	bc
	T2	3		79.6867	b
	control	3			84.2867 a
	Sig.		0.218	0.288	1.000

Ең төменгі орташа мәннен бастап әр үлгінің әріптік белгісі беріледі:

- бір гомогендік топқа жататын үлгілерге бірдей әріп беріледі;

- егер бір үлгі бірнеше топта болса (көпір рөлінде), оған сәйкес бірнеше әріп берілуі мүмкін.

Кестедегі T3 (76.5000), басқа үлгілерден (T1, T2, Control) статистикалық тұрғыдан айтарлықтай ерекшеленеді ($p < 0.05$), сондықтан T3 тек "c" әрпіне ие.

T1 (78.1767) үлгісі T3-тен айтарлықтай ерекшеленеді, бірақ T2-мен статистикалық ұқсас ($p > 0.05$), сондықтан T1 "bc" әрпіне ие (T3-пен "c" және T2-мен "b").

T2 (79.6867) үлгісі T3-тен де, T1-ден де жоғары, бірақ Control-мен статистикалық тұрғыда ерекшеленеді, сондықтан T2 "b" әрпіне ие.

Control (84.2867) үлгісі барлық басқа үлгілерден (T1, T2, T3) статистикалық тұрғыдан жоғары ($p < 0.05$), сондықтан Control тек "a" әрпіне ие.

Әріптер үлгілер арасындағы қайсысы ұқсас, қайсысы әртүрлі екенін жылдам түсінуге мүмкіндік береді. Статистикалық есеп беру кезінде бұл тәсіл нәтижелерді графикалық немесе мәтіндік түрде көрсетуді жеңілдетеді.

Егер T1 және T2 ортақ әріпке (мысалы, "b") ие болса, бұл олардың ашықтық мәндерінің арасында

статистикалық маңыздылығы жоқ екенін білдіреді. Бірақ Т3 "с", ал Control "а" әріптерін алғандықтан, олардың Т1 және Т2-ден айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетеді.

3-кестедегі мәліметтерге әріптерде қосып пісірілген шұжықтың түс параметрлерінің нәтижелерін 7-кестедегідей көрсетеміз.

Кесте 7. Пісірілген шұжықтың ашықтық түс (Lightness) параметрлері

Үлгілер	Ашықтық	Ашықтық
Control	84,29±1,26	84,29±1,26 ^a
T1	78,18±0,67	78,18±0,67 ^{bc}
T2	79,69±1,18	79,69±1,18 ^b
T3	79,66±3,13	79,66±3,13 ^c

Қорытынды

Бұл зерттеу пісірілген шұжықтардың түс параметрлерін (ашықтық – L) бір факторлы дисперсиялық талдау (One-Way ANOVA) және Tukey HSD тесті арқылы статистикалық өңдеу нәтижелерін ұсынды. Зерттеудің негізгі нәтижелері шұжық үлгілері арасындағы түс айырмашылықтарының статистикалық тұрғыдан маңыздылығын анықтау және олардың сапасын бағалауға бағытталған. Статистикалық талдау нәтижелері көрсеткендей, түрлі деңгейдегі алма сығындысын қосу шұжықтардың түсіне айтарлықтай әсер етті. Tukey HSD тестінің нәтижелері әрбір шұжық тобы арасындағы жұптық айырмашылықтарды нақтылауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде шұжықтардың ашықтық (L) параметрлері бойынша «Control», «T1», «T2», және «T3» топтары арасында статистикалық маңызды айырмашылықтар байқалды. Бұл нәтижелер топтық орташа мәндерді әріптермен белгілеу арқылы визуалды түрде көрсетілді. Бұл нәтижелер алма сығындысының мөлшері шұжықтардың түсіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді. Сонымен қатар, бұл әдіс өнімнің сапасын бақылауда статистикалық өңдеудің маңыздылығын дәлелдейді. Зерттеу SPSS бағдарламасының статистикалық деректерді талдаудағы тиімділігін көрсетіп, азық-түлік өнеркәсібіндегі зерттеушілер мен мамандар үшін оны қолдану бойынша практикалық бағыт береді. Бір факторлы дисперсиялық талдау және Tukey HSD тесті өнімнің сапа көрсеткіштерін нақтылауға, сонымен қатар өндіріс процесін оңтайландыруға арналған құнды құралдар болып табылады. Осы зерттеудің нәтижелері шұжықтардың рецептурасын жетілдіру, өндіріс сапасын арттыру және тұтынушыларға тартымды өнім ұсыну үшін маңызды ақпарат береді. Болашақта өнімнің басқа физикалық-химиялық

және сенсорлық қасиеттеріне статистикалық талдау жүргізу арқылы тағамдық өнімдерді зерттеуді кеңейту ұсынылады.

Алғыс, (қаржыландыру)

Бұл зерттеу «AgroSector» ЖШС қолдауымен және ҚР Ғылым және Жоғары Білім Министрлігі қаржыландыратын ЖТН AP22684574 «Іріктелген дақылдардың қосалқы өнімдерін қосу арқылы құс етінен пісірілген шұжықтардың технологиясы мен сапасын оңтайландыру» тақырыбында «Жас ғалым» ғылыми жобасының аясында жүзеге асырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Eftimov, T., Korošec, P., Potočnik, D., Ogrinc, N., Heath, D., and Seljak, B. K. "How to Perform Properly Statistical Analysis on Food Data? An E-Learning Tool: Advanced Statistics in Natural Sciences and Technologies." *Science within Food: Up-to-Date Advances on Research and Educational Ideas*, 144–151, 2017.
2. Nunes, C. A., Alvarenga, V. O., de Souza Sant'Ana, A., Santos, J. S., and Granato, D. "The Use of Statistical Software in Food Science and Technology: Advantages, Limitations and Misuses." *Food Research International* 75 (2015): 270–80.
3. Vargas, David A., Rossy Bueno López, Diego E. Casas, Andrea M. Osorio-Doblado, Karla M. Rodríguez, Nathaly Vargas, Sara E. Gragg, Mindy M. Brashears, Markus F. Miller, and Marcos X. Sanchez-Plata. 2024. "Modernization Data Analysis and Visualization for Food Safety Research Outcomes" *Applied Sciences* 14, no. 12: 5259. <https://doi.org/10.3390/app14125259>
4. Chen, M., Xiang-sheng, K., & Kan, C. (2014). "Application of statistical analysis software in food scientific modeling." *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(10): 1143-1146. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.174>
5. Agbangba, C. E., Aide, E. S., Honfo, H., and Kakai, R. G. "On the Use of Post-Hoc Tests in Environmental and Biological Sciences: A Critical Review." *Heliyon* 10, no. 3 (2024).
6. Feng, C. (2024). "Colour Analysis of Sausages Stuffed with Modified Casings Added with Citrus Peel

Extracts Using Hyperspectral Imaging Combined with Multivariate Analysis." *Sustainability* 16(19): 8683. <https://doi.org/10.3390/su16198683>.

7. Murashev, S. V., Gorlach, E. A., Chertov, A. N., Gorbunova, E. V., & Kiprushkina, E. I. (2020). "Development of a Colourimetric Method for Quality Control of Sausage Products Produced Using Chitinous Food Additives." *Procedia Chemistry and Chemical Engineering* 25: 151–163. <https://doi.org/10.15259/PCACD.25.012>.

8. Kolev N.D., Vlahova-Vangelova D.B., Balev D.K., Dragoev S.G. "Color dynamics of cooked sausages after nitrite reduction and incorporation of biologically active substances." *The Journal of Almaty Technological University*. 2022;(3):130-137. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-130-137>

9. Bakhsh, A., Cho, C., Baritugo, K. A., Kim, B., Ullah, Q., Rahman, A., & Park, S. (2023). "Production and Analytical Aspects of Natural Pigments to Enhance Alternative Meat Product Color." *Foods* 12(6): 1281. <https://doi.org/10.3390/foods12061281>.

10. Verma, A. K., Sharma, B. D., and Banerjee, R. (2010). "Effect of Sodium Chloride Replacement and Apple Pulp Inclusion on the Physico-Chemical, Textural, and Sensory Properties of Low Fat Chicken Nuggets." *LWT-Food Science and Technology* 43(4): 715–719.

11. Younis, K., and Ahmad, S. (2018). "Quality Evaluation of Buffalo Meat Patties Incorporated with Apple Pomace Powder." *Buffalo Bulletin* 37(3): 389–401.

12. Yadav, S., Pathera, A. K., Islam, R. U., Malik, A. K., Sharma, D. P., and Singh, P. K. (2020). "Effect of Incorporation of Wheat Bran with Dried Apple and Carrot Pomace on Quality Attributes of Chicken Sausage." Accessed at <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijps&volume=55&issue=2&article=005>.

13. Rather, S. A., Akhter, R., Masoodi, F. A., Gani, A., and Wani, S. M. (2015). "Utilization of Apple Pomace Powder as a Fat Replacer in Goshtaba: A Traditional Meat Product of Jammu and Kashmir, India." *Journal of Food Measurement and Characterization* 9(3): 389–399. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9247-2> [<https://doi.org/10.1007/s11694-015-9247-2>]

14. Koishybayeva, A., and Korzeniowska, M. (2024). "Utilization and Effect of Apple Pomace Powder on Quality Characteristics of Turkey Sausages." *Foods* 13(17): 2807.

15. Kęska, P., Wójciak, K., Stadnik, J., Kluz, M. I., Kačániová, M., Čmíková, N., and Mazurek, K. (2024). "Influence of Apple Pomace on the Oxidation Status, Fatty Acid Content, Colour Stability and Microbiological Profile of Baked Meat Products." *International Journal of Food Science & Technology* 59(3): 1591–1604. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16908> [<https://doi.org/10.1111/ijfs.16908>]

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФЕРМЕНТОВ НА ГИДРОЛИЗ БЕЛКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА

Г.Е. СЫДЫКОВА , З.Т. СМАГУЛОВА , Е.Н. МОИСЕЕВА 

(Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан, 071410, г. Семей, ул. Байтұрсынова, 29)

Электронная почта автора-корреспондента: s.gulzhamal65@mail.ru*

Целью работы является разработка технологических режимов и параметров получения сухого пептона на основе гидролиза белка с повышенной биологической активностью. Основными направлениями исследования являются исследования по изучению влияния гидролизующего действия ферментного комплекса животных протеаз на изменение свойств мясного и рыбного сырья. В статье представлены результаты изучения влияния длительности гидролиза на качество белкового гидролизата. Были определены оптимальные технологические режимы и параметры ферментативного гидролиза сырья (концентрации субстратов и ферментов, величина pH, температура, время процесса) для достижения глубины гидролиза. Исследованы физико-химические, органолептические, биохимические показатели гидролизата. Установлено, что показатели качества белкового гидролизата соответствуют требованиям нормативных документов. В исследованиях применялись общепринятые химические, органолептические, биохимические методы. Результаты исследований будут использованы при гидролизе белка при переработке животноводческого сырья. Вовлечение побочных продуктов в производство позволяет извлекать все ценные компоненты сырья. Практическая значимость работы заключается в получении высококачественного гидролизата с оптимальными физико-химическими и биохимическими свойствами, с использованием ферментативно-кислотного способа обработки белковосодержащего сырья, позволяющего увеличить глубину гидролиза и обеспечить выход целевого продукта.

Ключевые слова: ферментное сырье убойных животных, субпродукты, рыбное сырье, гидролиз, гидролизат белка, пептон.

АҚУЫЗ ГИДРОЛИЗАТЫН АЛУ ҮШІН ФЕРМЕНТТЕРДІҢ АҚУЫЗ ГИДРОЛИЗИНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Г.Е. СЫДЫКОВА*, З.Т. СМАГУЛОВА, Е.Н. МОИСЕЕВА

(«Қазақ өнеркәсіпті қайта өңдеу және азықтық ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС Семей филиалы, Қазақстан Республикасы, 071410, Семей қ., Байтұрсынов к., 29)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: s.gulzhamal65@mail.ru*

Жұмыстың мақсаты ақуыз гидролизі негізінде биологиялық белсенділігі жоғары құрғақ пептон алудың технологиялық режимдері мен параметрлерін әзірлеу болып табылады. Зерттеудің негізгі бағыттары ет және балық шикізаттары қасиеттерінің өзгеруіне жануарлар протеазаларының ферменттік кешенінің гидролиздеу әсерін зерттеу болып табылады. Бұл мақалада гидролиз ұзақтығының ақуыз гидролизатының сапасына әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Гидролиз тереңдігіне жету үшін шикізаттың ферментативті гидролизінің оңтайлы технологиялық режимдері мен параметрлері (субстраттар мен ферменттердің концентрациясы, pH мәні, температура, процесс уақыты) анықталды. Гидролизаттың физика-химиялық, органолептикалық, биохимиялық көрсеткіштері зерттелді. Ақуыз гидролизатының сапа көрсеткіштері нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес екендігі анықталды. Зерттеулерде жалпы қабылданған химиялық, органолептикалық, биохимиялық әдістер қолданылды. Зерттеу нәтижелері мал шикізатын өңдеу барысында ақуыз гидролизін алу үрдісінде қолданылады. Жанама өнімдерді өндіріске бейімдеу шикізаттың құрамындағы құнды компоненттерін барынша толық бөліп алуға мүмкіндік береді. Жұмыстың практикалық маңыздылығы гидролиздің тереңдігін арттыруға және мақсатты өнімнің шығуын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін ақуызды шикізатты өңдеудің ферментативті-қышқылдық әдісін

қолдана отырып, оңтайлы физика-химиялық және биохимиялық қасиеттері бар жоғары сапалы гидролизат алу болып табылады.

Негізгі сөздер: сойылған жануарлардың ферменттік шикізаты, субөнімдер, балық шикізаты, гидролиз, ақуыз гидролизаты, пептон.

STUDY OF THE EFFECT OF ENZYMES ON PROTEIN HYDROLYSIS TO OBTAIN PROTEIN HYDROLYSATE

G.E. SYDYKOVA*, Z.T. SMAGULOVA, E.N. MOISEEVA

(Semey branch of the LLP «Kazakh science research institute of processing and food industry»,
Kazakhstan, 071410, Semey, 29 Baitursynov St.)
Corresponding author e-mail: s.gulzhamal65@mail.ru*

The aim of the work is to develop technological modes and parameters for obtaining dry peptone based on protein hydrolysis with increased biological activity. The main areas of research are studies on the influence of the hydrolyzing action of the enzyme complex of animal proteases on changes in the properties of meat and fish raw materials. The article presents the results of studying the effect of hydrolysis duration on the quality of protein hydrolysate. Optimal technological modes and parameters of enzymatic hydrolysis of raw materials (substrate and enzyme concentrations, pH value, temperature, process time) are determined to achieve the depth of hydrolysis. The physicochemical, organoleptic, and biochemical parameters of the hydrolysate were studied. It was established that the quality parameters of the protein hydrolysate correspond to the requirements of regulatory documents. The studies used generally accepted chemical, organoleptic, and biochemical methods. The research results will be used in protein hydrolysis during the processing of livestock raw materials. Involving by-products in production allows for the maximum extraction of all valuable components of raw materials. The practical significance of the work lies in obtaining a high-quality hydrolysate with optimal physicochemical and biochemical properties, using an enzymatic-acid method of processing protein-containing raw materials, which allows increasing the depth of hydrolysis and ensuring the yield of the target product.

Keywords: enzyme raw materials of slaughter animals, offal, fish raw materials, hydrolysis, protein hydrolysate, peptone.

Введение

Использование побочных продуктов убоя в мясном производстве позволяет максимально и комплексно извлекать все ценные компоненты сырья, превращая их в полезные продукты.

Пептон является одним из главных компонентов питательных сред, востребованных в микробиологической отрасли и биотехнологии. В пищевой, микробиологической, фармацевтической промышленности наиболее распространен белковый (протеиновый) гидролизат - частично расщепленный белок, который представляет собой фрагменты из нескольких связанных аминокислот [1].

Большинство питательных основ и сред получают из белковых гидролизатов, используя продукты животного или растительного происхождения (С.П. Рогожин, Л.Я. Телишевская, И.Г. Шептун, 1986; Л.Я. Телишевская, 2000; Л.С. Лабинская, Л.П. Блинкова, А.С. Ещина, 2004).

Для получения белковых гидролизатов используют collagenсодержащие отходы. Полипептиды collagenа содержат большое содержание глицина, аланина, пролина, гидроксипролина и глутаминовой кислоты, принимающих активное участие в биосинтезе аминокислот, но малое количество метионина, тирозина и гистидина [2, 3].

Однако приготовление гидролизатов collagenа НММ часто затрудняется их особой структурой, сшиванием и гидроксипролином [4].

Интерес к использованию рыбы в качестве источника биоактивных пептидов растет в последние годы. Показано, что биоактивные пептиды можно использовать в качестве ингредиентов в продуктах питания, нутрицевтиках и фармацевтических препаратах [5].

Доступность, высокая биологическая ценность, содержание в рыбе комплекса витаминов группы В и низкое содержание углеводов позволяют

использовать ее для получения дифференциально-диагностических сред.

Обычным способом получения пептона является двухстадийный ферментативный гидролиз пищевого сырья второй категории - рубцов желудков, летошки, фибрина крови сельскохозяйственных животных. В качестве ферментов используют ферменты животного происхождения: пепсин, химотрипсин или панкреатин, необходимые для медицинской практики и пищевой промышленности [6].

Для получения белковых гидролизатов с низкой и средней степенью конверсии белка используют ферменты животного и микробного происхождения [7, 8]. Из ферментов животного происхождения используют пепсин, трипсин, α -химотрипсин [9].

Наиболее близки по свойствам к ферментам желудочно-кишечного тракта человека ферменты, выделяемые из организма свиней [10].

Для гидролиза животного сырья в мясной промышленности применяют препараты, являющиеся источником комплекса кислых и нейтральных протеаз, которые в технологии производства оказывают направленное воздействие на качество продукции и ее усвояемость, одновременно обеспечивая эффективную переработку используемых сырьевых ресурсов [11].

Протеазы с коллагенолитической активностью имеют огромное значение из-за их промышленного и биологического применения. Микробные коллагенолитические протеазы привлекают внимание из-за их более низких требований и более высокой производительности [12].

При выборе катализатора обращают внимание на протеолитическую активность ферментных препаратов, которая характеризует степень расщепления белков в мясопродуктах. Такой подход важен для повышения качественных характеристик малоценного в пищевом отношении коллагенсодержащего сырья [13].

Основными способами осуществления гидролиза являются: ферментативный, кислотный и ферментативно-кислотный [14, 15].

Кислотный - наиболее простой и дешевый способ деления белка, энзимный (ферментативный) более дорогой метод изготовления гидролизата, приближенный к естественному процессу пищеварения.

В Казахстане отсутствует производство пептона. В республике имеется потенциал ресурсов

животноводческого сырья, вовлечение в технологический процесс вторичных сырьевых ресурсов является предпосылкой к созданию безотходных перерабатывающих производств, позволяет получить разнообразные продукты пищевого назначения.

В этом направлении, получение пептона с глубокой степенью конверсии белковой составляющей из сырьевых отходов пищевой промышленности является актуальным.

Однако качество вырабатываемых изделий снижается из-за наличия внеклеточных примесей и низкой биологической активности пептона. Низкая биологическая активность пептона обусловлена низкой степенью расщепления белка, вследствие чего уменьшается выход готового продукта и ухудшаются физико-химические и биологические свойства пептонов.

Известно, что качество пептона в значительной степени зависит от способа его получения, являющегося одним из трудоемких и длительных. В связи с этим, возникает необходимость в разработке методов их переработки с поиском новых способов воздействия на вторичное белковое сырье с целью вовлечения их в производство высококачественной продукции.

Таким образом, создание новых технологических решений, основанных на целенаправленном использовании ферментных систем биологических объектов является перспективным направлением реализации биотехнологических методов в перерабатывающей промышленности.

Цель: разработать технологические режимы и параметры получения сухого пептона на основе гидролиза белка с повышенной биологической активностью.

Практическая значимость работы заключается в получении высококачественного пептона с оптимальными физико-химическими и биохимическими свойствами, с использованием ферментативно-кислотного способа обработки белкосодержащего животного сырья, позволяющего максимально и комплексно извлекать ценные компоненты сырья, увеличить глубину гидролиза и обеспечить выход целевого продукта.

Материалы и методы исследований

В рамках исследования изучено влияние гидролизующего действия ферментного комплекса животных протеаз на изменение свойств мясного и рыбного сырья.

Экспериментальные исследования по обработке условий проведения процесса гидролиза белкового сырья проведены в лабораторных условиях СФ ТОО КНИИППП и ИП Рахимов Ж.М. (область Абай, г.Семей).

Объекты исследования: ферментное сырье убойных животных - поджелудочная железа КРС и МРС, свиные желудки (слизистая оболочка), желудок КРС (слизистая оболочка рубца), желудок МРС (слизистая оболочка рубца); внутренние органы (легкое КРС); рыбное сырье (лещ, окунь); процесс гидролиза (ферментативный); параметры гидролиза, гидролизат белка, физико-химические исследования, органолептическая оценка.

С целью определения оптимальных технологических режимов и параметров ферментативного гидролиза сырья определена концентрация субстратов и ферментов, величина pH, температура, время процесса.

Ферментативный гидролиз белкового субстрата проводят при температуре 45V0C, продолжительностью гидролиза 71±1 часов с использованием ферментного комплекса животных протеаз, концентрация ферментов от 5 до 15% и pH 6,9-7,2.

В качестве ферментативного комплекса используют поджелудочную железу КРС и МРС, слизистую оболочку свиных желудков и сычугов КРС предварительно измельченных на волчке с диаметром решетки 5 мм. Для исследования взято 4 различных соотношения животных протеаз: соотношение поджелудочной железы и слизистой оболочки свиных желудков 1:1; 1:2, 1:3, 1:4.

Качество гидролиза и белкового гидролизата оценивали по следующим показателям: органолептические показатели (ГОСТ 29311-92), pH (ГОСТ 32165-2013), общий азот (ГОСТ 20730), аминный азот (ГОСТ 20730), сухое вещество (ГОСТ 33319-2015), степень (коэффициент) гидролиза белка по формуле, ВСС методом прессования по Грау-Хамма; вязкость с помощью вискозиметра ротационного цифрового ВРЦ.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что при обработке ферментативным комплексом в соотношении 1:1, 1:2, 1:3 при концентрации 5, 10 и 15%, при температуре 45V0C наблюдается умеренная коагуляция белков, о чем свидетельствуют полученные данные. Результаты исследования приведены на рисунках 1-3.

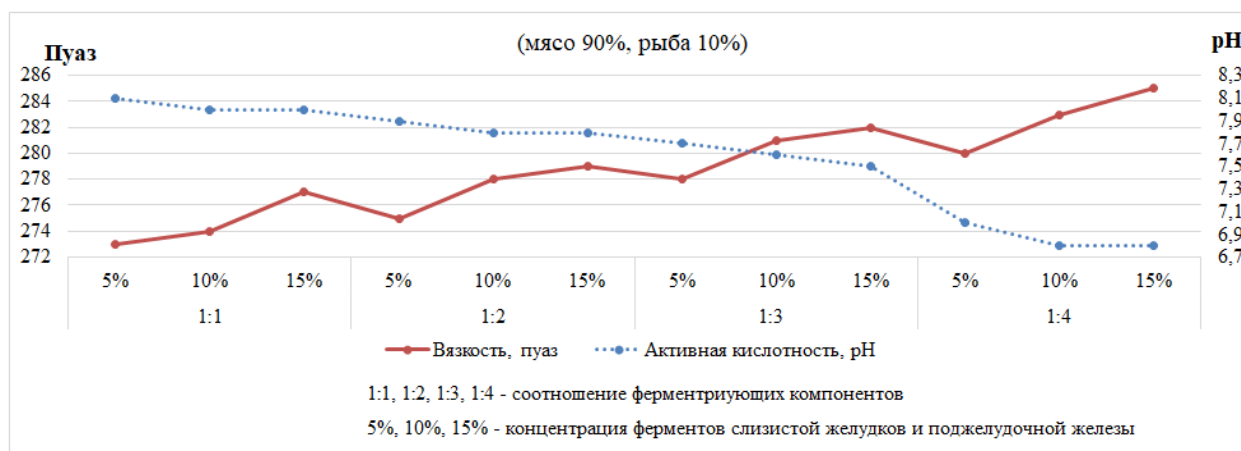
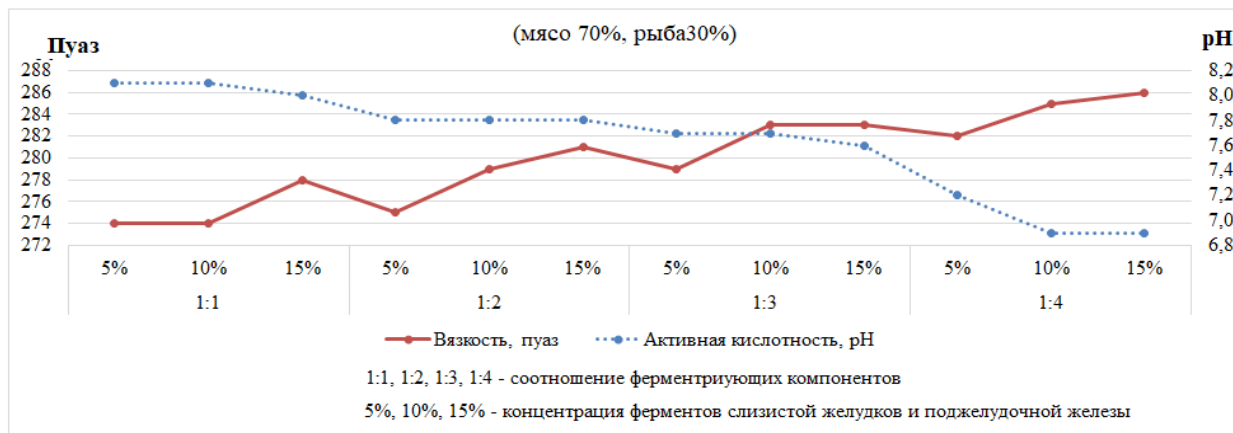
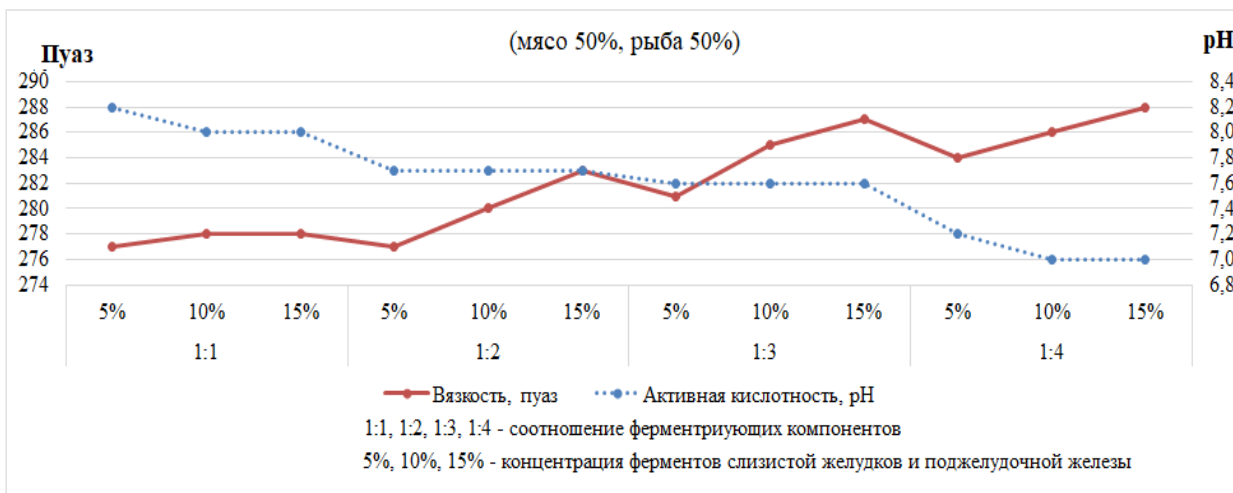


Рисунок 1. Влияние протеолитической активности и концентрации ферментов на pH и вязкость при $t=45^{\circ}\text{C}$ в варианте 1

Рисунок 2. Влияние протеолитической активности и концентрации ферментов на pH и вязкость при $t=45^{\circ}\text{C}$ в варианте 2Рисунок 3. Влияние протеолитической активности и концентрации ферментов на pH и вязкость при $t=45^{\circ}\text{C}$ в варианте 3

Активная кислотность во всех трех вариантах с разным соотношением рыбного сырья от 10 до 30% меняется в среднем от pH 8,2 до 7,5 ед, влагосвязывающая способность в среднем от 78 до 80,6%, вязкость в среднем от 274 пуаз до 287 пуаз. Консистенция гидролизата с содержанием рыбы в количестве 10% слегка вязкая, однородная; с содержанием рыбы в количестве 30% — умеренно вязкая, однородная; с содержанием рыбы в количестве 50% — вязкая, неоднородная, со сгустками и хлопьевидным осадком. При обработке ферментным комплексом в соотношении поджелудочной железы и слизистой оболочки свиных желудков 1:4 при концентрации 5, 10 и 15% гидролиз проходит значительно активнее с расщеплением белковых, межмолекулярных связей, что подтверждается результатами исследований. Активная кислотность во всех трех вариантах с

различным соотношением рыбного сырья от 10 до 30% меняется в среднем от pH 7,2 до 6,8 ед, влагосвязывающая способность в среднем от 80,8 до 81,5%, вязкость в среднем от 280 пуаз до 288 пуаз. Консистенция гидролиза с содержанием рыбы 10% вязкая, однородная; с содержанием рыбы 30% — умеренно вязкая, однородная, без сгустков и отделения жидкости; с содержанием рыбы 50% — вязкая, неоднородная.

Установлено, что при соотношении рыбного сырья в количестве от 10 до 50% и мясного сырья, наиболее активным гидролизующим действием обладает ферментативный комплекс поджелудочной железы и слизистой оболочки свиных желудков в соотношении 1:4, с концентрацией 10%, при температуре 45°C и pH - 6,9 ед. и соотношением рыбы к мясному сырью не более 30%. Показано, что интенсивность протеолиза

возрастает с увеличением концентрации ферментативного комплекса; накопление аминного азота в процессе гидролиза прямо пропорционально значению концентрации используемых ферментов.

Выбрано оптимальное соотношение фермента к субстрату. Определены показатели, характеризующие степень гидролиза. Данные исследований приведены на рисунках 4-6.

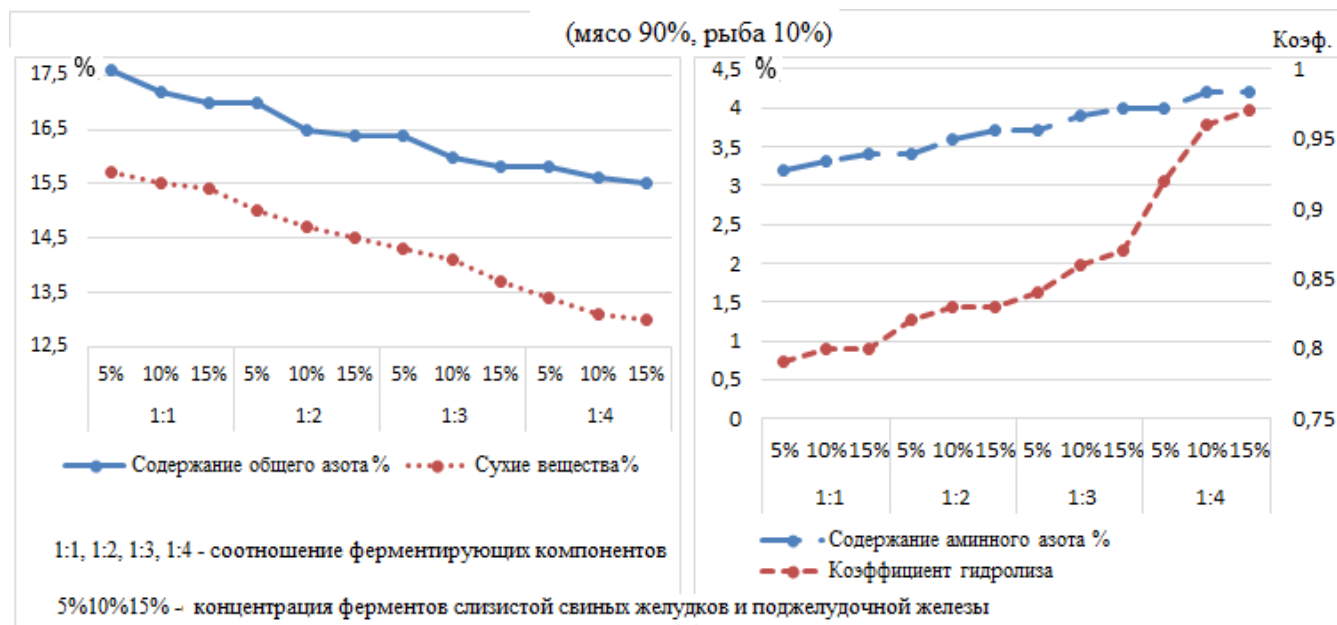


Рисунок 4. Влияние протеолитической активности и концентрации ферментов на уровень накопления общего и аминного азота в варианте 1

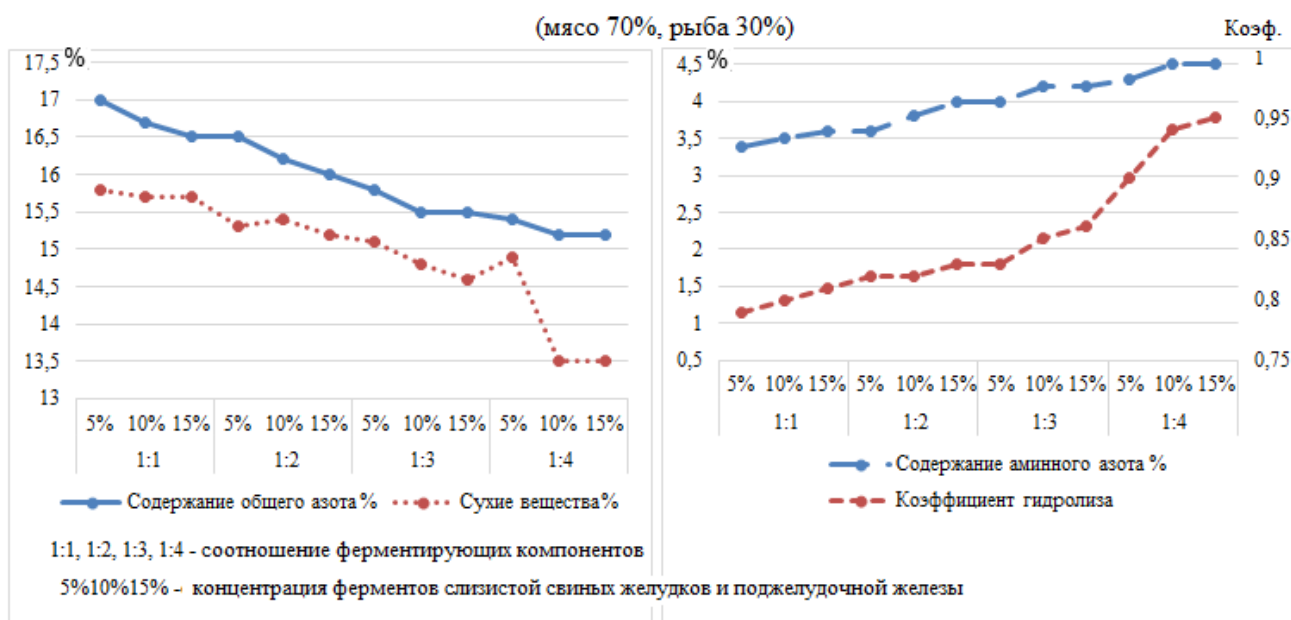


Рисунок 5. Влияние протеолитической активности и концентрации ферментов на уровень накопления общего и аминного азота в варианте 2

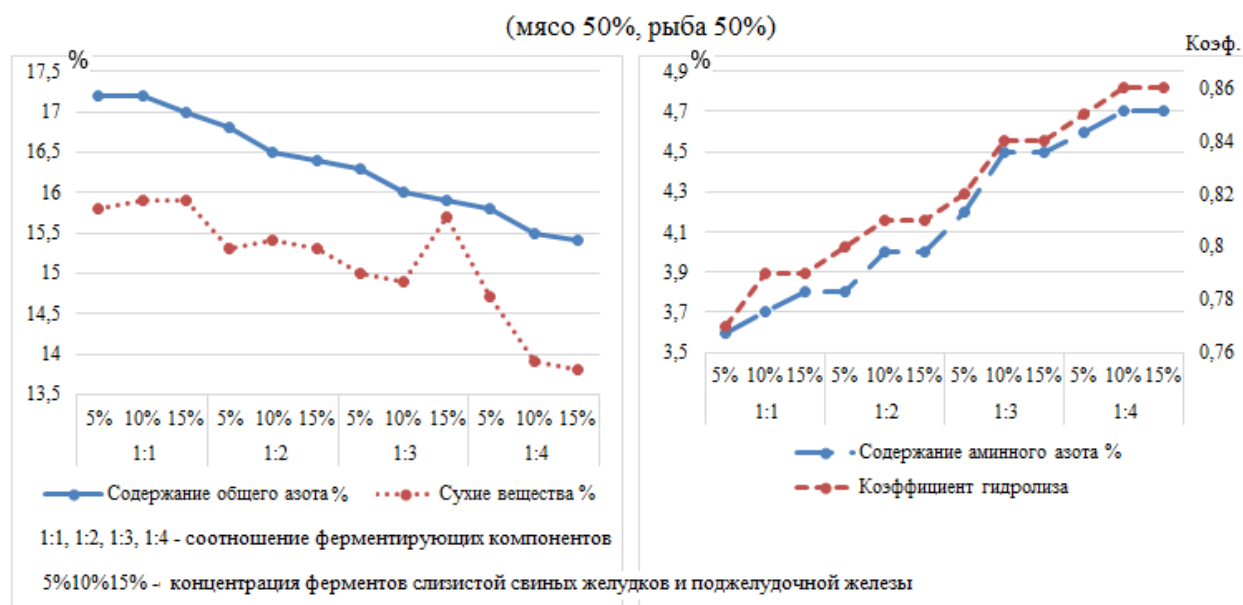


Рисунок 6. Влияние протеолитической активности и концентрации ферментов на уровень накопления общего и аминокислотного азота в варианте 3

Установлено, что оптимальное соотношение фермента к субстрату составляет 10% (поджелудочная железа - 2% от количества сырья и слизистая оболочка желудков - 8% от количества сырья). При увеличении концентрации ферментативного комплекса происходит усиление процесса гидратации, разрыхление и распад волокон за счет разрыва конечных аминокислотных связей и групп ОН, что приводит к увеличению влагосвязывающей способности. Показатели общего азота составляют 15,2%, аминокислотного азота - 4,5%, содержание оксипролина - 1,4%, пептидов - $57,8 \pm 1$, сухих веществ - $13,5 \pm 0,5$, коэффициент гидролиза - 0,94. Анализ полученных данных подтверждает недостаточное гидролизующее действие животных ферментов на кости рыб (наличие осадка, сгустка), поэтому соотношение рыбы к мясному сырью должно быть ограниченным и не должно превышать 30%. Коэффициент протеолиза у ферментов поджелудочной железы и слизистой оболочки желудков высокий, ферменты проявляют высокую скорость освобождения α -аминогрупп, ослабляя влияние близкорасположенных радикалов, что способствует полному расщеплению белков. Длительность ферментативного гидролиза составляет 71 час, однако недостатком этого способа является низкая скорость проведения гидролиза, в связи с этим, для сокращения процесса гидролиза и

полного расщепления белка выбран ферментативно-кислотный метод гидролиза, при котором максимально сохраняется биологическая ценность белкового гидролизата.

Заключение, выводы

1. Определены оптимальные технологические режимы и параметры ферментативного гидролиза сырья (концентрации субстратов и ферментов, величина pH, температура, время процесса) для достижения глубины гидролиза. Выбраны оптимальные соотношения фермента к субстрату.

Установлено, что при соотношении рыбного сырья в количестве от 10 до 50% и мясного сырья, наиболее активным гидролизующим действием обладает ферментативный комплекс поджелудочной железы и слизистой оболочки свиных желудков в соотношении 1:4, при концентрации 10%, температуре 45 °C, pH-6,9 ед. и соотношении рыбного сырья к мясному сырью не более 30%. Показано, что оптимальное соотношение фермента к субстрату составляет 10% (поджелудочная железа - 2% от количества сырья и слизистая оболочка желудков - 8% от количества сырья).

2. Определены показатели, характеризующие степень гидролиза: накопление азота (общий, аминокислотный), сухие вещества, коэффициент протеолиза, коэффициент гидролиза.

Установлено, что при проведении ферментного гидролиза общий азот составляет 15,2%, аминный азот-4,5%, сухих веществ-13,5±0,5, коэффициент гидролиза-0,94, при этом соотношение рыбы к мясному сырью не должно превышать 30%. Таким образом, для сокращения процесса гидролиза и полного расщепления белка выбран ферментативно-кислотный метод гидролиза, при котором максимально сохраняется биологическая ценность белкового гидролизата.

Информация о финансировании

Материалы подготовлены в рамках выполнения проекта «Разработка технологии получения сухого пептона на основе гидролиза белка из вторичных мясных отходов для применения в пищевой промышленности и биотехнологии» программы BR24892775-ОТ-24 (программно-целевое финансирование МСХ РК по научным, научно-техническим программам на 2024-2026 годы).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Zamora-Sillero J. Gharsallaoui A. Prentice C. Peptides from fish by-product protein hydrolysates and its functional properties an overview// Mar. Biotechnol. NY.2018. .-Vol.20.-2.P. 118-130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10126-018-9799-3>
- 2 Jayathilakan K., Sultana K., Radhakrishna K., Bawa A.S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. J Food Sci Technol. 2012; 49 (3): 278-93. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7>
- 3 Zhang Y., Olsen K., Grossi A., Otte J. Effect of pretreatment on enzymatic hydrolysis of bovine collagen and formation of ACE-inhibitory peptides // Food Chem. 2013. Vol.141, N3. P.2343-2354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.058>
- 4 Hong H., Fan H., Chalamaiah M., Wu J. Preparation of low-molecular-weight collagen hydrolysates (peptides): Current progress challenges, and future perspectives// Food Chem. 2019. Vol.301. Article ID 125222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125222>
- 5 Valimaa A.-L. Makinen P. Marnila P. Pihlanto A/ Maki M. et al. Fish and side streams are valuable sources of highvalue components// Food Qual. Saf.2019.Vol.3. 4. P.209-226. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyz024>
- 6 Телишевская, Л.Я. Белковые гидролизаты// Л.Я. Телишевская, Под ред. А.Н. Панина.-Москва, 2000.-.296С.
- 7 Денякина Е.К., Логинова Т.А., Крестьянова И.Н., Бартошевич Ю.Э., Неклюдов А.Д. Получение и свойства иммобилизованного ферментного препарата с пептидазной активностью// Прикладная биохимия и микробиология, 1985, Т.21.-№1. С.177-183

8 Крестьянова И.Н., Васильева Л.И., Денякина Е.К., Петрова Л.И., Пензикова Г.А., Бартошевич Ю.Э., Неклюдов А.Д. Ферментные препараты для получения белковых гидролизатов и смесей аминокислот, не содержащих пептидов// Прикладная биохимия и микробиология, 1985, Т.21. -№1. -С.48-57

9 Пивненко Т.Н., Эпштейн Л.М., Позднякова Ю.Н., Давидович В.В. Ферментативные способы приготовления белковых гидролизатов с использованием протеолитических ферментов различной специфичности // Вопросы питания, 1997. № 5. С. 34-38

10 Неклюдов А.Д., Иванкин А.Н., Баер Н.А., Бердугина А.В. Источники резервного белка для получения пищевых гидролизатов из животного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья.,1998. №3. -С.24-25

11 Лукин А.А., Данилов М.Б., Андреева С.В. Ферментативный гидролиз мясных белков протеазами различного происхождения//Вестник ВСГУТ, 2021. № 1(80). С. 39-46. EDN: <https://www.elibrary.ru/odwfyb>

12 Bhagwat P.K., Dandge P.B. Collagen and collagenolytic proteases: A review//Biocatal.Agric.Biotechnol.2018.Vol.15.P.43-55.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.05.005>

13 Кириллов Д.В., Орехова М.Д., Горбачев А.В. и др. Биотехнологии в пищевом производстве // Агропродовольственная экономика. 2022, № 4,-С. 7-12. DOI: https://doi.org/10.54092/24122521_2022_4_7. EDN: <https://www.elibrary.ru/pbjfpp>

14 Неклюдов А.Д., Навашин С.М. Получение белковых гидролизатов с заданными свойствами// Прикладная биохимия и микробиология, 1985. Т.21.-№1. -С.3-17

15 Kolomaznik K., Mladek M., Langmaier F. Process for preparing hydrolysate of proteinaceous waste of animal origin. Pat. Czech Rep.1996. № 280655

REFERENCES

- 1.Zamora-Sillero J., Gharsallaoui A., Prentice C. Peptides from fish by-product protein hydrolysates and its functional properties: an overview // Mar. Biotechnol. NY. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 118–130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10126-018-9799-3>
- 2.Jayathilakan K., Sultana K., Radhakrishna K., Bawa A.S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review // J. Food Sci. Technol. 2012. Vol. 49. No. 3. P. 278–293. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7>
- 3.Zhang Y., Olsen K., Grossi A., Otte J. Effect of pretreatment on enzymatic hydrolysis of bovine collagen and formation of ACE-inhibitory peptides // Food Chem. 2013. Vol. 141. No. 3. P. 2343–2354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.058>
- 4.Hong H., Fan H., Chalamaiah M., Wu J. Preparation of low-molecular-weight collagen hydrolysates

(peptides): Current progress, challenges, and future perspectives // Food Chem. 2019. Vol. 301. Article ID 125222. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125222>

5. Valimaa A.-L., Makinen P., Marnila P., Pihlanto A., Maki M., et al. Fish and side streams are valuable sources of high-value components // Food Qual. Saf. 2019. Vol. 3. No. 4. P. 209–226. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsaf/fyz024>

6. Telishevskaya L.Ya. Belkovye gidrolizaty [Protein hydrolysates] / Ed. A.N. Panin. – Moscow, 2000. – 296 p. (In Russian)

7. Denyakina E.K., Loginova T.A., Krest'yanova I.N., Bartoshevich Yu.E., Neklyudov A.D. Poluchenie i svoystva immobilizovannogo fermentnogo preparata s peptidaznoy aktivnost'yu [Production and properties of an immobilized enzyme preparation with peptidase activity] // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 1985. Vol. 21. No. 1. P. 177–183. (In Russian)

8. Krest'yanova I.N., Vasil'eva L.I., Denyakina E.K., Petrova L.I., Penzikova G.A., Bartoshevich Yu.E., Neklyudov A.D. Fermentnye preparaty dlya polucheniya belkovykh gidrolizatov i smesey aminokislot, ne sodержashchikh peptidov [Enzyme preparations for obtaining protein hydrolysates and amino acid mixtures without peptides] // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 1985. Vol. 21. No. 1. P. 48–57. (In Russian)

9. Pivnenko T.N., Epshtein L.M., Pozdnyakova Yu.N., Davidovich V.V. Fermentativnye sposoby prigotovleniya belkovykh gidrolizatov s ispol'zovaniem proteoliticheskikh fermentov razlichnoy spetsifichnosti [Enzymatic methods for preparing protein hydrolysates using proteolytic enzymes of various specificities] // Voprosy pitaniya. 1997. No. 5. P. 34–38. (In Russian)

10. Neklyudov A.D., Ivankin A.N., Baer N.A., Berdutina A.V. Istochniki rezervnogo belka dlya polucheniya pishchevykh gidrolizatov iz zhivotnogo syr'ya [Sources of reserve protein for obtaining food hydrolysates from animal raw materials] // Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. 1998. No. 3. P. 24–25. (In Russian)

11. Lukin A.A., Danilov M.B., Andreeva S.V. Fermentativnyy gidroliz myasnykh belkov proteazami razlichnogo proiskhozhdeniya [Enzymatic hydrolysis of meat proteins by proteases of different origins] // Vestnik VSGUTU. 2021. No. 1(80). P. 39–46. EDN: <https://www.elibrary.ru/odwfyb> (In Russian)

12. Bhagwat P.K., Dandge P.B. Collagen and collagenolytic proteases: A review // Biocatal. Agric. Biotechnol. 2018. Vol. 15. P. 43–55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.05.005>

13. Kirillov D.V., Orekhova M.D., Gorbachev A.V., et al. Biotekhnologii v pishchevom proizvodstve [Biotechnologies in food production] // Agropodovol'stvennaya ekonomika. 2022. No. 4. P. 7–12. DOI: https://doi.org/10.54092/24122521_2022_4_7. EDN: <https://www.elibrary.ru/pbjfpp> (In Russian)

14. Neklyudov A.D., Navashin S.M. Poluchenie belkovykh gidrolizatov s zadannymi svoystvami [Production of protein hydrolysates with specified properties] // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 1985. Vol. 21. No. 1. P. 3–17. (In Russian)

15. Kolomaznik K., Mladek M., Langmaier F. Process for preparing hydrolysate of proteinaceous waste of animal origin. Pat. Czech Rep. 1996. No. 280655

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГОРБОВОГО ЖИРА ВЕРБЛЮДОВ ПОРОДЫ БАКТРИАН

¹М.К. АЛИМАРДАНОВА , ¹Ш.Ы. КЕНЕНБАЙ *,
²Л.А. КАИМБАЕВА , ³И.Т. КАДИМ , ¹Ж.К. НАБИЕВА 

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

²НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, Абая, 28

³Низва, Султанат Оман, почтовый ящик 33, РС 616)

Электронная почта автора-корреспондента: sh.kenenbai@atu.edu.kz, kleila1970@mail.ru*

Данное исследование было направлено на изучение органолептических свойств, химического состава, критериев окисления жира, состава жирных кислот и микроструктурных особенностей горбового, почечного и брыжеечного жира. На основании полученных данных можно сделать вывод, что верблюжий жир с различных частей туши верблюда отличается по качественным показателям. Критерии окисления жира (кислотное, перекисное и йодное число) показали, что все виды верблюжьих жиров показывают хорошую стабильность липидов. Серый цвет молодого жира обусловлен более высоким содержанием соединительной ткани, которая снижает значение светлоты. Насыщенные жирные кислоты, такие как пальмитиновая и стеариновая, имеют высокую температуру плавления (65-70°C), и их присутствие способствует образованию твердого жира, в то время как ненасыщенные жирные кислоты, такие как пальмитолеиновая и олеиновая, имеют низкие точки плавления (0-15°C) и придают мягкость. Таким образом, общая температура плавления жира зависела в значительной степени от доли этих отдельных жирных кислот. Установлено, что горбовой жир можно использовать в фаршевых и реструктурированных мясных продуктах. Почечный и брыжеечный жир рекомендуется использовать в производстве продуктов эмульсионного типа.

Ключевые слова: верблюжий горбовой жир, почечный и брыжеечный жир, критерии окисления жира, жирнокислотный состав, микроструктура верблюжьего жира.

БАКТРИАН ТҰҚЫМДЫ ТҮЙЕЛЕРДІҢ ӨРКЕШ МАЙЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

¹М.К. АЛИМАРДАНОВА, ¹Ш.Ы. КЕНЕНБАЙ*,
²Л.А. КАИМБАЕВА*, ³И.Т. КАДИМ, ¹Ж.К. НАБИЕВА

(¹АК «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би, 100

²КеАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абая, 28

³Низва, Султанат Оман, почта 33, РС 616)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: sh.kenenbai@atu.edu.kz, kleila1970@mail.ru*

Бұл зерттеу органолептикалық қасиеттерін, химиялық құрамын, майдың тотығу критерийлерін, май қышқылдарының құрамын және өркеш, бүйрек және шажырқай майдың микроқұрылымдық ерекшеліктерін зерттеуге бағытталған. Алынған мәліметтерге сүйене отырып, түйе ұиасының әртүрлі бөліктеріндегі түйе майы сапалық көрсеткіштер бойынша ерекшеленеді деген қорытынды жасауға болады. Майдың тотығу критерийлері (қышқыл, пероксид және йод саны) түйе майларының барлық түрлерінде липидтердің жақсы тұрақтылығын көрсететінін көрсетті. Жас майдың сұр түсі дәнекер тінінің жоғары болуына байланысты ашық түс мәнін төмендетеді. Қаныққан май қышқылдары пальмитин және стеарин қышқылдары сияқты балқу температурасы жоғары (65-70°C) және олардың болуы қатты майдың пайда болуына ықпал етеді, ал пальмитол және олеин сияқты қанықпаған май қышқылдарының балқу температурасы төмен (0-15°C) және жұмсақтық береді. Сондықтан, майдың жалпы балқу температурасы негізінен осы жеке май қышқылдарының үлесіне байланысты болды. Өркеш майын тартылған ет және қайта құрылымдалған ет өнімдерінде қолдануға болатыны анықталды. Бүйрек және шажырқай майлар эмульсия түрінде өнімдерге қосып өндіруде қолдану ұсынылады.

Негізгі сөздер: түйе өркеш майы, бүйрек және шажырқай майы, майдың тотығу критерийлері, май қышқылының құрамы, түйе майының микроқұрылымы.

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF CAMEL HUMP FAT OF BACTRIAN BREED

¹M.K. ALIMARDANOVA, ¹SH.Y. KENENBAY*,
²L.A. KAIMBAEVA*, ³I.T. KADIM, ¹ZH.K. NABIEVA

(¹ JSC 'Almaty Technological University', Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi, 100

²NAO 'Kazakh National Agrarian Research University', 28, Abaya, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan.

³Nizwa, Sultanate of Oman, P.O. Box 33, PC 616)

Corresponding author e-mail: sh.kenenbai@atu.edu.kz, kleila1970@mail.ru*

This study aimed to investigate the organoleptic properties, chemical composition, fat oxidation criteria, fatty acid composition and microstructural features of hump, kidney and mesenteric fat. Based on the obtained data, it can be concluded that camel fat from different parts of camel carcass differs in qualitative parameters. Fat oxidation criteria (acid, peroxide and iodine number) showed that all camel fat types show good lipid stability. The gray color of young fat is due to the higher content of connective tissue, which reduces the lightness value. Saturated fatty acids such as palmitic and stearic acids have high melting points (65-70°C) and their presence favors the formation of hard fat, while unsaturated fatty acids such as palmitoleic and oleic acids have low melting points (0-15°C) and impart softness. Thus, the overall melting point of the fat depended largely on the proportion of these individual fatty acids. It is established that hump fat can be used in minced and restructured meat products. Kidney and mesenteric fat is recommended to be used in production of emulsion type products.

Keywords: camel hump fat, kidney and mesenteric fat, fat oxidation criteria, fatty acid composition, camel fat microstructure.

Введение

Основной особенностью верблюдов является их способность накапливать жир в горбах. У хорошо упитанного взрослого верблюда запас жира в горбах достигает до 130 кг, который расходуется в периоды бескормицы и холода [1-5].

Жир составляет 12-18% от туши верблюда и хранится в горбе, почках и брыжеечной части, что компенсирует низкое содержание жира в верблюжьем мясе [3-6].

Потребители предвзято относятся к характерному запаху верблюжьего жира, несмотря на его высокую питательную ценность, поэтому его включают в переработанные продукты, например, сырокопченые и вареные колбасы, и реструктурированные продукты [7].

Данные о химической структуре верблюжьих жиров немногочисленны, большинство исследований посвящено общему анализу жирных кислот [6-12]. Информация, например, о влаге, белке, содержании липидов, окисляемости жира, содержании соединительнотканых белков и гистологическая структура необходимы для оценки практического использования верблюжьего жира в переработке различных продуктов [8-15]. Поэтому данное исследование было направлено на изучение органолептических свойств, химического состава, критериев окисления жира, состава жирных кислот

и микроструктурных особенностей горбового, почечного и брыжеечного жира.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования служили 3 вида верблюжьего жира породы Бактриан – горбовой, почечный и брыжеечный. Во всех видах верблюжьего жира определяли такие качественные показатели, как химический состав, pH, критерии окисления, содержание холестерина, жирнокислотный состав, органолептические свойства, микроструктура, цветность жира.

Химический состав жира определяли по ГОСТ 31664-2012, жирнокислотный состав по ГОСТ 31665-2012, pH определяли потенциометрическим методом: для этого 5 граммов каждого образца гомогенизировали с 20 мл дистиллированной воды в течение 15 с., для каждого гомогената снимали три показания с помощью цифрового pH-метра с комбинированным электродом зондового типа.

Цветность жира определяли согласно ISO 27608:2010. Международный стандарт, устанавливающий метод определения цветности животных и растительных жиров по шкале Lovibond с использованием автоматических приборов.

Кислотное число определяли по ГОСТ Р 52466-2005, перекисное число – по стандартной

методике с использованием хлороформного экстракта, полученного по методу В. Пиульской.

Микроструктурные исследования. Образцы замороженных блоков размером 1x1 см жира фиксировали в 10%-ном формольном солевом растворе в течение 24 ч. Тонкие срезы толщиной 4 мкм готовили на микротоме, собирали на стеклянные предметные стекла, депарафинировали и окрашивали по Verhoeff-van Gieson.

Сканирующая электронная микроскопия. Топографические детали верблюжьего жира анализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии. Обезвоженные образцы высушивали в критической точке, покрывали золотом и исследовали на приборе QUANTA FEG 250 SEM.

Все измерения были проведены в трех экземплярах ($n = 3$), и результаты были подвергнуты дисперсионному анализу (ANOVA) с использованием программного обеспечения. Различия между средними значениями

определялись с помощью теста наименьшей значимой разницы, и значимость определялась при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Жир в верблюжатине играет ключевую роль в определении качественных характеристик мясных продуктов. Для переработки животного жира важными критериями являются органолептические показатели и пищевая ценность жира. Цвет, вкус и текстура являются главными сенсорными показателями животного жира, так как жир хорошего качества имеет упругую текстуру, бело-бежевый цвет и приемлемый вкус.

Серый цвет горбового жира может быть обусловлен высоким содержанием в нем соединительной ткани (табл. 1), что подтверждают наблюдения [3].

Твердая текстура в горбовом жире объясняется высоким содержанием насыщенных жиров и соединительной ткани.

Таблица 1 - Органолептические показатели жира верблюда породы Бактриан в разных видах верблюжьего жира

Показатели	Цвет	Запах	Твердость
Горбовой	7,28±0,16	6,15±0,12	6,22
Почечный	8,21±0,18	6,52±0,16	7,13±0,15
Брыжеечный	8,86±0,21	6,36±0,11	8,12±0,23

Органолептическая оценка исследуемых разных видов верблюжьего жира показала наличие значительных различий в цвете, текстуре и

консистенции. Показатели запаха не отличались среди трех видов жира (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав и физико-химические критерии жира верблюда породы Бактриан в разных видах верблюжьего жира, г/100 г

Показатели	Горбовой	Почечный	Брыжеечный
Влага	22,69±1,04	16,07±1,27	16,58±1,22
Белок	4,12±0,04	3,12±0,06	3,67±0,07
Жир	71,68±2,12	80,45±1,3	80,24±1,7
Зола	0,16±0,03	0,14±0,08	0,14±0,06
Содержание соединительнотканых белков (г%)	0,51±0,13	0,40±0,19	0,34±0,38
Холестерин, мг/100 г	81,5±0,11	53,45±0,13	50,46±0,9

Данные химического анализа (табл. 2) показали наличие некоторых различий между жиром из разных частей верблюда. Из таблицы 2 видно, что содержание влаги превалирует в горбовом жире. Так, разница в содержании влаги в горбовом и почечном жире составила 6,62 г/100 г, а

между горбовым и брыжеечным жиром составила 6,11 г/100 г.

Анализ белка всех трех видов жира показал небольшую разницу. В горбовом жире белка больше, чем в почечном и брыжеечном на 1 г/100 г и на 0,45 г/100 г соответственно.

Жиры меньше в горбовом жире, по сравнению с почечным и брыжеечным – на 8,77 г/100 г и 856 г/100 г соответственно. Содержание золы в почечном и брыжеечном жире практически одинаковое, а в горбовом незначительно больше – на 0,02 г/100 г.

Установлено, что в горбовом жире содержится больше соединительнотканых белков,

чем в почечном и брыжеечном – на 0,11 г% и 0,17 г% соответственно. В горбовом жире обнаружено большее содержание холестерина, чем в почечном и брыжеечном (табл. 2). В целом, туша верблюда, за исключением горба, содержит более низкий уровень холестерина, чем у других сельскохозяйственных животных [8-15].

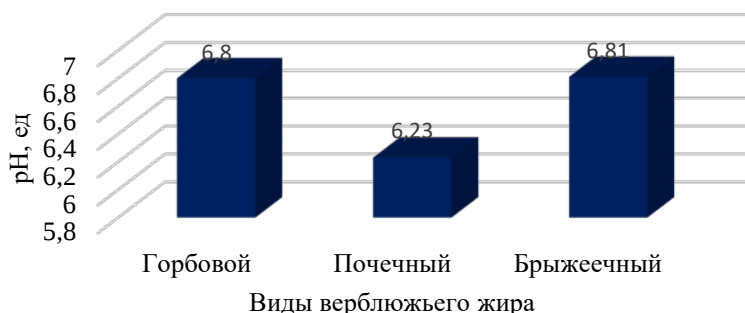


Рисунок 1. pH в разных видах верблюжьего жира

Изучение pH разных видов верблюжьего жира показало, что наименьшее значение активной кислотности имел почечный жир – 6,23 ед. В то время, как в горбовом и брыжеечном жире составило 6,8 и 6,81 ед.

Исследованы критерии окисления в разных видах верблюжьего жира (табл. 3).

Таблица 3. Критерии окисления в разных видах верблюжьего жира

Критерии окисления жира	Горбовой	Почечный	Брыжеечный
Температура застывания, °С	29	30	30
Кислотное число, мг КОН	0,78±0,08	1,12±0,09	1,24±0,12
Перекисное число (ммоль/кг)	2,51±0,03	2,71±0,04	2,87±0,04
Йодное число, г йода на 100 г жира	34	31	31

Изучение температуры застывания горбового, почечного и брыжеечного жира показало, что почечный и брыжеечный застывают при одной температуре – 30 °С, а температура горбового жира составила 29 °С. Анализ кислотного числа показал, что в почечном и брыжеечном жире данный показатель выше, чем в горбовом жире – на 0,34 и 0,46 мг КОН, что видимо, связано с меньшим содержанием липидов в горбовом жире.

Изучение перекисного числа во всех видах жира показало, что данный показатель выше в почечном и брыжеечном жире, а количество йодного числа выше в горбовом жире по сравнению с почечным и брыжеечным. Горбовой жир был более стабильным, чем почечный или брыжеечный жиры.

Таблица 4. Цветность в разных видах верблюжьего жира

Инструментальный цвет	Горбовой	Почечный	Брыжеечный
L (светлота)	67,38±1,76	76,52±1,75	71,23±1,46
A (краснота)	11,12±0,53	6,41±0,08	1,57±0,07
B (желтизна)	13,41±0,29	15,48±1,36	15,52±1,36

Цвет жира является важным критерием качества, отображающим функциональные и технологические свойства, и необходимым фактором для привлечения покупателя и коммерческого успеха. Показатель цвета является индикатором многих физиологических, биохимических и технологических процессов. Образование цвета жира и мяса — более сложный процесс, чем окрашивание неорганических веществ. Сложность обусловлена участием в этом процессе молекулярного кислорода, четырехдентатного лиганда порфирина с обширной системой сопряженных двойных связей, иона железа Fe^{2+} , способного окисляться, и других причин [1].

Из представленных данных в таблице 4 видно, что показатель L в разных видах жира существенно отличается. Наиболее низкий показатель светлоты обнаружен в горбовом жире — 67,38, а в почечном и брыжеечном жирах обнаружены более высокие показатели светлоты —

76,52 и 71,23 соответственно. Высокий показатель красноты установлен у горбового жира — 11,12, в то время как в почечном и брыжеечном жирах показатель красноты составил 6,41 и 1,57. Такая разница в показателях цветности жира объясняется высоким содержанием соединительной ткани в горбовом жире. Максимальные показатели желтизны установлены в брыжеечном и почечном жирах — 15,52 и 15,48, а минимальный показатель в горбовом жире — 13,41.

Полученные значения цветности жира коррелировали с жирнокислотным составом разных видов верблюжьего жира. Полученные результаты показали, что увеличение общего содержания липидов (табл. 2) связано с увеличением критериев окисления (табл. 3) и цветностью жира (табл. 4), так как данные коррелируют друг с другом.

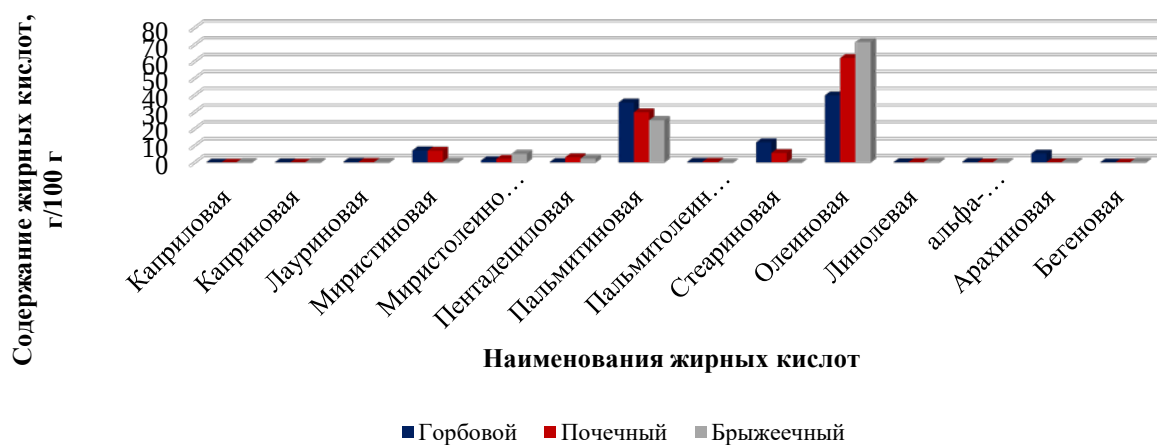


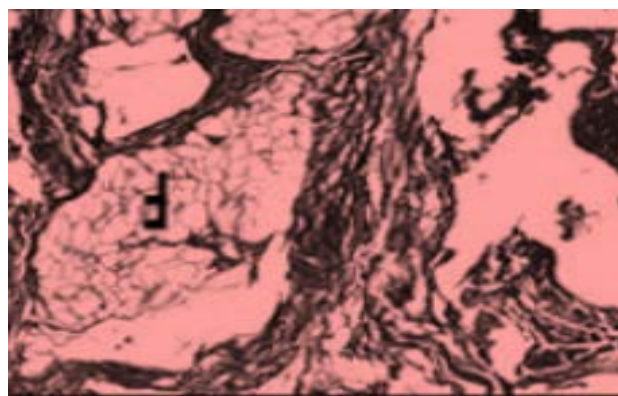
Рисунок 2. Содержание жирных кислот в разных видах верблюжьего жира

Анализ содержания жирнокислотного состава в разных видах верблюжьего жира показал, что в горбовом жире значительно преобладают такие жирные кислоты, как пальмитиновая,

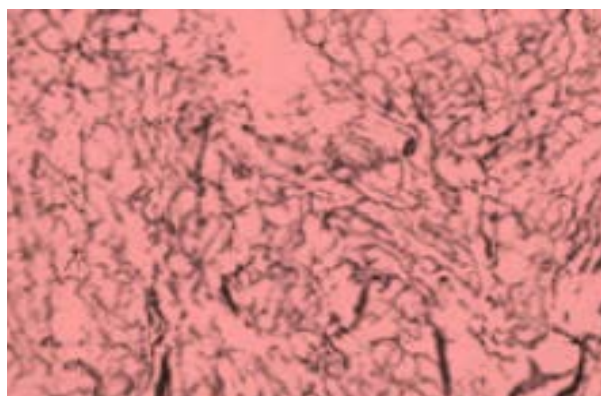
стеариновая, арахидиновая кислоты. В брыжеечном жире значительно больше таких жирных кислот, как олеиновая, миристиленовая.

Гистологические исследования проводили по гистопрепаратам горбового, почечного и брыжеечного жира. Гистологическая картина горбового жира продемонстрировала прочную матрицу, сформированную из плотной эластичной

соединительной ткани, содержащей многочисленные жировые глобулы почти между ними. Другие жировые клетки были окружены рыхлой соединительной тканью (рис. 1 а и б).



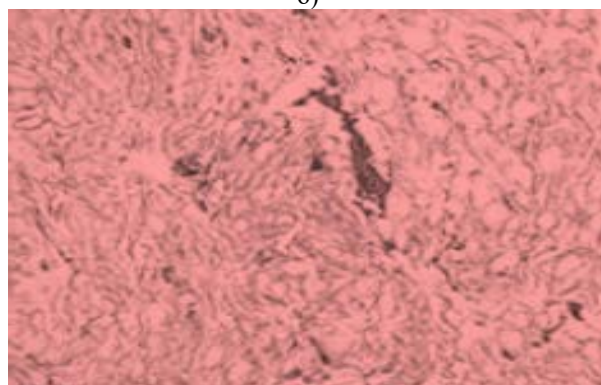
а)



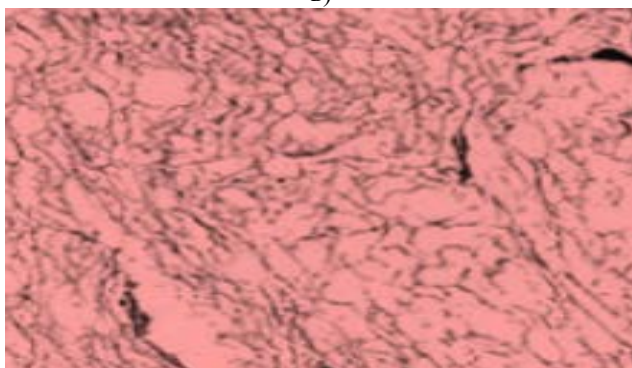
б)



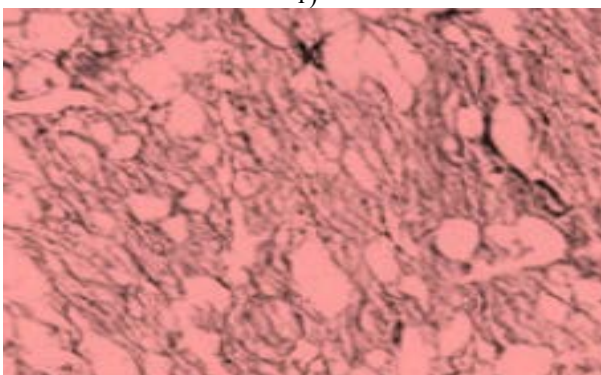
в)



г)



д)



е)

Рисунок 3. Микроструктура верблюжьего жира (а, б - горбовой жир; в, г - почечный жир и д, е - брыжеечный жир). В рисунках а-е увеличение x40.

Установлено, что жировые клетки менее многочисленны и менее выражены в почечном и в брыжеечном жире (рис. 3 а-е). Некоторые мелкие жировые капли образуют крупные капли. Очевидна разница в количестве соединительной ткани между

различными типами жира. Показано, что в горбовом жире имеется самое высокое содержание соединительной ткани, а в брыжеечном и почечном жире меньше соединительнотканых волокон.

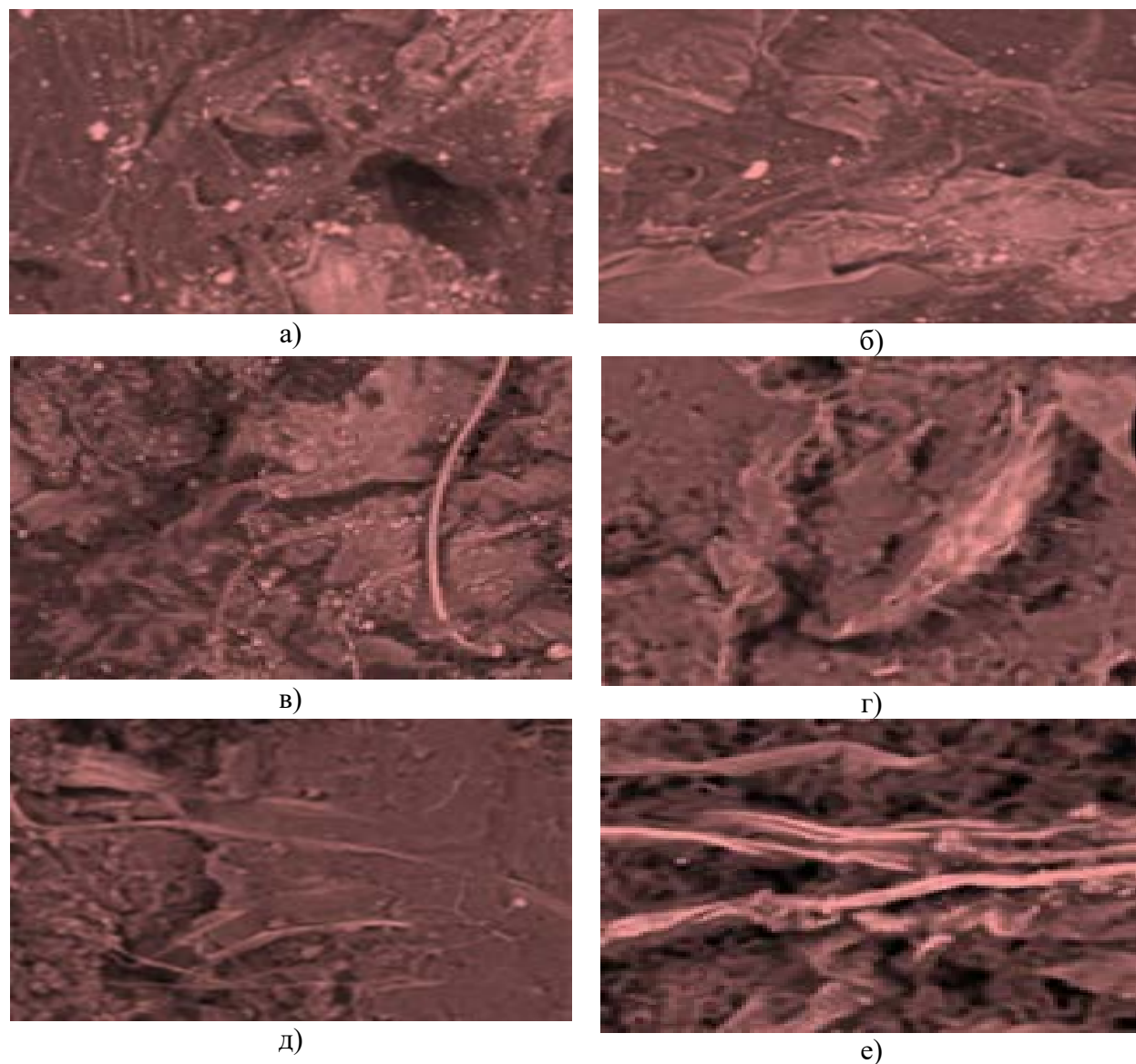


Рисунок 4. Сканирующая электронная микроструктура сырого верблюжьего жира (а-б горбовой жир; в-г почечный жир и д-е брыжеечный жир). В рисунках а), в) и д) увеличение $\times 250$ и в рисунках б), г) и е) увеличение $\times 500$.

Сканирующая электронная микроструктура показала, что гистология горбового жира характеризовалась наличием жировых клеток, встроенных в менее плотный неволокнистый матрикс и соединительнотканые волокна различных типов и степени сшивания.

В некоторых областях компактный пучок соединительной ткани полностью скрывает расположенную под ним структуру (рис. 4 а, б).

В почечном (рис. 4 в-г) и брыжеечном жире (рис. 4 д-е) компактные пучки соединительной ткани не были видны, однако в них было

обнаружено меньшее количество волокнистых соединительных волокон.

Равномерно распределенные жировые глобулы, о чем свидетельствует наличие многочисленных пор в менее плотном матриксе, были более четкими в брыжеечном жире, однако количество жировых глобул было меньше (рис. 4 д-е).

Заключение

Жир является незаменимым ингредиентом в мясной промышленности. Качественные характеристики мясных продуктов, например, нежность, аппетит, вкус и срок хранения, зависят от физических, окислительных и термических свойств животных жиров [1-8]. Полученные данные показали, что соотношение отдельных жирных кислот и результаты гистологических исследований определяют твердость жира и его пригодность для комбинирования в мясных продуктах.

Следовательно, почечный и брыжеечный жиры являются идеальными, в то время как горбовой жир непригоден для производства продуктов эмульсионного типа, поскольку общая роль, определяющая пригодность жира для эмульгирования, означает, что более мягкая текстура улучшает эмульгирующую способность жира.

В этом отношении высокие точки плавления как пальмитиновой, так и стеариновой кислот в горбовом жире, а также высокое содержание соединительной ткани (табл. 2 и рис. 3 а, б) способствуют его твердости и плохую эмульгирующую способность.

Более того, высокое содержание соединительной ткани оказывает определяющее влияние на стабильность мясной эмульсии из-за ее труднорастворимой способности и термической нестабильности.

С другой стороны, низкое содержание соединительной ткани и высокий уровень олеиновой кислоты (температура плавления 0-15 °C) ответственны за мягкость почечных и брыжеечных жиров.

Что касается использования животного жира в мясных продуктах реструктурированного типа, мягкий жир является менее подходящим, поскольку он приводит к маслянистому внешнему виду, отсутствию связности и быстрой восприимчивости к окислительному прогорканию, тем не менее твердый жир имеет зернистый вид при разрезании.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что верблюжий жир с различных частей туши верблюда отличается по качественным показателям. Установлено, что горбовой жир можно использовать в фаршевых и реструктурированных мясных продуктах. Почечный и брыжеечный жир рекомендуется использовать в производстве продуктов эмульсионного типа. В будущем потребуются провести дополнительные исследования с большим количеством образцов горбового жира верблюдов, собранных из различных регионов и пород, чтобы более подробно охарактеризовать липидные профили. Также важно сравнить эти жиры с жирами других животных для анализа различий в липидном составе.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Исследования были выполнены в рамках проекта ИРН BR24993234 «Инновационные технологии производства национальных продуктов: интенсификация и цифровизация мясных и молочных изделий».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li Q., Yang L., Li R., Chen G., Dong J., Wu L., Fu Y. and Yang J. (2023) Lipid analysis of meat from Bactrian camel (*Camelus bactrianus*), beef, and tails of fat-tailed sheep using UPLC-Q-TOF/MS based lipidomics. *Front. Nutr.* 10:1053116. doi: 10.3389/fnut.2023.1053116.
2. Honda T., Kabashima K. Current understanding of the role of dietary lipids in the pathophysiology of psoriasis. *J Dermatol Sci.* (2019) 94:314–20. doi: 10.1016/j.jdermsci.2019.05.003.
3. Ramanathan R., Hunt M., Mancini R., Nair M., Denzer M., Suman S., and Mafi G. Recent Updates in Meat Color Research: Integrating Traditional and High-Throughput Approaches, *Meat and Muscle Biology* 4(2): 7, 1–24 (2020) doi:10.22175/mmb.9598
4. Maqsood S., Abushelaibi A., Manheem K., Kadim I.T. Characterisation of the lipid and protein fraction of fresh camel meat and the associated changes during refrigerated storage. *J Food Compost Anal.* (2015) 41:212–20. doi: 10.1016/j.jfca.2014.12.027.
5. Кененбай Ш. Ы., Кулимбетова А. А., Хамза К. С. Исследование пищевой ценности цельнокускового продукта из верблюжатины //Вестник Алматинского технологического университета. – 2024. – Т. 146. – №. 4. – С. 27-36.
6. Узаков Я.М., Кененбай Ш.Ы., Калдарбекова М.А., Кулимбетова А.А. Разработка технологии мясного продукта из верблюжатины с использованием

растительного сырья //Все о мясе. –2024. – №3, – С. 36-39.

7.Kadim I.T., Al-Ani M.R., Al-Maqbaly R.S., Mansour M.H., Mahgoub O., Johnson E.H. Proximate, amino acid, fatty acid and mineral composition of raw and cooked camel (*Camelus dromedarius*) meat. *Br Food J.* (2011) 113:482–93. doi: 10.1108/00070701111123961

8.Boucheffa A., Idoui T., Montanari C. Physicochemical characteristics, fatty acid composition, and functional properties of the traditional salted dried meat of camelus dromedarius from algerian eastern sahara: "el kadid", *Carpathian Journal of Food Science and Technology* 2019,11(3), 39-49, <https://doi.org/10.34302/crpjfst/2019.11.3.4>

9.Abdelhadi O.M.A., Babiker S.A., Bauchart D., Listrat A., Rémond D., Hocquette J.F., et al. Effect of gender on quality and nutritive value of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) longissimus lumborum muscle. *J Saudi Soc Agric Sci.* (2017) 16:242–9. doi: 10.1016/j.jssas.2015.08.003.

10. Lonergan S.M., Topel D.G., Marple D.N. Fat and fat cells in domestic animals. In: *The Science of Animal Growth and Meat Technology.* (2019) p. 51–69. doi: 10.1016/b978-0-12-815277-5.00005-6.

11. De la Fuente J., Díaz M.T., Álvarez I., Oliver M.A., Fonti Furnols M., Sañudo C., et al. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Sci.* (2009) 82:331–7. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.02.002

12. Heba H.S. Abdel-Naeem, Hussein M.H.Mohamed. Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. *Meat Science*, Volume 118, August 2016, p. 52-60, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.021>

13.Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Sci.* (2008) 78:343–58. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.07.019

14. Suzuki S., Ishikawa S., Arihara K., Itoh M. Molecular species-specific differences in composition of triacylglycerols of mouse adipose tissue and diet. *Nutr Res.* (2008) 28:258–62. doi: 10.1016/j.nutres.2008.02.007

15. Кененбай Ш.Ы., Джамакеева А.Д., Омирхан А.А. Использование растительной продукции при разработке технологии полуфабрикатов из верблюжатины, //Известия Кыргызского Государственного Технического Университета им. И.Раззакова, Бишкек, – 2024, – №3(71), – С. 910-917

REFERENCES

1.Li Q., Yang L., Li R., Chen G., Dong J., Wu L., Fu Y. and Yang J. (2023) Lipid analysis of meat from Bactrian camel (*Camelus bactrianus*), beef, and tails of fat-tailed sheep using UPLC-Q-TOF/MS based lipidomics. *Front. Nutr.* 10:1053116. doi: 10.3389/fnut.2023.1053116.

2.Honda T., Kabashima K. Current understanding of the role of dietary lipids in the pathophysiology of psoriasis. *J Dermatol Sci.* (2019) 94:314–20. doi: 10.1016/j.jdermsci.2019.05.003.

3.Ramanathan R., Hunt M., Mancini R., Nair M., Denzer M., Suman S., and Mafi G. Recent Updates in Meat Color Research: Integrating Traditional and High-Throughput Approaches, *Meat and Muscle Biology* 4(2): 7, 1–24 (2020) doi:10.22175/mmb.9598

4.Maqsood S., Abushelaibi A., Manheem K., Kadim I.T. Characterisation of the lipid and protein fraction of fresh camel meat and the associated changes during refrigerated storage. *J Food Compost Anal.* (2015) 41:212–20. doi: 10.1016/j.jfca.2014.12.027.

5.Kenenbay Sh.Y., Kulimbetova A.A., Khamza K.S. Issledovanie pishchevoi tsennosti tsel'nokuskovogo produkta iz verbluzhatiny [Study of the nutritional value of whole-piece camel meat product]. *Bulletin of Almaty Technological University, Almaty, 2024, No. 4, pp. 27-36. (In Russian)*

6.Uzakov Ya.M., Kenenbay Sh.Y., Kaldarbekova M.A., Kulimbetova A.A. Razrabotka tekhnologii myasnogo produkta iz verbluzhatiny s ispol'zovaniem rastitel'nogo syr'ya [Development of technology for camel meat product using plant raw materials]. *All about meat.* 2024. No. 3. P. 36-39. (In Russian)

7.Kadim I.T., Al-Ani M.R., Al-Maqbaly R.S., Mansour M.H., Mahgoub O., Johnson E.H. Proximate, amino acid, fatty acid and mineral composition of raw and cooked camel (*Camelus dromedarius*) meat. *Br Food J.* (2011) 113:482–93. doi: 10.1108/00070701111123961

8.Boucheffa A., Idoui T., Montanari C. Physicochemical characteristics, fatty acid composition, and functional properties of the traditional salted dried meat of camelus dromedarius from algerian eastern sahara: "el kadid", *Carpathian Journal of Food Science and Technology* 2019,11(3), 39-49, <https://doi.org/10.34302/crpjfst/2019.11.3.4>

9.Abdelhadi O.M.A., Babiker S.A., Bauchart D., Listrat A., Rémond D., Hocquette J.F., et al. Effect of gender on quality and nutritive value of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) longissimus lumborum muscle. *J Saudi Soc Agric Sci.* (2017) 16:242–9. doi: 10.1016/j.jssas.2015.08.003.

10. Lonergan S.M., Topel D.G., Marple D.N. Fat and fat cells in domestic animals. In: *The Science of Animal Growth and Meat Technology.* (2019) p. 51–69. doi: 10.1016/b978-0-12-815277-5.00005-6.

11. De la Fuente J., Díaz M.T., Álvarez I., Oliver M.A., Fonti Furnols M., Sañudo C., et al. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Sci.* (2009) 82:331–7. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.02.002

12. Heba H.S. Abdel-Naeem, Hussein M.H. Mohamed. Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. *Meat Science*,

Volume 118, August 2016, p. 52-60,
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.021>

13. Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Sci.* (2008) 78:343–58. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.07.019

14. Suzuki S., Ishikawa S., Arihara K., Itoh M. Molecular species-specific differences in composition of triacylglycerols of mouse adipose tissue and diet. *Nutr Res.* (2008) 28:258–62. doi: 10.1016/j.nutres.2008.02.007

15. Kenenbay Sh.Y., Dzhamakeeva A.D., Omirkhan A.A. Ispol'zovanie rastitel'noi produktsii pri razrabotke tekhnologii polufabrikatov iz verbluzhatiny [Use of plant products in developing technology of camel meat semi-finished products]. *Bulletin of the Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Bishkek*, 2024, No.3(71), pp. 910-917, <https://elibrary.ru/item.asp?id=69181998>

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЕГО МУКОМОЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Н. ОНГАРБАЕВА , А.И. ИЗТАЕВ , Т.К. КУЛАЖАНОВ , М.А. ЯКИЯЕВА *,
А.Т. КИЯБАЕВА , Ш.А. ТУРСУНБАЕВА 

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

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

Тритикале — перспективная зерновая культура для аграрного сектора Казахстана, обладающая высокой урожайностью и адаптивностью. Однако технологическая пригодность зерна тритикале для мукомольной переработки требует детального изучения. Целью настоящего исследования является установление взаимосвязи между фракционным составом зерна тритикале казахстанской селекции и его основными мукомольными характеристиками (зольностью, белизной, выходом муки). В рамках работы проведён ситовой анализ зерна, классификация фракций по размеру (2,8×20 мм, 2,5×20 мм, 2,2×20 мм, 2,0×20 мм и менее), а также лабораторное определение мукомольных показателей. Выполнены корреляционный и регрессионный анализы, позволившие выявить устойчивые связи между содержанием отдельных фракций и качеством муки. Установлено, что увеличение доли крупных фракций (2,8×20 мм и 2,5×20 мм) сопровождается снижением зольности и повышением белизны муки. Напротив, рост доли средних фракций (2,0×20 мм и 2,2×20 мм) коррелирует с ухудшением показателей качества. Наиболее значимые зависимости представлены линейными уравнениями регрессии, подтверждающими влияние морфологического состава зерна на его перерабатываемость. Научная значимость работы заключается в уточнении критериев оценки зерна тритикале для мукомольных целей, а практическая — в возможности использования полученных данных при сортировке и стандартизации сырья, а также в селекции. Исследование вносит вклад в развитие технологий оценки качества зерновых культур и может быть использовано в прикладных и научных целях.

Ключевые слова: тритикале, фракционный состав, ситовой анализ, мукомольные свойства, зольность, белизна, регрессия.

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯДАҒЫ ТРИТИКАЛЕ ДӘНІНІҢ ФРАКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ОНЫҢ ҰН ТАРТУ ҚАСИЕТТЕРІН ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Н. ОНГАРБАЕВА, А.И. ИЗТАЕВ, Т.К. КУЛАЖАНОВ, М.А. ЯКИЯЕВА*,
А.Т. КИЯБАЕВА, Ш.А. ТУРСУНБАЕВА

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

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

Тритикале – Қазақстанның ауыл шаруашылығы саласы үшін өнімділігі мен бейімделу қабілеті жоғары, болашағы зор дәнді дақыл. Дегенмен, тритикале дәнінің ұнды өңдеуге технологиялық жарамдылығы егжей-тегжейлі зерттеуді қажет етеді. Бұл зерттеудің мақсаты – қазақстандық селекцияның тритикале дәнінің фракциялық құрамы мен оның негізгі ұн тарту сипаттамалары (күлділігі, ақтығы, ұн шығымы) арасындағы байланысты анықтау. Жұмыс шеңберінде астықтың елеушілік талдауы, көлемі бойынша фракциялардың жіктелуі (2,8 × 20 мм, 2,5 × 20 мм, 2,2 × 20 мм, 2,0 × 20 мм және одан аз), сонымен қатар ұн тарту көрсеткіштерін зертханалық анықтау жүргізілді. Корреляциялық және регрессиялық талдаулар жүргізілді, бұл жеке фракциялардың құрамы мен ұн сапасы арасындағы тұрақты байланыстарды анықтауға мүмкіндік берді. Ірі фракциялардың (2,8×20 мм және 2,5×20 мм) үлес салмағының артуы күлділіктің азаюымен және

ұнның ақтығының жоғарылауымен қатар жүретіні анықталды. Керісінше, орташа фракциялар үлесінің артуы ($2,0 \times 20$ мм және $2,2 \times 20$ мм) сапа көрсеткіштерінің нашарлауымен корреляцияланады. Ең маңызды тәуелділіктер дәnnің морфологиялық құрамының оның өңделу қабілетіне әсерін растайтын сызықтық регрессия теңдеулерімен берілген. Жұмыстың ғылыми маңыздылығы ұн тарту мақсатында тритикале дәnnің бағалау критерийлерін нақтылауда, ал практикалық маңыздылығы алынған мәліметтерді шикізатты сұрыптау мен стандарттауда, сонымен қатар селекцияда пайдалану мүмкіндігінде. Зерттеу дәнді дақылдардың сапасын бағалау технологияларын дамытуға ықпал етеді және қолданбалы және ғылыми мақсаттарда қолданылуы мүмкін.

Негізгі сөздер: тритикале, фракциялық құрам, елеуіштік талдау, фрезерлік қасиеттер, күлділік, ақтық, регрессия.

FRACTIONAL COMPOSITION OF KAZAKHSTAN-BREED TRITICALE GRAIN AS A FACTOR IN THE FORMATION OF ITS FLOUR-MILLING PROPERTIES

N. ONGARBAYEVA, A.I. IZTAYEV, T.K. KULAZHANOV, M.A. YAKIYAYEVA*,
A.T. KIYABAYEVA, SH.A. TURSUNBAYEVA

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

Email of the corresponding author: yamadina88@mail.ru*

Triticale is a promising grain crop for the agricultural sector of Kazakhstan, with high productivity and adaptability. However, the technological suitability of triticale grain for flour processing requires detailed study. The purpose of this study is to establish the relationship between the fractional composition of triticale grain of Kazakhstan selection and its main flour-milling characteristics (ash content, whiteness, flour yield). As part of the work, a sieve analysis of grain, classification of fractions by size (2.8×20 mm, 2.5×20 mm, 2.2×20 mm, 2.0×20 mm and less), as well as laboratory determination of flour-milling indicators were carried out. Correlation and regression analyses were performed, which made it possible to identify stable relationships between the content of individual fractions and the quality of flour. It was found that an increase in the proportion of large fractions (2.8×20 mm and 2.5×20 mm) is accompanied by a decrease in ash content and an increase in flour whiteness. On the contrary, an increase in the proportion of medium fractions (2.0×20 mm and 2.2×20 mm) correlates with a deterioration in quality indicators. The most significant dependencies are presented by linear regression equations confirming the influence of the morphological composition of grain on its processability. The scientific significance of the work lies in clarifying the criteria for assessing triticale grain for milling purposes, and the practical significance lies in the possibility of using the obtained data in sorting and standardizing raw materials, as well as in selection. The study contributes to the development of technologies for assessing the quality of grain crops and can be used for applied and scientific purposes.

Keywords: triticale, fractional composition, sieve analysis, milling properties, ash content, whiteness, regression.

Введение

В условиях нарастающей потребности в адаптивных и высокопродуктивных зерновых культурах особое внимание уделяется тритикале — межродовому гибриду пшеницы (*Triticum aestivum*) и ржи (*Secale cereale*), обладающему высоким агроэкологическим потенциалом, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и широким спектром использования в пищевой, кормовой и технической отраслях [1, 2]. Благодаря сочетанию высоких показателей урожайности и устойчивости к засухе, кислотным и щелочным почвам,

тритикале становится перспективной культурой для возделывания в различных природно-климатических зонах, включая засушливые и рискованные земледельческие регионы Казахстана [3, 4].

В Казахстане селекционная работа по созданию сортов тритикале ведётся с середины XX века и по сей день активно продолжается в рамках государственных и отраслевых научно-исследовательских программ. Ведущим учреждением в этой области является Казахский научно-исследовательский институт земледелия и

растениеводства (КазНИИЗиР), где разрабатываются и внедряются новые сорта зерновых культур, адаптированных к разнообразным агроэкологическим условиям страны [5, 6]. Результаты многолетней селекции и адаптационных испытаний регулярно включаются в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан. Современные сорта тритикале демонстрируют устойчивость к основным биотическим и абиотическим стрессам, хорошую выровненность зерна и улучшенные технологические свойства [7, 8].

В современных условиях важной задачей остаётся не только создание новых сортов, но и комплексная оценка их технологической пригодности, особенно в аспекте переработки на муку [9, 10]. Одним из ключевых параметров, определяющих качество помола и выход целевых продуктов, является фракционный состав зерна — распределение по размерам и массе зерновок в партии [11, 12]. Он оказывает значительное влияние на эффективность помольного процесса, выход и качество муки, её зольность, гранулометрический состав, а также на энергозатраты при переработке [13, 14].

Фракционный анализ зерна позволяет не только определить технологическую однородность партий, но и служит объективным критерием при сравнительной оценке сортов в рамках селекционного отбора. Сорта, зерно которых характеризуется преимущественно крупной и выровненной фракцией, как правило, обеспечивают более стабильный и качественный выход муки [15-17]. В связи с этим изучение фракционного состава тритикале казахстанской селекции представляет собой актуальное направление, способствующее научному обоснованию сортовой политики и повышению эффективности мукомольного производства в республике.

Актуальными остаются вопросы, связанные с выяснением закономерностей формирования фракционного состава с определением степени однородности фракций в пределах одного сорта, а также с выявлением наиболее информативных методов оценки этого показателя применительно к зерну тритикале. Несмотря на наличие отдельных публикаций, комплексное изучение фракционного состава тритикале казахстанской селекции, особенно в контексте его переработки на муку для хлебопечения, остаётся недостаточным. Это

затрудняет объективную оценку технологического потенциала зерна и ограничивает возможности целенаправленного использования сортов с благоприятной структурой зерна.

В связи с этим изучение фракционного состава сортообразцов тритикале представляется важным как с теоретической, так и с практической точки зрения, поскольку позволяет повысить эффективность сортовой селекции, а также обоснованно подходить к выбору зерна, наиболее пригодного для мукомольной переработки и последующего хлебопекарного использования.

Целью настоящего исследования является установление взаимосвязей между фракционным составом зерна тритикале казахстанской селекции и его мукомольными свойствами для оценки технологической пригодности зерна к переработке.

Задачи исследования:

- изучить фракционный состав зерна сортов тритикале, отобранных для оценки их технологических свойств при мукомольной переработке;
- установить соотношение крупных, средних и мелких фракций, а также оценить их однородность в пределах каждого сортообразца;
- определить влияние фракционного состава на выход муки, её зольность и степень помола;
- выявить сортовые особенности, обуславливающие различия в распределении зерновых фракций;
- оценить информативность методов анализа фракционного состава применительно к зерну тритикале.

Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе фракционного состава зерна тритикале с установлением зависимостей между параметрами фракционного распределения и показателями его мукомольных свойств.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования полученных данных для обоснованного выбора сортов тритикале, наиболее целесообразных для конкретных направлений переработки, а также для оптимизации технологических режимов на мукомольных предприятиях.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили сортообразцы тритикале казахстанской селекции — Таза, Азияда и Кожа, районированные в южных регионах Республики Казахстан и включённые в Государственный реестр селекционных

достижений. Образцы отбирали с учётом их потенциальной пригодности для переработки в муку. Зерно отбирали с соблюдением требований репрезентативности, очищали от примесей и сортировали перед анализом.

Фракционный состав определяли методом ситового анализа с использованием лабораторных сит с размером ячеек от 3,0 до 1,4 мм, включая поддон. Просеивание проводили на лабораторном вибросите; масса фракций выражалась в процентах от общей навески.

Оценку технологических свойств зерна проводили по стандартным методикам. Помол выполняли на мельничной установке МЛУ-202; выход муки определяли по массе готового продукта. Зольность муки устанавливали согласно ГОСТ 9404-88 с применением муфельной печи. Белизну муки определяли по ГОСТ 26361-201, Мука. Методы определения белизны.

Обработка экспериментальных данных проводилась методами вариационной статистики. Для выявления зависимостей между фракционным составом зерна и технологическими показателями применяли корреляционный анализ и графическую интерпретацию результатов.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе проведена оценка исходных технологических свойств зерна сортов тритикале, отобранных для последующего фракционного анализа. Изученные показатели характеризуют мукомольную пригодность сырья и отражают сортовые различия, влияющие на эффективность переработки. Оценка выполнена по стандартным методикам лабораторного помола и химического анализа. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные физико-химические и технологические показатели зерна сортообразцов тритикале

Показатель	№1	№2	№3
Физические характеристики			
Масса 1000 зерен, г	37,8	35,6	35,4
Натура, г/л	629	612	614
Общая стекловидность, %	62	54	38
Выравненность, %	80,2	69,9	65,3
Крупность, % (сход сита 2,5×20)	97,0	75,1	68,4
Проход 2,0×20/ сход 1,8×20, %	0,5	0,4	0,4
Химические характеристики (содержание, % на СВ)			
Клейковина, % /ИДК	26,6/85	21,1/84	16,4/95
Белок	14,5	12,5	12,2
Крахмал	54,0	55,0	53,7
Сахаров	5,0	4,8	4,2
Клетчатка	8,8	9,8	9,0
Жир	4,4	7,7	5,7
Зола	2, 02	2,01	2,09

Примечание: № 1 – образец сорта Таза; № 2 – образец сорта Азиада; № 3 – образец сорта Кожа.

В таблице 1 представлены результаты оценки физико-химических характеристик зерна трёх сортообразцов тритикале: №1 – Таза, №2 – Азиада, №3 – Кожа. Приведены данные по массе

1000 зерен, натуре, стекловидности, выравненности, крупности, а также химическому составу. Крупность характеризует долю крупнозерновой фракции, прошедшей через сито

2,5×20 мм, а выравненность – однородность зерна по размеру. Эти показатели влияют на формирование фракционного состава, предопределяя преобладание определённых фракций при просеивании. Более крупное и выравненное зерно, как правило, обеспечивает больший выход муки и ниже зольность за счёт уменьшения доли оболочек.

В соответствии с задачей исследования, представленной в первом разделе, проведено изучение фракционного состава зерна тритикале отобранных сортов. Результаты ситового анализа отражены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение зерна тритикале по фракциям крупности (остаток на ситах), %

Номера сит (диаметр отверстий, мм)	Сорта тритикале		
	Таза	Азиада	Кожа
3,0 × 20	6,92	7,50	7,75
2,8 × 20	40,25	22,76	15,32
2,5 × 20	34,03	46,61	28,44
2,2 × 20	12,97	15,87	29,49
2,0 × 20	4,25	6,51	17,46
1,7 × 20	0,62	0,66	0,54
1,4 × 20	0,27	0,38	0,37
Поддон	0,20	0,22	0,14

Результаты ситового анализа (табл. 2) выявили различия в распределении зерна по фракциям крупности в зависимости от сорта. У сорта Таза преобладали фракции, представленные остатками на ситах 3,0×20 и 2,8×20 (в сумме 47,17%), при наличии выраженной доли фракции выше средней крупности — 2,5×20 (34,03%), что свидетельствует о преобладании крупного зерна. У сорта Азиада основная масса распределена между фракциями выше средней (46,61%) и крупной (30,26%). Для сорта Кожа характерна доминирующая доля средней фракции (46,95%) при меньших значениях крупной (23,07%) и выше средней (28,44%).

Мелкие фракции во всех сортах составляют менее 1,3%, что указывает на хорошую выполненность зерна исследуемых сортов тритикале. Различия в распределении по фракциям создают предпосылки для варьирования выхода и

зольности муки, а также влияют на эффективность переработки зерна.

Визуальное представление соотношения крупной, выше средней, средней и мелкой фракций по сортам тритикале представлено на рисунке 1.

Гистограмма (рис. 1) иллюстрирует различия в распределении фракций по крупности у сортов тритикале. Сорт Таза характеризуется преобладанием фракций более крупных частиц, совокупная доля которых превышает 77%. У Азиады основное зерно сосредоточено в зонах выше средней и средней крупности, с меньшим содержанием крупных частиц. Для сорта Кожа наиболее выражена средняя фракция, при относительно сбалансированном участии крупных и выше средних фракций. Незначительное количество мелких частиц (менее 1,3%) во всех образцах указывает на хорошую выполненность зерна и низкое содержание оболочечных включений.

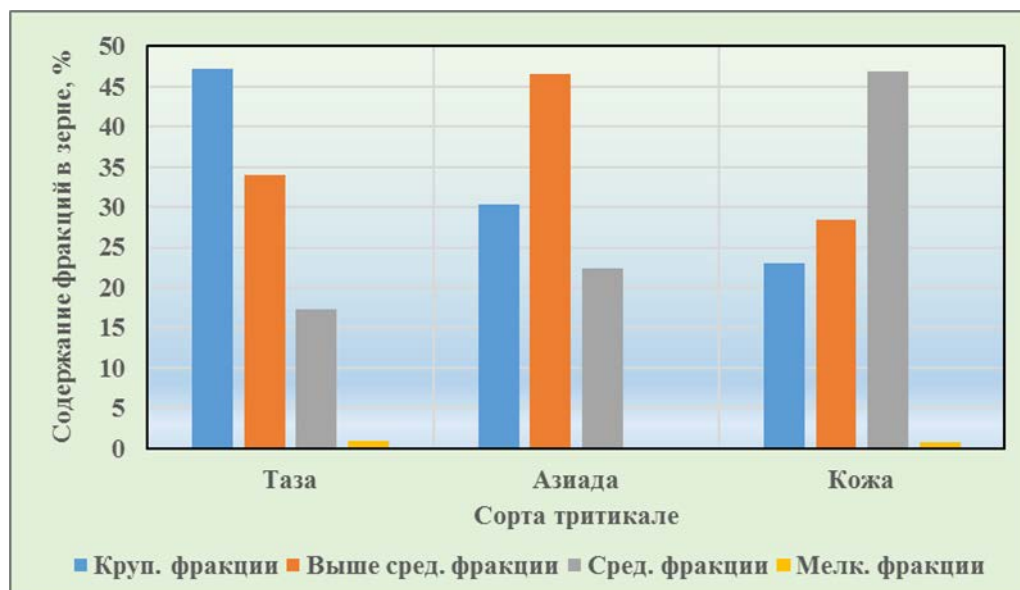


Рисунок 1. Соотношение фракций различной крупности в зерне сортов тритикале

После анализа соотношения фракций (рис. 1) проведена оценка степени изменчивости их содержания в сортообразцах. Для этого использован коэффициент вариации (CV) – относительный показатель разброса, рассчитываемый как отношение стандартного отклонения к среднему значению и выражаемый в процентах. Он позволяет количественно оценить однородность фракционного состава: чем ниже значение CV, тем выше стабильность размера частиц внутри сорта. Напротив, более высокие

значения указывают на неравномерность распределения, что может отрицательно сказываться на равномерности помола и технологических свойствах муки. Результаты расчётов приведены в таблице 3. Кроме того, для наглядного представления вариабельности фракций был построен график (рис. 2), отражающий значения коэффициента вариации по ситам в разрезе сортов.

Таблица 3. Коэффициенты вариации фракций зерна тритикале по результатам ситового анализа, %

Номера сит (диаметр отверстий, мм)	Сорта тритикале		
	Таза	Азиада	Кожа
3,0 × 20	30,1	14,1	40,4
2,8 × 20	32,4	60,3	71,4
2,5 × 20	44,2	28,1	38,3
2,2 × 20	8,6	18,0	30,6
2,0 × 20	72,9	37,7	46,5
1,7 × 20	38,7	25,5	11,6
1,4 × 20	44,4	60,2	98,7
Поддон	81,4	77,3	52,4



Рисунок 2. Коэффициенты вариации фракционного состава зерна сортов тритикале

Рисунок 2 демонстрирует изменчивость распределения фракций по ситам в разрезе сортов тритикале на основе коэффициента вариации. Установлено, что наибольшая стабильность содержания наблюдается в среднеразмерных фракциях (2,5×20 и 2,2×20 мм), где значения CV минимальны, особенно у сорта Азиада. Наибольшие колебания зафиксированы в мелких и крайних фракциях (1,4×20 и поддон), что указывает на их наименьшую однородность. У сорта Кожа отмечена высокая вариабельность почти по всем фракциям, в то время как Азиада демонстрирует наиболее устойчивое распределение. Эти различия отражают степень

фракционной однородности зерна и подтверждают сортовую специфику, важную для прогноза перерабатываемости.

С целью установления взаимосвязи между фракционным составом зерна и его мукомольными свойствами проведены лабораторные помолы опытных сортообразцов тритикале. Наряду с определением выхода муки, оценивались её качественные характеристики, включая зольность, степень белизны, а также содержание и качества сырой клейковины. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4. Мукомольные характеристики исследуемых сортообразцов тритикале

Сорта тритикале	Выход муки, %	Выход отрубей, %	Белизна, ед. пр.	Зольность, %	Клейковина % / ИДК
Таза	69,1	29,0	49,5	0,78	26,8/88
Азиада	68,6	29,2	48,8	0,95	21,2/93
Кожа	68,2	29,0	46,5	1,04	16,6/101

Анализ мукомольных характеристик исследуемых сортов тритикале (табл. 4) показал, что сорта Таза, Азиада и Кожа имеют сопоставимые значения выхода муки, варьирующие в пределах 68,2– 69,1 %. Зольность муки возрастает от сорта

Таза (0,78 %) к сорту Кожа (1,04 %), отражая увеличение доли оболочечных частиц в продукте. Белизна муки снижалась по тому же направлению, достигая наименьшего значения у сорта Кожа (46,5 ед. пр.). Показатели клейковины также

демонстрировали сортовые различия: от 26,8 % и ИДК 88 у сорта Таза до 16,6 % и ИДК 101 у сорта Кожа, что свидетельствует об уменьшении содержания и ухудшении качества клейковины по этому ряду. Полученные данные позволяют оценить технологическую направленность каждого сорта и их пригодность для получения муки различного назначения.

Анализ выявил тесные корреляционные связи между содержанием отдельных фракций зерна тритикале и мукомольными характеристиками. Классификация фракций по крупности проводилась на основе ситового анализа, аналогичного принятому для мягкой пшеницы: к крупным отнесён сход сита 2,8×20 мм и 2,5×20 мм; к средним – 2,2×20 мм; к мелким – 1,7×20 мм и ниже.

Установлено, что увеличение доли схода фракций 2,8×20 мм и 2,5×20 мм сопровождается снижением зольности и повышением белизны муки, что отражает лучшую выполненность зерна. В то же время увеличение доли схода фракций 2,0×20 мм и 2,2×20 мм связано с повышением зольности и снижением белизны.

Наиболее значимые зависимости установлены при помощи линейной регрессии:

1. Зависимость зольности от схода фракции 2,8×20 мм:

$$Y_{\text{зольн.}} = -0,013 \cdot X_{2,8 \times 20} + 1,32$$

2. Зависимость выхода муки от схода фракции 2,0×20 мм:

$$Y_{\text{выход}} = -0,068 \cdot X_{2,0 \times 20} + 69,5$$

3. Зависимость белизны муки от схода фракции 2,2×20 мм:

$$Y_{\text{белизна}} = -0,11 \cdot X_{2,2 \times 20} + 51,9$$

Полученные зависимости подтверждают влияние фракционного состава зерна на мукомольные характеристики и подчёркивают его значимость при оценке технологической пригодности зерна к переработке.

Заключение. выводы

Целью настоящего исследования было установление влияния фракционного состава зерна тритикале казахстанской селекции на его мукомольные характеристики, такие как зольность, белизна и выход муки. Для достижения поставленной цели применялись методы ситового анализа для фракционирования зерна по размеру частиц, лабораторные методы определения мукомольных показателей, а также корреляционный и регрессионный анализы для выявления взаимосвязей между переменными.

В результате исследования установлены сортовые различия в распределении фракций зерна тритикале, определена степень их однородности и вариабельности. Анализ показал наличие устойчивых корреляционных связей между содержанием отдельных фракций и мукомольными характеристиками. Увеличение доли крупных фракций (2,8×20 мм и 2,5×20 мм) коррелирует с улучшением качества муки — снижением зольности и повышением белизны. В то же время увеличение доли средних фракций (2,0×20 мм и 2,2×20 мм) сопровождается снижением белизны и ростом зольности. Полученные регрессионные зависимости количественно подтверждают значимость морфологического состава зерна как одного из ключевых факторов его технологической пригодности.

Таким образом, результаты работы подтверждают гипотезу о том, что фракционный состав зерна тритикале оказывает существенное влияние на его перерабатываемость в муку. Это знание расширяет научное представление о показателях качества зерновых культур и может быть использовано как в агрономии и зерновой селекции, так и в мукомольной промышленности для оценки и сортировки сырья.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных данных при селекционной оценке сортов тритикале, разработке стандартов качества и оптимизации процессов переработки. Внедрение результатов позволит повысить экономическую эффективность переработки зерна за счёт рационального отбора сортов и улучшения качества муки.

В дальнейшем перспективными направлениями исследований являются изучение влияния агротехнологических условий на фракционный состав зерна тритикале, расширение выборки по сортам, а также разработка моделей прогнозирования мукомольных свойств на основе морфологического профиля зерна.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Исследование проведено в рамках научно-технической программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан № BR22886613 «Разработка инновационных технологий по переработке и хранению сельскохозяйственной растениеводческой продукции и сырья» (проект

№9-2024/2026 «Разработка инновационной технологии хранения и переработки различных сортов тритикале в высокоэффективную продукцию зерноперерабатывающей отрасли»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уразалиев Р. А., Айнабекова Б. А. Селекция сортов озимого тритикале для юга и юго-востока Казахстана // Достижения и перспективы развития аграрной науки в области земледелия и растениеводства: сб. пленар. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию КазНИИЗиР. В 2 т. – Т. 2, 2014. – С. 410–412.
2. Кузнецова И. А., Никитина С. В. Мукомольные свойства озимых сортов зерна тритикале // Известия вузов. Пищевая технология. – 2020 – № 5. – С. 45–49.
3. Нурмагамбетова Г. С., Баймуханова А. Р., Мусина Ж. Т. Технологические свойства зерна тритикале казахстанской селекции продовольственного назначения // Вестник КазНАУ. – 2021. – № 3. – С. 92–98.
4. Гришина Н. Г., Лукьяненко Г. А. Мукомольные достоинства зерна тритикале // Научные труды ВНИИЗ. – 2018. – № 2(14). – С. 22–26.
5. Dziki, D., Hassoon, W. H., Kramek, A., & Krajewska, A. Grinding Characteristics of New Varieties of Winter Triticale Grain. Processes, 2023. – 11(5). – 1477. <https://doi.org/10.3390/pr11051477>.
6. Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło R. Effect of the size of triticale kernel on milling energy consumption, flour yield and granulometric composition of flour // Powder Technology. – 2017. – Vol. 320. – P. 482–488. https://www.researchgate.net/publication/313478543_Effect_of_the_size_of_triticale_kernel_on_milling_energy_consumption_flour_yield_and_granulometric_composition_of_flour
7. ГОСТ 26361–2010. Мука. Методы определения белизны. – Взамен ГОСТ 26361–84. – М.: Стандартинформ, 2011. – 7 с.
8. Kandrov, R. K. Influence of the Ratio of Triticale-Rye Grain Grinding Mixture on the Grain-Forming Ability and Yield of Triticale-Rye Flour. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 2022. – 44(3). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2022.44.007046>
9. Kryuchenko, E. V., Chernukha, I. M., Kuzlyakina, Y. A., & Zamula, V. S. Detection of unlabelled gluten in meat products and gluten-free flour by PCR and ELISA methods. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. – 854(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/854/1/012047>
10. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н., Рындин А.А., Конорев П.М. Мукомольные свойства озимых сортов зерна тритикале. Хранение и переработка сельхозсырья, 2021. – №2. – С. 38–51. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.145>
11. Kandrov, R. H., & Pankratov, G. N. Development of an efficient technological scheme for

processing graintriticale in bakery flour. Rossiiskaia Selskokhoziaistvennaia Nauka, 2019. – 1(1). – С.62–65. <https://doi.org/10.31857/s2500-26272019162-65>

12. Погонец Е. В. Технологические достоинства зерна тритикале продовольственного назначения и разработка направлений его использования: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 / Е. В. Погонец. – Уфа, 2015. – 24 с.

13. Жанабаева К.К., Онгарбаева Н.О., Рукшан Л.В., Есеева Г.К., Смолякова В.Л. Особенности технологических свойств зерна тритикале казахстанской селекции // Журнал инженерных и прикладных наук. – 2018. – Т. 13. – С. 8292–8299.

14. Горянина Т. А., Макушин А. Н. Качество зерна сортов озимого тритикале селекции Самарского НИИ сельского хозяйства // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 7. – С. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp4-8.

15. Жанабаева К. К., Онгарбаева Н. О., Рукшан Л. В. Исследование гранулометрического состава и качества муки из тритикала казахстанской селекции. – М.: МГУП, 2018. – 28 с.

16. Онгарбаева Н. О., Жанабаева К. К., Рукшан Л. В. Представляем тритикале казахстанской селекции. – ББК 31.19(4Бен) 43, 2018. — 146 с.

17. Zhanabayeva K., Zhamalova D., Ruchkina G. [et al.] Biochemical characteristics of triticale flour formed from separate fractions on grinding grain of Kazakhstan selection // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 709–711. DOI: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201084

REFERENCES

1. Urazaliev R. A., Ainabekova B. A. Seleksiya sortov ozimogo tritikale dlya yuga i yugo-vostoka Kazakhstan [Breeding of winter triticale varieties for the south and southeast of Kazakhstan] // Dostizheniya i perspektivy razvitiya agrarnoi nauki v oblasti zemledeliya i rastenievodstva: sb. plenar. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi 80-letiyu KazNIIZiR. V 2 t. – Т. 2, 2014. – S. 410–412. (In Russian)
2. Kuznetsova I. A., Nikitina S. V. Mukomol'nye svoystva ozimyykh sortov zerna tritikale [Flour-milling properties of winter varieties of triticale grain] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2020 – № 5. – S. 45–49. (In Russian)
3. Nurmagambetova G. S., Baimukhanova A. R., Musina Zh. T. Tekhnologicheskie svoystva zerna tritikale kazakhstanskoi seleksii prodovol'stvennogo naznacheniya [Technological properties of triticale grain of Kazakhstan selection for food purposes] // Vestnik KazNAU. – 2021. – № 3. – S. 92–98. (In Russian)
4. Grishina N. G., Luk'yanenko G. A. Mukomol'nye dostoinstva zerna tritikale [Flour-milling qualities of triticale grain] // Nauchnye trudy VNIIZ. – 2018. – № 2(14). – S. 22–26. (In Russian)

5. Dziki, D., Hassoon, W. H., Kramek, A., & Krajewska, A. Grinding Characteristics of New Varieties of Winter Triticale Grain. *Processes*, 2023. – 11(5). – 1477. <https://doi.org/10.3390/pr11051477>.
6. Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło R. Effect of the size of triticale kernel on milling energy consumption, flour yield and granulometric composition of flour // *Powder Technology*. – 2017. – Vol. 320. – P. 482–488. https://www.researchgate.net/publication/313478543_Effect_of_the_size_of_triticale_kernel_on_milling_energy_consumption_flour_yield_and_granulometric_composition_of_flour
7. GOST 26361–2010. Muka. Metody opredeleniya belizny [Flour. Methods for determining whiteness]. – Vzamen GOST 26361–84. – M.: Standartinform, 2011. – 7 s. (In Russian)
8. Kandrov, R. K. Influence of the Ratio of Triticale-Rye Grain Grinding Mixture on the Grain-Forming Ability and Yield of Triticale-Rye Flour. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 2022. – 44(3). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2022.44.007046>
9. Kryuchenko, E. V., Chernukha, I. M., Kuzlyakina, Y. A., & Zamula, V. S. Detection of unlabelled gluten in meat products and gluten-free flour by PCR and ELISA methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. – 854(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/854/1/012047>
10. Kandrov R.Kh., Pankratov G.N., Ryndin A.A., Konorev P.M. Mukomol'nye svoystva ozimnykh sortov zerna tritikale [Flour-milling properties of winter triticale grain varieties]. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*, 2021. – №2. – S. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.145> (In Russian)
11. Kandrov, R. H., & Pankratov, G. N. Development of an efficient technological scheme for processing graintriticale in bakery flour. *Rossiiskaia Selskokhoziaistvennaia Nauka*, 2019. – 1(1). – S.62–65. <https://doi.org/10.31857/s2500-26272019162-65>
12. Pogonets E. V. Tekhnologicheskie dostoinstva zerna tritikale prodovol'stvennogo naznacheniya i razrabotka napravlenii ego ispol'zovaniya: avtoref. dis. kand. tekhn. Nauk [Technological advantages of triticale grain for food purposes and development of directions for its use: author's abstract. diss. candidate of technical sciences]: 05.18.01 / E. V. Pogonets. – Ufa, 2015. – 24 s. (In Russian)
13. Zhanabaeva K.K., Ongarbaeva N.O., Rukshan L.V., Eseeva G.K., Smolyakova V.L. Osobennosti tekhnologicheskikh svoystv zerna tritikale kazakhstanskoi selektsii [Features of technological properties of triticale grain of Kazakhstan selection] // *Zhurnal inzhenernykh i prikladnykh nauk*. – 2018. – T.13. – S.8292–8299. (In Russian)
14. Goryanina T. A., Makushin A. N. Kachestvo zerna sortov ozimogo tritikale selektsii Samarskogo NII sel'skogo khozyaistva [Grain quality of winter triticale varieties bred by the Samara Research Institute of Agriculture] // *Agramyi nauchnyi zhurnal*. – 2021. – № 7. – S. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp4-8. (In Russian)
15. Zhanabaeva K. K., Ongarbaeva N. O., Rukshan L. V. Issledovanie granulometricheskogo sostava i kachestva muki iz tritikala kazakhstanskoi selektsii [Study of granulometric composition and quality of flour from triticale of Kazakhstan selection]. – M.: MGUP, 2018. – 28 s. (In Russian)
16. Ongarbaeva N. O., Zhanabaeva K. K., Rukshan L. V. Predstavlyaem tritikale kazakhstanskoi selektsii [Introducing triticale of Kazakhstan selection]. – BBK 31.19(4Bei)43, 2018. — 146 s. (In Russian)
17. Zhanabayeva K., Zhamalova D., Ruchkina G. [et al.] Biochemical characteristics of triticale flour formed from separate fractions on grinding grain of Kazakhstan selection // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 709–711. DOI: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201084

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЕКТИНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.У.ЕРКЕБАЕВА *, М.Ж.БЕКБОЛ 

(Некоммерческое акционерное общество «Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова»
Республика Казахстан, 160012, г.Шымкент, проспект Тауке хана, 5)
Электронная почта автор-корреспондента: erkesapash@mail.ru*

Способность пектина как гидроколлоида связывать и удерживать влагу является очень важным при производстве сыров, которые склонны к синерезису при хранении. Применение пектина при производстве сыра функционального назначения является необходимым технологическим способом для улучшения качественных показателей. Большое число активных групп низкоэтерифицированных молекул пектина, образуя водородные связи с молекулами воды, способствуют удержанию большего количества влаги в сыре, и тем самым, характеризуются более высокой влагоудерживающей способностью. Данные исследования свидетельствуют о низком значении твердости сыра, полученном без использования пектина. Это связано с тем, что белки молока формируют слабую гелевую сетку без дополнительных стабилизаторов. Исследование влияния различных концентрации низкоэтерифицированного и высокоэтерифицированного пектинов на основные качественные характеристики сыра на основе коровьего молока подтверждают целесообразность применения низкоэтерифицированного пектина для приготовления мягкого сыра. Определено оптимальное количество вносимого пектина, при котором достигается наилучшее сочетание качества и вкусовых характеристик. Применение низкоэтерифицированного пектина при приготовлении сыра в количестве 0,75% к массе молока позволяет получить мягкий сыр с улучшенной структурой. Это особенно полезно для функциональных продуктов, где важны стабильность и органолептические свойства. Добавление пектина при приготовлении сыра обеспечивает им преимущества, превосходящие те, которые обеспечиваются традиционными сырами.

Ключевые слова: низкоэтерифицированный, высокоэтерифицированный, текстура, влагоудерживающая способность, синерезис, степень этерификации.

ФУНКЦИОНАЛДЫ ІРІМШІК ӨНДІРУ ҮШІН ПЕКТИНДІ ТАҢДАУДЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ

С.У.ЕРКЕБАЕВА*, М.Ж.БЕКБОЛ

(«М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғам
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: erkesapash@mail.ru*

Пектиннің гидроколлоидтар ретінде ылғалды байланыстыру және ұстау қабілеті сақтау барысында синерезиске бейім ірімшіктер өндірісінде өте маңызды болып саналады. Функционалдық ірімшік өндірісінде пектинді қолдану сапалық көрсеткіштерді жақсартудың қажетті технологиялық әдісі болып табылады. Су молекулаларымен сутектік байланыс түзетін төмен этерификацияланған пектин молекулаларының белсенді топтарының көп болуы ірімшікте ылғалдың көбірек сақталуына ықпал етіп, осылайша, жоғары ылғал ұстау қабілетімен сипатталады. Зерттеу деректері бойынша пектинді қолданбай алынған ірімшік қаттылығының төмен мәнін көрсетіп, бұл сүт ақуыздары қосымша тұрақтандырғыштарсыз әлсіз гель торын қалыптастыратындығымен байланысты. Сыыр сүтіне негізінде алынған ірімшіктің басты сапалық сипаттамаларына әр түрлі төмен этерификацияланған және жоғары этерификацияланған пектин концентрациясының әсерін зерттеу жұмсақ ірімшік жасау үшін төмен этерификацияланған пектиндерді қолданудың орындылығын растайды. Қолданылатын пектиннің сапа мен дәм сипаттамаларының ең жақсы үйлесіміне қол жеткізілетін оңтайлы мөлшері анықталды. Ірімшік дайындау кезінде сүттің массасына 0,75%

мөлшерде төмен этерификацияланған пектинді қолдану құрылымы жақсартылған жұмсақ ірімшік алуға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе тұрақтылық пен түйсіктік қасиеттер маңызды болып саналатын функционалды өнімдер үшін пайдалы. Ірімшік жасау барысында пектинді қосу оларға дәстүрлі ірімшіктермен салыстырғанда артықшылықтары көп.

Негізгі сөздер: төмен этерификацияланған, жоғары этерификацияланған, түзілімі, ылғал ұстау қабілеті, синерезис, этерификация дәрежесі.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF PECTIN FOR THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL CHEESE

S.U.YERKEBAYEVA*, M.ZH.BEKBOL

("M. Auezov South Kazakhstan University" non-profit joint stock company
Republic of Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke Khan Avenue, 5)
Email of the corresponding author: erkesapash@mail.ru*

The ability of pectin as a hydrocolloid to bind and retain moisture is very important in the production of cheeses that are prone to syneresis during storage. The use of pectin in the production of functional cheese is a necessary technological way to improve quality indicators. A larger number of active groups of low-esterified pectin molecules, forming hydrogen bonds with water molecules, help to retain more moisture in the cheese, and thus is characterized by a higher moisture retention capacity. These studies indicate a low value of the hardness of cheese obtained without the use of pectin, which is due to the fact that milk proteins form a weak gel network without additional stabilizers. The study of the effect of different concentrations of low-esterified and highly esterified pectins on the main qualitative characteristics of cow's milk cheese confirms the expediency of using low-esterified pectins for the preparation of soft cheese. The optimal amount of pectin applied has been determined, which achieves the best combination of quality and taste characteristics. The use of low-esterified pectin in the preparation of cheese in an amount of 0.75% by weight of milk makes it possible to obtain soft cheese with an improved structure. This is especially useful for functional products where stability and organoleptic properties are important. The addition of pectin in cheese preparation provides them with benefits beyond those provided by traditional cheeses.

Keywords: low-esterified, highly esterified, texture, moisture retention, syneresis, degree of esterification.

Введение

Пектины – природные полисахариды, полученные из клеточных стенок растений [1]. Пектин является гидроколлоидом, то есть способен связывать и удерживать влагу [2]. Это особенно важно для мягких сыров, так как они склонны к синерезису при хранении [3]. Пектин соответствует классу анионного полисахарида, обнаруженного в средней пластинке клеточной стенки высших растений, и отвечает за прочность и структуру растительных тканей, действуя как гидратирующий агент и обеспечивая цементирующий материал для целлюлозной сети [4]. Свойства пектина сильно зависят от степени этерификации. Пектины со степенью этерификации более 50% классифицируются как высокоэтерифицированные (HE), тогда как пектины со степенью этерификации менее

50% известны как низкоэтерифицированные (LE) [5].

Концентрация пектина в молоке играет важную роль в стабильности из-за взаимодействий между казеинами и полисахаридами. Выше определенной концентрации пектина взаимодействия истощения могут вызвать дестабилизацию молока и, следовательно, разделение фаз [6].

Основное применение пектина в молочной промышленности – стабилизация казеинов в подкисленном молоке для предотвращения синерезиса [7]. Вместе с тем, снижению синерезиса способствует влагоудерживающая способность пектина [8]. Применение пектина при производстве мягкого сыра улучшает текстуру и повышает выход сыра за счет связывания воды. Использование пектина при производстве сыра функционального назначения является необходимым технологичес-

ким способом для изменения состава, текстуры и функциональности сыров [9].

Целью исследования является определение оптимального типа и концентрации пектина, улучшающего основные качественные показатели мягкого сыра из коровьего молока.

Материалы и методы исследований

Исследование использования низкоэтерифицированных (LE) и высокоэтерифицированных (HE) пектинов в различных концентрациях в производстве функционального мягкого сыра из коровьего молока включает изучение их влияния на твердость, влагоудерживающую способность и синерезис (отделение сыворотки).

Для исследования были использованы следующие образцы:

- контрольный образец - без добавления пектина;
- образцы с низкоэтерифицированным и высокоэтерифицированным пектином концентрацией 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0% и 1,5% к массе молока.

Объекты исследования:

- Коровье молоко по «СТ РК 1063-2002. Сыры. Общие технические условия» жирностью 3,5 %;
- низкоэтерифицированный пектин (**LE**) GENU Pectin LM-104 AS со степенью этерификации $DE < 50\%$;
- высокоэтерифицированный пектин (**HE**) GENU Pectin YM-100H со степенью этерификации $DE > 50\%$.

Приготовление сыров.

Контрольный сыр. Контрольный сыр был приготовлен с использованием методики, описанной ниже. Первоначально 5 литров сырого молока с pH 6 было профильтровано с помощью сита и хлопчатобумажного полотна. Пастеризованное в течение 20 с при температуре $72 \pm 0,5^\circ\text{C}$ коровье молоко было охлаждено до $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Затем была добавлена мезофильная закваска *Lactobacillus lactis* и 0,015 % хлорида кальция от массы молока. Молочная смесь была осторожно перемешана в течение 5 минут и выдержана в покое в течение 30 минут. С целью для осаждения молочных белков был добавлен сычужный фермент в количестве 1,5 г. После проведения коагуляции длительностью 60 минут, сгусток был нарезан на кубики объемом 8

см³. Полученная смесь была осторожно перемешана в течение 10 минут при медленном повышении температуры до 40°C . После отделения от сыворотки сгусток был перенесен в круглую перфорированную форму и выдержан при комнатной температуре в течение 60 минут. Затем форма вместе с находящимся внутри полупродуктом была перевернута и оставлена в покое в течение 30 минут для стечения сгустка. Сыр был извлечен из формы и проведена посолка поваренной солью и перемешивание в течение 60 минут. Полученный сыр был промыт питьевой водой. Взвешенный на технических весах сыр был завернут в полиэтиленовую пленку и помещен в холодильник при температуре $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ для ускорения процессов созревания в течение 20 дней.

Сыры с низкоэтерифицированным и высокоэтерифицированным пектинами. Для приготовления сыров с добавлением пектина использовалась та же методология, что и описанная для приготовления контрольного сыра. В каждом случае было использовано по 5 литров пастеризованного молока ($72 \pm 0,5^\circ\text{C}$ в течение 20 с), мезофильная закваска *Lactobacillus lactis* и 0,015 % хлорида кальция от массы молока. Добавление низкоэтерифицированного и высокоэтерифицированного пектинов в количестве 0,25 %, 0,5 %, 0,75 %, 1 % и 1,5 % к массе молока проводили перед добавлением 1,5 г сычужного фермента. Дальнейший процесс приготовления сыра был проведен в соответствии с методикой приготовления контрольного сыра.

Полученный вес для сыра с высокоэтерифицированным пектином составил 745 г, а для сыра с низкоэтерифицированным пектином — 753 г (оба с использованием 5 литров свежего молока). Разработанные сыры хранились в холодильнике в течение 20 дней.

Методы определения:

- Определение твердости мягкого сыра методом теста двойного сжатия (ТРА);
- Определение синерезиса спектрофотометрическим методом по ISO/TS 11869.
- Определение влагоудерживающей способности методом центрифугирования.

Результаты и их обсуждение

Для определения типа и количества вносимого пектина изучено их влияние на основные качественные показатели мягкого сыра. Основной задачей исследовательской работы было

определение типа и оптимального количества пектина, вносимого в молоко, для возможности получения в меру плотного сычужного сгустка, обладающего хорошими синергетическими свойствами.

Результаты проведенных исследований представлены в нижеследующих рисунках 1, 2 и 3, которые свидетельствуют о влиянии типа и количества вносимого низко- и высокоэтерифицированного пектина на влагоудерживающую способность, синерзис, твердость мягкого сыра.

Влагоудерживающая способность.

Влагоудерживающая способность является одной из основных показателей при производстве сыра, поэтому данный показатель важен не только для текстуры, но и для сохранения более длительного срока хранения [10]. Значения влагоудерживающей способности низкоэтерифицированного и высокоэтерифицированного пектинов при их различной концентрации представлены в соответствии с рисунком 1.

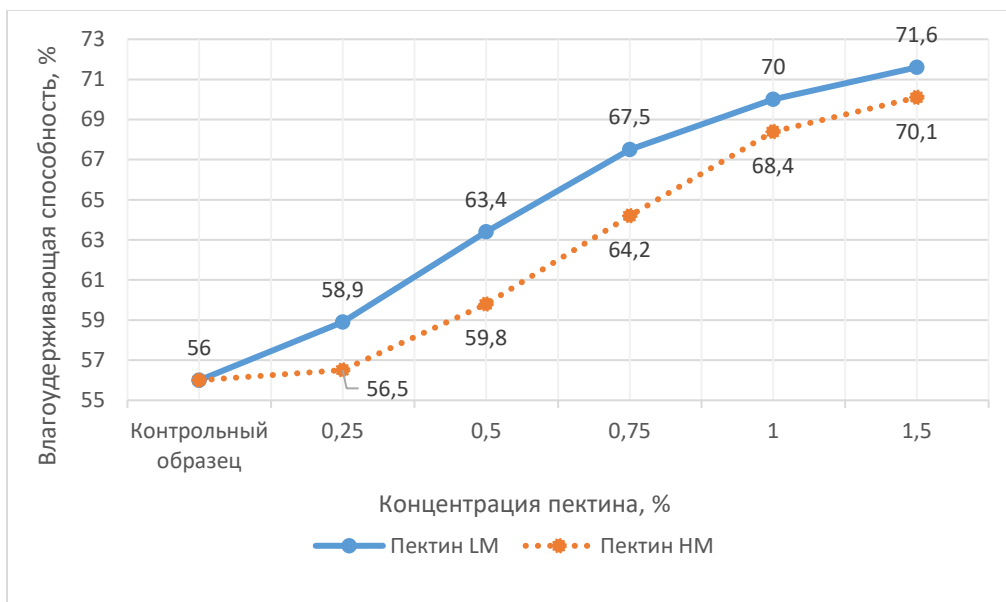


Рисунок 1. Влагоудерживающая способность пектинов

Данные рисунка 1 показывают о том, что низкоэтерифицированный пектин (LM) характеризуется более высокой влагоудерживающей способностью. Это связано с тем, что низкоэтерифицированные молекулы пектина имеют больше активных групп, которые могут образовывать водородные связи с молекулами воды, что способствует удержанию влаги в сыре. Высокоэтерифицированный пектин, наоборот, менее эффективно удерживает воду, так как более этерифицированные молекулы имеют меньше водородных связей, и, следовательно, их способность удерживать воду в сыре снижена [11]. С увеличением концентрации пектина (от 0,25% до 1,0%), влагоудерживающая способность также увеличивается. Это объясняется тем, что большее количество пектина способствует лучшему связыванию воды и удержанию её в структуре

сыра. Однако, если концентрация пектина слишком высокая, это может привести к изменению текстуры сыра, а также появлению нежелательных вкусовых и текстурных изменений [12]. С применением в нашем исследовании низкоэтерифицированного пектина, наблюдается улучшение консистенции сыра, более плотная текстура и более стабильная форма. Наилучшие результаты влагоудерживающей способности наблюдаются при добавлении низкоэтерифицированного пектина в количестве 0,5–0,75% к массе молока, который способствует эффективному удерживанию влаги и улучшению текстуры сыра, не нарушая его органолептических свойств. Высокоэтерифицированный пектин с меньшей степенью этерификации, в количестве 0,25% и 0,5% к массе молока оказал умеренное влияние на влагоудерживающую способность. Вышеприведенные результаты влияния типа и количества вносимого пектина на

влагоудерживающую способность, что для оптимальных показателей влагоудержания сыра в сочетании с хорошими органолептическими свойствами, оптимальным является применение низкоэтерифицированного пектина в количестве 0,5–0,75%.

Твердость сыра. Результаты рисунка 2 свидетельствуют о том, что твердость мягкого сыра с пектином и без пектина может значительно отличаться из-за влияния пектина на структуру сырной массы.

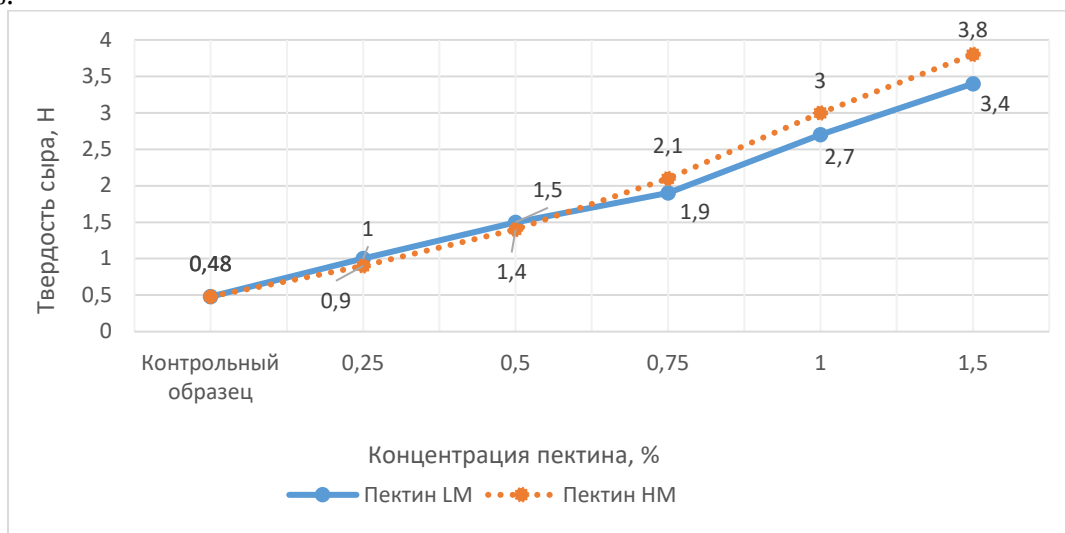


Рисунок 2. Твердость сыра в зависимости от количества пектина

В соответствии с данными, представленными на рисунке 2, твердость сыра, полученного без использования пектина низкая. Это связано с тем, что белки молока формируют слабую гелевую сетку без дополнительных стабилизаторов. Применение пектина при приготовлении мягкого сыра привело к увеличению его твердости, сыр приобрел более плотную, однородную и пластичную консистенцию. Пектин взаимодействует с кальцием и другими ионами, образуя устойчивую сетчатую структуру, что повышает плотность сыра [13]. Увеличение концентрации с 0,25 % до 1,0 % привело к росту твердости из-за взаимодействия с кальцием молока. Низкоэтерифицированный пектин (LE) обеспечивает значительно более плотную текстуру, чем высокоэтерифицированный пектин (HE), по мере увеличения концентрации пектина в молоке [14]. Оптимальной дозировкой был низкоэтерифицированный пектин в диапазоне 0,5–0,75 %. так как при избытке пектина наблюдалась излишняя жесткость.

Консистенция мягкого сыра, полученного без применения пектина, была умеренно мягкой и с заметной упругостью. Низкоэтерифицированный пектин оказал более сильное влияние на твердость сыра по сравнению с высокоэтерифицированным пектином. Высокоэтерифицированный пектин менее эффективен, если не используются дополнительные желирующие условия.

Синерезис. Процесс выделения сыворотки из сырного сгустка (геля) при его уплотнении, т.е. синерезис является одним из важных этапов приготовления сыра. Поэтому регулирование условий синерезиса для достижения нужной влажности является обязательным процессом производства сыра [15, 16]. Сведения в соответствии с рисунком 3 свидетельствуют о том, что низкоэтерифицированный пектин (LE) снижает отделение сыворотки более эффективно, чем высокоэтерифицированный пектин (HE), выше 0,75%.

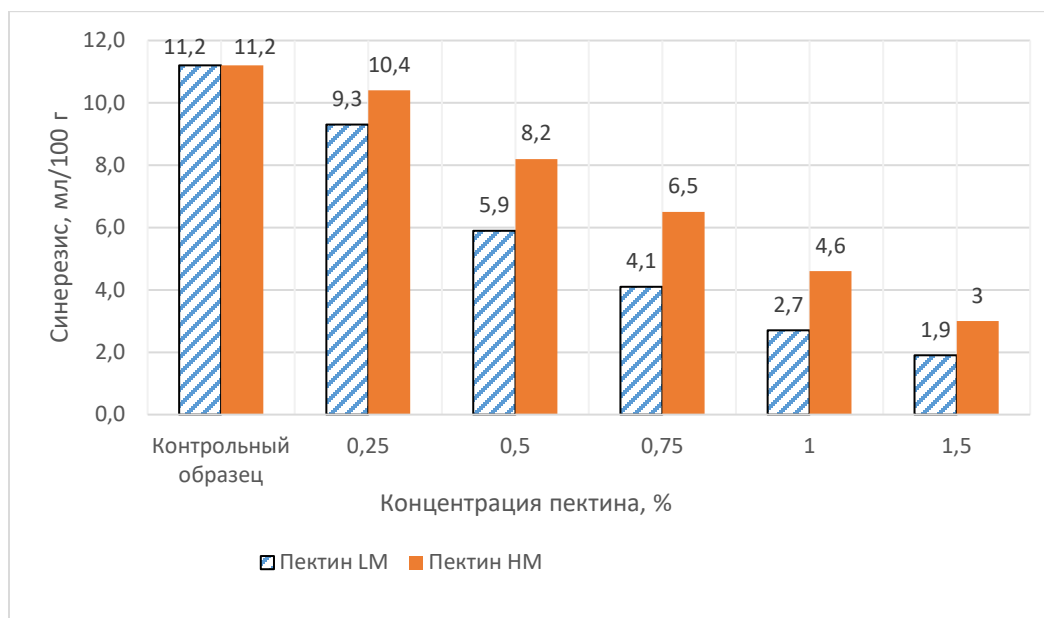


Рисунок 3. Потеря сыворотки через 7 дней при 4°C

Применение пектина привело к увеличению содержания влаги в сыре. Наблюдается увеличение жесткости сычужных гелей и снижение синерезиса по мере увеличения концентрации высокоэтилированного пектина с 0,25 % до 1,5 % из-за более компактной микроструктуры.

На основе результатов, полученных нами при проведении исследования по выявлению оптимального типа и концентрации пектина, улучшающего основные качественные показатели мягкого сыра из коровьего молока, была составлена таблица данных по основным качественным показателям (табл. 1).

Таблица 1. Данные по удержанию влаги, pH, синерезису и текстурным показателям (твердость/упругость) по типу пектина

Концентрация пектина, %	Тип пектина	Влагоудерживающая способность, %	Синерезис, мл/100 г	pH продукта	Твердость, Н	Комментарий
Контрольный образец	Пектин не используется	56	11,2	5,6	0,48	Консистенция умеренно мягкая, с заметной упругостью
0,25	низкоэтилированный пектин	58,9	9,3	6,2	1,0	Слабое гелеобразование, наблюдается отделение влаги
	высокоэтилированный пектин	56,5	10,4	6,0	0,9	Изменения отсутствуют
0,5	низкоэтилированный пектин	63,4	5,9	6,1	1,5	Улучшение текстуры, Наблюдается стабильное удерживание влаги
	высокоэтилированный пектин	59,8	8,2	5,9	1,4	Наблюдается начальное уплотнение массы
0,75	низкоэтилированный пектин	67,5	4,1	6,0	1,9	Оптимальный вариант по структуре и органолептическим свойствам
	высокоэтилированный пектин	64,2	6,5	5,8	2,1	Наблюдается начало "резиновой" текстуры
1,0	низкоэтилированный пектин	70,0	2,7	5,9	2,7	Наблюдается переуплотнение и ломкость
	высокоэтилированный пектин	68,4	4,6	5,7	3,0	Наблюдается избыточная плотность и ухудшение вкуса
1,5	низкоэтилированный пектин	71,6	1,9	5,8	3,4	Структура чрезмерно плотная, нехарактерная
	высокоэтилированный пектин	70,1	3,0	5,6	3,8	Полученная масса вязкая и тяжелая

Примечание - отделившаяся сыворотка за 24 ч хранения при 4°C

Согласно таблице 1 низкоэтерифицированный пектин в количестве 0.75% является оптимальной дозировкой для приготовления мягкого функционального сыра, которая обеспечивает высокую степень удержания влаги, низкий синерезис и сбалансированную текстуру. Высокоэтерифицированный пектин рекомендуется не выше 0.5–

0.75%, особенно в случаях, когда структура продукта должна быть более стабильной при добавлении пребиотических компонентов, но следует контролировать кислотность среды.

Характеристики сыра, приготовленного с использованием низкоэтерифицированного и высокоэтерифицированного пектинов различной концентрации представлены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика сыра, приготовленного с использованием низкоэтерифицированного и высокоэтерифицированного пектинов различной концентрации

Концентрация пектина, %	Характеристика сыра	
	Низкоэтерифицированный пектин	Высокоэтерифицированный пектин
0.25	Незначительное улучшение удержания влаги, структура мягкая, наблюдается слабый синерезис	Эффект не наблюдается, структура рыхлая
0.5	Увеличение вязкости, снижение синерезиса, структура стабильная	Лёгкое уплотнение массы, наблюдается несбалансированная текстура
0.75	Хорошее влагоудержание, однородная структура	Наблюдается повышение плотности и тягучесть
1.0	Слишком плотная структура, наблюдается ломкость	Наблюдается чрезмерная плотность, снижение органолептических показателей
1.5	Чрезмерное гелеобразование, текстура нехарактерна для мягкого сыра	Тяжелая, вязкая масса, наблюдается ухудшение вкусовых характеристик

Результаты, представленные в таблице 2 свидетельствуют, что низкоэтерифицированный пектин в концентрации 0.5–0.75 % показывает оптимальное сочетание текстуры, влагоудержания и органолептических свойств. Добавление 0,75% низкоэтерифицированного пектина (DE 35%) в молоко позволяет получить мягкий сыр с улучшенной структурой: нежный, но устойчивый к деформации, с минимальным отделением сыворотки. Это особенно полезно для функциональных продуктов, где важны стабильность и органолептические свойства.

Закключение, выводы

Результаты экспериментов подтвердили, что концентрация пектина в молоке играет важную роль в стабильности и основных показателях сыра. Исследование поддерживает использование низкоэтерифицированного пектина в концентрации от 0,5% до 0,75% в качестве оптимальной концентрации для производства функциональных мягких сыров. Этот диапазон улучшает текстуру и снижает синерезис без отрицательного влияния на вкус или внешний вид. Низкоэтерифицированные молекулы пектина, имея больше активных групп,

способных образовывать водородные связи с молекулами воды, повышают влагоудерживающую способность в сыре. Низкоэтерифицированный пектин идеально подходит для сыра благодаря своей способности образовывать гели, что делает его пригодным для улучшения структуры и уменьшения отделения сыворотки в мягких сырах.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Финансирование не осуществлялось.

Авторы заявляют, что у них нет никакого конфликта интересов, который потенциально мог бы повлиять на содержание данной публикации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zdunek A., Pieczywek P. M., Cybulska J. The primary, secondary, and structures of higher levels of pectin polysaccharides // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2021. – Vol. 20, № 1. – P. 1101-1117. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12689>
2. Christensen S. H. Pectins // Food hydrocolloidsCRC Press, 2020. – P. 205-230.
3. Tabassum N., Joshi S., Islam R. U. Functional and nutritional aspects of hydrocolloids and lipids // Functional food

products and sustainable health. – 2020. – P. 169-189. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4716-4_11

4. Anderson C. T. Pectic polysaccharides in plants: structure, biosynthesis, functions, and applications // Extracellular sugar-based biopolymers matrices. – 2019. – P. 487-514. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12919-4_12

5. Ciriminna R., Fidalgo A., Scurria A., Ilharco L. M., Pagliaro M. Pectin: New science and forthcoming applications of the most valued hydrocolloid // Food Hydrocolloids. – 2022. – Vol. 127. – P. 107483. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107483>

6. Sun W., Zheng Y., Chen S., Chen J., Zhang H., Fang H., Ye X., Tian J. Applications of polysaccharides as stabilizers in acidified milks // Food Reviews International. – 2023. – Vol. 39, № 1. – P. 601-617. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1923732>

7. Ворошилин Р., Махамбетов М., Костельцева Ю., Головкин К., Маклюк В. Актуальность разработки комплексной ресурсосберегающей технологии производства желатина и высокобелковых ингредиентов из вторичных сырьевых ресурсов животного происхождения // Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий: Сборник материалов I Международного конгресса. – 2022. – С.85-86. <https://doi.org/10.21603/I-IC-26>

8. Уткина О., Бычкова В. Использование стабилизаторов в производстве кисломолочных напитков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 14-20. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2020_1_14

9. Suryawanshi N., Naik S., Eswari J. S., Nazir F., Saeed M., Abbas A., Majeed M., Israr M., Zahid H., Nasir M. Food science and applied biotechnology // Food Science and Applied Biotechnology. – 2022. – Vol. 2022. <https://doi.org/10.30721/fsab2022.v5.i1.165>

10. Nájera A. I., Nieto S., Barron L. J. R., Albu M. A review of the preservation of hard and semi-hard cheeses: Quality and safety // International journal of environmental research and public health. – 2021. – Vol. 18, № 18. – P. 9789. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189789>

11. Liu X., Le Bourvellec C., Renard C. M. Interactions between cell wall polysaccharides and polyphenols: Effect of molecular internal structure // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2020. – Vol. 19, № 6. – P. 3574-3617. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12632>

12. Ibáñez R. A., Waldron D. S., McSweeney P. L. Effect of pectin on the composition, microbiology, texture, and functionality of reduced-fat Cheddar cheese // Dairy Science & Technology. – 2016. – Vol. 96. – P. 297-316. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0265-y>

13. Gao F., Mao X., Wang P., Wang R., Li H., Ma H., Chen C., Song S., Li D. The effect of degree of esterification of pectin on the grainy properties of post-heated fermented milk // Food Hydrocolloids. – 2025. – P. 111484. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111484>

14. Nabyeva Z., Zhaxenbay N., Iskakova G., Kizatova M., Akhmetsadykova S. Devising technology for dairy products involving low esterified pectin products // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Vol. 111, № 11. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233821>

15. Bauland J., Roustel S., Faiveley M., Famelart M. H., Croguennec T. Enzymatic Gelation of Milk, Curd Draining and Cheese Yields // Milk and Dairy Products: Some Challenges for the Dairy Industry. – 2024. – P. 129. <https://doi.org/10.1002/9781394312405.ch4>

16. Galli B. D., Hamed A. M., Sheehan J. J., King N., Abdel-Hamid M., Romeih E. Technological solutions and adaptive processing tools to mitigate the impact of seasonal variations in milk composition on Cheddar cheese production—A review // International Journal of Dairy Technology. – 2023. – Vol. 76, № 3. – P. 449-467. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12951>

REFERENCES

1. Zdunek A., Pieczywek P. M., Cybulska J. The primary, secondary, and structures of higher levels of pectin polysaccharides // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2021. Vol. 20, № 1. P. 1101–1117. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12689>

2. Christensen S. H. Pectins // Food Hydrocolloids. CRC Press, 2020. P. 205–230.

3. Tabassum N., Joshi S., Islam R. U. Functional and nutritional aspects of hydrocolloids and lipids // Functional Food Products and Sustainable Health. 2020. P. 169–189. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4716-4_11

4. Anderson C. T. Pectic polysaccharides in plants: structure, biosynthesis, functions, and applications // Extracellular Sugar-Based Biopolymers Matrices. 2019. P. 487–514. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12919-4_12

5. Ciriminna R., Fidalgo A., Scurria A., Ilharco L. M., Pagliaro M. Pectin: New science and forthcoming applications of the most valued hydrocolloid // Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 127. P. 107483. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107483>

6. Sun W., Zheng Y., Chen S., Chen J., Zhang H., Fang H., Ye X., Tian J. Applications of polysaccharides as stabilizers in acidified milks // Food Reviews International. 2023. Vol. 39, № 1. P. 601–617. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1923732>

7. Voroshilin R., Makhambetov M., Kosteltseva Yu., Golovko K., Maklyuk V. Aktual'nost' razrabotki kompleksnoi resursosberegayushchei tekhnologii proizvodstva zhelatina i vysokobelkovykh ingredientov iz vtorichnykh syr'evykh resursov zhivotnogo proiskhozhdeniya [Relevance of developing an integrated resource-saving technology for the production of gelatin and high-protein ingredients from secondary raw materials of animal origin] // Noveishie dostizheniya v oblasti meditsiny, zdravookhraneniya i zdorov'esberegayushchikh tekhnologii: Sbornik materialov I

Mezhdunarodnogo kongressa. 2022. P. 85–86. <https://doi.org/10.21603/-I-IC-26> (in Russian)

8. Utkina O., Bychkova V. Ispol'zovanie stabilizatorov v proizvodstve kislomolochnykh napitkov [The use of stabilizers in the production of fermented milk beverages] // Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2020. № 1. P. 14–20. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2020_1_14 (in Russian)

9. Suryawanshi N., Naik S., Eswari J. S., Nazir F., Saeed M., Abbas A., Majeed M., Israr M., Zahid H., Nasir M. Food science and applied biotechnology // Food Science and Applied Biotechnology. 2022. Vol. 2022. <https://doi.org/10.30721/fsab2022.v5.i1.165>

10. Nájera A. I., Nieto S., Barron L. J. R., Albisu M. A review of the preservation of hard and semi-hard cheeses: Quality and safety // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, № 18. P. 9789. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189789>

11. Liu X., Le Bourvellec C., Renard C. M. Interactions between cell wall polysaccharides and polyphenols: Effect of molecular internal structure // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2020. Vol. 19, № 6. P. 3574–3617. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12632>

12. Ibáñez R. A., Waldron D. S., McSweeney P. L. Effect of pectin on the composition, microbiology, texture, and

functionality of reduced-fat Cheddar cheese // Dairy Science & Technology. 2016. Vol. 96. P. 297–316. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0265-y>

13. Gao F., Mao X., Wang P., Wang R., Li H., Ma H., Chen C., Song S., Li D. The effect of degree of esterification of pectin on the grainy properties of post-heated fermented milk // Food Hydrocolloids. 2025. P. 111484. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111484>

14. Nabiyeva Z., Zhexenbay N., Iskakova G., Kizatova M., Akhmetsadykova S. Devising technology for dairy products involving low-esterified pectin products // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 111, № 11. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233821>

15. Bauland J., Roustel S., Faiveley M., Famelart M. H., Croguennec T. Enzymatic gelation of milk, curd draining and cheese yields // Milk and Dairy Products: Some Challenges for the Dairy Industry. 2024. P. 129. <https://doi.org/10.1002/9781394312405.ch4>

16. Galli B. D., Hamed A. M., Sheehan J. J., King N., Abdel-Hamid M., Romeih E. Technological solutions and adaptive processing tools to mitigate the impact of seasonal variations in milk composition on Cheddar cheese production—A review // International Journal of Dairy Technology. 2023. Vol. 76, № 3. P. 449–467. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12951>

TECHNOLOGY AND QUALITY OF A FERMENTED MILK PRODUCT WITH NATURAL SWEETENER ADDITION

¹G.T. YUSSUPOVA *, ¹A.ZH. NURGAZIEVA , ¹J.K. SHADYAROVA ,
¹B.KALEMSHARIV , ²M. IZTILEUOV 

(¹ NP JSC «S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University»,
Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Avenue, 62

²Kazakh National Agrarian Research University, 050010, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave., 8)

Corresponding author e-mail: gauhar_20_90@mail.ru*

This article addresses the current issue of improving the dietary regimen for individuals with diabetes, in response to the increasing number of diagnosed cases. The adverse effects of artificial sweeteners and the potential health risks they pose are described. As a natural alternative, the use of stevia extract as a sugar substitute is proposed. The study details the technological process of producing yogurt from goat milk with the addition of stevia extract, and evaluates its nutritional, physicochemical, and organoleptic properties. To comprehensively assess the product's quality and safety, organoleptic, microbiological, and physicochemical analysis methods were applied. The yogurt production process included milking, deaeration, filtration, cooling, quality assessment, fat standardization, homogenization, pasteurization, fermentation, further cooling, addition of stevia extract, maturation, and storage of the final product. The study was conducted at the milk processing pilot plant of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University. Based on the results, a functional yogurt product was developed containing: fat – $5.8 \pm 0.05\%$, protein – $5.425 \pm 0.05\%$, carbohydrates – $4.21 \pm 0.05\%$, sucrose – $0.54 \pm 0.01\%$, and lactose – $1.23 \pm 0.01\%$. Goat milk yogurt with stevia extract stands out for its low caloric value, low glycemic index, and natural composition, making it a recommended dietary product for individuals with diabetes and those following a healthy lifestyle.

Keywords: stevia extract, natural sugar substitute, artificial sweeteners, diabetes-adapted food, nutritional value, glycemic index.

ТАБИҒИ ТӘТТІЛЕНДІРГІШ ҚОСЫЛҒАН СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН САПАСЫ

¹Г.Т. ЮСУПОВА*, ¹А.Ж. НУРГАЗИЕВА, ¹Ж.К. ШАДЬЯРОВА,
¹Б.КАЛЕМШАРИВ, ²М.К. ИЗТИЛЕУОВ

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

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050010, Қазақстан Республикасы,
Алматы қ., Абай д-лы, 8)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: gauhar_20_90@mail.ru*

Бұл мақалада қант диабетімен ауыратын адамдар санының артуына байланысты олардың тағам рационын жақсартуға бағытталған өзекті мәселе қарастырылады. Жасанды тәттілендіргіштердің аздағ тигізетін кері әсерлері мен олардың ықтимал аурулар тудыру қаупі сипатталады. Осыған байланысты табиғи қант алмастырғыш ретінде стевия экстрактісін пайдалану өзектілігі атап өтіледі. Зерттеу барысында стевия экстрактісі қосылған ешкі сүтінен жасалған йогурттың технологиялық дайындалу кезеңдері толық сипатталып, өнімнің тағамдық, физика-химиялық және органолептикалық қасиеттері бағаланды. Өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін кешенді бағалау мақсатында органолептикалық, микробиологиялық және физика-химиялық талдау әдістері қолданылды. Йогурт өндіру процесі сүтті сауу, деаэрациялау, тазалау, салқындату,

сапасын бағалау, майлылығын қалыпқа келтіру, гомогендеу, пастерлеу, ашыту, салқындату, стевия экстрактісін қосу және дайын өнімді жетілдіру мен сақтау кезеңдерін қамтыды. Зерттеу С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің сүт өңдеу жөніндегі тәжірибелік-өндірістік цехында жүргізілді. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, майлылығы – $5,8 \pm 0,05\%$, ақуыз – $5,425 \pm 0,05\%$, көмірсулар – $4,21 \pm 0,05\%$, сахароза – $0,54 \pm 0,01\%$, лактоза – $1,23 \pm 0,01\%$ болатын, құрамында стевия экстрактісі бар ешкі сүтінен жасалған пайдалы йогурт дайындалды. Бұл өнім өзінің төмен калориялылығымен, төмен гликемиялық индексмен және табиғи құрамымен ерекшеленіп, қант диабетімен ауыратындар мен салауатты өмір салтын ұстанатын адамдар үшін ұсынылатын тиімді тағамдық өнім болып табылады.

Негізгі сөздер: стевия экстрактісі, табиғи қант алмастырғыш, жасанды тәттілендіргіштер, диабетке бейімделген тағам, тағамдық құндылық, гликемиялық индекс.

ТЕХНОЛОГИЯ И КАЧЕСТВО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ДОБАВЛЕНИЕМ НАТУРАЛЬНОГО ПОДСЛАСТИТЕЛЯ

¹Г.Т. ЮСУПОВА*, ¹А.Ж. НУРГАЗИЕВА, ¹Ж.К. ШАДЬЯРОВА,
¹Б.КАЛЕМШАРИВ, ²М.К. ИЗТИЛЕУОВ

(¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина города Астана, Республика Казахстан 010011 г. Астана, пр. Женис, 62

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет
050010, Республика Казахстан, г. Алматы, пр-т Абая, 8)

Электронная почта автора-корреспондента: gauhar_20_90@mail.ru*

В данной статье рассматривается актуальная проблема улучшения рациона питания людей с сахарным диабетом в связи с ростом числа заболевших. Описаны возможные негативные последствия употребления искусственных подсластителей и связанные с ними риски для здоровья. В качестве альтернативы предлагается использование натурального сахарозаменителя – экстракта стевии. В ходе исследования подробно представлены технологические этапы приготовления йогурта из козьего молока с добавлением экстракта стевии, а также проведена оценка его пищевой, физико-химической и органолептической ценности. Для комплексной оценки качества и безопасности продукта были использованы органолептические, микробиологические и физико-химические методы анализа. Процесс производства йогурта включал: доение, деаэрацию, очистку, охлаждение, оценку качества, нормализацию жирности, гомогенизацию, пастеризацию, заквашивание, повторное охлаждение, добавление экстракта стевии, созревание и хранение готового продукта. Исследование проведено в учебно-производственном цехе по переработке молока Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина. По результатам анализа был получен функциональный продукт с содержанием: жира – $5,8 \pm 0,05\%$, белка – $5,425 \pm 0,05\%$, углеводов – $4,21 \pm 0,05\%$, сахарозы – $0,54 \pm 0,01\%$, лактозы – $1,23 \pm 0,01\%$. Йогурт с экстрактом стевии из козьего молока отличается низкой калорийностью, низким гликемическим индексом и натуральным составом, что делает его рекомендованным продуктом для людей с сахарным диабетом и сторонников здорового питания.

Ключевые слова: экстракт стевии, натуральный сахарозаменитель, искусственные подсластители, продукт, адаптированный для диабетиков, пищевая ценность, гликемический индекс.

Introduction

In the Republic of Kazakhstan, a decline in the consumption of white sugar and sugar-containing products was observed in 2024 (Figure 1). According to official statistics, the average per capita sugar consumption in 2024 amounted to 10.3 kg, which is 1.3% less compared to 2023. A decrease was also

recorded in the consumption of sugar-containing products: refined sugar – 113 g (down by 27.6%), jams and preserves – 547 g (down by 27.4%), candies and chocolate – 687 g (down by 11.2%), honey — 293 g (down by 0.3%), and other sweet products – 3.7 kg (down by 2.8%) [1–2].

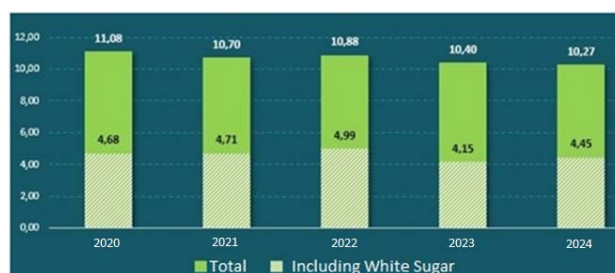


Figure 1. Consumption indicators of white sugar, jam, honey, candies, chocolate, and other sweets in 2020-2024 (kg).

As shown in Figure 1, between 2020 and 2024, the per capita consumption of refined sugar in Kazakhstan decreased from 11.08 kg to 10.27 kg. According to regional data (Figure 1), in 2024, the

highest consumption of sugar and sugar-containing products was recorded in Almaty city (average 12.46 kg) and Turkestan region (11.28 kg) [3-4].



Figure 2. Sugar and sugar-containing product consumption indicators across regions of the Republic of Kazakhstan in 2024 (kg)

However, despite the decline in these indicators, the number of people with diabetes in Kazakhstan has sharply increased over the past 15 years, rising 3.5 times by 2024 (Figure 3).

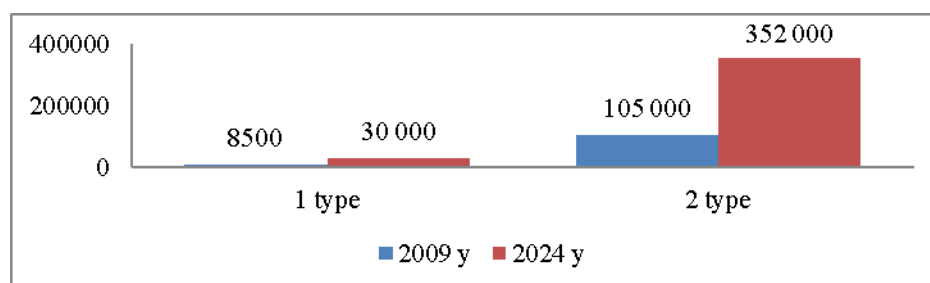


Figure 3. Comparative statistics of individuals with type 1 and type 2 diabetes in Kazakhstan in 2009 and 2024.

According to data from the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, over the past 15 years, the number of people diagnosed with diabetes has increased by 3.5 times. As of early 2024, 382,000 individuals were registered for dispensary observation, including 30,000 with type 1 diabetes and 352,000 with type 2 diabetes [5].

According to the World Health Organization, diabetes, dental diseases, cardiovascular diseases, and cancer are currently among the most common illnesses. One of the main causes of these diseases is disruptions in the digestive system, hypoglycemia, and metabolic disorders. Excessive consumption of white sugar has been identified as a major contributing factor to these

conditions. In addition, modern artificial sweeteners such as aspartame, saccharin, and cyclamate have also been shown to negatively affect the human body. Although their primary advantage over white sugar is low calorie content, long-term use may lead to obesity, diabetes, and other health issues [6].

Stevia (*Stevia rebaudiana*) is a plant widely used as a natural sweetener. Native to South and Central America, it has long been used by local populations as a natural sugar substitute and for medicinal purposes. The main feature of stevia is its content of sweet compounds called steviol glycosides, which provide a sweet taste without adding calories to the body. This makes stevia an ideal natural sweetener for individuals who follow a healthy lifestyle and wish to limit sugar and calorie intake.

Stevia is available in various forms, including dried leaves, powder, and liquid. It can be used as a sugar substitute in beverages, desserts, and other foods. Given its beneficial properties, stevia can be incorporated into a balanced diet. However, it is important to consider individual health conditions when using stevia [7-10].

Stevia contains no calories, and its sweetness is 200–350 times greater than that of white sugar. This makes it a safe alternative for people with diabetes. Stevia also contains antioxidants such as kaempferol, flavonoids, and tannins, which have been found to reduce the risk of pancreatic cancer by up to 20%. Additionally, stevia helps lower blood pressure by dilating blood vessels and promoting the excretion of sodium from the body.

The widespread use of sucrose in dairy product manufacturing can lead to various health problems, including diabetes, obesity, and tooth decay. As a result, there has been growing demand for natural sugar substitutes, including stevia extract. Since stevia contains no carbohydrates, it serves as an excellent alternative for people with diabetes. Furthermore, the biologically active compounds found in stevia (such as carbohydrates, vitamins, minerals, and antioxidants) make it a beneficial additive for promoting overall health [11-13].

Materials and research methods

The study was conducted to determine the qualitative characteristics and consumer value of the product “Goat milk yogurt with stevia extract” two types of data sources were used during the research: primary and secondary data.

Primary data included information obtained directly from consumers and producers, as well as results from experimental research and product testing. These

data were collected through surveys, interviews, observation methods, and pilot production. They allowed for the evaluation of key aspects such as product quality, taste properties, pricing, and consumer perception.

Secondary data were gathered from existing sources, including scientific articles, market research, official statistical reports, consultancy studies, and consumer reviews from online platforms. These sources helped assess current trends in yogurt production, consumer demand, and market conditions.

To evaluate the quality and nutritional value of the finished product, the following methods were used:

- Microbiological indicators – tests were carried out according to GOST 32901-2014 to ensure the sanitary and hygienic safety of the product.

- Organoleptic indicators – color, taste, smell, and texture were assessed according to the Kazakhstan standard ST RK 1732-2007.

The evaluation involved academic staff of the Departments of “Standardization, Metrology and Certification” and “Food and Processing Technologies,” as well as technologists and master’s students. In total, about 30 participants aged between 20 and 64 years took part in the tasting. The product was assessed on a 5-point scale based on taste, smell, color, consistency, and appearance.

- Protein content – determined according to GOST 25179-2014.

- Fat content – measured using the method outlined in GOST 5867-90.

Carbohydrate content – determined using the permanganatometric method in accordance with GOST R 54760-2011.

- Energy value – caloric content and nutritional value were calculated using the methodology developed by I.M. Skurikhin.

Goat milk from the Saanen breed was used for yogurt production due to its high protein and fat content.

The products were tested in the research laboratory “Quality and Safety Assessment of Food Products” at Almaty Technological University and in the “Agricultural Biotechnology Scientific Research Platform” of the Scientific Center of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University.

Results and discussion

Three natural, plant-based sweeteners are considered as alternatives to sugar in yogurt: stevia (*Stevia rebaudiana*), erythritol, and monk fruit (Luo Han Guo). Each sweetener has unique properties and advantages compared to traditional sugar.

Stevia, derived from the leaves of the *Stevia rebaudiana* plant, is known for its high sweetness (50-300 times sweeter than sugar) and zero calories. Its main active components are steviosides and rebaudiosides. Since stevia does not affect blood glucose levels, it is highly suitable for people with diabetes and those monitoring their body weight. In addition, it contains antioxidants that have anti-inflammatory effects and support the cardiovascular system.

In yogurt, stevia provides a pleasant sweet taste without increasing the caloric load, making it widely applicable in functional food production.

Erythritol is a sugar alcohol naturally found in fruits. It is about 70% as sweet as sugar but has very low caloric content-only 0.24 kcal/g-meaning it has virtually no energy value. Erythritol does not affect blood sugar levels, does not cause tooth decay, and is relatively well tolerated by the digestive system. Around 90% of it is absorbed in the small intestine and excreted through the kidneys, so side effects like diarrhea or bloating occur only when consumed in excessive amounts.

It is also suitable for vegetarians and those following gluten-free diets. Additionally, erythritol inhibits the growth of pathogenic bacteria in the oral cavity, which is why it is commonly used in toothpastes and chewing gums. Studies have shown it helps prevent cavities, reduces plaque formation, and has antioxidant effects.

Monk fruit, a natural sweetener derived from the Buddha fruit that grows in the tropical regions of Asia, is 150-200 times sweeter than sugar due to active compounds known as mogrosides. These compounds do not impact blood sugar levels, do not stimulate insulin production, and may help accelerate fat breakdown.

In traditional Chinese medicine, monk fruit has been used to relieve sore throats and reduce phlegm. It contains vitamin C, antioxidants, as well as vitamins A, B, E, and K, and important micronutrients such as calcium, iron, and magnesium. Its antioxidant properties may help prevent cancer, fight infections, and reduce the harmful effects of alcohol and tobacco. A comparative overview of the sweeteners is presented in Table 1.

Table 1. Comparative Characteristics of Sweeteners

Parameter	Stevia	Erythritol	Monk Fruit
Sweetness Level	200-300 times sweeter than sugar	60-80% as sweet as sugar	150-200 times sweeter than sugar
Caloric Content (in yogurt, kcal/100g)	45	-	-
Glycemic Index (GI)	0-5	0	0
Carbohydrates (g/100g)	4.21	-	-
Antimicrobial Properties	Present	Present	Present
Probiotic Effect	None	None	Present
Intestinal Fermentation	None	None	None
Solubility (g/100 ml)	50-100	40-60	50-70
Melting Point	Not specified	121°C	Not specified
pH Level	5.0-7.0	4.5-7.0	4.0-6.0
Shelf Life (days)	21	-	-
Probiotics (<i>L. acidophilus</i>)	1.2×10^8 CFU/g	-	-
Organoleptic Taste Rating (5-point scale)	5.0	-	-

In this study, stevia was selected as the most effective natural alternative for adding to yogurt among various sweeteners. There are several reasons for its choice:

Firstly, stevia is a very low-calorie sweetener, which significantly reduces the total calorie content of yogurt (45 kcal/100 g), which is very important for people struggling with overweight and obesity. Compared to sugar, the use of stevia reduces the calorie content of yogurt by approximately three times.

Secondly, stevia has a very low glycemic index (0–5), which makes it a safe product for people with diabetes. Unlike yogurt with added sugar or honey, stevia does not cause a sharp increase in blood sugar levels and does not require insulin production.

Thirdly, it has been scientifically proven that stevia has antimicrobial properties. This indicates that it helps to extend the shelf life of food products. The research results showed that yogurt made with stevia

lasted up to 21 days, which is the longest shelf life compared to other sweeteners.

Fourthly, according to organoleptic evaluation, yogurt made with stevia received high marks for taste, smell, color, and consistency. Especially the taste was rated 5 points, which indicates positive acceptance of the product by consumers.

Fifthly, stevia has high solubility (50–100 g/100 ml) and maintains stability at a neutral pH level (5.0–7.0), making it convenient for use in food technology.

Also, stevia does not negatively affect probiotics. The study showed that yogurt made with stevia retained a sufficient amount of *Lactobacillus acidophilus* bacteria (1.2×10^8 CFU/g), which ensures the retention of the probiotic value of the product and its health benefits.

Now, let's compare stevia with other sweeteners such as sugar, fructose, and honey, which are commonly used in daily life. Typically, sugar is added to yogurts because it enhances the flavor and is familiar to

consumers. However, the use of sugar significantly increases the calorie content of yogurt and raises its glycemic index.

Fructose is often used as a low-calorie alternative to sugar. Although it has a low glycemic index (GI), excessive consumption of fructose can lead to metabolic disorders. Honey, being a natural product, has antibacterial and antioxidant properties, but it contains a lot of carbohydrates, and its GI is high.

In this study, four yogurt samples based on goat's milk were developed, each with a different sweetener added:

- Yogurt with stevia extract;
- Yogurt with sugar;
- Yogurt with fructose;
- Yogurt with honey.

The nutritional characteristics of each sample are presented in Table 2.

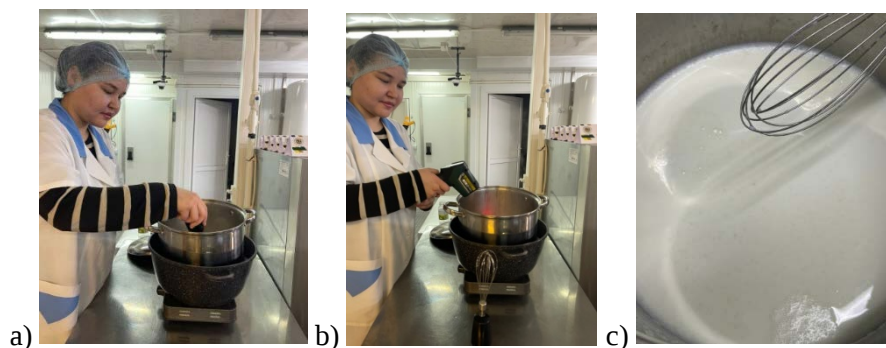
Table 2. Nutritional value of goat milk yogurts (per 100 g of product)

Indicator	Stevia	Sugar	Fructose	Honey
Calories (kcal)	45	120	110	130
Proteins (g)	5.4	5.4	5.4	5.4
Fats (g)	5.8	5.8	5.8	5.8
Carbohydrates (g)	4.21	10.35	9	15.0
Vitamin A (mg)	0.15	0.15	0.15	0.15
Calcium (mg)	120	120	120	120

As seen, the yogurt with stevia extract contains significantly fewer calories compared to other yogurts. The table also shows that the amounts of proteins and fats are the same across all samples, as they are all based on goat milk. However, the amount of carbohydrates varies depending on the sweetener used. Stevia, as a natural sweetener, contains virtually no carbohydrates, which significantly reduces the overall calorie content of the product. Additionally, stevia has a glycemic index close to zero, making it a safe alternative for people with diabetes, as it does not affect blood glucose levels.

In the course of the study, we compared the technological processes of producing yogurt with added regular white sugar and yogurt with added stevia extract. Although the production process for yogurt with stevia extract is more complex compared to yogurt with white sugar, it is more beneficial for consumers (Figures 6,7).

To prepare yogurt from goat's milk with stevia extract, fresh milk is filtered, normalized to a temperature of $t=40\pm 2^\circ\text{C}$, undergoes a deaeration process, and is then cooled to $t=40\pm 2^\circ\text{C}$. The quality of the whole milk is assessed (fat content 4.90%, protein 2.90%, SOMO 8.41, density 28.40, acidity $T=14-20$) and accepted. The milk is heated to $t=40^\circ\text{C}$. The homogenization process is carried out at $t=60^\circ-65^\circ\text{C}$ with a pressure of 15-17 mPa. Pasteurization is performed at $t=85\pm 2^\circ\text{C}$ for 5 seconds, then cooled to $t=40\pm 2^\circ\text{C}$, after which cultures such as *Bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* are added, and the mixture is stirred for 10-15 minutes. Fermentation is carried out at $t=40\pm 2^\circ\text{C}$ until pH reaches 80-90°T. The starter is cooled to $t=21^\circ-22^\circ\text{C}$ (see Figure 4).



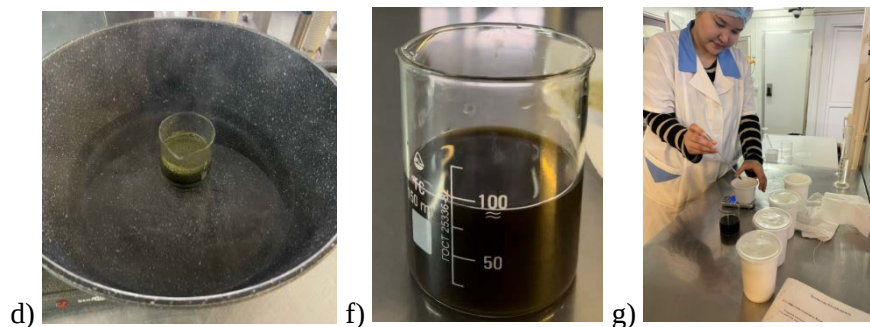
- a) *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* are added to the prepared milk and mixed for 10–15 minutes.
- b) Fermentation is carried out at $t = 38^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{C}$ until the pH reaches 4.6–4.55.
- c) The final yogurt with starter culture is ready.

Figure 4. The process of making yogurt from goat's milk

In addition, the stevia extract is prepared (see Figure 5).

Method of preparing stevia extract:

- Dried stevia herb is soaked in water at room temperature;
- It is held at $t=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 2 hours;
- Pasteurized at $t=85\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- Cooled to $t=20\pm 1^{\circ}\text{C}$;
- Packaged and stored at $t=4\pm 2^{\circ}\text{C}$ [14,15].



- d) Dried stevia leaves are mixed with water at room temperature and placed in a water bath,
- f) The mixture is infused and pasteurized in the water bath at a temperature of $t=80\pm 1^{\circ}\text{C}$,
- g) The prepared stevia extract is added to the finished yogurt.

Figure 5. Process of preparing stevia extract and adding it to the finished yogurt.

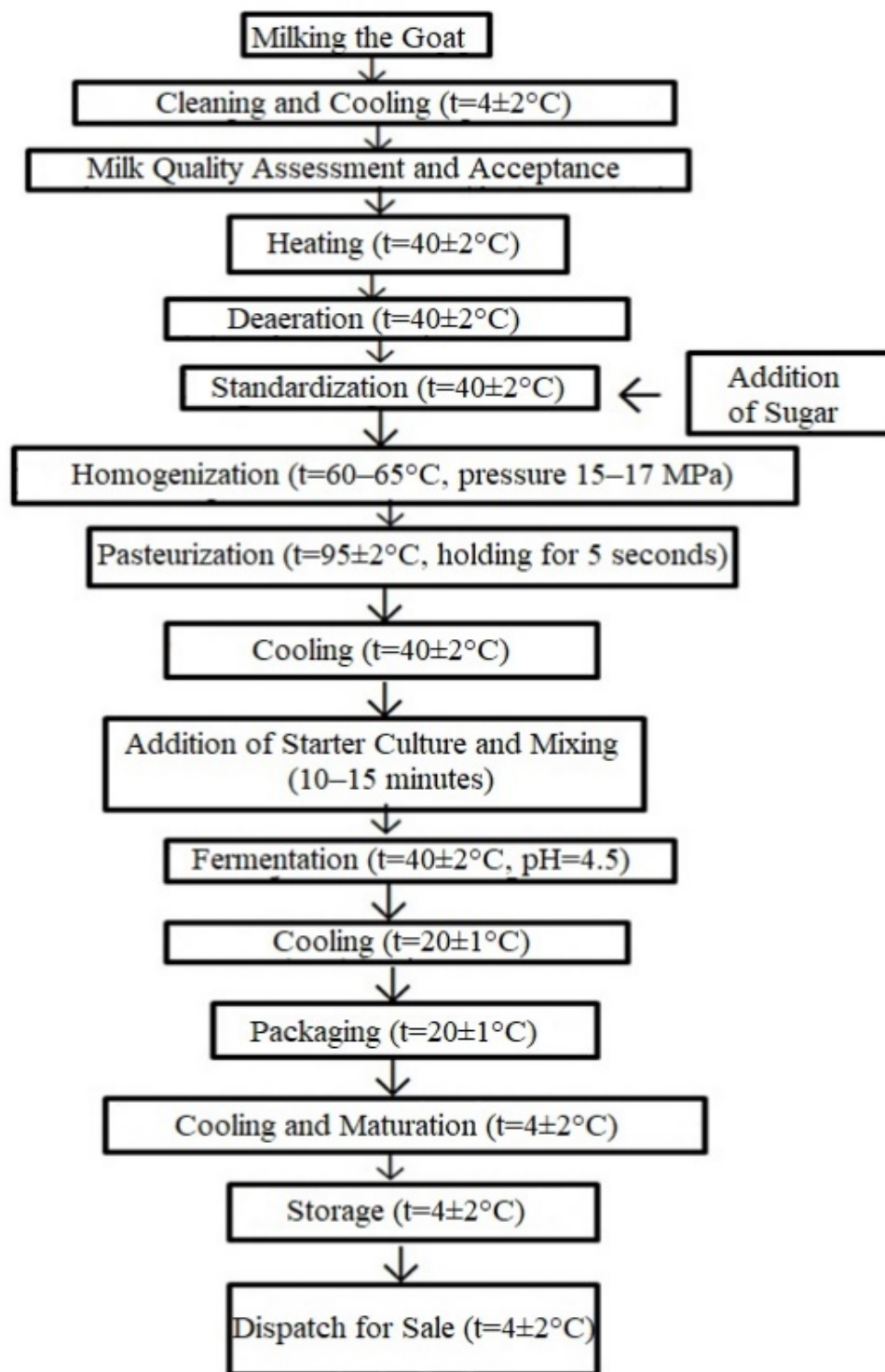


Figure 6. Production technology of goat milk yogurt with added white sugar

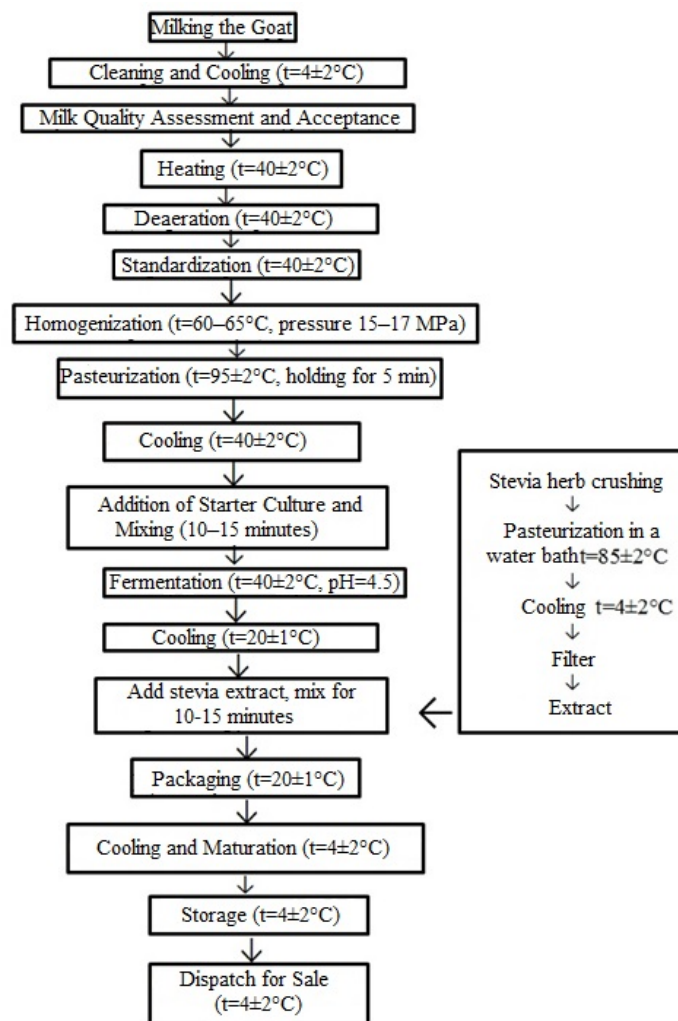


Figure 7. Production technology of goat milk yogurt with added stevia extract

The comparative physicochemical indicators of goat milk yogurt with added white sugar and goat milk yogurt with added stevia extract are shown in Figure 8.

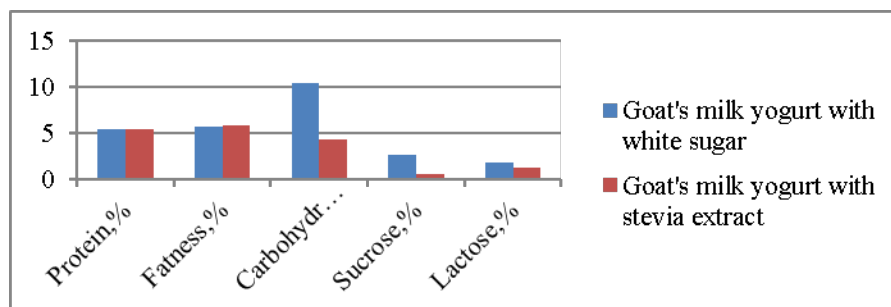


Figure 8. Comparative quality indicators of goat milk yogurt with added sugar and goat milk yogurt with added stevia extract

According to the study results, the mass fraction of carbohydrates in the yogurt with added white sugar

was 5.6%, while in the yogurt with added stevia extract, it was 4.21%. The sucrose content in the white sugar

version was 2.59%, while in the product with stevia extract, it was 0.54%. The lactose content was 1.75% and 1.23%, respectively.

These figures indicate that goat milk yogurt with added stevia extract has a significantly lower carbohydrate load and is more suitable for consumers who need to limit their sugar intake. Therefore, the

product with stevia is a functionally effective alternative that meets the requirements for food safety and healthy nutrition.

The indicators of the number of viable microorganisms in goat milk yogurt with added stevia extract are shown in Table 3.

Table 3. Indicators of the number of viable microorganisms in goat milk yogurt with added stevia extract

Name of milk processing product	Lactic acid microorganisms, probiotic microorganisms, yeast	
	Norm of TR 033/2013	Goat's milk yogurt with stevia extract
Yogurt	Yeast at the end of the shelf life: for ayran, kefir - not less than 1×10^4 CFU/cm ³ (g), for koumiss - not less than 1×10^5 CFU/cm ³ (g)	Not less than 1×10^4 KTB/cm ³ (g).

In accordance with the technical regulation of the Customs Union – TR TS 033/2013 "On Food Safety," the number of viable microorganisms in yogurt, kefir, and ayran must be at least 1×10^4 CFU/cm³ (g), while in kumis, it must be at least 1×10^5 CFU/cm³ (g).

As a result of the study, the number of colony-forming units (CFU) in goat milk yogurt with added stevia extract was determined to be 1×10^4 CFU/cm³ (g). This indicator fully complies with the requirements of TR TS 033/2013, confirming the product's

microbiological safety and compliance with the standards for viable yeast microorganisms.

When stevia extract is added, the yogurt consistency becomes more viscous, and it is characterized by a uniform structure.

Taste and smell – The product has a moderate sweetness with a typical sour milk product flavor. While a slight distinctive scent remains, the overall natural milk aroma prevails.

Color – It has a rich creamy shade. The pale green color of the stevia extract, evenly distributed throughout the mass, is acceptable (Table 4).

Table 4. Organoleptic properties of goat milk yogurt with added stevia extract

Indicator	Requirements	Research results
Consistency	Homogeneous medium viscosity	The consistency becomes thicker when stevia extract is added.
Taste and smell	Characteristic of a pasteurized fermented milk product. Smell characteristic of a lactic acid product	When stevia extract is added, it is characterized by a medium sweetness and lactic acid. It has a slight peculiar smell.
Color	Milky-creamy, evenly	Rich creamy color, light green color of stevia extract evenly distributed throughout the mass is allowed

A tasting study of goat milk yogurt with added stevia extract and yogurt with added sugar was conducted at the Department of "Standardization, metrology, and certification" of the . Kazakh

Agrotechnical University named after S. Seifullin. The study involved a comparative analysis of the products' appearance, color, consistency, taste, and smell (Figure 9).

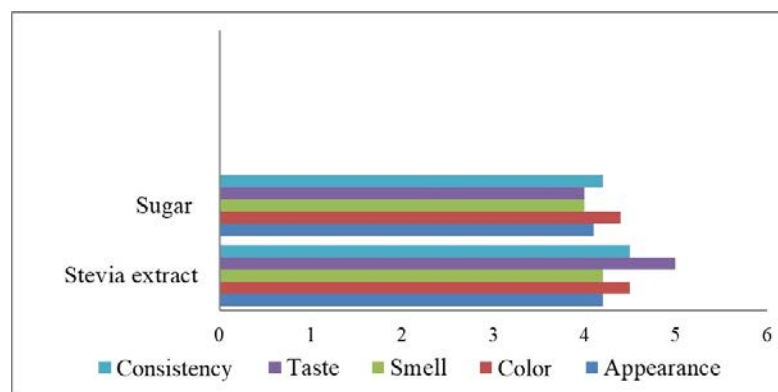


Figure 9. Comparative tasting evaluation of goat milk yogurts with added sugar and goat milk yogurts with added stevia extract based on average score.

The conducted sensory tests revealed several advantages in the organoleptic characteristics of goat milk yogurt with the addition of stevia extract.

In particular, the appearance of the yogurt with stevia extract received an average score of 4.2, which is 0.1 points higher than the yogurt with sugar (4.1 points). Although both products were rated similarly for color and aroma, the samples with stevia received slightly higher scores due to the harmony of their natural shade and milk aroma.

Regarding taste, the experts gave the yogurt with stevia extract 5.0 points, while the yogurt with sugar received 4.0 points. This confirms that the product with stevia extract has a pleasant, mild taste and moderate sweetness.

Differences in consistency were also observed: although stevia extract does not have the thickening properties of sugar, the yogurt's light structure and ease of consumption were positively evaluated by the experts, with the stevia yogurt receiving 4.5 points. On the other hand, the consistency of the yogurt with sugar was rated at 4.2 points.

It is worth noting that, although the taste and structure of yogurt with sugar are familiar to consumers, the natural and unique characteristics of the stevia-based product may become highly sought after in the future as it adapts to consumer culture.

Conclusions

The study comprehensively evaluated the effect of various sweeteners—stevia, sugar, fructose, and honey—on the nutritional, microbiological, physicochemical, and organoleptic properties of goat milk yogurts. All components of the yogurts and the obtained results fully comply with the requirements of the Customs Union Technical Regulation KO TR

033/2013 "On the Safety of Milk and Dairy Products" and the norms of the standards. These indicators confirm the high quality and safety of the studied products.

According to the results of the study, stevia was recognized as one of the most effective natural sweeteners. It significantly reduces the calorie content of yogurt (by 45 kcal) and minimizes its glycemic index (0–5), which is especially important for consumers with diabetes and those monitoring their body weight. Furthermore, it was found that stevia helps extend the shelf life of yogurt and exhibits antimicrobial properties.

Based on the results of organoleptic evaluation, the yogurt with stevia also received high scores for taste, color, and consistency.

Thus, the use of stevia in the production of goat milk yogurt is a safe and effective solution that not only enhances the nutritional and functional value of the product but also contributes to the protection of consumer health.

Patent No. 10204 for the utility model "Goat Milk Yogurt with Stevia Extract" has been granted for this product by the National Institute of Intellectual Property.

REFERENCES

1. Заметим, казахстанцы – сладкоежки: потребление сахара-песка в стране составляет порядка 1,5 килограмма на душу населения // EnergyProm. - 2022. – URL <https://energyprom.kz/ru>
2. ҚР қантты тұтыну көрсеткіштері / ҚР Статистика агенттігі // Ақпараттық Бюллетень. – Астана, 2019. – 83 б.
3. Потребление сахара-песка в стране килограмм на душу населения // БЮРО НАЦИОНАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ АПСПиР РК. - 2022. – URL <https://stat.gov.kz/ru/>).
4. Елисева Т. М. Стевия как заменитель сахара: преимущества, недостатки, безопасность для детей и

беременных // Журнал здорового питания и диетологии. 2021. №18.URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steviya-kak-zamenitel-sahara-preimuschestva-nedostatki-bezopasnost-dlya-detey-i-beremennyh>

5. В 3,5 раза выросло количество больных с сахарным диабетом в Казахстане за 15 лет//Министерство здравоохранения РК. - 2021. - URL <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/press/news/details/278113/>

6. World Health Organization. (2020). "Diabetes." <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

7. Chowdhury AI, Alam MR, Raihan MM, Rahman T, Islam S, Halima O.Effect of stevia leaves (Stevia rebaudiana Bertoni) on diabetes: A systematic review and meta-analysis of preclinical studies. Food Science & Nutrition. 2022;10(9):2868–2878. [10.30476/ijns.2020.85311.1056](https://doi.org/10.30476/ijns.2020.85311.1056)

8. Keshavarz V. The Effectiveness of Stevia in Diabetes Mellitus: A Review. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2020;15(2):45-49. DOI: [10.30476/ijns.2020.85311.1056](https://doi.org/10.30476/ijns.2020.85311.1056)

9. Кочетов А. А., Синявина Н. Г. Стевия (STEVIA REBAUDIANA BERTONI): биохимический состав, терапевтические свойства и использование в пищевой промышленности // Химия растительного сырья. 2021. №2. -С. 18-23.

10. BMJ-British Medical Journal. High dietary antioxidant intake might cut pancreatic cancer risk // ScienceDaily. 2012. URL: <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/07/120723193203.htm>

11. Қазақстан Республикасының Президенті – Ұлт Кеңбасшысы Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. Әлеуметтік-экономикалық жаңғырту - Қазақстан дамуының басты бағыты <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1200002012>

12. Қазақстан Республикасының Президенті Н. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. Төртінші өнеркәсіптік революция жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері // <http://www.akorda.kz/kz/addresses>

13. Стевия: ағзаға пайдасы мен зияны// healthy-food-near- 2024. – URL <https://kk.healthy-food-near-me.com/stevia-benefits-and-harms-to-the-body/>

14. Шадьярова Ж.К., Юсупова Г.Т., Курмангалиева Д.Б. Ешкі сүтінен жасалған құрма қосылған йогурт өндіру технологиясы. Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. 2023;(1):107-116. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-1-107-116>

15. Стевия қосылған ешкі сүтінен жасалған йогурт. Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК. Пайдалы модельге патент №102204.19.09.2024ж.

REFERENCES

1. Zmetim, kazahstansy – sladkoejki: potreblenie sahara-peska v strane sostavljaet poriadka 1,5 kilogramma na dýshý naseleniia // EnergyProm. - 2022. – URL <https://energyprom.kz/ru>

2. QR qantty tutyný kórsetkishteri / QR Statistika agenttigi // Aqparattyq Býlleten. – Astana, 2019. – 83 b.

3. Potreblenie sahara-peska v strane kilogramm na dýshý naseleniia // BÍYRO NATsIONALbNOI STATISTIKI APSPiR RK. - 2022. – URL <https://stat.gov.kz/ru/>).

4. Eliseeva T. M. Stevina kak zamenitel sahara: preimýestva, nedostatki, bezopasnost dlia detei i beremennyh // Jýrnal zdorovogo pitaniia i dietologii. 2021. №18.URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steviya-kak-zamenitel-sahara-preimuschestva-nedostatki-bezopasnost-dlya-detey-i-beremennyh>

5. V 3,5 raza vyroslo kolichestvo bolnyh s saharnym diabetom v Kazahstane za 15 let//Ministerstvo zdavoohraneniia RK. - 2021. - URL <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/press/news/details/278113/>

6. World Health Organization. (2020). "Diabetes." <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

7. Chowdhury AI, Alam MR, Raihan MM, Rahman T, Islam S, Halima O.Effect of stevia leaves (Stevia rebaudiana Bertoni) on diabetes: A systematic review and meta-analysis of preclinical studies. Food Science & Nutrition. 2022;10(9):2868–2878. [10.30476/ijns.2020.85311.1056](https://doi.org/10.30476/ijns.2020.85311.1056)

8. Keshavarz V. The Effectiveness of Stevia in Diabetes Mellitus: A Review. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2020;15(2):45-49. DOI: [10.30476/ijns.2020.85311.1056](https://doi.org/10.30476/ijns.2020.85311.1056)

9. Kochetov A. A., Smiavina N. G. Stevina (STEVIA REBAUDIANA BERTONI): biohimicheski sostav, terapevticheskie svoistva i ispolzovanie v pievoi promyshlennosti // Himia rastitelnogo syria. 2021. №2.

10. BMJ-British Medical Journal. High dietary antioxidant intake might cut pancreatic cancer risk // ScienceDaily. 2012. URL: <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/07/120723193203.htm>

11. Qazaqstan Respýblkasynyń Prezidenti – Ult Kóshbasshysy N.Á.Nazarbaevtyń Qazaqstan halqyna Joldaýy. Áleýmettik-ekonomikalyq jańǵyrtý - Qazaqstan damýynyń basty baǵyty // <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1200002012>

12. Qazaqstan Respýblkasynyń Prezidenti N. Nazarbaevtyń Qazaqstan halqyna Joldaýy. Tórtinshi ónerkásiptik revoliýtsiia jaǵdayndaǵy damýdyń jańa múmkindikteri // <http://www.akorda.kz/kz/addresses>

13. Stevina: aǵzaǵa paidasy men zıany// healthy-food-near- 2024. – URL <https://kk.healthy-food-near-me.com/stevia-benefits-and-harms-to-the-body/>

14. Shadiarova J.K., Iýsýpova G.T., Kýrmangalieva D.B. Eshki sýtinen jasalǵan qurma qosylǵan iogýrt óndirý tehnolognasy. Almaty tehnologiualyq ýniversitetiniń habarshysy. 2023;(1):107-116. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-1-107-116>

15. Stevina qosylǵan eshki sýtinen jasalǵan iogýrt. Ulttyq zıatkerlik menshik instıtúty» RMK. Paidaly modelge patent №102204.19.09.2024j.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА НА ОСНОВЕ СМЕСИ КОРОВЬЕГО И ПРОСОВОГО МОЛОКА

¹А.Б. ТАПАЛОВА , ¹Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА ,
²Ж.К. ИМАНГАЛИЕВА , ²А. ДОСУМБАЕВА 

(¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
г. Астана, пр. Жеңіс, 62

²Алматинский Технологический университет, Казахстан, 050012,
г. Алматы, ул. Толе би 100)

Электронная почта автора-корреспондента: автора: i.zhadra@mail.ru

В последнее десятилетие растительные альтернативы молочным продуктам становятся всё более популярными благодаря их гипоаллергенным свойствам, питательной ценности и устойчивому производству. Среди альтернативных источников особое место занимает просо – злаковая культура с богатым составом углеводов, минеральных веществ и витаминов группы В. Однако ограниченный уровень белка и незаменимых аминокислот снижает его пищевую ценность, что требует технологической корректировки. В данной работе проведено исследование процесса получения йогурта на основе смеси коровьего и просового молока в пропорции 60% КМ + 40% ПМ. Рассмотрены этапы производства просового молока, его химический состав, влияние ферментации на пищевую ценность, а также анализ физико-химических и органолептических показателей готового продукта. Результаты исследования показали, что йогурт с 40% просового молока сохраняет традиционные вкусовые характеристики, при этом его пищевая ценность значительно улучшается. В частности, содержание белка увеличивается до 3,31%, углеводов – до 6,58%, а титруемая кислотность достигает 90°Т. Умеренный рост вязкости (до 5,80 мПа·с) и улучшение пробиотической активности свидетельствуют о высокой стабильности продукта. Выявлено, что именно 40% просового молока является оптимальным уровнем замещения коровьего молока, так как более высокие концентрации ухудшают консистенцию и органолептические свойства.

Ключевые слова: просовое молоко, коровье молоко, смешанное сырьё, растительные молочные альтернативы, ферментация, пробиотики, функциональный йогурт, аминокислотный состав, безлактозный продукт, белок растительного происхождения, растительное молоко, консистенция, функциональное питание.

СЫЫР ЖӘНЕ ТАРЫ СҮТІНІҢ ҚОСПАСЫ НЕГІЗІНДЕ ЙОГУРТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

¹А. Б. ТАПАЛОВА, ¹Т. Ч. ТУЛТАБАЕВА,
Ж. К. ²ИМАНГАЛИЕВА, ²А. ДОСУМБАЕВА

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

²Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би к-сі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: i.zhadra@mail.ru

Соңғы он жылдықта өсімдік негізіндегі сүт өнімдерінің баламалары гипоаллергендік қасиеттеріне, тағамдық құндылығына және тұрақты өндірісіне байланысты кеңінен танымал болуда. Мұндай баламалы көздердің ішінде ерекше орын алатын тары – көмірсуларға, минералдарға және В тобының дәрумендеріне бай дәнді дақыл. Алайда, оның құрамындағы ақуыз бен алмастырылмайтын аминқышқылдарының төмен деңгейі тағамдық құндылығын төмендетеді, бұл технологиялық түзетулерді қажет етеді. Бұл жұмыста 60% сыыр сүті мен 40% тары сүтінен тұратын қоспа негізінде жасалған йогурт өндірісі зерттелді. Тары сүтін өндіру

кезеңдері, оның химиялық құрамы, ферментацияның тағамдық құндылыққа әсері, сондай-ақ дайын өнімнің физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері қарастырылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 40% тары сүті қосылған йогурт дәстүрлі дәмдік қасиеттерін сақтай отырып, тағамдық құндылығы айтарлықтай жақсарады. Атап айтқанда, ақуыз мөлшері 3,31%-ға, көмірсулар – 6,58%-ға дейін артады, ал титрленген қышқылдық 90°T-ге жетеді. Тұтқырлықтың қалыпты өсуі (5,80 мПа·с-қа дейін) және пробиотикалық белсенділіктің артуы өнімнің жоғары тұрақтылығын көрсетеді. 40% тары сүті – сиыр сүтінің оңтайлы алмастыру деңгейі, өйткені оның жоғары концентрациясы консистенцияны және органолептикалық қасиеттерді нашарлатады.

Негізгі сөздер: тары сүті, сиыр сүті, аралас шикізат, өсімдік негізіндегі сүт баламалары, ферментация, пробиотиктер, функционалды йогурт, аминқышқылдық құрамы, лактозасыз өнім, өсімдік ақуызы, өсімдік сүті, құрылым, функционалды тамақтану.

DEVELOPMENT OF YOGURT TECHNOLOGY BASED ON A MIXTURE OF COW'S AND MILLET MILK

¹A.B. TAPALOVA, ¹T.CH. TULTABAYEVA, ²ZH.K. IMANGALIYEVA, ²A.A. DOSUMBAYEV

(¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Kazakhstan, Astana, Zhenis Ave., 62

²Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole Bi St., 100)

Corresponding author's email: i.zhadra@mail.ru

In the last decade, plant-based alternatives to dairy products have gained increasing popularity due to their hypoallergenic properties, nutritional value, and sustainable production. Among these alternatives, millet stands out as a cereal rich in carbohydrates, minerals, and B vitamins. However, its limited protein content and essential amino acids reduce its nutritional value, necessitating technological adjustments. This study examines the production process of yogurt based on a mixture of 60% cow's milk and 40% millet milk. The stages of millet milk production, its chemical composition, the impact of fermentation on nutritional value, and the analysis of physicochemical and organoleptic properties of the final product are considered. The results show that yogurt with 40% millet milk retains traditional flavor characteristics while significantly improving its nutritional profile. Specifically, the protein content increases to 3.31%, carbohydrates to 6.58%, and titratable acidity reaches 90°T. A moderate increase in viscosity (up to 5.80 mPa·s) and enhanced probiotic activity indicate high product stability. It was found that 40% millet milk is the optimal substitution level for cow's milk, as higher concentrations negatively affect texture and organoleptic properties.

Keywords: millet milk, cow's milk, mixed raw materials, plant-based dairy alternatives, fermentation, probiotics, functional yogurt, amino acid composition, lactose-free product, plant protein, plant milk, consistency, functional nutrition.

Введение

Современная пищевая промышленность активно разрабатывает продукты на растительной основе, способные заменить традиционные молочные изделия. Причинами этому являются растущие показатели непереносимости лактозы, аллергии на белки коровьего молока и изменение потребительских предпочтений в сторону более экологически устойчивых продуктов [1]. В настоящее время наибольшее распространение получили соевые, миндальные, кокосовые, рисовые и овсяные напитки, однако не менее перспективным сырьём является просо.

Просо (*Panicum miliaceum*) – это древняя злаковая культура, широко выращиваемая в странах Азии и Африки. Оно характеризуется высокой питательной ценностью, богатым минеральным составом и хорошей усвояемостью. Однако по сравнению с коровьим молоком просовое молоко содержит меньше белка, а также имеет дефицит некоторых незаменимых аминокислот [2]. Для устранения этих недостатков используются технологии ферментации, которые улучшают биодоступность нутриентов, снижают содержание антипитательных факторов и формируют более приятный вкус продукта [3].

Цель данной статьи – детально рассмотреть процесс производства просового молока, его химический состав, влияние ферментации на пищевую ценность и разработку рецептуры функционального йогурта.

Просо является ценным источником сложных углеводов (до 72%), пищевых волокон (до 10%) и минеральных веществ [4].

Просовое молоко обладает сбалансированным макронутриентным составом, включающим 1.5–2.5 г белка, 7.5–10.0 г углеводов, 1.0–2.5 г жиров и 0.5–1.2 г клетчатки на 100 мл продукта. Оно также содержит 15–30 мг кальция (Ca) и 1.5–3.5 мг железа (Fe), что делает его потенциально ценным источником минералов. Кроме того, в составе просового молока присутствуют водорастворимые витамины группы В, включая 0.2–0.5 мг витамина В1, 0.1–0.3 мг витамина В2 и 0.5–1.2 мг витамина В3. Однако просо также содержит антипитательные вещества, такие как фитаты, ингибиторы протеаз и оксалаты, которые могут снижать усвоение минералов, что требует дополнительной обработки для повышения биодоступности питательных веществ[5].

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на базе кафедры «Технология пище-вых продуктов» и в Научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов АО «Алматинский технологический университет».

В качестве контрольного образца использовалось пастеризованное коровье молоко с массовой долей жира 2,5%, соответствующее требованиям ГОСТ 31449-2013 [9]. Опытные образцы были приготовлены на основе просового

молока, полученного в лабораторных условиях методом ферментативной обработки проса с последующей гомогенизацией.

Результаты и их обсуждение

Процесс получения просового молока включает несколько технологических этапов. На первом этапе проводится подготовка сырья, которая включает очистку проса от примесей, тщательное промывание в воде для удаления загрязнений, а также замачивание зёрен при температуре 20–25°C в течение 6–8 часов с целью размягчения оболочек.

После подготовки сырья осуществляется измельчение и экстракция. Размягчённые зёрна проса подвергаются измельчению до пастообразного состояния, после чего проводится экстракция водой в соотношении 1:6 при температуре 60°C. Далее смесь фильтруют, чтобы удалить нерастворимые частицы, получая жидкую основу для просового молока.

Следующий этап включает пастеризацию продукта. Смесь нагревают до 85–90°C и выдерживают в течение 15 минут, что позволяет уничтожить патогенные микроорганизмы и продлить срок хранения.

Технология йогурта с добавлением просового молока была разработана авторами на основе изучения научных источников, действующих стандартов, а также результатов предварительных лабораторных исследований. Были получены образцы йогурта с содержанием просового молока в объёме 20%, 40% и 60%. Для оценки качества проведено сравнение органолептических, физико-химических и витаминных показателей этих образцов с контрольным йогуртом, приготовленным из 100% коровьего молока.

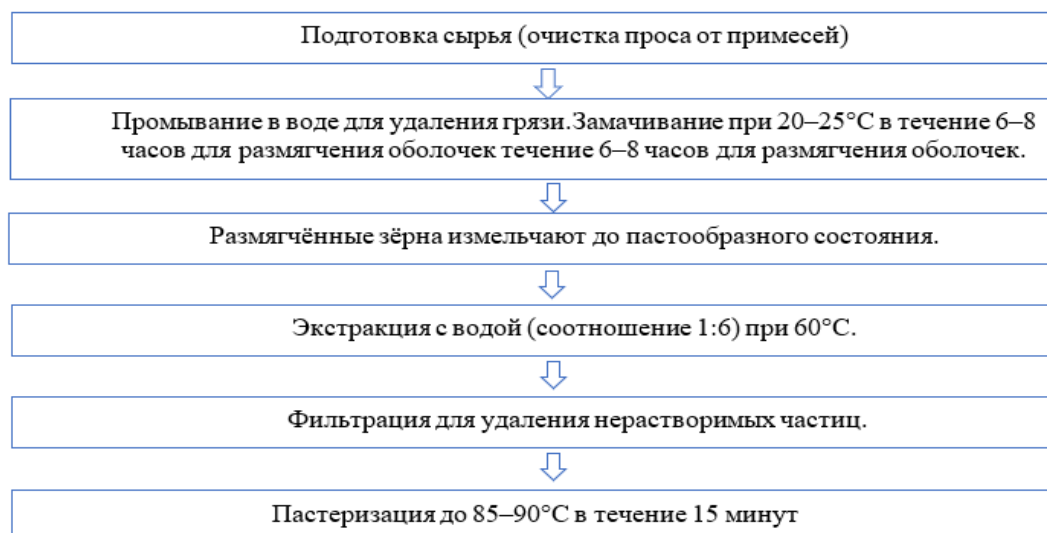


Рисунок 1. Технология получения просового молока

На первом этапе проводится подготовка сырья, включающая приемку и контроль качества молока. Коровье молоко проверяют по физико-химическим и микробиологическим показателям, таким как жирность, белковая фракция, кислотность и плотность, в соответствии с требованиями ГОСТ 31449-2013. Просовое молоко получают путем ферментативной обработки проса с последующей фильтрацией и гомогенизацией, после чего проводится контроль на отсутствие механических примесей.

После проверки качества сырья осуществляется нормализация состава. Далее смесь подвергается гомогенизации при давлении 150–200 бар, что способствует равномерному распределению жировых глобул и повышению стабильности продукта.

Следующий этап – термическая обработка, в ходе которой смесь нагревают до 85–95°C с выдержкой 15–30 секунд (в соответствии с ГОСТ 34398-2018). Этот процесс обеспечивает уничтожение патогенной микрофлоры, после чего смесь быстро охлаждают до 42–45°C, что является оптимальной температурой для внесения заквасок.

На этапе внесения заквасочных культур используется пробиотическая закваска, содержащая *Lactobacillus bulgaricus*, способствующая сквашиванию и образованию текстуры, *Bifidobacterium bifidum*, улучшающая пробиотические свойства йогурта. Закваска добавляется в количестве 3–5% от общего объема молочной смеси, после чего смесь тщательно перемешивается.

Далее проводится ферментация, в ходе которой смесь выдерживают при температуре 38–42°C в течение 6–8 часов. В процессе контролируется уровень pH, который должен достигать 4,2–4,5, а также консистенция продукта.

После завершения ферментации продукт охлаждают до +4+6°C, чтобы прекратить активность бактериальных культур и стабилизировать кислотность.

Завещающим этапом является хранение и реализация. Оптимальная температура хранения составляет +2+6°C, а срок годности при соблюдении всех технологических параметров – 10–14 суток.



Рисунок 2. Технология йогурта на основе смеси коровьего и просового молока в пропорции 60% КМ + 40% ПМ.

Органолептическая оценка йогурта с разным содержанием просового молока

Таблица 1. Органолептические характеристики питьевого йогурта с разным содержанием ПМ

Показатель	Контроль (100% КМ)	20% ПМ	40% ПМ	60% ПМ
Внешний вид	5,0	5,0	5,0	4,5
Цвет	5,0	5,0	5,0	4,5
Вкус	5,0	4,8	5,0	4,3
Аромат	5,0	4,7	5,0	4,2
Консистенция	5,0	4,9	5,0	4,4
Средний балл	5,0	4,88	5,0	4,38

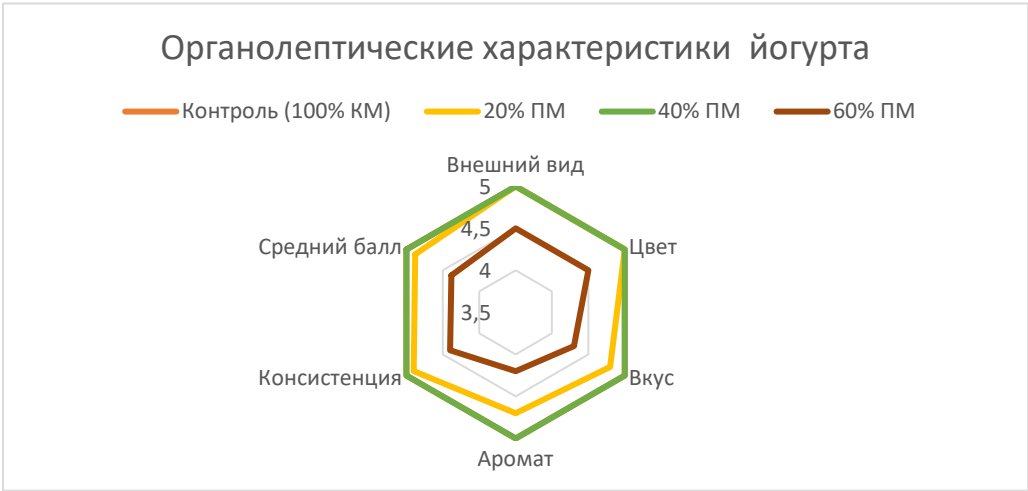


Рисунок 3. Органолептические характеристики йогурта с различным содержанием коровьего и просового молока в пропорции 60% КМ + 40% ПМ.

Органолептические характеристики йогурта с различным содержанием просового молока показали, что при добавлении 20% и 40% просового молока вкус, аромат и консистенция остаются на высоком уровне, практически не отличаясь от контрольного образца на основе 100% коровьего молока. Однако при увеличении концентрации просового молока до 60% йогурт становится менее густым, а также приобретает выраженный злаковый привкус, что может негативно сказаться на его потребительской привлекательности. Оптимальной концентрацией просового молока в составе йогурта является 40%, поскольку при этом соотношении продукт сохраняет идеальные вкусовые качества, улучшенную питательную ценность и приятную текстуру, оставаясь сбалансированным по своим органолептическим характеристикам.

Физико-химический анализ подтвердил, что увеличение доли просового молока в составе йогурта благоприятно влияет на его пищевую ценность. Согласно литературным данным, увеличение массовой доли белка с 3,24% в контрольном образце до 3,42% при 60% содержании просового молока связано с богатым аминокислотным составом растительных белков, содержащихся в просе, что делает их полезным дополнением к традиционным молочным белкам [6].

Содержание жира также продемонстрировало рост — с 3,03% до 3,35%, что, как отмечается в научных источниках, может быть связано с присутствием в просовом молоке полиненасыщенных жирных кислот, в том числе линолевой и олеиновой, оказывающих положительное влияние на липидный обмен и

здоровье сердечно-сосудистой системы [1], [2]. Такие жиры важны в рационе современного потребителя, ориентированного на здоровое питание.

Наиболее выраженные изменения наблюдались в содержании углеводов, которое увеличилось на 38,6% — с 5,15% до 7,14% при 60% просового молока. Это объясняется высоким содержанием природных сахаров в зерне проса, таких как глюкоза, фруктоза и мальтоза, которые, с одной стороны, усиливают сладость, а с другой — служат источником углеводов для молочнокислых бактерий, стимулируя процессы ферментации [8].

Вязкость йогурта при этом изменялась незначительно: от 5,58 мПа·с в контрольной пробе до 5,90 мПа·с при 60% ПМ. Это свидетельствует о сохранении стабильной текстуры, что особенно важно при использовании растительных ингредиентов. Исследования показывают, что просовое молоко обладает хорошей реологической совместимостью с молочным белком, способствуя формированию однородной структуры [4].

Титруемая кислотность продукта, как один из ключевых показателей активности молочнокислого брожения, также увеличивалась — с 85°Т в контрольном образце до 92°Т при 60% ПМ. Это говорит о более интенсивных микробиологических процессах, что подтверждается научными данными, указывающими на усиление метаболизма пробиотических культур при наличии легкоусвояемых углеводов [7], [3]. Кроме того, повышенная кислотность способствует формированию насыщенного вкуса и более длительному сроку хранения.

Таблица 2. Физико-химические показатели йогурта с разными концентрациями ПМ

Показатель	Ед. изм.	Контроль (100% КМ)	20% ПМ	40% ПМ	60% ПМ
Белок	%	3,24 ± 0,05	3,18 ± 0,04	3,31 ± 0,05	3,42 ± 0,04
Жир	%	3,03 ± 0,05	3,12 ± 0,04	3,25 ± 0,02	3,35 ± 0,02
Углеводы	%	5,15 ± 0,02	5,78 ± 0,04	6,58 ± 0,05	7,14 ± 0,05
Вязкость	мПа·с	5,58	5,65	5,80	5,90
Титруемая кислотность	°Т	85	87	90	92

Обсуждение результатов

Результаты исследования подтверждают, что добавление 40% просового молока улучшает питательную ценность йогурта, сохраняя его высокие органолептические характеристики.

Повышенное содержание белка делает продукт более насыщенным аминокислотами, а увеличение уровня углеводов придаёт йогурту естественную сладость без необходимости добавления сахара.

Дополнительное содержание полиненасыщенных жирных кислот в составе способствует поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы, а умеренное повышение кислотности свидетельствует о повышенной активности пробиотиков, что делает йогурт полезным для кишечной микрофлоры.

Йогурт с 40% просового молока демонстрирует оптимальный баланс между питательными свойствами, консистенцией и вкусовыми характеристиками. В отличие от образцов с более высоким содержанием просового молока, данный вариант сохраняет традиционную густую текстуру и приятный кисломолочный вкус, не приобретая выраженных злаковых оттенков.

Таким образом, результаты анализа подтверждают, что йогурт с 40% просового молока является лучшим вариантом среди изученных образцов, поскольку сочетает в себе высокую пищевую ценность, хорошую стабильность структуры и приятный вкус.

Заключение, выводы

В ходе исследования была разработана технология производства йогурта с 40% просового молока, включающая ключевые этапы: нормализацию, гомогенизацию, пастеризацию, ферментацию и хранение. Оптимальная концентрация просового молока (40%) позволила значительно улучшить питательную ценность продукта, увеличив содержание белка до 3,31%, жиров – до 3,25%, а углеводов – до 6,58%.

При этом вязкость йогурта незначительно возросла с 5,58 МПа·с (в контрольном образце) до 5,80 МПа·с, что подтверждает стабильность его консистенции. Органолептический анализ показал, что при добавлении 40% просового молока вкус, аромат и текстура йогурта сохраняются на высоком уровне (5,0 баллов), в отличие от образца с 60% ПМ, у которого наблюдается выраженный злаковый привкус и снижение густоты.

Дополнительно было зафиксировано увеличение уровня кислотности до 90°Т, что свидетельствует о повышенной активности пробиотических микроорганизмов и высокой стабильности конечного продукта. Таким образом, йогурт с 40% просового молока сочетает в себе преимущества растительного сырья и традиционных кисломолочных продуктов, что делает его перспективным вариантом для потребителей с непереносимостью лактозы или аллергией на белки коровьего молока.

Разработанный продукт может быть рекомендован как функциональный продукт для здорового питания благодаря сбалансированному составу макронутриентов и улучшенным пробиотическим свойствам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Makinen, O. E., Wanhlinna, V., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
2. Zhang, Z., Shi, L., Pang, X., Wang, S., and Qiao, L. (2007). Evaluation of the phytochemical content, antioxidant activity and nutrition value of different species of millet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(21), 8752–8757. <https://doi.org/10.1021/jf071499p>
3. Hou, J. W., Chen, L. J., and Chou, C. C. (2000). Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. *Food Research International*, 33(5), 393–397.
4. Jeske, S., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2017). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 92, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.014>
5. Rekha, C. R., and Vijayalakshmi, G. (2010). Influence of processing parameters on the quality of probiotic soy-based fermented food. *Journal of Food Science and Technology*, 47(4), 372–378. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0064-z>
6. Мәканғали К.К., Тултабаева Т.Ч., Жакупова Г.Н., Сағандық А.Т., Ахметжанова А.Т., Бексултан А.А. (2024). Исследование влияния БАД Bio-ap-irga на состав и свойства йогуртов. //Вестник Алматинского технологического университета, 144(2), 96–103. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-96-103>
7. Smid, E. J., and Lacroix, C. (2013). Microbe–microbe interactions in mixed culture food fermentations. *Current Opinion in Biotechnology*, 24(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2012.11.007>
8. Sethi, S., Tyagi, S. K., and Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives: An emerging segment of functional beverages. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
9. GOST 31449-2013. Сырое коровье молоко. Технические условия. Астана: Стандартинформ, 2013.
10. GOST 34398-2018. Молочные и молокосодержащие продукты. Правила термической обработки. Астана: Стандартинформ, 2018.
11. National Research Council. (1992). *Applications of Biotechnology to Traditional Fermented*

Foods. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1939>

12. Тапалова, А.Б., Тултабаева, Т.Ч., Иманғалиева, Ж.К., Өмірзақ, Е.Ф. (2024). Өсімдік және сиыр сүтінің қосындысынан жасалған йогурттардың биологиялық құндылығын бағалау. //М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің хабаршысы. Механика және технологиялар сериясы, 2(86), 149–155.

13. Даниярова, Г. М. (2015). Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей йогурта из козьего и коровьего молока //Молодой ученый, № 63, С. 29–33.

14. Темербаева, М. В., Темербаева, А. А. (2016). Разработка биогурта на основе козьего молока для школьного питания /В кн.: XVI Сапиевские чтения: Междунар. науч. конф. молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников, Павлодар, Том 7, С. 377–379.

15. Горбатова, К.К. (2018). Биохимия молока и молочных продуктов: Учебник для СПО. Москва: Гиорд. - 220 с.

REFERENCES

1. Makinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(3), 339–349.

2. Zhang, Z., Shi, L., Pang, X., Wang, S., and Qiao, L. (2007). Evaluation of the phytochemical content, antioxidant activity and nutrition value of different species of millet. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(21), 8752–8757. <https://doi.org/10.1021/jf071499p>

3. Hou, J. W., Chen, L. J., and Chou, C. C. (2000). Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. Food Research International, 33(5), 393–397.

4. Jeske, S., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2017). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. Food Research International, 92, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.014>

5. Rekha, C. R., and Vijayalakshmi, G. (2010). Influence of processing parameters on the quality of probiotic soy-based fermented food. Journal of Food Science and

Technology, 47(4), 372–378. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0064-z>

6. Makangali K.K., Tultabaeva T.CH., ZHakupova G.N., Sarandyk A.T., Ahmetzhanova A.T., Beksultan A.A. (2024). Issledovanie vliyaniya BAD Bio-ap-irga na sostav i svojstva jogurtov. Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta, 144(2), 96–103. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-96-103>

7. Smid, E. J., and Lacroix, C. (2013). Microbe–microbe interactions in mixed culture food fermentations. Current Opinion in Biotechnology, 24(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2012.11.007>

8. Sethi, S., Tyagi, S. K., and Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives: An emerging segment of functional beverages. Journal of Food Science and Technology, 53(9), 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>

9. GOST 31449-2013. Syroe korov'e moloko. Tekhnicheskie usloviya. Astana: Standartinform, 2013.

10. GOST 34398-2018. Molochnye i molokosoderzhashchie produkty. Pravila termicheskoy obrabotki. Astana: Standartinform, 2018.

11. National Research Council. (1992). Applications of Biotechnology to Traditional Fermented Foods. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1939>

12. Tapalova, A.B., Tultabaeva, T.CH., Imangalieva, ZH.K., Өмірзақ, Е.Ф. (2024). Өсімдік және сиыр сүтінің қосындысынан жасалған йогурттардың биологиялық құндылығын бағалау. М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің хабаршысы. Механика және технологиялар сериясы, 2(86), 149–155.

13. Daniyarova, G. M. (2015). Sravnitel'naya ocenka organolepticheskikh i fiziko-himicheskikh pokazatelej jogurta iz koz'ego i korov'ego moloka. Molodoj uchenyj, № 63, S. 29–33.

14. Temerbaeva, M. V., Temerbaeva, A. A. (2016). Razrabotka biogurta na osnove koz'ego moloka dlya shkol'nogo pitaniya. V kn.: XVI Satpaevskie chteniya: Mezhdunar. nauch. konf. molodyh uchenyh, magistrantov, studentov i shkol'nikov, Pavlodar, Tom 7, S. 377–379.

15. Gorbatova, K.K. (2018). Biohimiya moloka i molochnyh produktov: Uchebnik dlya SPO. Moskva: Giord. 220 s.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННОГО ЭКСТРАКТА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА

¹Э.У. МАЙЛЫБАЕВА , ¹А.У. ШИНГИСОВ ,
²Қ.С. САДИБАЕВ , ¹У.У. ТАСТЕМИРОВА 

(¹ Южно- Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Республика Казахстан,
160000, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5.

² Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, Республика Казахстан,
050060, г. Тараз, ул.Толе би, 40.)

Электронная почта автора корреспонденции: emu1204@mail.ru

В данной статье экспериментально исследованы методы экстракции растительного сырья, в виде виноградной косточки и подсолнечного жмыха. Для извлечения сухих веществ из состава виноградной косточки и подсолнечного жмыха были предусмотрены следующие варианты экстракции: вариант №1 - 5%, вариант №2 - 10% и вариант №3 - 15% растительного сырья от массы экстрагента. Суть предложенного метода заключается в том, что экстрагирование растительного сырья производится при обработке ультразвуком низкой частоты в вакууме в течение 15 минут при остаточном давлении 0,09 МПа. Применялась частота колебаний 22 кГц и интенсивность ультразвукового воздействия 70 Вт/см². При получении комбинированного экстракта были рассмотрены три варианта комбинирования виноградных косточек и подсолнечного жмыха: вариант №1 - 40:60; вариант №2 - 50:50; вариант №3 - 60:40. Среди всех комбинаций, оцененных по органолептическим показателям, оптимальным вариантом является соотношение растительного сырья в комбинации из виноградной косточки и подсолнечного жмыха: 50:50. В результате исследования выхода сухих веществ было выявлено, что оптимальным количеством экстрагируемого сырья в составе экстрагента является 10...12%.

Ключевые слова: вакуум-ультразвуковая экстракция, растительное сырье, виноградные косточки, подсолнечный жмых.

НАН ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНАН АЛЫНҒАН АРАЛАС СЫҒЫНДЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

¹Э.У. МАЙЛЫБАЕВА, ¹А.У. ШИНГИСОВ,
²Қ.С. САДИБАЕВ, ¹У.У. ТАСТЕМИРОВА

(¹ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы,
160000, Шымкент қ., Тауке хан даңғылы, 5.

² М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы,
050060, Тараз қ., Төле би көшесі, 40.)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: emu1204@mail.ru

Бұл мақалада жүзім сүйекшесі мен күнбағыс күнжарасын өсімдік шикізаты ретінде алу әдістері эксперименталды түрде зерттелген. Жүзім сүйекшесі мен күнбағыс күнжарасынан құрғақ заттарды алу үшін үш экстракция нұсқасы қарастырылған: №1 - экстрагент массасының 5%, №2 - 10%, және №3 - 15%. Ұсынылған әдістің негізі келесідей: өсімдік шикізатын экстракциялау процесі төмен жиілікті ультрадыбыстық әсерлер арқылы жүзеге асырылады, ол 15 минут бойы вакуум ультрадыбысты жағдайында, 0,09 Мпа қалдық қысымда, 22кГц тербеліс жиілігімен және ультрадыбыстық әсердің қарқындылығы 70 Вт/см² шамасында болатын режимде жүргізіледі. Құрамдастырылған сығынды алу кезінде жүзім сүйекшесі мен күнбағыс күнжарасын біріктірудің үш нұсқасы қарастырылды: № 1 нұсқа-40:60; №2 нұсқа - 50:50; №3 нұсқа - 60:40. Органолептикалық көрсеткіштер бойынша барлық қарастырылған комбинация нұсқаларының ішінде ең жақсы нұсқа: жүзім сүйекшесі мен күнбағыс

күнжарасының комбинациясындағы өсімдік шикізатының қатынасы: 50:50. Құрғақ заттардың шығуын зерттеу нәтижесінде экстрагент құрамындағы экстракцияланатын шикізаттың оңтайлы мөлшері 10...12% екендігі анықталды.

Негізгі сөздер: вакуум-ультрадыбыстық экстракция, өсімдік шикізаты, жүзім сүйекшесі, күнбағыс күнжарасы.

INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF A COMBINED EXTRACT FROM VEGETABLE RAW MATERIALS FOR BREAD PRODUCTION

¹E.U. MAILYBAEVA, ¹A.U. SHINGISOV,
²K.S. SADIBAEV, ¹U.U. TASTEMIROVA

(¹ M. Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan, 160000, Shymkent, Tauke Khan Ave., 5.

² M. H. Dulati Taraz Regional University, Kazakhstan, 050060, Taraz, Tole bi str., 40.)

Corresponding author e-mail: emu1204@mail.ru

In this article, the methods of extraction of vegetable raw materials, in the form of grape seed and sunflower cake, are experimentally investigated. To obtain dry substances from grape seed and sunflower cake, three extraction options are available: option 1 involves using 5%, option 2 uses 10%, and option 3 employs 15% of vegetable raw materials relative to the mass of the extractant. The method proposed utilizes low-frequency ultrasound in a vacuum for 15 minutes, maintaining a residual pressure of 0.09 MPa, with an oscillation frequency of 22 kHz and an ultrasonic intensity of 70 W/cm². When obtaining a combined extract, three options for combining grape seeds and sunflower cake were considered: option No. 1 - 40:60; option No. 2 - 50:50; option No. 3 - 60:40. According to organoleptic indicators, of all the considered combination options, the best option is: the ratio of vegetable raw materials in a combination of grape seed and sunflower cake: 50:50. As a result of the study of the yield of dry substances, it was revealed that the optimal amount of extracted raw materials in the composition of the extractant is 10 ... 12%.

Keywords: vacuum-ultrasonic extraction, vegetable raw materials, grape seeds, sunflower cake.

Введение

Хлеб играет значительную роль в питании людей, особенно в Казахстане, учитывая, что производство хлеба в нашей стране связано с глубокими и давними традициями. Поэтому важной задачей сегодня является разработка технологий для производства продуктов с добавлением витаминов и минеральных веществ. Как известно, что для повышения пищевой ценности и придания функциональной направленности хлебобулочным изделиям их состав необходимо обогащать натуральными природными веществами растительного происхождения [1].

В Южном регионе Казахстана в результате поддержки правительства Республики Казахстан постоянно ежегодно увеличивается площадь посева масличных культур и фруктов. В связи с этим постоянно развиваются предприятия по переработке этих культур. Среди них предприятия по производству винных изделий и по переработке масличных культур. Однако отходы этих предприятий – виноградные косточки и подсолнечный жмых

являются ценным продуктом для пищевой промышленности, которые в настоящее время не используются в полном объеме [2].

Проведённый анализ состава виноградных косточек и подсолнечного жмыха показал, что эти растительные материалы являются источниками антиоксидантных соединений и минеральных веществ [3]. Внедрение их в технологию производства хлебобулочных изделий способствует созданию продукции с повышенной пищевой ценностью, обогащенной веществами с высокой биологической ценностью натурального происхождения.

Для обогащения состава хлебобулочных изделий биологически активными веществами из виноградной косточки и подсолнечного жмыха необходимо извлечь массу важных полезных веществ.

На сегодняшний день для извлечения комплексных полезных веществ применяются разнообразные методы экстракции. Среди всех методов экстракции в пищевой промышленности

наиболее часто применяется ультразвуковая экстракция [4,9,10].

Традиционный метод экстракции водой, как правило, требует много времени, неэффективен и дает низкий выход [5]. Также традиционно обычно экстрагируют водой и осаждают спиртом, как и другие высокополярные макромолекулярные соединения, из-за соображений безопасности и низкой стоимости [6]. Эффективность экстракции при простой мацерации и механическом смешивании требует быстрого улучшения посредством индукции или других инновационных технологий. Поэтому при экстракции растительного сырья использование простых и экономически эффективных методов имеет особое важное значение.

Ультразвуковая поддержка может значительно ускорить процесс экстракции, сократить время экстракции и повысить производительность экстракции [7].

Результаты анализа научно-технической литературы показали, что ультразвуковая обработка более эффективна при использовании в сочетании с вакуумом [8,14-18]. Но, тем не менее, в настоящее время количество публикаций в этой направлении ограничено.

В последние годы учеными Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова были предложены совершенствованные методы экстракции растительного сырья. Суть предложенного метода заключается в том, что экстрагирование растительного сырья производится в вакууме с использованием низкочастотной ультразвуковой экстракции [3,9,10,11].

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы является разработка технологии производства комбинированного экстракта из виноградной косточки и подсолнечного жмыха.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являются виноградные косточки (далее ВК) и подсолнечный жмых (далее ПЖ).

Подсолнечный жмых был приобретен у ТОО «Арай», виноградные косточки получали из отходов винзавода ТОО «Винзавод Жетісу».

Для экстракции растительного сырья использовали экспериментальную низкочастотную вакуум-ультразвуковую установку, водяную

лабораторную ванну и рефрактометр. Физико-химические показатели и выход сухих веществ при экстракции растительного сырья определялись стандартными методами.

Методика экстракции растительного сырья

Для извлечения сухих веществ из виноградных косточек и подсолнечного жмыха использовались три варианта экстракции: первый (№1) – с использованием 5% растительного сырья относительно массы экстрагента, второй (№2) – с использованием 10%, и третий (№3) – с 15%.

Измельченное растительное сырье размером 1,5-2,0 мм настаивалось в 40% водно-спиртовом растворе в лабораторной водяной бане НН-56 при температура 40-45°C в течение 80 минут.

Далее подготовленное сырье подвергалось низкочастотной ультразвуковой обработке в условиях вакуума при температуре 45°C в течение 15 минут, с остаточным давлением 0,09 МПа, частотой колебаний 22 кГц и ультразвуковой интенсивностью 70 Кт/см². После обработки полученный экстракт фильтровали через сито, а оставшееся сырье отжимали. В последующем осуществлялся анализ содержания сухих веществ в экстракте, определялись его физико-химические свойства и проводилась органолептическая оценка.

Методика производства комбинированного экстракта

Для получения комбинированного экстракта были рассмотрены три варианта комбинирования: (виноградные косточки и подсолнечный жмых): вариант №1 - 40:60; вариант №2 - 50:50; вариант №3 - 60:40.

Оптимальный выбор производится на основе изучения выхода комплекса сухих веществ, физико-химических свойств и органолептических показателей.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование органолептических показателей, выход сухих веществ и физико-химических показателей экстрактов из растительного сырья

Результаты исследования органолептических характеристик экстрактов, полученных из растительного сырья, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Органолептическая оценка экстрактов из растительного сырья по отдельности

Варианты количества растительного сырья	Органолептические показатели		
	Цвет	Запах	Вкус
Виноградная косточка			
Вариант №1 - 5%	Светло-коричневый с едва заметным бледно-желтым оттенком	Отсутствие посторонних запахов, при этом чувствуется легкий аромат виноградной косточки	Едва выраженный вкус виноградной косточки
Вариант №2 - 10%	Коричневый с легким абрикосовым оттенком	Отсутствие посторонних запахов, с выраженным приятным ароматом виноградной косточки	Легкий приятный кислый вкус виноградной косточки
Вариант №3 - 15%	Темно-коричневый цвет с выраженным кирпичным оттенком	Отсутствие посторонних запахов, чувствуется ярко-выраженный аромат виноградной косточки	Терпкий вкус с горечью виноградной косточки
Подсолнечный жмых			
Вариант №1 - 5%	Бледно-желтый оттенок	Без посторонних запахов, чувствуется слабый запах подсолнечного жмыха	Слабый вкус семечек подсолнуха
Вариант №2 - 10%	Обладает желтым цветом с ярким насыщенным оливковым оттенком.	Без посторонних резких запахов, присутствует приятный аромат подсолнечного жмыха.	Обладает приятным вкусом семян подсолнечника.
Вариант №3 - 15%	Цвет характеризуется насыщенным желтым оттенком с присутствием легкого зеленоватого цвета.	Без резких посторонних запахов, чувствуется насыщенный аромат подсолнечного жмыха	Насыщенный вкус семечек подсолнуха со вкусом подсолнечного масла

Анализ данных, представленных в таблице 1, демонстрирует, что по органолептическим характеристикам среди всех исследованных вариантов для комбинирования экстрактов был выбран вариант №2, поскольку он показал наилучшие результаты по всем параметрам, так как в первом варианте вкус, аромат и цвет выражены слабо, а в третьем варианте преобладает подсолнечный жмых. Во втором варианте баланс более гармоничный, что положительно скажется на введении экстракта в выпечку хлебоулучшающих изделий. Исследование также охватило выход сухих веществ, который служит индикатором содержания

биологически активных компонентов, а также анализировало физико-химические свойства при извлечении экстрактов из растительного сырья.

Результаты исследования

Результаты исследования по определению концентрации сухих веществ в образцах экстрактов, полученных из виноградных косточек и подсолнечного жмыха, выполненные с использованием как стандартных, так и предложенных методов, представлены в виде графического изображения. Взаимосвязь между выходом сухих веществ и содержанием исходного сырья в экстрагенте иллюстрируется на рисунке 1.

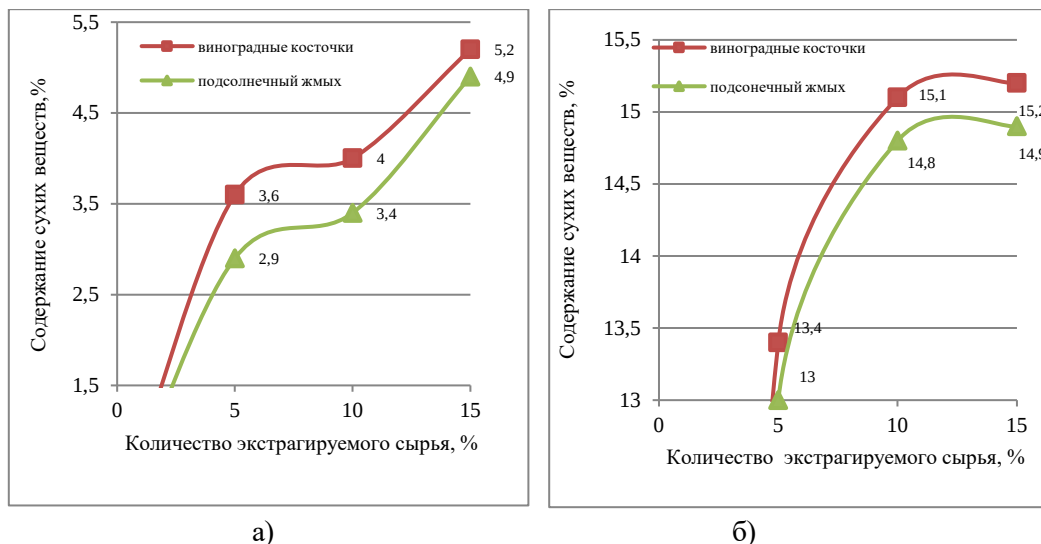


Рисунок 1. Содержание сухих веществ в экстрактах из виноградной косточки и подсолнечного жмыха: а) традиционным методом (мацерация); б) предлагаемым методом

Анализ изменения выхода сухих веществ в зависимости от концентрации растительного сырья в экстрагенте показал, что при использовании традиционного метода повышение доли сырья с 5% до 10% способствует увеличению выхода сухих веществ на 10% при экстракции из виноградной косточки и на 11,7% - при применении подсолнечного жмыха. В случае применения альтернативного (низкочастотного вакуумно-ультразвукового) метода прирост выхода сухих веществ составил 11,2% и 12,2% соответственно. При дальнейшем увеличении содержания сырья до 15% традиционная технология обеспечивает рост выхода сухих веществ до 23% для виноградной косточки и до 30,6% - для подсолнечного жмыха. В то же время при использовании альтернативного метода прирост составляет лишь 0,6% для виноградной косточки и 0,3% - для подсолнечного жмыха. На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что применение низкочастотной ультразвуковой обработки в вакууме наиболее эффективно при содержании

сырья в диапазоне 10-15%, что способствует максимальному получению сухих веществ из виноградной косточки и подсолнечного жмыха. Увеличение количества экстрагируемого вещества в экстрагенте действительно повышает выход сухих веществ, однако процесс часто завершается образованием густой массы с минимальным количеством жидкого экстракта из-за поглощающих свойств извлекаемых компонентов.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что оптимальным количеством экстрагируемого сырья в составе экстрагента является 10...12%. Повышение количества содержания экстрагируемого сырья в составе экстрагента 15% и далее является экономически не выгодным, так как выход сухих веществ увеличивается, но за счет поглощающего свойства экстрагируемых веществ выход жидких экстрактов уменьшается.

Результаты исследования физикохимических свойств экстрактов, полученных из растительного сырья, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Физико-химические показатели при экстракции растительного сырья по отдельности

Варианты количества растительного сырья	Физико-химические свойства экстракта		
	рН	плотность ρ , кг/м ³	активность воды
Виноградные косточки			
Вариант №1 - 5%	5,99	958	0,978
Вариант №2 - 10%	5,97	963	0,979
Вариант №3 - 15%	5,96	963	0,982
Подсолнечный жмых			
Вариант №1 - 5%	6,78	955	0,990
Вариант №2 - 10%	6,73	962	0,993
Вариант №3 - 15%	6,72	962	0,995

На основании исследования физико-химических характеристик и выхода сухих веществ при экстракции растительного сырья можно заключить, что для получения комбинированных экстрактов оптимальное количество виноградных косточек и подсолнечного жмыха должно составлять от 10 до 12 %. Так как, по мере увеличения экстрагируемого сырья показатели плотности, активности воды и сухих веществ соответственно увеличиваются, а рН снижается создавая кислую среду для жизнедеятельности

хлебных дрожжей. Однако при экстрагировании растительного сырья в 15% и далее выход жидких экстрактов уменьшается, что понижает общую производительность экстрактов.

Исследования по органолептическим показателям, по выходу сухих веществ и по физико-химическим свойствам комбинированных экстрактов

Результаты исследования органолептических показателей комбинированных экстрактов из растительного сырья представлены в таблице 3.

Таблица 3. Органолептическая оценка комбинированных экстрактов разных соотношении ВК:ПЖ

Варианты комбинации экстрактов	Органолептические показатели		
	Цвет	Запах	Вкус
Комбинированный экстракт №1 - ВК:ПЖ-40:60	Светло-коричневый, неоднородный	Без резких посторонних запахов, но преимущественный аромат подсолнечного жмыха	Преобладает вкус подсолнечного жмыха
Комбинированный экстракт №2 - ВК:ПЖ-50:50	Коричневый, однородный	Без резких посторонних запахов, чувствуется приятный гармоничный аромат винного и маслянистого характера	Чувствуется приятный вкус винного и маслянистого сырья
Комбинированный экстракт №3 - ВК:ПЖ-60:40	Коричневый, однородный	Без резких посторонних запахов, преобладает аромат винного сырья	Преимуществен вкус

Анализ органолептических показателей, представленных в таблице 3, позволяет заключить, что среди всех оцененных вариантов для комбинирования, наиболее подходящим является вариант №2. Этот вариант относится к соотношению растительного сырья в комбинации из виноградной косточки и подсолнечного жмыха: 50:50. Так как,

этот вариант по сравнению с двумя другими вариантами имеет приятный гармоничный запах, вкус винного и маслянистого характера.

Результаты анализа физико-химических характеристик комбинированных экстрактов, полученных из растительного сырья, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Физико-химические показатели комбинированных экстрактов из растительного сырья

Варианты комбинации экстрактов	Физико-химические свойства исследуемого экстракта			Процентное содержание сухих веществ, %
	pH, активная кислотность	p, плотность экстракта, кг/м ³	Aw, активность воды	
Комбинированный экстракт №1- ВК:ПЖ-40:60	6,02	962	0,985	13,0
Комбинированный экстракт №2- ВК:ПЖ-50:50	6,02	965	0,956	13,6
Комбинированный экстракт №3- ВК:ПЖ-60:40	6,05	964	0,979	13,2

Анализ органолептических характеристик, представленных в таблице №3, свидетельствует о том, что наиболее предпочтительным для комбинирования является образец №2. Данный вариант соответствует соотношению растительного сырья – виноградной косточки и подсолнечного жмыха – 50:50. В сравнении с другими исследуемыми образцами, он демонстрирует более выраженные органолептические свойства, характеризующиеся гармоничным, сбалансированным ароматом и вкусом с типичными винными и маслянистыми оттенками.

По результатам физико-химического анализа комбинированных экстрактов установлено, что одним из определяющих факторов эффективности экстракционного процесса является выход сухих веществ. Данный показатель служит показателем наличия биологически активных веществ, извлечённых из растительного сырья, и в целом характеризует эффективность полученного экстракта.

Заклучение. выводы

Проведенные исследования подтверждают, что использование низкочастотной вакуумно-ультразвуковой обработки при извлечении компонентов из растительного сырья способствует увеличению выхода сухих веществ. В рамках экспериментальной части был получен комбинированный экстракт на основе виноградных косточек и подсолнечного жмыха в соотношении 50:50, при этом общее процентное содержание сухих веществ составляет 13,6%. Указанное соотношение компонентов рекомендуется в качестве оптимального варианта комбинирования (ВК:ПЖ), так как в данном комбинированном экстракте физико-химические показатели составляют: pH-6,02, плотность 965 кг/м³,

активность воды 0,956, а содержание сухих веществ 13,6%.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов в отношении данного исследования, будь то финансового, личного, авторского или иного, который мог бы повлиять на исследование и его результаты, представленные в данной статье.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышова В.А., Лабутина Н.В., Белявская И.Г., Богатырева Т.Г., Юдина Т.А. Влияние льняной муки на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки// Пищевая промышленность. - 2016. - № 5.- С. 66-69
2. Николаева Ю. В., Тарасова В. В. Экология питания и перспективные тенденции производства пищевых продуктов быстрого приготовления на основе пищевых волокон // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2019.- № 2.- С. 117-125.
3. Kobzhasarova Z.I., Valieva U.E., Kaldybai S.K., Matkhanova B.M. Research of polyphyto component which received extracts from local vegetative raw materials. //Scientific journal Advances in current natural sciences.- 2015.- № 11 (part 2).-P.182-185
4. Бондакова М.В. Совершенствование извлечения активных веществ фенольной природы из растительного сырья / М.В. Бондакова, С.Н. Бутова.// Изв. вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 4.-С.56-58
5. Yalan Zhang, Liang He, Qin Li, Junwen Cheng, Yanbin Wang, Jiancheng Zhao, Shaofei Yuan, Yongjian Chen, Rui Shi, Optimization of ultrasonic-assisted deep eutectic solvent for the extraction of polysaccharides from Indocalamus tessellatus leaves and their biological studies, Sustainable Chemistry and Pharmacy, Volume 30, 2022, 100855, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100855>.
6. Yuqin Feng, Simeng Chen, Yating Song, Shuhan Liu, Yuqing Duan, Meihong Cai, Tianyu Kong, Haihui Zhang, A novel Sagittaria sagittifolia L. polysaccharides mitigate DSS-induced colitis via modulation of gut microbiota and

MAPK/NF- κ B signaling pathways, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 254, Part 3, 2024, 127835, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127835>.

7. Baranse Ozturk, Charles Parkinson, Maria Gonzalez-Miquel, Extraction of polyphenolic antioxidants from orange peel waste using deep eutectic solvents, *Separation and Purification Technology*, Volume 206, 2018, Pages 1-13, ISSN 1383-5866, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.05.052>.

8. Донченко Г.В., Кричовская Л.В., Чернышов С.И., Никитченко Ю.В., Жуков В.И. Природные антиоксиданты (биотехнологические, биологические и медицинские аспекты): монография. - Харьков: ОАО «Модель Вселенной». - 2011. - 376с.

9. Шингисов А.У. Кобжасарова З. И. Исследование экстрактов плодов боярышника и листьев шалфея, культивируемых на юге Казахстана// Научно-теоретический журнал Успехи современного естествознания. - 2014. - № 11 (часть3). - С. 78-82

10. Шингисов А.У, Мамаева Л.А., Мусаева С.А., Кожобекова Г.А. Технология производства и использования полифитокомпонента в пищевой промышленности: монография / Алматы.- 2017.- 182с.

11. Белокуров С.С., Флисюк Е.В., Смехова И.Е. Выбор метода экстрагирования для получения извлечений из семян пажитника сеного с высоким содержанием биологически активных веществ.//Разработка и регистрация лекарственных средств. -2019.-№8.-С.35-39.

12. Оботурова Н.П. Применение экстрактов растительного сырья при производстве пищевых продуктов. Судакова Н.В., Кокоева В.С. // Пищевая промышленность.-2013.-№6. -С.48-50.

13. Судакова, Н.В. Использование ультразвука при получении экстрактов и настоев из растительного сырья/Н.В. Судакова, В.С. Кокоева, Н.П. Оботурова//Современные научные исследования и инновации. – 2013.-С.48-49

14. Милевская В.В., Кинетика извлечения биологически активных веществ из лекарственного растительного сырья разными способами экстракции Статкус М.А., Темердашев З.А., Киселева Н.В., Верниковская Н.А. // Вестник Московского университета. - 2017.- № 6.- С.281-289

15. Кривченикова М.В., Бутова С.Н. Совершенствование способов извлечения биологически активных веществ фенольной природы из растительного сырья //Известия ВУЗов. Пищевая технология, №4.-2012.- С.56-58

16. Струпан Е.А., Колодязная В.С., Струпан О. А. Технология получения экстрактов из дикорастущего растительного сырья, широко применяемого в пищевой промышленности и фитотерапии // Вестник КрасГАУ. 2012. -№ 8.- С. 199–205

17. Рудометова Н.В., Никифорова Т.А., Ким И.С. Исследование экстракции гиперидина из зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.)//Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств».- 2016.-№ 4-С.32-38

18. Милевская В.В., Статкус М.А., Темердашев З.А., Киселева Н.В., Верниковская Н.А. Способы экстрагирования биологически активных веществ из лекарственных растений на примере компонентов зверобоя // Журн. аналит. химии, 2015.- Т. 70. - № 12.- С. 1255–1263.

REFERENCES

1. CHernyshova V.A., Labutina N.V., Belyavskaya I.G, Bogatyreva T.G., YUdina T.A. Vliyanie l'nyanoj muki na kachestvo hlebobulochnyh izdelij iz smesi rzhanoj i pshenichnoj muki [The effect of flaxseed flour on the quality of baked goods made from a mixture of rye and wheat flour]// Pishchevaya promyshlennost'. - 2016. - No 5.- P. 66-69 (In Russian)

2. Nikolaeva YU. V., Tarasova V. V. Ekologiya pitaniya i perspektivnye tendencii proizvodstva pishchevyh produktov bystrogo prigotovleniya na osnove pishchevyh volokon [Nutrition ecology and promising trends in the production of fast food products based on dietary fiber]//Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2019.- No 2.- P. 117-125. (In Russian)

3. Kobzhasarova Z.I., Valieva U.E., Kaldybai S.K., Matkhanova B.M. Research of polyphytocomponent which received extracts from local vegetative raw materials. //Scientific journal Advances in current natural sciences.- 2015.- No 11 (part 2).-P.182-185

4. Bondakova M.V. Sovershenstvovanie izvlecheniya aktivnyh veshchestv fenol'noj prirody iz rastitel'nogo syr'ya [Improving the extraction of active substances of a phenolic nature from plant raw materials] / M.V. Bondakova, S.N. Butova.// Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2012. – No 4.-S.56-58. (In Russian)

5. Yalan Zhang, Liang He, Qin Li, Junwen Cheng, Yanbin Wang, Jiancheng Zhao, Shaofei Yuan, Yongjian Chen, Rui Shi, Optimization of ultrasonic-assisted deep eutectic solvent for the extraction of polysaccharides from *Indocalamus tessellatus* leaves and their biological studies, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, Volume 30, 2022, 100855, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100855>.

6. Yuqin Feng, Simeng Chen, Yating Song, Shuhan Liu, Yuqing Duan, Meihong Cai, Tianyu Kong, Haihui Zhang, A novel *Sagittaria sagittifolia* L. polysaccharides mitigate DSS-induced colitis via modulation of gut microbiota and MAPK/NF- κ B signaling pathways, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 254, Part 3, 2024, 127835, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127835>.

7. Baranse Ozturk, Charles Parkinson, Maria Gonzalez-Miquel, Extraction of polyphenolic antioxidants from orange peel waste using deep eutectic solvents,

Separation and Purification Technology, Volume 206, 2018, Pages 1-13, ISSN 1383-5866, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.05.052>.

8. Donchenko G.V., Krichkovskaya L.V., CHernyshov S.I., Nikitchenko YU.V., ZHukov V.I. Prirodnye antioksidanty (biotekhnologicheskie, biologicheskie i medicinskie aspekty): monografiya. [Natural Antioxidants: Biotechnological, Biological, and Medical Perspectives. Monograph] - Har'kov: OAO «Model' Vselennoj».- 2011. P. 376. (In Russian)

9. SHingisov A.U. Kobzhasarova Z. I. Issledovanie ekstraktov plodov boyaryshnika i list'ev shalfeya, kul'tiviruemykh na yuge Kazakhstana [Investigation of extracts of hawthorn fruits and sage leaves cultivated in the south of Kazakhstan]// Nauchno-teoreticheskij zhurnal Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya .- 2014. – No11 (chast'3). – P. 78-82. (In Russian)

10. SHingisov A.U, Mamaeva L.A., Musaeva S.A., Kozhabekova G.A. Tekhnologiya proizvodstva i ispol'zovaniya polifitokomponenta v pishchevoj promyshlennosti: monografiya [Technology of production and use of a polyphythocomponent in the food industry: monograph]/ Almaty.- 2017. P. 182. (In Russian)

11. Belokurov S.S., Flisyuk E.V., Smekhova I.E. Vybor metoda ekstragirovaniya dlya polucheniya izvlechenij iz semyan pazhitnika sennogo s vysokim soderzhaniem biologicheskii aktivnykh veshchestv [The choice of extraction method for obtaining extracts from fenugreek seeds with a high content of biologically active substances]. //Razrabotka i registraciya lekarstvennykh sredstv. -2019.-No 8. P.35-39. (In Russian)

12. Oboturova N.P. Primenenie ekstraktov rastitel'nogo syr'ya pri proizvodstve pishchevykh produktov [The use of extracts of plant raw materials in food production]. Sudakova N.V., Kokoeva V.S. // Pishchevaya promyshlennost'.-2013.-No 6. P.48-50. (In Russian)

13. Sudakova, N.V. Ispol'zovanie ultrazvuka pri poluchenii ekstraktov i nastoev iz rastitel'nogo syr'ya [The use of ultrasound in the production of extracts and infusions from plant raw materials]/N.V. Sudakova, V.S. Kokoeva, N.P. Oboturova//Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. 2013. P.48-49 (In Russian)

14. Milevskaya V.V., Kinetika izvlecheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya raznymi sposobami ekstrakcii [Kinetics of extraction of biologically active substances from medicinal plant raw materials by different extraction methods] Statkus M.A., Temerdashev Z.A., Kiseleva N.V., Vernikovskaya N.A. // Vestnik Moskovskogo universiteta. 2017.- No 6.- P.281-289. (In Russian)

15. Krivchenikova M.V., Butova S.N.. Sovershenstvovanie sposobov izvlecheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv fenol'noj prirody iz rastitel'nogo syr'ya. [Improvement of methods for extracting biologically active substances of a phenolic nature from plant raw materials] Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya, No 4, 2012. P.56-58. (In Russian)

16. Strupan E.A., Kolodyaznaya V.S., Strupan O. A. Tekhnologiya polucheniya ekstraktov iz dikorastushchego rastitel'nogo syr'ya, shiroko primenyaemogo v pishchevoj promyshlennosti i fitoterapii [Technology for obtaining extracts from wild plant raw materials widely used in the food industry and phytotherapy] // Vestnik KrasGAU. 2012. No 8. P. 199–205. (In Russian)

17. Rudometova N.V., Nikiforova T.A., Kim I.S. Issledovanie ekstrakcii gipericina iz zveroboya prodyryavlennogo (Hypericum perforatum L.) [Investigation of hypericin extraction from St. John's wort (Hypericum perforatum L.)]/Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevykh proizvodstv» .- 2016.-No 4. P.32-38. (In Russian)

18. Milevskaya V.V., Statkus M.A., Temerdashev Z.A., Kiseleva N.V., Vernikovskaya N.A. Sposoby ekstragirovaniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz lekarstvennykh rastenij na primere komponentov zveroboya [Extraction Techniques for Biologically Active Substances from Medicinal Plants: The Case of *Hypericum perforatum* Constituents]// ZHurn. analit. himii. 2015. T. 70. No 12. P. 1255–1263. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ТОРМОЗНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА СНИЖЕНИЕ НИТРИТОВ И НИТРАТОВ В КОРНЕПЛОДАХ И КЛУБНЕВОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

¹Р.У. УАЖАНОВА , ¹Ж.С. НАБИЕВА , ²И.В. ДАНЬКО ,
¹Ш.С. АМАНОВА , ²Г.Р. КУРТИБАЕВА 

(¹ АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100
² РГП НА ПХВ «Институт ядерной физики» МЭ РК, Казахстан, 050032, г. Алматы, ул. Ибрагимова, 1)
Электронная почта автора корреспондента: raushan_u67@mail.ru

В последние десятилетия проблема накопления нитратов и нитритов в овощах и корнеплодах стала актуальной из-за роста использования минеральных удобрений и увеличения нагрузки на агропромышленный сектор. Избыточное содержание данных соединений представляет угрозу здоровью человека, снижая пищевую ценность продукции и способствуя образованию канцерогенных соединений. Целью настоящего исследования было изучение влияния тормозного (рентгеновского) излучения на снижение концентрации нитратов в корнеплодах и клубневой сельскохозяйственной продукции, а также определение оптимальных доз обработки для практического применения в пищевой промышленности. Научная значимость работы заключается в поиске эффективного метода радиационной обработки, обеспечивающего безопасность и долговременное хранение продукции. Методология включала облучение образцов картофеля, моркови и свёклы с использованием промышленного ускорителя электронов ИЛУ-10 при дозах 0,1–0,5 кГр и последующее определение содержания нитратов потенциометрическим методом. Результаты показали, что при дозах выше 0,2 кГр содержание нитратов в картофеле и свёкле значительно снижалось, тогда как в моркови наблюдалась обратная тенденция к накоплению. Данные свидетельствуют о различной чувствительности культур к радиационному воздействию, что связано с физиологическими и сортовыми особенностями. Вклад исследования заключается в уточнении механизмов изменения нитратного обмена под действием ионизирующего излучения и в разработке подходов к применению тормозного излучения как метода снижения содержания нитратов. Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения радиационной обработки в агропищевую отрасль Казахстана и других стран для обеспечения безопасности продукции и увеличения сроков хранения.

Ключевые слова: корнеплоды и клубневая сельскохозяйственная продукция, нитраты, радиационная обработка тормозным излучением.

ТАМЫР ДАҚЫЛДАРЫ МЕН ТҮЙНЕКТІ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ӨНІМДЕРІНДЕГІ НИТРИТТЕР МЕН НИТРАТТАРДЫҢ ТӨМЕНДЕУІНЕ РАДИАЦИЯЛЫҚ ТЕЖЕГІШ СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ӘСЕРІ

¹Р.У. УАЖАНОВА, ¹Ж.С. НАБИЕВА, ²И.В. ДАНЬКО,
¹Ш.С. АМАНОВА, ²Г.Р. КУРТИБАЕВА

(¹ «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би к-сі, 100
² ҚР ЭМ «Ядролық физика институты» ШЖҚ РМК, Қазақстан, 050032, Алматы қ., Ибрагимов к-сі, 1)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: raushan_u67@mail.ru

Соңғы онжылдықтарда көкөністер мен тамыр дақылдарында нитраттар мен нитриттердің жиналуы мәселесі минералды тыңайтқыштарды қолданудың артуына және агроөнеркәсіптік сектордағы жүктеменің көбеюіне байланысты өзекті болып отыр. Бұл қосылыстардың артық мөлшері адам денсаулығына қауіп төндіріп, өнімнің тағамдық құндылығын төмендетеді және канцерогенді қосылыстардың түзілуіне ықпал етеді. Осы

зерттеудің мақсаты – тамыр дақылдары мен түйнекті ауылшаруашылық өнімдеріндегі нитраттардың мөлшерін азайтуға тежегіш (рентгендік) сәулеленудің әсерін зерттеу және азық-түлік өнеркәсібінде қолдануға арналған оңтайлы өңдеу дозаларын анықтау. Жұмыстың ғылыми маңыздылығы – өнімнің қауіпсіздігін және ұзақ сақталуын қамтамасыз ететін тиімді радиациялық өңдеу әдісін іздеу. Әдістеме ретінде картоп, сәбіз және қызылша үлгілері 0,1–0,5 кГр дозада ИЛУ-10 үдеткішімен сәулелендірілді, кейіннен нитраттардың мөлшері потенциометриялық әдіспен анықталды. Нәтижелер көрсеткендей, 0,2 кГр-ден жоғары дозада картоп пен қызылшада нитрат мөлшері айтарлықтай төмендеді, ал сәбізде керісінше жиналу үрдісі байқалды. Бұл деректер дақылдардың радиациялық әсерге әртүрлі сезімталдығын және олардың физиологиялық, сорттық ерекшеліктерімен байланысты екенін көрсетті. Зерттеудің үлесі – иондаушы сәулеленудің әсерінен нитрат алмасуының өзгеру механизмдерін нақтылау және нитрат мөлшерін төмендетудің әдісі ретінде тежегіш сәулеленуді қолдану жолдарын ұсыну. Практикалық маңыздылығы – ауылшаруашылық өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету және сақтау мерзімін ұзарту үшін Қазақстан мен басқа елдердің агроазық-түлік саласына радиациялық өңдеуді енгізу мүмкіндігі.

Негізгі сөздер: тамыр дақылдары және түйнекті ауылшаруашылық өнімдері, нитраттар, радиациялық тежегіш сәулеленуімен өңдеу.

THE EFFECT OF RADIATION TREATMENT WITH BRAKING RADIATION ON THE REDUCTION OF NITRITES AND NITRATES IN ROOT CROPS AND TUBEROUS AGRICULTURAL PRODUCTS

¹R.U. UAZHANOVA, ¹J.S. NABIEVA, ²I.V. DANKO,
¹S.S. AMANOVA, ²G.R. KURTIBAYEVA

(¹ Almaty Technological University JSC, 100 Tole bi str., 050012, Almaty, Kazakhstan

² RSE on the REM “Institute of Nuclear Physics” of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, 050032, Almaty, 1 Ibragimov Street, Kazakhstan)

Corresponding author e-mail: raushan_u67@mail.ru

In recent decades, the accumulation of nitrates and nitrites in vegetables and root crops has become a pressing issue due to the increasing use of mineral fertilizers and the growing demand on the agro-industrial sector. Excessive levels of these compounds pose risks to human health, reducing the nutritional value of products and contributing to the formation of carcinogenic compounds. The aim of this study was to investigate the effect of braking (X-ray) radiation on the reduction of nitrates in root crops and tuberous agricultural products, as well as to determine optimal treatment doses for practical use in the food industry. The scientific significance of the work lies in identifying an effective radiation treatment method that ensures product safety and prolongs storage life. The methodology included irradiation of potato, carrot, and beet samples using the ILU-10 industrial electron accelerator at doses of 0.1–0.5 kGy, followed by nitrate determination using the potentiometric method. Results demonstrated that nitrate content in potatoes and beets significantly decreased at doses above 0.2 kGy, whereas carrots exhibited an opposite trend with increased accumulation. This indicates crop-specific sensitivity to radiation exposure related to physiological and varietal characteristics. The contribution of this research is the clarification of nitrate metabolism alterations under ionizing radiation and the development of approaches for applying braking radiation as a method for nitrate reduction. The practical significance lies in the potential application of radiation treatment in the agro-food sector of Kazakhstan and beyond to enhance food safety and extend shelf life.

Keywords: root crops and tuberous agricultural products, nitrates, radiation treatment with brake radiation.

Введение

Овощи и фрукты полезны и совершенно необходимы. В них содержится множество

полезных и незаменимых нутриентов: витамины, растительная клетчатка, кислоты, ценные минералы и пр. Кроме полезных веществ в овощах и фруктах могут содержаться и вредные для организма нутриенты, такие как нитраты, пестициды, тяжелые

металлы. Предельно допустимый уровень нитратов в продуктах растениеводства установлен Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» из фруктов и овощей. Свекла может накапливать до 1400 мг/кг нитратов (это предельно допустимая концентрация), ПДК нитратов у большинства овощей и фруктов значительно меньше (мг/кг): картофель - до 250, ранняя морковь - до 400, поздняя - до 250. Поскольку нитраты, как отмечалось выше, являются нормальным продуктом обмена азота в растениях, то они максимально накапливаются в период наибольшей активности их созревания. Чаще всего она проявляется перед началом уборки урожая. В результате быстрого роста населения мира и ограниченности сельскохозяйственных площадей, достаточное снабжение корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции для продовольствия становится все более сложной задачей. Были проведены обширные исследования, включающие физические обработки для улучшения сохранности корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции, что привело к повышению безопасности и устойчивости пищевых продуктов. Обработки, обсуждаемые в этой статье, были оценены на предмет их способности снижать нитриты без ущерба для улучшения безопасности и качества корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции.

Кроме того, такие технологии обладают преимуществами в аспекте экологичности и потребительской приемлемости [1]. Вместе с тем, как уже отмечалось ранее, радиационная обработка рассматривается как более эффективный и перспективный подход к обеспечению сохранности пищевых продуктов.

К распространённым пищевым загрязнителям корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции относятся нитриты, нитраты и пестициды.

Чрезмерное поступление нитритов и нитратов с пищевыми продуктами может оказывать негативное влияние на здоровье человека. В частности, нитриты способны окислять гемоглобин, превращая его в метгемоглобин, что снижает способность крови переносить кислород. Кроме того, данные соединения уменьшают пищевую ценность продуктов за счёт снижения биодоступности витамина А, витаминов группы В, йода и белков. Дополнительно следует отметить, что нитриты участвуют в образовании канцерогенных

N-нитрозосоединений. Основным источником нитратов (до 87%) и нитритов (до 43%) в рационе человека являются овощи [2]. В исследовании авторов [3] представлены данные о содержании нитратов в четырёх популярных видах свежих овощей (луке, картофеле, моркови и томатах), проанализировано влияние способов термической обработки (традиционная варка, варка в микроволновой печи и жарка) на уровень нитратного азота, при этом наименьшее снижение нитратов наблюдалось при варке в микроволновой печи, а также проведено сравнение полученных результатов с данными по содержанию нитратов в овощах из других стран.

Радиолитическое разложение загрязняющих веществ в последние годы применяется для очистки природных вод и отходов различного происхождения, а также для очистки питьевой воды [4,5]. Более того, гамма-облучение становится важной технологией в пищевой промышленности, включая проблемы безопасности пищевых продуктов, такие как сохранение фруктов и овощей для снижения количества патогенных микробов [6]. С другой стороны, хотя облучение пищевых продуктов изучалось многими учеными, ограниченное число исследований было сосредоточено на эффекте гамма-излучения для удаления остатков пестицидов [7, 8, 9].

Ионизирующее излучение может вызывать химические изменения в пищевых продуктах, включая окислительно-восстановительные реакции, которые могут изменить содержание нитратов и нитритов. Нитриты (NO_2^-) могут образовываться в результате восстановления нитратов (NO_3^-), естественным образом присутствующих в продуктах. В работе [10] отмечено изменение концентрации нитритов в мясных продуктах, подвергнутых облучению. Данный факт объясняется присутствием высокой концентрации аминогрупп ($-\text{NH}_2$), пептидных связей, аммиака и других соединений, способствующих окислению азота, при этом происходит и обратный процесс распада нитрита. При этом, скорость и направление протекания процесса зависит от параметров и режимов ионизирующей обработки. В растительной же матрице меньше свободных аминогрупп, пептидные и белковые структуры представлены значительно слабее, чем в мясе, а основным источником нитритов являются нитраты, накопленные растением в процессе роста.

В работах [11, 12, 13] установлено, что продолжительность хранения картофеля зависит от условий хранения и от дозы излучения. Среди изученного диапазона доз, облучение картофеля гамма-излучением в дозе 100 Гр способствует наилучшему его сохранению. Облучение приводило к снижению содержания аскорбиновой кислоты в первые месяцы после облучения, в дальнейшем ее количество увеличивалось, и данная зависимость сохранялась в течение всего периода хранения. Динамика изменения содержания крахмала, сухого вещества и нитратов имела слабо выраженный переменный характер, не отличаясь от таковой в необлученном контроле.

В работе [14] рассматривается воздействие рентгеновского излучения на прорастание клубней картофеля, установлено, что ингибирование прорастания произошло при дозах свыше 15-21 Гр для различных сортов картофеля, при этом, при дозах облучения до 20 Гр концентрация восстанавливающих сахаров не менялась, при больших дозах их концентрация увеличивалась на 50-70 %.

В работе [15] исследовалось влияние гамма-излучения от источника ^{60}Co на сохранность клубней картофеля. Установлено, что облучение в дозах свыше 120 Гр снижает потери веса и сухого вещества клубней вследствие процессов дыхания и транспирации в процессе хранения в 1,5-2,0 раза по сравнению с необлученным картофелем.

Кодекс надлежащей практики по облучению в целях ингибирования прорастания луковичных и клубнеплодных культур [16] приводит рекомендации по облучению луковичных (лука и чеснока), корнеплодов и клубнеплодов (картофеля и ямса), закладываемых на хранение и теряющих свои товарные качества в процессе хранения. Облучение проводится в целях ингибирования процесса прорастания вышеуказанных культур, но в данном случае не несет в себе цели снижения патогенной микрофлоры, которая может присутствовать в облучаемом материале.

В работе [17] сообщается, что диапазон доз от 0,07 до 0,15 кГр достаточен для подавления прорастания независимо от сорта, времени облучения и температуры хранения после облучения. Уже имеющиеся ростки увядают во время хранения, и развитие новых ростков предотвращается. Дозы, превышающие 0,15–0,20 кГр, могут привести к усилению потемнения или побурения, снижению способности к заживлению

ран, усилению гниения при хранении, порче, подслащиванию, снижению содержания витаминов и изменению химического состава, которые не исчезают при последующем хранении.

Работа [18] показывает, что что гамма-облучение ^{60}Co в дозе 1000 Гр значительно продлило срок хранения картофеля до 180 дней по сравнению с контрольной группой необлученного картофеля, при этом, продолжительность хранения и обработка радиацией повлияли на кислотность картофеля (рН).

Материалы и методы исследований

Наличие нитратов в образцах определяли потенциометрическим методом по ГОСТ 34570-2019. Методика основывается на экстракции нитратов из исследуемой пробы с использованием раствора алюмокалиевых квасцов в качестве экстрагента. Определение концентрации нитрат-ионов в экстракте осуществляется с применением анализатора Экотест -2000 с ионоселективным электродом (ООО «Эконикс», РФ). Пробу массой 10 г точно взвешивают, помещали в стакан на 100 мл, добавляли 50 мл экстрагирующего раствора (алюмокалиевый квасцы $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) и гомогенизировали 1–2 минуты. Полученную смесь используют для измерений. Перед измерениями электроды промывают водой, вытирают салфеткой и помещают в раствор пробы. Включают мешалку и фиксируют значение ЭДС. Количественное содержание нитратов в образце вычисляется методом экстраполяции по градуировочной кривой, соответствующей потенциалу исходного раствора, с использованием метода двойных добавок или метода Грана. Исследование на содержание нитратов проводилось на второй день после облучения.

Результаты и их обсуждение

Образцы корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции облучались тормозным излучением (Bremsstrahlung/ X-Ray) на промышленном ускорителе электронов ИЛУ-10 [19] на базе Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Институт ядерной физики» Министерства энергетики Республики Казахстан, расположенного в городе Алматы.

Образцы корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции, упакованные в герметичные полиэтиленовые пакеты, укладывались на специализированные подъемные столы ножничного типа, расположенные на

роликовом конвейере, которые с установленной скоростью движения проходили под танталовым конвертером через зону облучения. В ходе эксперимента использовался танталовый конвертер с алюминиевой плитой в качестве основания преобразователя и фильтра низкоэнергетической

части спектра тормозного излучения [20]. Облучение проводилось в горизонтальном расположении образцов с двух сторон. Фото фасовки и укладки образцов для облучения на ускорителе ИЛУ-10 представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. Фото фасовки и укладки образцов для облучения на ускорителе ИЛУ-10

Поглощенная доза регулировалась путем изменения скорости движения образцов в зоне облучения. Основные параметры технологического процесса при облучении образцов корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции представлены в таблице 1.

Для расчета режимов облучения использовалась калибровочная кривая, полученная методом ЭПР-дозиметрии [21], описывающая зависимость дозы облучения от среднего тока пучка ускоренных электронов I_{cp} при облучении на ускорителе электронов ИЛУ-10 с конвертером.

Таблица 1. Режимы облучения модельных сред

№ режима	Е, МэВ	I _{имп} , мА	f, Гц	I _{ср} , мА	Скорость конвейера, см/сек	Облучение	D _{расч} , кГр
0	0	0	0	0	0	(без облучения)	0
1	5	350	14	3,1	5	2 круга (с переворотом)	0,1
2	5	350	14	3,1	4	2 круга (с переворотом)	0,2
3	5	350	14	3,1	3	2 круга (с переворотом)	0,3
4	5	350	14	3,1	2	2 круга (с переворотом)	0,4
5	5	350	14	3,1	1	2 круга (с переворотом)	0,5

Контроль условий окружающей среды

Контроль температуры и влажности окружающей среды в зоне облучения контролировался с использованием поверенных гигрометров психометрических ВИТ-2. Облучение и хранение образцов до облучения проводилось при температуре +21 °С и относительной влажности

55%. Контрольные образцы транспор-тировались и хранились в одинаковых условиях с облученными.

Эксперименты по облучению корнеплодов осуществлялись с целью выявления влияния доз облучения (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 кГр) на показатели их качества и безопасности. Были предоставлены для исследования следующие образцы (табл. 2).

Таблица 2. Образцы корнеплодов для облучения

№	Обозначение экспериментальной группы	Наименование образцов	Количество, уп	Примечание
1	Исследуемая группа №1	Клубни картофеля, сорт №1	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Сарыагаш
2	Исследуемая группа №2	Клубни картофеля, сорт №2	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Кордай
3	Исследуемая группа №3	Клубни картофеля, сорт №3	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Кыргызстан
4	Исследуемая группа №4	Клубни картофеля, сорт №4	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Павлодар
5	Исследуемая группа №5	Клубни картофеля, сорт №5	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Китай
6	Исследуемая группа №6	Корнеплоды свёклы столовой, сорт №1	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Сарыагаш
7	Исследуемая группа №7	Корнеплоды свёклы столовой, сорт №2	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Кордай
8	Исследуемая группа №8	Корнеплоды моркови, сорт №1	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Сарыагаш
9	Исследуемая группа №9	Корнеплоды моркови, сорт №2	6 (1 контроль + 5 режимов обработки) (Каждая группа содержит по 3 образца)	Кордай

Далее было определено влияние тормозного излучения на показатели пищевой безопасности – нитраты и пестициды.

Таблица 3. Результаты исследования концентрации нитратов в образцах корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции

Режим обработки	Содержание нитратов в образцах по группам, мг/кг								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
0 кГр (контроль)	19,09	22,39	15,91	29,37	31,15	172,32	126,66	5,67	15,97
	19,08	22,38	15,92	29,35	31,18	172,24	126,63	5,68	15,98
	19,09	22,4	15,9	29,39	31,12	172,28	126,69	5,66	15,96
0,1 кГр	26,34	29,63	23,14	36,63	38,39	75,26	56,8	21,09	59,4
	26,33	29,62	23,16	36,59	38,38	75,24	57	21,1	59,39
	26,35	29,64	23,15	36,61	38,37	75,28	57,2	21,07	59,41
0,2 кГр	33,57	36,88	30,38	43,85	45,63	97,02	69,66	21,11	59,43
	33,56	36,87	30,4	43,88	45,62	97,01	69,65	21,12	59,4
	33,58	36,86	30,39	43,82	45,64	97,03	69,67	21,1	59,42
0,3 кГр	14,48	16,5	17,48	18,48	19,48	97,26	77	21,21	59,52
	14,47	16,46	17,47	18,47	19,49	97,25	77,2	21,22	59,53
	14,49	16,48	17,49	18,49	19,47	97,24	78,8	21,2	59,51
0,4 кГр	11,85	13,15	8,67	16,13	16,91	98,02	74,66	21,25	59,57
	11,84	13,16	8,68	16,12	16,92	98,01	74,68	21,26	59,58
	11,86	13,17	8,66	16,14	16,9	98,03	74,64	21,27	59,56
0,5 кГр	6,09	7,37	2,91	10,37	11,15	102,2	79,7	21,29	59,6
	6,08	7,41	2,93	10,38	11,15	102,3	80,3	21,28	59,61
	6,07	7,39	2,89	10,36	11,15	102,1	80	21,3	59,59

В результате проведённого анализа образцов корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции видно снижение нитратов. Это свидетельствует об их соответствии требованиям по безопасности пищевой продукции и отсутствию остаточных количеств контролируемых агрохимикатов в исследованных пробах. Полученные данные указывают на надлежащее

соблюдение агротехнических регламентов при выращивании данной продукции.

Также данные по нитратам не превышали нормы приведенные в ТР ТС 021. Однако было важно исследование влияния радиационной обработки тормозным излучением на содержание нитратов в облучаемых культурах.

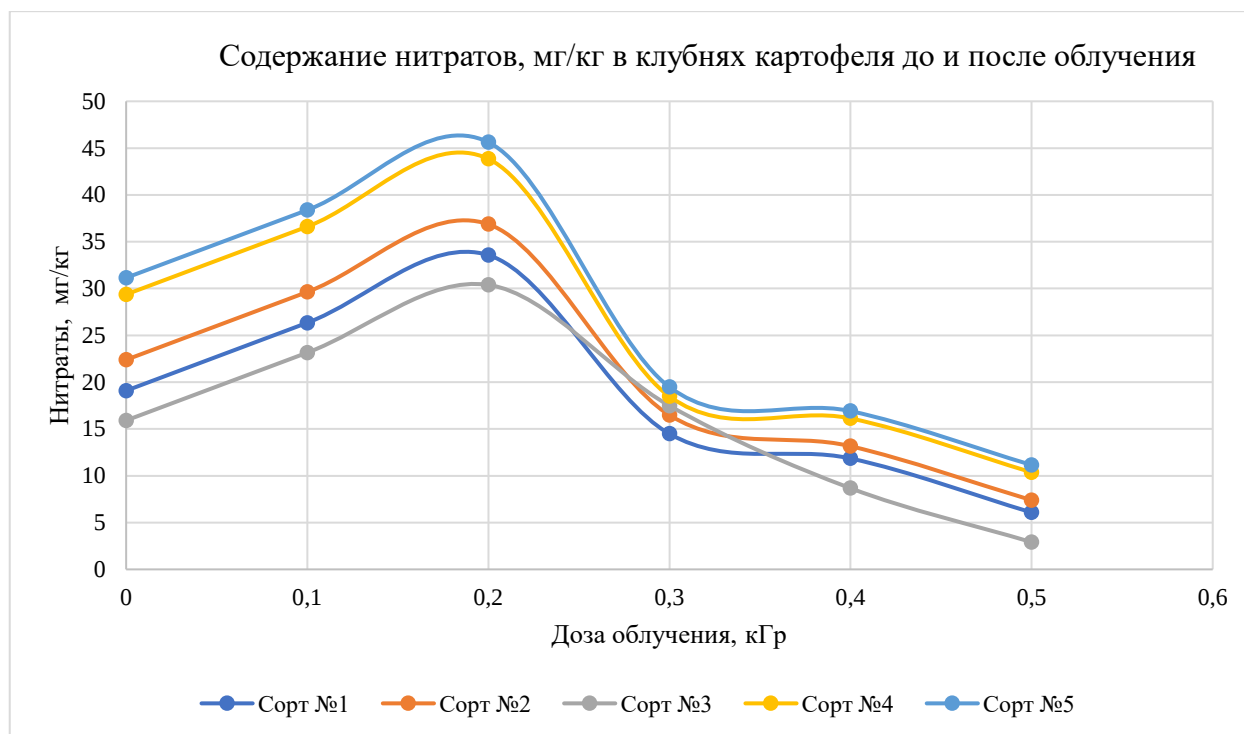


Рисунок 2. Динамика изменения содержания нитратов в клубнях картофеля под действием тормозного излучения

На рисунке 2 представлена динамика изменения содержания нитратов в клубнях картофеля под действием тормозного излучения. Начальный уровень содержания нитратов варьируется в зависимости от сорта: наименьшее содержание наблюдается у сорта №5 (~22 мг/кг), наибольшее — у сорта №1 (~35 мг/кг). При дозах облучения до 0,2 кГр наблюдается увеличение содержания нитратов во всех сортах, достигающее пика примерно на уровне 0,2 кГр. Это может быть связано с активацией метаболических процессов [22] под действием малых доз радиации и с радиационно-химическими реакциями, протекающими при облучении [10].

После превышения дозы облучения 0,2 кГр содержание нитратов резко снижается во всех сортах. При дозах 0,3–0,5 кГр наблюдается стабильно низкий уровень нитратов — около 10–15 мг/кг. Наиболее выраженное снижение нитратов после облучения наблюдается у сорта №1 и сорта №5. У этих сортов содержание нитратов на дозе 0,5 кГр составляет менее 10 мг/кг, что в 3–4 раза ниже начального уровня. Таким образом, радиационная обработка картофеля в дозах свыше 0,2 кГр способствует значительному снижению содержания нитратов, что может быть использовано как метод снижения потенциальной токсичности продукции.

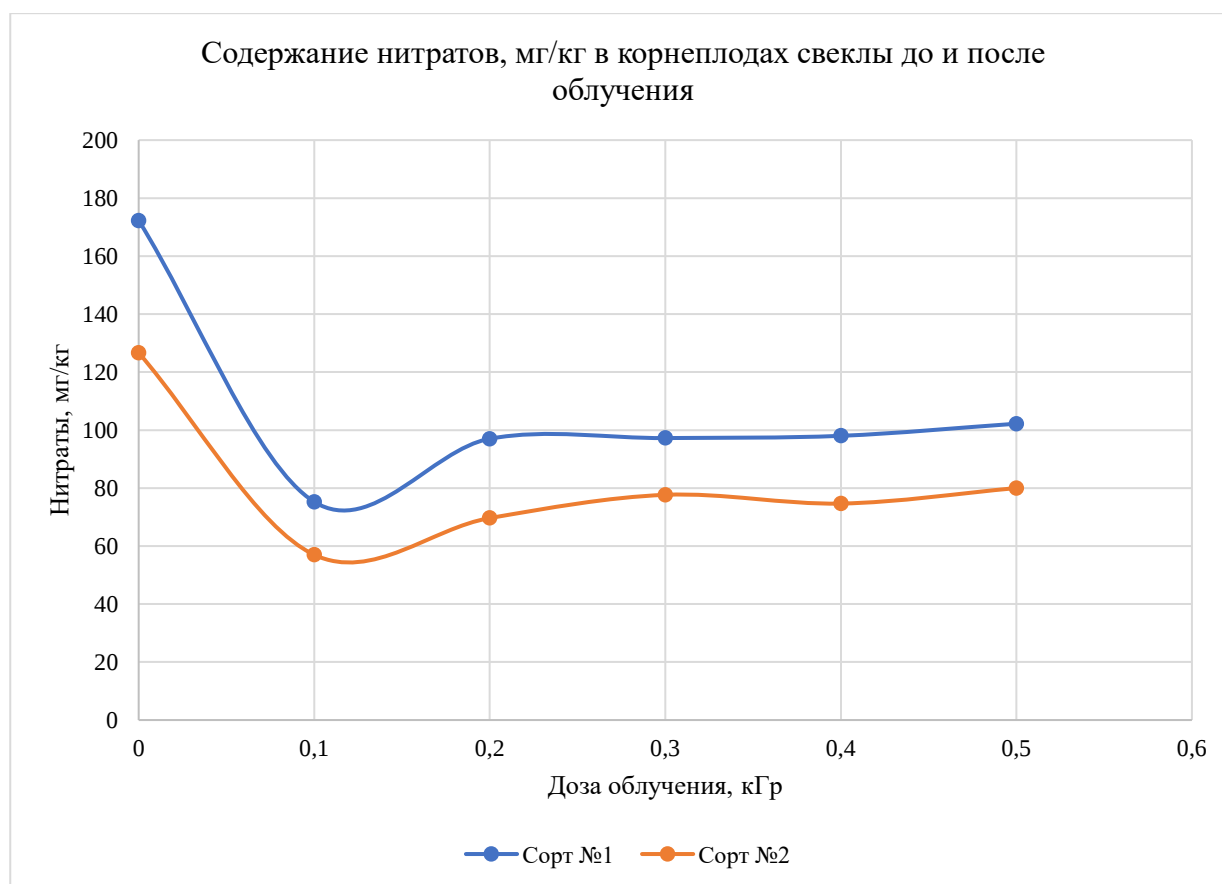


Рисунок 3. Динамика изменения содержания нитратов в корнеплодах свеклы под действием тормозного излучения

На рисунке 3 представлена динамика изменения содержания нитратов в корнеплодах свеклы под действием тормозного излучения. Исходное содержание нитратов в корнеплодах до облучения существенно отличается между сортами: у сорта №1 оно составляет около 180 мг/кг, а у сорта №2 — около 140 мг/кг. При низких дозах облучения (0,1–0,2 кГр) наблюдается резкое снижение содержания нитратов у обоих сортов. Минимальные значения достигаются при дозе 0,1 кГр: около 90 мг/кг у сорта №1 и около 70 мг/кг у сорта №2. Дальнейшее увеличение дозы (от 0,2 до

0,5 кГр) приводит к незначительным колебаниям уровня нитратов, но в целом концентрация остается стабильно ниже исходного уровня. Это может указывать на устойчивое снижение нитратов после первичной радиационной обработки. Наименьшее содержание нитратов достигается при дозе 0,1 кГр, что делает эту дозу потенциально оптимальной для снижения нитратов в свекле без значительного изменения других свойств продукта. Сорт №2 более чувствителен к воздействию облучения, поскольку снижение нитратов у него более выражено по сравнению с сортом №1.

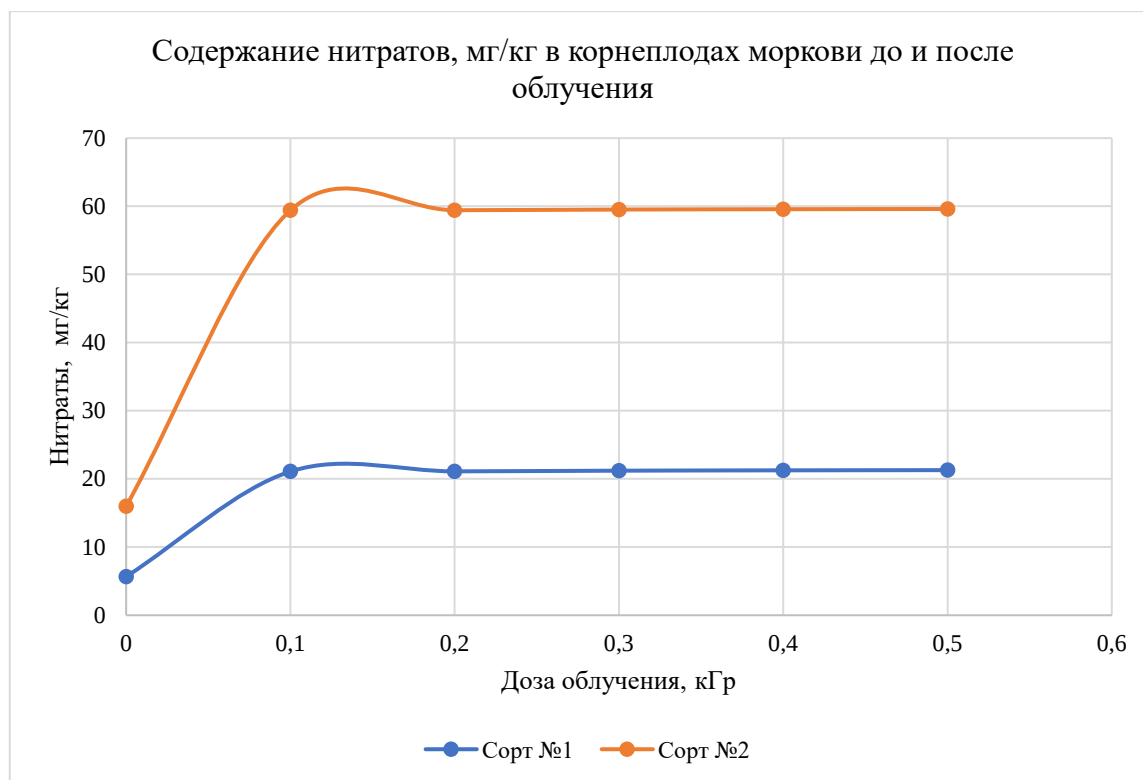


Рисунок 4. Динамика изменения содержания нитратов в моркови от дозы ионизирующего излучения

На рисунке 4 представлена динамика изменения содержания нитратов в моркови от дозы ионизирующего излучения. Исходное содержание нитратов у сорта №1 составляет около 10 мг/кг, а у сорта №2 — около 20 мг/кг. При увеличении дозы облучения до 0,1 кГр происходит резкое повышение содержания нитратов, особенно у сорта №2 — до максимального значения около 65 мг/кг. У сорта №1 также наблюдается рост, но более умеренный — до 22 мг/кг. Рост количества нитратов можно объяснить радиационно-химическими реакциями, протекающими при ионизации.

Начиная с дозы 0,2 кГр и до 0,5 кГр, содержание нитратов остается стабильным, без дальнейшего увеличения или снижения. Это говорит о достижении плато в реакции корнеплодов на радиационное воздействие. В отличие от картофеля и свеклы, у моркови не наблюдается снижения содержания нитратов после облучения. Напротив, эффект выражается в их повышении, особенно при низких дозах. Сорт №2 более чувствителен к облучению: прирост содержания нитратов у него в 3 раза выше, чем у сорта №1. Это указывает на сортовую специфику реакции моркови на радиационное воздействие.

Заключение, выводы:

В результате исследований выявлено, что динамика изменения содержания нитратов для образцов корнеплодов и клубневой сельскохозяйственной продукции была различной. Возможно, могут быть следующие причины:

1. Различия в активности ферментов, отвечающих за метаболизм нитратов. В растениях нитраты восстанавливаются до аммония при участии фермента нитратредуктазы. У моркови, вероятно, после облучения происходит снижение активности нитратредуктазы, что приводит к накоплению нитратов, а не их переработке. У картофеля и свеклы облучение, наоборот, может стимулировать активность ферментов, ускоряя расщепление нитратов.
2. Нарушение нитратного обмена под действием радиации. Морковь более чувствительна к стрессу, ионизирующее излучение вызывает нарушение клеточного метаболизма, в том числе — снижение потребления нитратов на синтез белков. В результате нитраты накапливаются в тканях вместо включения в азотный обмен.
3. Различия в структуре тканей и водном обмене. Морковь обладает высоким содержанием сахаров и

специфической тканевой структурой. Облучение может вызывать локальное повреждение тканей, ухудшение транспорта и переработки нитратов, особенно в зоне корнеплода.

4. Генетические особенности и сортовая чувствительность. Как видно из графика, сорт №2 моркови дал особенно высокий прирост нитратов. Это указывает на высокую сортовую чувствительность. Возможно, в этом сорте генетически слабее регулируется механизм адаптации к радиационному стрессу.

Увеличение нитратов в моркови после облучения объясняется совокупностью факторов: подавлением ферментативной активности нитратредуктазы, которая является ключевым ферментом в усвоении азота и катализирует процесс восстановления нитрата до нитрита, нарушением метаболизма под стрессом, особенностями физиологии культуры и сорта. Это ещё раз подтверждает, что эффективность радиационной обработки как метода снижения нитратов зависит от культуры и дозировки, и не может быть универсальной для всех овощей.

При дальнейшем проведении исследований необходимо исследование влияния следующих факторов на процесс радиационной обработки пищевых продуктов: срок после уборки урожая, типы продукта, мощность и тип излучения, температуру продукта, срок хранения продукта после облучения.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Представленные исследования профинансированы Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках грантового финансирования по научным и (или) научно-техническим проектам на 2024-2026 годы АР23490268 «Разработка и экспериментальная апробация радиационной обработки для обеспечения сохранности сельскохозяйственной и пищевой продукции».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Castell-Perez ME, Moreira RG. Irradiation and Consumers Acceptance. Innovative Food Processing Technologies. 2021:122–35. doi: 10.1016/B978-0-12-815781-7.00015-9. Epub 2020 Sep 1. PMID: PMC7329293.
- 2.Leszczynska T. et al. Effects of some processing methods on nitrate and nitrite changes in cruciferous vegetables //Journal of Food Composition and Analysis. 2009. – Vol. 22., I.4 – P. 315-321. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.025>

- 3.Vahed S. et al. Effect of some processing methods on nitrate changes in different vegetables //Journal of Food Measurement and Characterization. – 2015. – Vol. 9., I. 3. – P. 241-247. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9229-4>

- 4.Basfar A. A., Mohamed K. A., Al-Abduly A. J., Al-Kuraiji T. S., and Al-Shahrani A. A., “Degradation of diazinon contaminated waters by ionizing radiation,” Radiation Physics and Chemistry, vol. 76, no. 8-9, pp. 1474–1479, 2007.

- 5.Basfar A. A., Khan H. M., and Al-Shahrani A. A., “Trihalomethane treatment using gamma irradiation: kinetic modeling of single solute and mixtures,” Radiation Physics and Chemistry, vol. 72, no. 5, pp. 555–563, 2005

- 6.Basfar A. A., Mohamed K. A., Al-Abduly A. J. and Al-Shahrani A. A., “Radiolytic degradation of atrazine aqueous solution containing humic substances,” Ecotoxicology and Environmental Safety, vol. 72, no. 3, pp. 948–953, 2009

- 7.Pogacnik L. and Franko M., “Detection of organophosphate and carbamate pesticides in vegetable samples by a photothermal biosensor,” Biosensors and Bioelectronics, vol. 18, no. 1, pp. 1–9, 2003.

- 8.Alamgir Zaman Chowdhury M., Fakhruddin A., Nazrul Islam M., Moniruzzaman M., Gan S. H., and Khorshed Alam M., “Detection of the residues of nineteen pesticides in fresh vegetable samples using gas chromatography-mass spectrometry,” Food Control, vol. 34, no. 2, pp. 457–465, 2013

- 9.Lepine F. L., “Effects of ionizing radiation on pesticides in a food irradiation perspective: a bibliographic review,” Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 39, no. 12, pp. 2112–2118, 1991

10. Куликовский А.В., Вострикова Н.Л., Горбунова Н.А., Иванкин А.Н. Идентификация накопления химических маркеров облучения в мясе при ионизирующей обработке. // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: матер. Междунар. науч.-практ. конф. -Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. -С. 203-207

11. Лой Н.Н., Санжарова Н.И., Чиж Т.В., Щагина Н.И., Гулина С.Н., Миронова М.П., Кузнецов В.К. Перспектива применения радиационных технологий для увеличения сроков хранения овощей / Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: Сб. матер. II Междунар. научн.-практ. конф. / Краснодар, (05-26 июня 2017 г.). – С. 54-58. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf

12. Чиж Т.В., Лой Н.Н., Губарева О.С., Кузнецов В.К., Урсун Н.В., Гулина С.Н. Влияние гамма-излучения на продолжительность хранения и показатели качества картофеля Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: Сборник докладов международной научно-практической конференции / г. Обнинск, (26-28 сентября 2018 г.). – Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. – 356 с

13. Лой Н.Н., Чиж Т.В., Гулина С.Н. Влияние гамма-облучения на хранение картофеля / Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов II Международной (XV Региональной) научной конференции / Под общ. ред. А.А. Удаловой. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2018. – 450 с;.

14. Авдюхина В. М., Близнюк У. А., Борщеговская П. Ю. [и др.] Ингибирование прорастания клубней картофеля после воздействия рентгеновского излучения / Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях: Сборник докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, Москва, 21 сентября 2016 года. – Москва, 2016. – С. 47. – EDN XVYVZF

15. Цыгвинцев П. Н., Тихонов А. В., Рачкова В. М. [и др.] Сохранность клубней картофеля после гамма-облучения Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях: Сборник докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, Москва, 21 сентября 2016 года. – Москва, 2016. – С. 122-127. – EDN XVYWWR.

16. ICGFI, Code of good irradiation practice for sprout inhibition of bulb and tuber crops. ICGFI Document № 8, IAEA, Vienna 1991

17. International Atomic Energy Agency, Irradiation of Bulbs and Tuber Crops-A Compilation of Technical Data for Its Authorization and Control, IAEA (1997)

18. Duc L. D. D., Trieu, L. N., Ha, N. T. N., Sang, N. T. M., & Son, N. A. (2024). Effect of 60Co Gamma Radiation on the Shelf Life of Potato Tubers. *RADIOISOTOPES*, 73(3), 255–264. <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.73.255>

19. Bryazgin A.A. 2017. ILU Industrial Electron Accelerators. International Conference on Applications of Radiation Science and Technology (ICARST-2017). URL: <https://www.iaea.org/events/icarst-2017/presentations>

20. Auslender V.L, Bukin A.D, Voronin L.A, Kokin E.N, Korobeinikov M.V, Krainov G.S, Lukin A.N, Radchenko V.M, Sidorov A.V, Tkachenko V.O. 2004. Bremsstrahlung converters for powerful industrial electron accelerators. *Radiation Physics and Chemistry*. 71(1–2): 297– 299. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2004.04.007>

21. Mukan Zh.T., Seredavina T.A., Sushkova N.S., Danko I.V., Glushchenko N.V. Study of dosimetry possibilities using electron paramagnetic resonance on alanine for ILU-10 accelerator INP RK. *NNC RK Bulletin*. 2022;(1):36-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2022-1-36-42>.

22. Luckey, T.D. (1980). *Hormesis With Ionizing Radiation* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429276552>

References

1.Castell-Perez, M. E., and R. G. Moreira. Irradiation and Consumers Acceptance. *Innovative Food Processing*

Technologies, 2021: 122–35. doi:10.1016/B978-0-12-815781-7.00015-9.

2.Leszczynska, T., et al. “Effects of Some Processing Methods on Nitrate and Nitrite Changes in Cruciferous Vegetables.” *Journal of Food Composition and Analysis* 22, no. 4 (2009): 315–321. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.025>.

3.Vahed, S., et al. “Effect of Some Processing Methods on Nitrate Changes in Different Vegetables.” *Journal of Food Measurement and Characterization* 9, no. 3 (2015): 241–247. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9229-4>.

4.Basfar, A. A., K. A. Mohamed, A. J. Al-Abduly, T. S. Al-Kuraiji, and A. A. Al-Shahrani. “Degradation of Diazinon Contaminated Waters by Ionizing Radiation.” *Radiation Physics and Chemistry* 76, no. 8–9 (2007): 1474–1479.

5.Basfar, A. A., H. M. Khan, and A. A. Al-Shahrani. “Trihalomethane Treatment Using Gamma Irradiation: Kinetic Modeling of Single Solute and Mixtures.” *Radiation Physics and Chemistry* 72, no. 5 (2005): 555–563.

6.Basfar, A. A., K. A. Mohamed, A. J. Al-Abduly, and A. A. Al-Shahrani. “Radiolytic Degradation of Atrazine Aqueous Solution Containing Humic Substances.” *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, no. 3 (2009): 948–953.

7.Pogacnik, L., and M. Franko. “Detection of Organophosphate and Carbamate Pesticides in Vegetable Samples by a Photothermal Biosensor.” *Biosensors and Bioelectronics* 18, no. 1 (2003): 1–9.

8.Alamgir Zaman Chowdhury, M., A. Fakhruddin, M. Nazrul Islam, M. Moniruzzaman, S. H. Gan, and M. Khorshed Alam. “Detection of the Residues of Nineteen Pesticides in Fresh Vegetable Samples Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry.” *Food Control* 34, no. 2 (2013): 457–465.

9.Lepine, F. L. “Effects of Ionizing Radiation on Pesticides in a Food Irradiation Perspective: A Bibliographic Review.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 39, no. 12 (1991): 2112–2118.

10. Kulikovskii, A. V., N. L. Vostrikova, N. A. Gorbunova, and A. N. Ivankin. “Identifikatsiya nakopleniya khimicheskikh markerov oblucheniya v myase pri ioniziruyushchei obrabotke [Identification of Accumulation of Chemical Markers of Irradiation in Meat During Ionizing Treatment].” In *Radiatsionnye tekhnologii v sel'skom khozyaistve i pishchevoi promyshlennosti: sostoyanie i perspektivy: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Obninsk: FGBNU VNIIRAE, 2018.(In Russian)

11. Loi, N. N., N. I. Sanzharova, T. V. Chizh, N. I. Shchagina, S. N. Gulina, M. P. Mironova, and V. K. Kuznetsov. “Perspektiva primeneniya radiatsionnykh tekhnologii dlya uvelicheniya srokov khraneniya ovoshchei [Perspective of Applying Radiation Technologies to Extend the Shelf Life of Vegetables].” In *Innovatsionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i khraneniya ekologicheskii bezopasnoi*

sel'skokhozyaistvennoi i pishchevoi produktsii: materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Krasnodar, June 5–26, 2017, 54–58. (In Russian)

12. Chizh, T. V., N. N. Loi, O. S. Gubareva, V. K. Kuznetsov, N. V. Ursu, and S. N. Gulina. “Vliyanie gamma-izlucheniya na prodolzhitel'nost' khraneniya i pokazateli kachestva kartofelya [Effect of Gamma Irradiation on the Shelf Life and Quality of Potatoes].” In *Radiatsionnye tekhnologii v sel'skom khozyaistve i pishchevoi promyshlennosti: sostoyanie i perspektivy: sbornik dokladov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Obninsk, September 26–28, 2018. (In Russian)

13. Loi, N. N., T. V. Chizh, and S. N. Gulina. “Vliyanie gamma-oblucheniya na khraneniya kartofelya [Effect of Gamma Irradiation on Potato Storage].” In *Tekhnogennye sistemy i ekologicheskii risk: tezisy dokladov II Mezhdunarodnoi (XV Regional'noi) nauchnoi konferentsii*, edited by A. A. Udalova. Obninsk: IATE NIYaU MIFI, 2018. (In Russian)

14. Avdyukhina, V. M., U. A. Bliznyuk, and P. Yu. Borshchegovskaya, et al. “Ingibirovanie prorastaniya klubnei kartofelya posle vozdviyatiya rentgenovskogo izlucheniya [Inhibition of Potato Tubers Sprouting After X-ray Irradiation].” In *Primenenie khimicheskikh veshchestv, ioniziruyushchikh i neioniziruyushchikh izlucheni v agrobiotekhnologiyakh: sbornik dokladov kruglogo stola v ramkakh XX Mendelevskogo sezda po obshchei i prikladnoi khimii*, Moscow, 2016, 47. (In Russian)

15. Tsygvintsev, P. N., A. V. Tikhonov, V. M. Rachkova, et al. “Sokhrannost' klubnei kartofelya posle gamma-oblucheniya [Preservation of Potato Tubers After Gamma Irradiation].” In *Primenenie khimicheskikh veshchestv, ioniziruyushchikh i neioniziruyushchikh izlucheni v agrobiotekhnologiyakh: sbornik dokladov*

kruglogo stola v ramkakh XX Mendelevskogo sezda, Moscow, 2016, 122–127. (In Russian)

16. ICGFI. Code of Good Irradiation Practice for Sprout Inhibition of Bulb and Tuber Crops. ICGFI Document № 8, IAEA, Vienna, 1991.

17. International Atomic Energy Agency. Irradiation of Bulbs and Tuber Crops – A Compilation of Technical Data for Its Authorization and Control. IAEA, 1997.

18. Duc, L. D. D., L. N. Trieu, N. T. N. Ha, N. T. M. Sang, and N. A. Son. “Effect of ^{60}Co Gamma Radiation on the Shelf Life of Potato Tubers.” *Radioisotopes* 73, no. 3 (2024): 255–264. <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.73.255>.

19. Bryazgin, A. A. “ILU Industrial Electron Accelerators.” International Conference on Applications of Radiation Science and Technology (ICARST-2017). Vienna: IAEA, 2017. <https://www.iaea.org/events/icarst-2017/presentations>.

20. Auslender, V. L., A. D. Bukin, L. A. Voronin, E. N. Kokin, M. V. Korobeinikov, G. S. Krainov, A. N. Lukin, V. M. Radchenko, A. V. Sidorov, and V. O. Tkachenko. “Bremsstrahlung Converters for Powerful Industrial Electron Accelerators.” *Radiation Physics and Chemistry* 71, no. 1–2 (2004): 297–299. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2004.04.007>.

21. Mukan, Zh. T., T. A. Seredavina, N. S. Sushkova, I. V. Danko, and N. V. Glushchenko. “Study of Dosimetry Possibilities Using Electron Paramagnetic Resonance on Alanine for ILU-10 Accelerator INP RK.” *NNC RK Bulletin* (2022): 36–42. <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2022-1-36-42>.

22. Luckey, T. D. *Hormesis With Ionizing Radiation*. Boca Raton: CRC Press, 1980. <https://doi.org/10.1201/9780429276552>.

ЕТ ҰСАҚТАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРАМАЛЫ КУТТЕРЛІК ПЫШАҚТАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Б.Б. КАБУЛОВ , Г.Б. АБДИЛОВА *, А.Б. БАКИЕВА ,
Г.А. ЖУМАДИЛОВА , А.Б. ҚАСЕН 

(«Шәкәрім университеті» ҚеАҚ,
071412, Семей қаласы, Глинка көшесі, 20А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: abdilova1979@bk.ru

Мақала ет ұсақтауға арналған құрамалы куттерлік пышақтарды зерттеуге арналған. Кез келген өнімге механикалық әсер ету түрінің нәтижесінде оның физикалық қасиеттері (бұлшықет тінінің құрылымы, тығыздығы, консистенциясы, түсі және т.б.) мен технологиялық көрсеткіштері (су ұстау қабілеті, эмульгирлеу қабілеті, ақуызды экстракциялау қабілеті және т.б.) өзгереді. Ұсақтауда денелердің қажетті өлшемдерін алу үшін өнімге белгілі бір мөлшерде пайдалы энергия әсер етуі керек, ол бөліктердің өлшемдерін азайту үшін материалдың беріктігін жеңуге және оның құрылымын бұзуға жұмсалады. Ұсақтауда шикізат кезең бойынша ірі, орташа, майда және өте майда ұсақтаудан өтеді. Ет шикізатын орташа ұсақтау үшін еттартқыштар мен өндірістік еттартқыштар, ал майда және өте майда ұсақтау үшін куттер, куттер-араластырғыш, майда ұсақтауға арналған машиналар қолданылады. Куттерлерде ұсақтау көбінесе орақ тәріздес пышақтар арқылы іске асады. Бұл процесс кезінде пышаққа үйкеліс, майыстыру, соғу, діріл және т.б. күштер әсер етеді. Куттерлік пышақтардың тозуға төзімділігін арттыру үшін құрамалы пышақ жетілдірілген. Пышақтар қалыңдығы мен қаттылығы әртүрлі болаттан жасалған табақшалар жиынтығын қолдану есебінен талап етілетін қасиеттерін сақтай отырып, мәлімделген құрамалы пышақтармен кесілген ұсақ тартылған еттің жоғары сапасын қамтамасыз ету болып табылады. Табақшалардың әртүрлі қаттылығымен құрамалы куттерлік пышақтардың құрылымы тартылған еттің ұсақтау сапасын жақсартып, пышақтың көпқабатты құрылымын пайдалану арқылы оның тозуға төзімділігі мен ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттырады.

Негізгі сөздер: тартылған ет, ұсақтағыш, еттартқыш, куттер, құрамалы пышақ.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВНЫХ КУТТЕРНЫХ НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА

Б.Б. КАБУЛОВ, Г.Б. АБДИЛОВА, А.Б. БАКИЕВА, Г.А. ЖУМАДИЛОВА, А.Б. ҚАСЕН

(НАО «Шәкәрім университет»,
071412, город Семей, улица Глинки, 20А)

Электронная почта автора-корреспондента: abdilova1979@bk.ru

Статья посвящена исследованию составных куттерных ножей для резания мяса. В результате механического воздействия на любой продукт изменяются его физические свойства (структура мышечной ткани, плотность, консистенция, цвет и т.д.) и технологические показатели (влагоудерживающая способность, эмульгирующая способность, экстрагируемость белков и т.д.). Для того, чтобы получить необходимые размеры частиц при измельчении, продукт должен быть подвергнут воздействию определенного количества полезной энергии, которая затрачивается на преодоление прочности материала и разрушение его структуры с целью уменьшения размеров частиц. При измельчении сырье проходит стадии крупного, среднего, мелкого и очень мелкого измельчения. Для среднего измельчения мясного сырья используются мясорубки и волчки, а для мелкого и тонкого измельчения - куттер, куттер-мешалка, машины для тонкого измельчения. У куттеров измельчение часто осуществляется с помощью ножей серповидной формы. Во время этого процесса на нож действуют силы трения, изгиба, удара, вибрации и т. д. Для повышения износостойкости куттерных

ножей разработан составной куттерный нож. Ножи обеспечивают высокое качество тонкоизмельченного фарша, сохраняя требуемые свойства за счет использования набора пластин из стали различной толщины и твердости. Конструкция куттерных ножей с различной твердостью пластин улучшает качество измельчения фарша, увеличивает его износостойкость и срок службы за счет использования многослойной структуры лезвия.

Ключевые слова: фарш, измельчитель, мясорубка, куттер, составной нож.

RESEARCH OF COMPOSITE CUTTER KNIVES FOR MEAT GRINDING

B.B. KABULOV, G.B. ABDILOVA, A.B. BAKIYEVA, G.A. ZHUMADILOVA, A. KASSEN

(NAO «Shakarim University»,
071412, Semey city, Glinka Street, 20A)
Corresponding author's email: abdilova1979@bk.ru

The article is devoted to the research of composite cutter knives for grinding meat. As a result of mechanical action on any product, its physical properties (muscle tissue structure, density, consistency, color, etc.) and technological parameters (water-holding capacity, emulsifying capacity, protein extractability, etc.) change. In order to obtain the necessary particle sizes during grinding, the product must be exposed to a certain amount of useful energy, which is spent on overcoming the strength of the material and destroying its structure in order to reduce the particle sizes. During grinding, the raw materials go through the stages of coarse, medium, fine and very fine grinding. For medium grinding of meat raw materials, meat grinders and spinning tops are used, and for fine and fine grinding, a cutter, a cutter mixer, and fine grinding machines. For cutters, chopping is often carried out using crescent-shaped knives. During this process, the knife is affected by the forces of friction, bending, impact, vibration, etc. To increase the wear resistance of cutter knives, a composite cutter knife has been developed. The knives provide high-quality finely ground minced meat, while maintaining the required properties through the use of a set of steel plates of various thicknesses and hardness. The design of cutter knives with different plate hardness improves the quality of minced meat grinding, increases its wear resistance and service life through the use of a multilayer blade structure.

Keywords: minced meat, grinder, meat mincer, cutter, composite knife.

Kipicne

Кез келген өнімге механикалық әсер ету түрінің (ұсақтау, араластыру, үйкелу, кесу және т.б.) нәтижесінде оның физикалық қасиеттері мен технологиялық көрсеткіштері өзгереді. Ұсақтауда денелердің қажетті өлшемдерін алу үшін өнімге пайдалы энергияның белгілі бір санын беру керек, ол бұл өнімнің сапасын өзгертуге мүмкіндік береді. Жалпы энергияның басқа бір бөлігі кедергі және үйкеліс күштеріне шығындалып жылу энергиясына түрленеді.

Ірі ұсақталған ет өнімдеріндегі қатты заттарға сүйек сынықтары немесе сүйек қалдықтары, шеміршек және тығыз сіңірлері кіруі мүмкін; мұның бәрі қажетсіз заттар болып саналады және ұсақтау кезінде ірі денелерді жою жүйелерін қолдану арқылы түзетілуі мүмкін. Бұл жұмыс [1] денелерді тартылған еттен бөлу принциптерін, денелерді бөлу процесінің тиімділігіне әсер ететін факторларды, сондай-ақ кейбір денелерді жою үшін қолжетімді

жүйелерін қарастырады. Сүйектер мен сіңірлердің бастапқы құрамы, май мөлшері, температура, ұсақтау алдындағы өнімнің мөлшері және ұсақтау пышағының құрылысы сияқты өнім мен өңдеу параметрлері денелерді тиімді жою үшін маңызды болып саналады.

Ұсақтауда шикізат кезең бойынша ірі, орташа, майда және өте майда ұсақтаудан өтеді. Шикізатты майда ұсақтауда дайын өнімдердің сапасына ұсақтағыштың түрі (куттер, куттер-араластырғыш, жұқа майдалауға арналған агрегат және т.б.) әсер етеді [2]. Бұл ұсақталатын өнімнің оңтайлы құрылымдық-механикалық қасиеттеріне (ҚМҚ) жету уақытымен түсіндіріледі, бірақ барлық машиналарда ұсақтау процестері ұқсас және олар кинематикалық сипаттамаға Ω байланысты. Жұқа майдалауда ҚМҚ тез өзгеріп, соның нәтижесінде ұлпаның физика-механикалық бұзылуымен қатар химиялық өзгерістер пайда болады. Етті куттерлеу процесінде жасушалардың ұсақтауы су мен жалпы

бетінің байланысын арттыруға, ақуыздың босатуына, байланыстырылған ылғалдың көбеуіне және су мен тартылған еттің байланыс түрлерінің өзгеруіне әкеліп соғады. Сонымен қатар кесу аймағында температурасы жоғарлайды, ол ақуыздың денатурациясына жеткізуі мүмкін. Сондықтан куттерлеу процесін жүргізгенде суық су мен мұз қосады.

Еттартқыштар – ет өнеркәсібінде ет ұсақтауға арналған ең көп қолданылатын машиналар. Дегенмен, еттартқыштардың көпшілігінде ұсақтау процесі өнімдер мен шикізатқа қойылатын нақты талаптарға бейімделмеген, бұл кесу сапасының жеткіліксіздігіне әкеледі. Бұл жұмыстың мақсаты [3] қажетті кесу процестерін сипаттау болып табылады: жабдық пен шикізатқа негізделген қысу, үйкеліс, ұсақтау және ығысу (кесу жылдамдығы, қысым, тор тесіктерінің диаметрі, мал түрі, мата түрі, температура, талшық бағыты және үлгі өлшемі). Warner-Bratzler компаниясының пышағы мен пышақ табақшасы жүйесін пайдаланып кесу кезінде алынған нәтижелер ұсақтау процестерінде жетілдірілген модельдің қолданылуын растайды. Жоғары кесу жылдамдығында қысу мен сыну коэффициентінің жоғарылауына байланысты ұсақтағыштың энергия тұтынуы да артады.

Көптеген ет өнімдерін өндірудегі маңызды операциялардың бірі ұсақтау, әсіресе еттартқыштар мен өндірістік еттартқыштар жатады. Еттартқыштар айналмалы пышақтар принципі бойынша жұмыс істейді. Кесу кезінде ет кесектерін сығу, үйкелу және ұсақтау үшін қажетті күш пен жұмысты сипаттайтын модель жасалды. Бұл модельді еттартқыштардың жұмыс жағдайлары үшін қолдану көрсетілген. Табақша-пышақ жүйесінің нәтижелері пластинадағы бұрғыланған тесіктердің қысымы мен диаметрінің жоғарылауымен қысу мен үйкелістің жоғарылағанын көрсетеді. Деформация энергиясы үшін қысымның жоғарылауымен жоғарылау және бұрғыланған тесіктердің диаметрінің ұлғаюымен төмендеу анықталды [4].

Өндірістік еттартқыштардың құрылысы мен жұмыс істеу принципі ет мөлшерінің азаюына көп әсер етпеуі керек. Бұл жұмыста [5] еттартқыштағы ұсақтау процесінің инженерлік есебі келтірілген. Тәжірибелік еттартқыш мыналардан тұрады: қанқа, шнек, редуктор, электрқозғалтқыш, сына белдікті

беріліс, корпус, шанақ және кесуші механизм. Есептеу алгоритмі ұсақтау процесі пластиналардың ауданын пайдалану коэффициентін, кесу қабілетін және жабдықтардың қажетті қуатты анықтауды қамтиды. Сонымен қатар, еттартқыштың кесуші механизміне арналған әртүрлі пышақтар мен торлар жасалынды [6]. Тартылған еттің құрылымдық-механикалық сипаттамаларын және еттартқыштың энергетикалық сипаттамаларын анықтау үшін тәжірибелік зерттеулер жүргізілді [7].

Ет эмульсияларын өндіруге арналған дәстүрлі жабдық үзіліссіз жұмыс циклі бар ұсақтағыштар. Бұл зерттеудің мақсаты ұсақтағыштардың жұмыс принципі негізінде жұқа эмульсия түрінде ет қамырын өндіруге қабілетті үздіксіз жұмыс істейтін жабдықты жетілдіру болды [8]. Мәселені шешу үшін алдымен алдын ала ұсақтау және нақты эмульсия процесі үшін екі түрлі жетек механизмін пайдалану керек. Сонымен қатар, эмульсия жүйесі үшін пышақ-тәрелке конфигурациясын таңдау керек. Процесті сипаттау және практикалық реттеу үшін ет қамырының граммына байланысты пышақтың айналу санында көрсетілген энергия шығындарын анықтауға болады.

Бұл жұмыс [9] тартылған етті ұсақтау бойынша ағымдағы және бұрынғы зерттеулерге шолу жасайды. Ұсақтағышта жұмыс істейтін күштер жақсы зерттелген. Ұсақтау кезінде етке әсер ететін күштер неғұрлым жоғары болса, процестен кейін ет жасушаларының ыдырауы соғұрлым күшті болады. Бұл күштерді меншікті механикалық энергияны қолдана отырып, ұсақтағыштардағы энергияны беру ретінде есептеуге болады. Жасушалардың бұзылу дәрежесін сипаттау үшін зақымдалмаған жасушалардың санын пайдалануға болады.

Куттерлеу процесі – ет шикізатын майда ұсақтаудың түрі. Ол үш кезеңнен тұрады. Бірінші кезең (дайындау-бастапқы) 60÷180 с жүреді, ҚМҚ шамалары төмендейді, бұлшық ет ұлпалары жылдам ұсақталады (мөлшері 4÷5 есе), бөлу беті тез өседі, бірақ қосылған су мен мұз байланысып үлгермейді, тартылған еттің ҚМҚ төмендейді. Куттерлеу процесі куттер мен куттер-араластырғыштарда іске асады [10].

А.И. Пелеев [11] жабысқақтық пен куттерлеу ұзақтылығы арасындағы тәуелділікті келтірді:

$$C = C_0 \cdot e^{a \cdot \tau^2 + b \cdot \tau}, \quad (1)$$

мұндағы: C_0 және C – тартылған еттің бастапқы және соңғы жабысқақтығы; a және b – шикізат пен тартылған ет түрінен және куттерлеу қарқындылығына байланысты тұрақтылар; τ – куттерлеу ұзақтылығы, с.

ФЛП тартылған ет даярлау агрегатын сынақтан өткізгенде куттердің үш типті кесуші аспаптар жұмысының талдауы жүгізілді: орақ тәріздес, тура және екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес. Бұл кезде куттердің пышақты білігінің айналу жиілігі 104,7 және 157 рад/с, куттерлеу ұзақтылығы 60, 120 мен 180 с болды. Тартылған етті механикалық өңдеу сапасын ҚМК (тұтқырлық, ШЫҚ, кесуші кернеу) және де өңделген шұжықтың кесуші кернеуінің шамасы мен олардың органолептикалық көрсеткіштері бойынша бағалады. Тура және екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақпен куттерлеуде, 157 рад/с пышақты біліктің айналу жылдамдығында тартылған еттен жасалған шұжық үлгілерінде жақсы реологиялық және органолептикалық көрсеткіштері бар болды. Тура және екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақпен куттерлеуде кәдімгі орақ тәріздес пышақ арқылы куттерлеумен салыстырғанда энергетикалық көрсеткіштері 10% төмен болды. Сонымен қатар, онаша эксперименттерде зерттеушілер қуаттың бірдей шығынында тура пышақпен куттерлеуге қарағанда 157 рад/с айналу жиілігінде екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақпен де тартылған ет пен дайын өнімнің өте жақсы реологиялық көрсеткіштерімен алды [12]. Кесу жылдамдығы өскен сайын тартылған ет пен дайын өнімнің реологиялық және де басқа

көрсеткіштеріне кесуші аспаптар пішінінің әсері жоғарлайды. Ұсақтаудың жақсы сапасы мен энергия шығының төмендеуі төрт кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақтардың жұмысында байқалды, олар кәдімгі орақ тәріздес пышақтармен салыстырғанда белгілі бір бұрышпен жасалған.

Куттер пышақтарының әртүрлі кесу жылдамдығы мен куттерлеу ұзақтығындағы тартылған еттің реологиялық қасиеттерінің зерттеулері: кесу жылдамдығы өскен сайын тартылған еттің тұтқырлығы жоғарлайтындығын көрсетті. Бұл кезде ұсақтауға кететін энергияның жалпы шығыны куттерлеу ұзақтылығы азайғанда да өскен жоқ [13]. Максималды тұтқырлық (636 Па·с) және ең жоғары сапасы (органолептикалық бағалау бойынша) пышақтардың 314 рад/с айналыс санымен 120 с куттерленген тартылған етте болған.

А.Г. Бараян куттерлер пышақтардың тозуға төзімділігі мен ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттырудың негізгі әдістерін зерттеп, пышақтардың жүзімен кесу өзгешелігін және олардың тозуына әсер ететін негізгі факторларын қарастырып талдау жасады. Зерттеулерде көрсетілгендей ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттыру үшін ең жоғары эффектісі өзін-өзі қайрау эффектісінің қолдануымен жүзеге асады. Бұл эффект қабаттардың әртүрлі қаттылығымен екі немесе көп қабатты пышақтарды жасағанда алынуы мүмкін [14]. Жоғары тозуға төзімділігімен қабаттардың қаттылығының төмен тозуға төзімділігімен қабаттардың қаттылығына қатынасы 18-22 аралығында болуы қажет.

Өзін-өзі қайрау эффектісінің сандық бағалау үшін өзін-өзі қайраудың өлшемсіз критерий түсінігі енгізілген [14]:

$$K_C = \frac{I_C \sin \beta}{I_A \cos \beta + I_B}, \quad (2)$$

мұндағы: I_A , I_B , I_C – сызықтық тозудың шамаларына тең сызықтық тозу жылдамдықтарының векторлары; β – пышақ жүзінің қайрау бұрышы. $K_C=1$ мәнінде өзін-өзі қайрау эффектісі байқалады, ал $K_C>1$ болғанда жүзінің қайралмағаны және керісінше, $K_C <1$ болғанда жүзінің қайралуы орын алады.

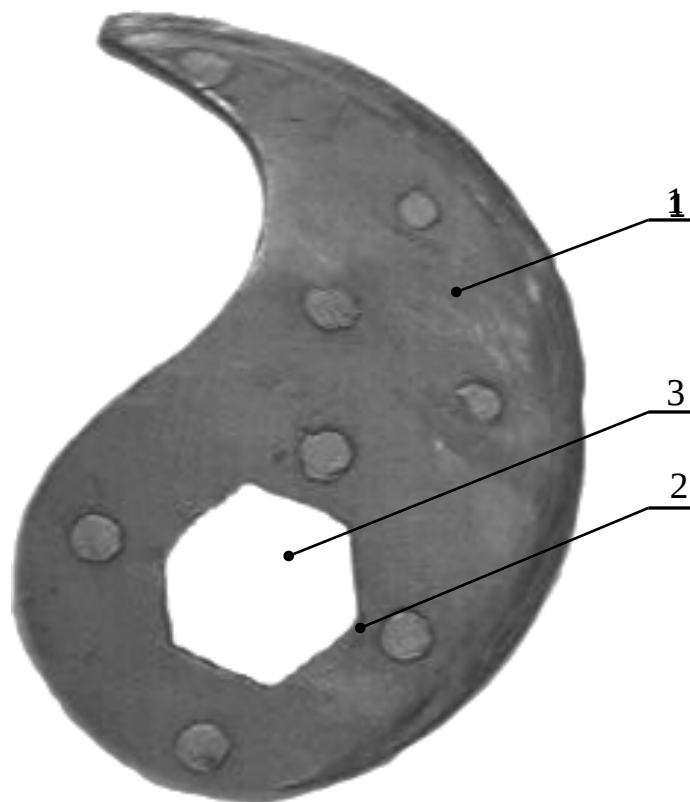
Материалдар мен зерттеу әдістері

Шәкәрім университетінің қызметкерлері Кабулов Б.Б. және т.б. құрамалы куттерлік пышақ жетілдірілді (сурет 1). Өнертабыстың техникалық нәтижесі пышақ өндірісінде қалыңдығы мен қаттылығы әртүрлі болаттан жасалған табақшалар жиынтығын қолдану есебінен талап етілетін

қасиеттерін сақтай отырып, мәлімделген конструкциядағы пышақтармен кесілген ұсақ тартылған еттің жоғары сапасын қамтамасыз ету болып табылады [14]. Пышақ жүзін бір-біріне тығыз орналасатын және контурды көшіретін және бір-бірімен тойтармалармен жалғанатын, орталық табақша сыртқы табақшаларға қарағанда жұқа және

қаттырақ болатын, ал пышақ жүзін екі жақты қайрау

арқылы жасау ұсынылады.



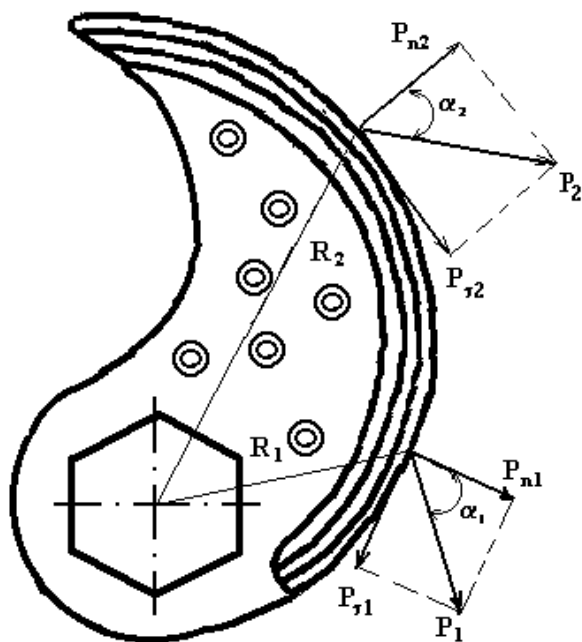
1 – пышақтың жүзі, 2 – тойтарма, 3 – білікке орнататын науа
Сурет 1. Құрамалы куттерлік пышақ (жалпы көрініс).

Алдымен көшіргіштердің көмегімен әртүрлі қалыңдықтағы болаттан орақ тәріздес табақшалардың үлгілері кесіледі. Осыдан кейін дайындалған үлгілерде тесіктері бұрғыланады. Сондай-ақ, тойтармалар үшін тесіктер табақшаларында бұрғыланады және сыртқы табақшалардың тойтармаларының тесіктерінде фаскалар кесіледі. Содан кейін табақшалар әртүрлі қаттылық деңгейлерін қамтамасыз ету үшін термиялық өңдеуден өтеді. Дайындалған үлгілер әрлеу өңдеуден өтеді және тойтармалармен бекітіледі. Кескіш пышақтың жиналған жүзін екі жағынан қайрап, жылтыратылады.

Тартылған етті майда ұсақтау кезіндегі қуатты

есептеу үшін екі нүктелерінде құрамалы пышақ пен тартылған еттің бұлшық ет талшықтарымен өзара әрекеттесуін қарастырайық (сурет 2). Куттерлеу процесінде бұлшық ет талшығына пышақтың айналу радиусына перпендикуляр бағытталған P_1 және P_2 кесу күштері әсер етеді. Бұл күштер нақты P_n және жанасу P_τ құрастырушылардан тұрады. Бұл екі күштердің қатынасы кесу жүзінің осы нүктесі мен пышақтың айналу радиусы арасындағы α бұрышынан байланысты. Негұрлым α бұрышы кіші болса, соғұрлым нақты құрастырушысы P_n үлкен болады. Керісінше, егер α бұрышы үлкен болса, онда кесу күшінің қалыпты құрастырушысы кішірейеді, ал жанасу P_τ құрастырушысы өседі, сондықтан:

$$P_n = P \cdot \cos \alpha \quad P_\tau = P \cdot \sin \alpha \quad (3)$$



P_1, P_2 – кесу күштері; P_{n1}, P_{n2} – кесу күштерінің нақты құрастырушы; P_{t1}, P_{t2} – кесу күштерінің жанасу құрастырушы; R_1, R_2 – пышақ жүзінің берілген нүктелеріндегі айналу радиустары; α_1, α_2 – пышақ жүзінің берілген нүктелерінің жанасу сызығы мен оның айналу радиусы арасында бұрыштары

Сурет 2. Тартылған етті жұқа майдалауда құрамалы пышақтың жүзіне әсер ететін күштер сұлбасы

Пышақтың жүзінде тартылған еттің бұлшық етінің талшығы екі түрлі әрекетке ұшырауы мүмкін: кесу күшінің қалыпты P_n және жанасу P_t құрастырушылардың әсерінен ол қысылып ұсақталады. Кесу күшінің жанасу P_t құрастырушысы қосу ұлпасын ұсақталуына себепті болады. Суретте екі нүктелер құрамалы пышақтың әртүрлі айналу радиустарында орналасқан, бұл кезде $R_1 < R_2$. Бұл радиус үлкен болса, екі нүктедегі сызықтық жылдамдық бірінші нүктеге қарағанда артық болады, ал сызықтық жылдамдықтың артуы кесу күші P мен оның P_n және P_t құрастырушылардың өсуіне әкеліп соғады.

Сондықтан кесу тиімділігі куттерлік пышақтық ұшында жоғары болады. Сонымен қатар пышақтың бұл бөлігі тостағанның қабырға аймағында тартылған еттің жеткілікті тығыздығы қамтамасыз етеді. Ет шикізатының тиімді және сапалы кесілуі $v=100 \div 110$ м/с кем емес сызықтық жылдамдықта жүзеге асады.

Бастапқы моментте пышақтың жүзі тартылған еттің бетімен жанасқан кезде концентрацияланған байланыс кернеулер пайда

болады. Кернеулердің шекті мәндеріне жеткенде озық сынық пайда болады, материалдың құрылымы бұзылып, пышақтың жүзі терең қарай жылжыйды. Пышақ жүзінің бастапқы енгізілуден және құрамалы пышақтың ары қарай қозғалыстан кейін оның көлбеу қырларының әсерінен материал өске перпендикуляр бағытта қозғалып деформацияланады.

Пышақтың жүзі екі жазықтықтың қиылысында пайда болып, теориялық түрде тура сызықтық болып табылады. Бірақ та нақты жағдайда абразивтік дөңгелектермен пышақтың жүзінің бүйірлі қырларын өндегеннен кейін микробуррлар, шығыңқылар және қатпарлары бар тегіс емес беті болып табылады. Қырлардың өткірлігі шеңбердің δ диаметрімен сипатталады, ол пышақ жүзінің пішініне сай болуы мүмкін. Практикада пышақ жүзінің өткірлігін анықтау өте қиын, яғни ол үшін арнайы өлшеу құралдары қажет.

Пышақтың білігіне салынған айналу моменті оның барлық элементтерінің жанынан ағып кету кезінде салынған гидравликалық кедергілер моменттерінің қосындысына тең.

Пышақтың білік құрылымның элементтеріне салынған моменттердің қосындысы былай анықталу мүмкін:

$$M_n^{kp} = P_n \cdot r_n \cdot z_n \quad \text{или}$$

$$M_n^{kp} = \sum_{i=1}^{z_n} M_n = \sum_{i=1}^{z_n} \frac{5}{2} \cdot \lambda \cdot \eta_{nl} \cdot r_n^3 \cdot \omega_n$$

(4)

мұндағы: P_n – кесу күші, Н; λ – тартылған еттің гидравликалық кедергі коэффициенті, r_n – пышақтардың айналу радиусы, м.

Жетілдірілген пышақ тартылған етті даярлау және шұжық өнімдерін қалыптау агрегатына жиынтық түрінде орнатылып бекітіледі [15]. Бұл агрегатта құрамалы куттерлік пышақтардың тәжірибелік зерттеулері жүргізілді. Агрегаттың құрылымы куттерлік пышақтар білігінің айналыс санын өзгертіп өлшеуге мүмкіндік берді. Агрегат параметрлерінің негіздеуі модель мен үлгі арасындағы ұқсастық талаптарына сай жүзеге асты. Жұмысшы органдар ретінде куттерлердің әртүрлі пышақтарына геометриялық ұқсас үлгілері қолданылды.

Тәжірибелік түрде моделдік масса «Докторская» пісірілген шұжығының тартылған етіне ұқсас алынған. Динамикада моделдік масса мен тартылған еттің пішіні өзгергенде де ұқсастық байқалды. Механикалық өңдеуде (куттерлеуде) моделдік масса мен тартылған еттің төрт түрі анықталған: статикалық, квазистатикалық, сарқырама тәріздес мен сақина тәріздес. Сынақтарды өткізу шарттарды анықтау үшін бірқабатты үлгілермен тәжірибелер жүргізілді және де тозудың механизмі мен негізгі заңдылықтары зерттелді. Тозу сипаттамасының гидроабразивті массадағы тозуға сәйкес келетіндігі анықталды. Пышақтардың жалпы тозу кезінде коррозия екінші рөлін атқарады. Тозу сынақтарын жүргізгенде әрбір кесіндісінің үш бағытында алдын-ала анықталған үш кесіндісінде салмақтық тозу мен сызықтық тозу: артқы грань, фаска және жүзі бойынша өлшенді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Атмосфералық қысымда жұмыс істейтін тартылған ет даярлау агрегатында зерттеулер жүргізілді. Агрегатта кезек бойынша кәдімгі орақ тәріздес және құрамалы орақ тәріздес пышақтар орнатылды. Бұл кезде кәдімгі пышақтар дәстүрлі технология бойынша 40X13 болаттан жасалған.

Құрамалы пышақтардың сыртқы пластиналары 12X18H10T болаттан, ал ортаңғы ішкі пластина 5XНМ болаттан жасалынды, олар $t=850^{\circ}\text{C}$ (суытқыш сұйықтық – май ортада) шынықтырылып, одан кейін 1 сағат ішінде $t=150^{\circ}\text{C}$ жұмсарту жүргізілді.

Зерттеулер жүргізгенде келесі тұрақты параметрлер қамтамасыз етілді:

- пышақтардың кесу жүздерінің біркелкі өткірлігі, ол бір қайрағышпен бір арнайы құралмен қайралып іске асты, бинокулярлі лупамен өткір емес таспа «б» мен шаблон бойынша пышақтың қайрау бұрышын «д» бақылау;

- пышақтар мен тостаған арасындағы бірыңғай саңылау, барлық тәжірибелерде ол 1 мм тең болды және ол № 3 класс 2 ТУ 2.34А-87 щуптар жиынының көмегімен орнатылды;

- тостағанды тиеудің бірдей коэффициенті өңделетін тартылған ет пен специалардың салмағын өлшеу арқылы қамтамасыз етілді, барлық тәжірибелерде ол 0,6 тең болды;

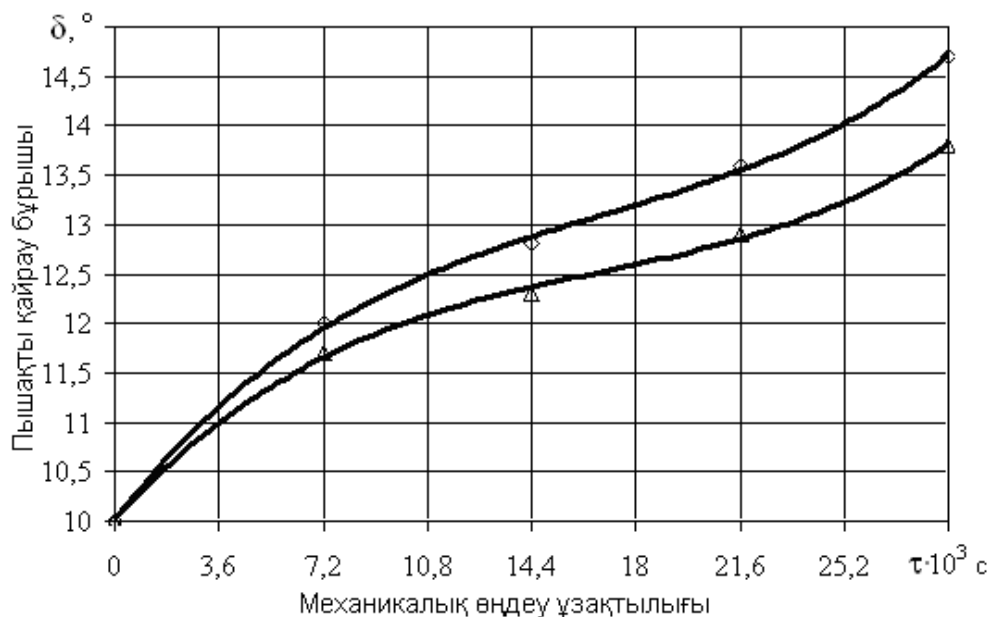
- агрегатқа қосылатын суық судың бірдей мөлшері технологиялық процесс бойынша өлшеу сыйымдылықтар арқылы бақылайды; барлық тәжірибелердегі пышақтардың бірдей саны 3 дана болды;

- барлық тәжірибелердегі пышақтардың бірдей қалыңдығы $3 \pm 0,1$ мм тең болды.

Зерттеулер барысында «Докторская» пісірілген шұжық тартылған етінің механикалық өңдеуі жүргізілді. Пышақты біліктің айналу жылдамдығы $\omega_n=293$ рад/с тең болды. Куттерлеуге тартылған ет тор тесіктерінің диаметрі 5 мм болатын еттартқыштан өткізілгеннен кейін жіберілді. Агрегаттағы тартылған етті ұсақтау уақыты 2 сағат мөлшерінде секундтық меңзері бар сағатпен өлшенген.

Куттерлеу уақытына байланысты куттерлік пышақ жүзі бұрышының графигі 3 суретте көрсетілген.

3 суретте уақытқа байланысты дәстүрлі пышаққа қарағанда құрамалы пышақтың қайрау бұрышының өзгерісі аз болатындығын көруге болады. Соның нәтижесінде куттерлеу кезінде құрамалы пышақ жүзінің қайрау қажетті бұрышы қамтамасыз етіледі, ол тартылған етті ұсақтау сапасын жақсартады. Тәжірибелік зерттеулер негізінде құрамалы пышақтардың ұсынылған құрылымы тозуға төзімділігін жоғарлатып, олардың қаттылығы мен беріктігін төмендетпейді.



◇ - дәстүрлі пышақ, Δ - құрамалы пышақ

Сурет 3. Тартылған ет даярлау агрегатында механикалық өңдеу (куттерлеу) ұзақтылығына байланысты куттерлік пышақтар жүзінің қайрау бұрыштарының өзгеруі

Қорытынды

Сонымен, куттер пышақтардың жана құрамалы конструкциясы жасалған. Бұл пышақтарды тек зерттеулерде ғана емес, өндіріс жағдайында да пайдалануға болады. Ет дайындау блогының тартылған еттің сериялы өндіру мәселесі маңыздылардың бірі болып табылады. Оның барынша қысқа мерзім ішінде оң шешілуі шикізатты, энергия мен еңбек шығындарын үнемдеу нәтижесінде өндірістің едәуір экономикалық тиімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Табақшалардың әртүрлі қаттылығымен құрамалы куттерлік пышақтардың құрылымы тартылған етті ұсақтау сапасын жақсартып, пышақтың көпқабатты құрылымын пайдалану арқылы оның тозуға төзімділігі мен ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттырады. Құрамалы куттерлік пышақтың ұзақ жұмыс істеу мерзімі куттердің замануи пышақтың ұзақ жұмыс істеу мерзіміне қарағанда 1,5÷2 есе көбейеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Zhao Y., Sebranek J. G. Technology for meat-grinding systems to improve removal of hard particles from ground meat // Meat Science, 1997, No 3, P. 389-403.
2. Косой В. Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 272 с.

3. Krickmeier J., Schnäkel W., Pongjanyanukul W., Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 2: Distribution of necessary cutting works in dependence of machinery and raw material influences // Fleischwirtschaft, 2012, No 1, P. 88-92.

4. Schnäkel W., Krickmeier J., Oktaviani, Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 1: Modelling the terms during the disintegration in meat mincers // Fleischwirtschaft, 2012, No 7, P. 83-87.

5. Bakieva A., Kabulov B., Imangalieva Zh., Dick E., Arslanbekova S., Tuxvatullina L., Murzina E., Peshchero G., Ovsyannikova A. Engineering methods of technological calculation of meat grinders // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2019, No 22, P. 3827-3831.

6. Bakieva A., Akimov M., Abdilova G., Ibragimov N., Bekeshova G. Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat // International Journal of mechanical and Production Engineering Research and Development, 2019, No 9, P. 377-390.

7. Bakieva A., Yerengaliev A., Kakimov A., Zhumadilova G., Abdilova G., Serikov E., Suychinov A., Turagulov R., Yessimbekov Zh. Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency // Processes, 2024, No 12, P. 1-20. <https://doi.org/10.3390/pr12091808>

8. Schnäkel W., Krickmeier J., Schnäkel D., Micklisch I., Haack O. Analysis for optimisation of the mincing processes: Part 4: Adaptation of mincing processes for

production of fine emulsified meat batters // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 7, P. 91-96.

9. Berger L. M., Witte F., Tomasevic I., Heinz V., Weiss J., Gibis M., Terjung N. A review on the relation between grinding process and quality of ground meat // *Meat Science*, 2023, No 11, P. 121-131.

10. Какимов А. К., Тулеуов Е. Т., Еренғалиев А., Кабулов Б. Б., Аскаров А. К. Современные машины для тонкого измельчения сырья биологического происхождения: аналитический обзор. – Семипалатинск: Семипалатинский ЦНТИ, 2003. – 48 с.

11. Пелеев А. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 519 с.

12. Ивашов В. И., Дуйденко Б. Н., Славущев С. В., Андреев В. А. Новые режущие устройства куттеров: обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1986. – 29 с.

13. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятия мясной промышленности. Часть I. Оборудование для убой и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.

14. Кабулов Б. Б. Интенсификация процессов механической обработки фарша: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 22.12.2005: утв. 19.05.2006. – Семипалатинск, 2005. – 142 с.

15. Тулеуов Е. Т., Еренғалиев А., Какимов А. К., Кабулов Б. Б. Пат. 13370 Республика Казахстан: МКИ А 22 С 18/00. Агрегат для приготовления мясного фарша и формирования колбасных изделий; заявитель и патентообладатель СГУ им. Ш.Акарима. - № 2002/0312.1; заявл. 15.03.2002, опубл. 15.09.2003. Бюл. № 9. – 3 с.

REFERENCES

1. Zhao Y., Sebrank J. G. Technology for meat-grinding systems to improve removal of hard particles from ground meat // *Meat Science*, 1997, No 3, P. 389-403.

2. Kosoj V. D. Sovershenstvovanie processa proizvodstva varennyh kolbas [Improvement of the cooked sausage production process] // М.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost' (1983): 272 p. (In Russian)

3. Krickmeier J., Schnäkel W., Pongjanyanukul W., Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 2: Distribution of necessary cutting works in dependence of machinery and raw material influences // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 1, P. 88-92.

4. Schnäkel W., Krickmeier J., Oktaviani, Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 1: Modelling the terms during the disintegration in meat mincers // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 7, P. 83-87.

5. Bakieva A., Kabulov B., Imangalieva Zh., Dick E., Arslanbekova S., Tikhvatullina L., Murzina E., Peshchikov G., Ovsyannikova A. Engineering methods of technological calculation of meat grinders // *Journal of Engineering and*

Applied Sciences, 2019, No 22, P. 3827-3831.

6. Bakieva A., Akimov M., Abdilova G., Ibragimov N., Bekeshova G. Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat // *International Journal of mechanical and Production Engineering Research and Development*, 2019, No 9, P. 377-390.

7. Bakieva A., Yerengaliev A., Kakimov A., Zhumadilova G., Abdilova G., Serikov E., Suychinov A., Turagulov R., Yessimbekov Zh. Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency // *Processes*, 2024, No 12, P. 1-20.

8. Schnäkel W., Krickmeier J., Schnäkel D., Micklisch I., Haack O. Analysis for optimisation of the mincing processes: Part 4: Adaptation of mincing processes for production of fine emulsified meat batters // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 7, P. 91-96.

9. Berger L. M., Witte F., Tomasevic I., Heinz V., Weiss J., Gibis M., Terjung N. A review on the relation between grinding process and quality of ground meat // *Meat Science*, 2023, No 11, P. 121-131.

10. Kakimov A. K., Tuleuov E. T., Erengaliev A., Kabulov B. B., Askarov A. K. Sovremennye mashiny dlya tonkogo izmel'cheniya syr'ya biologicheskogo proiskhozhdeniya: analiticheskij obzor [Modern equipment for fine grinding of raw materials of biological origin: analytical review] // *Semipalatinsk: Semipalatinskij CNTI (2003): 48 p. (In Russian)*

11. Peleev A. I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij myasnoj promyshlennosti [Technological equipment of meat industry enterprises] // М.: Pishchevaya promyshlennost' (1971): 519 p. (In Russian)

12. Ivashov V. I., Dujdenko B. N., Slavushchev S. V., Andreenkov V. A. Novye rezhushchie ustrojstva kutterov: obzornaya informaciya [New grinding devices of cutters: overview information] // М.: АгроНИИТЕИММП (1986): 29 p. (In Russian)

13. Ivashov V. I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij myasnoj promyshlennosti. Chast' I. Oborudovanie dlya uboya i pervichnoj obrabotki [Technological equipment of meat industry enterprises. Part 1. Equipment for slaughter and primary treatment] // М.: Колос (2001): 552 p. (In Russian)

14. Kabulov B. B. Intensifikaciya processov mekhanicheskoy obrabotki farsha: dis. ... kand. tekhn. nauk [Intensification of mechanical processing of minced meat: dis. ... candidate of technical sciences] // *Semipalatinsk (2005): 142 p. (In Russian)*

15. Tuleuov E. T., Erengaliev A., Kakimov A. K., Kabulov B. B. Пат. 13370 Республика Казахстан: МКИ А 22 С 18/00. Агрегат для приготовления мясного фарша и формования колбасных изделий [Machine for preparing minced meat and moulding sausages] // *Опубл. 15.09.2003. Бюл. No 9: 3 p. (In Russian)*

ИТМҰРЫНМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ФУНКЦИОНАЛДЫ САРЫСУ СУСЫНЫНЫҢ РЕЦЕПТУРАСЫН ӘЗІРЛЕУ

А.А. МИРЗАКУЛОВА *, Т.Е. САРСЕМБАЕВА , Б. КАЛЕМШАРИВ 

(С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Қазақстан, 010011, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: asiya.mirzakulova@mail.ru

Функционалды сусындарға сұраныс тұрақты өсуде, ал сарысу (белоктар мен минералдар көзі) мен итмұрын (С витамині, полифенолдар) үйлесімі дәлелденген тағамдық және сенсорлық құндылығы бар өнімді жасау үшін перспективалы болып табылады. Жұмыстың мақсаты – расталған органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық сапа көрсеткіштері бар итмұрынмен байытылған сарысу сусынының формуласын әзірлеу және оңтайландыру. 2–5% итмұрын сығындысы бар үлгілер (суды алу 80–90 °С, 30–60 мин) зерттелді; гомогенизация және қысқа мерзімді пастерлеу жүргізілді; дегустация тақтасы бойынша бағалау (n=20, 5 баллдық шкала), рН, титрленетін қышқылдық, тұтқырлық, С витаминінің мөлшері өлшенді, микробиологиялық сынақтар жүргізілді; функционалдық қоспалар (пробиотиктер, D3 дәрумені, минералдар, стевия) қосымша сынақтан өтті. Оңтайлы 4% сығындыда белгіленді: орташа сенсорлық балл $\geq 4,6$; рН = 4,2; қышқылдық = 0,8%; тұтқырлық = 2,1 мПа·с; С витамині ≈ 120 мг/100 мл; микробтардың жалпы саны = 1×10^3 КТБ/мл; ашытқы және зең = 5 КҚБ/мл; қоздырғыштар анықталмады. Пробиотиктер, D3, минералдар және стевия комбинациясы сенсорлық ұпайларды қосымша арттырды (4,9-ға дейін). Әзірленген формула технологиялық тұрғыдан мүмкін, қауіпсіз және масштабтауға жарамды; өнім жоғары органолептикалық қасиеттерді денсаулыққа әлеуетті пайдасымен біріктіреді, бұл оның коммерциялануын және салауатты тамақтану тенденцияларына сәйкестігін қолдайды.

Негізгі сөздер: функционалды сусындар, экстракция, органолептикалық қасиеттері, физика-химиялық сипаттамалары, өнімнің қауіпсіздігі, коммерцияландыру.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА, ОБОГАЩЕННОГО ШИПОВНИКОМ

А.А. МИРЗАКУЛОВА*, Т.Е. САРСЕМБАЕВА, Б. КАЛЕМШАРИВ

(Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина,
Казахстан, 010011, Астана, пр. Победы, 62)

Электронная почта автора-корреспондента: asiya.mirzakulova@mail.ru

Спрос на функциональные напитки устойчиво растёт, при этом сочетание сыворотки (источник белков и минералов) и плодов шиповника (витамин С, полифенолы) перспективно для создания продукта с доказанной пищевой и сенсорной ценностью. Цель – разработать и оптимизировать рецептуру сывороточного напитка, обогащённого шиповником, с подтверждёнными органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями качества. Исследованы образцы с экстрактом шиповника 2–5% (водная экстракция 80–90 °С, 30–60 мин); проведены гомогенизация и кратковременная пастеризация; оценка по дегустационной панели (n=20, 5-балльная шкала), измерены рН, титруемая кислотность, вязкость, содержание витамина С, выполнены микробиологические тесты; дополнительно апробированы функциональные добавки (пробиотики, витамин D3, минералы, стевия). Оптимум установлен на 4% экстракта: средние сенсорные баллы $\geq 4,6$; рН = 4,2; кислотность = 0,8%; вязкость = 2,1 мПа·с; витамин С ≈ 120 мг/100 мл; общая микробная обсеменённость = 1×10^3 КОЕ/мл; дрожжи и плесени = 5 КОЕ/мл; патогены не выявлены. Комбинация пробиотиков, D3, минералов и стевии дополнительно повышала сенсорные оценки (до 4,9). Разработанная рецептура технологична, безопасна и пригодна к масштабированию; продукт сочетает высокие органолептические качества с потенциальной пользой для здоровья, что поддерживает его коммерциализацию и соответствие трендам здорового питания.

Ключевые слова: функциональные напитки, экстракция, органолептические свойства, физико-химические показатели, безопасность продукции, коммерциализация.

DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR A FUNCTIONAL WHEY DRINK ENRICHED WITH ROSE HIPS

A.A. MIRZAKULOVA*, T.E. SARSEMBAEVA, B. KALEMSHARIV

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Kazakhstan, 010011, Astana, Pobeda Ave., 62
Corresponding author e-mail: asiya.mirzakulova@mail.ru

Functionalities of susyndarga suranys turakty osude, al sarysu (beloktar men mineraldar kozi) men itmury (With vitamin, polyphenoldar) ylesimi daleldengen tagamyk zhane sensorlyk kundylygy bar Onimdi zhasau ushin perspectives of a large number of tabyladas. Maksaty rastalghan organoleptical, physics-chemistry and microbiology sapa korsetkishteri bar itmuryrmen baiytilgan sarysu susyninny formulasyn azirleu zane ontaylandyru. 2–5% itmuryrny sygyndysy bar ulgiler (courts alu 80–90 °C, 30–60 min) zertteldi; homogenization of zhane kyska merzimdi pasterley zhurgizildi; tasting taktasy boyynsha bagalau (n=20, 5 point scale), pH, titlernetin kyshkyllyk, tıtkyrlyk, C vitaminin molsheri olshendi, microbiology synovaktar zhurgizildi; functionalities of kospalar (probiotic, D3 dorumeni, mineraldar, stevia) kosymsha synaktan otti. Ontails 4% sygyndyda belgilandi: ortasha sensory score ≥ 4.6 ; pH = 4.2; kishkyllyk = 0.8%; tıtkyrlyk = 2.1 mPa s; Vitamin C ≈ 120 mg/100 ml; microtardyn zhalpy sana = 1×10^3 CTB/ml; ashytky zhene = 5 KKB/ml; Kozdyrgyshtar anyqtalmada. Probiotic, D3, mineraldar and stevia combinations sensory and payardy kosymsha arttyrды (4.9 days). Ozirlengen formula technology turgydan mumkin, qauipsiz zhane scale zharamdy; Onim zhogary organolepticalak kassietterdi densaulykka aleuetti paidasymen biriktiredi, bul on kommertsialanuyyn zhane salauatty tamaktanu tendenlaryna saikestigin Coldaids.

Keywords: functional beverages, extraction, organoleptic properties, physicochemical indicators, product safety, commercialization.

Kіpіcne

Соңғы жылдары функционалды сусындарға сұраныс тұрақты өсіп келеді, өйткені мұндай өнімдер тұтынушылардың денсаулыққа бағдарланған таңдауына сай келеді. Сарысу – тағамдық ақуыздар, витаминдер мен минералдардың көзі, ал итмұрын – C дәрумені мен полифенолдарға бай өсімдік шикізаты [1–4]. Осы екі ингредиенттің технологиялық тұрғыдан үйлесуі сенсорлық тартымдылықты сақтай отырып, тағамдық құндылығы жоғары өнім өндіруге мүмкіндік береді.

Осы зерттеудің мақсаты – сарысу мен итмұрын негізінде функционалды сусынның рецептурасын әзірлеу және оның органолептикалық әрі физика-химиялық қасиеттерін, сондай-ақ микробиологиялық қауіпсіздігін бағалау. Зерттеу дизайнына итмұрыннан суық/жылы сумен экстракциялау, сарысу-сығынды қоспасын араластыру, гомогенизация және пастерлеу кезеңдері кіреді; өлшеулер мен бағалау нәтижелері тиісті кестелерде келтіріледі.

Зерттеу міндеттері:

- итмұрын сығындысының концентрация диапазонын (2–5%) сынау;
- сусынның сенсорлық көрсеткіштерін (дәм, хош иіс, түс, текстура) панельдік бағалау арқылы анықтау;
- физика-химиялық параметрлерін (рН, титрленетін қышқылдық, тұтқырлық) өлшеу;
- микробиологиялық қауіпсіздік критерийлеріне сәйкестігін тексеру.

Бұл зерттеу сарысу мен итмұрынды біріктірген функционалды сусынға қатысты ғылыми олқылықты толтырады, өйткені бұрынғы еңбектерде әдетте осы ингредиенттердің жеке қасиеттері ғана қарастырылған. Рецептураны оңтайландыруға, сенсорлық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштерді кешенді бағалауға арналған жүйелі жұмыстар жеткіліксіз болды. Осы зерттеу алғаш рет екі компонентті үйлестіре отырып, олардың концентрациясын анықтап, технологиялық процестерін сипаттап, дайын өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін кешенді түрде растады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Мақалада келесі зерттеу әдістері қолданылады:

1. Бастапқы материалдар.

Функционалды сусынды жасау үшін келесі ингредиенттер пайдаланылды:

- Сүт сарысуы. Жергілікті сүт зауытындағы ірімшік өндірісінен алынған. Сарысу микробиологиялық ластануды болдырмау үшін пастерленген.

- Итмұрын (*Rosa canina*). Итмұрын піскен кезде жиналады, іріктелді, жуылады және кептірілді. Экстракция үшін жаңа піскен және кептірілген жемістер пайдаланылды.

2. Итмұрын сығындысын дайындау.

Итмұрыннан биоактивті компоненттерді алу суды экстракция әдісімен жүргізілді. Процесс келесі қадамдарды қамтыды:

- Тазалау. Ластану мен пестицидтердің қалдықтарын кетіру үшін итмұрын ағынды сумен мұқият жуылды [5].

- Ұсақтау. Итмұрын еріткішпен жанасу аймағын ұлғайту үшін блендерде ұсақ массаға дейін ұнтақталды [6].

- Экстракция. Туралған итмұрын ыстық сумен (температура 80-90 ° C) құйылады және 30-60 минут бойы тұндырылады. Инфузиядан кейін сығынды қатты бөлшектерді кетіру үшін дәке немесе сүзгі қағазы арқылы сүзіледі [2].

3. Сусынның рецептін жасау.

Сусындағы итмұрынның оңтайлы концентрациясы жалпы көлемнің 2%-дан 5%-ға дейінгі диапазонында анықталды. Осы мақсатта итмұрын сығындысының дайын өнімнің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттеріне әсерін бағалау үшін әртүрлі концентрациядағы тәжірибелік сынақтар жүргізілді.

4. Органолептикалық қасиеттерін бағалау.

Сусынның органолептикалық қасиеттері (дәмі, түсі, хош иісі) 20 адам қатысқан дегустация сынақтары арқылы бағаланды. Бағалау 5 балдық жүйе бойынша жүргізілді, мұнда 1 төмен сапалы, 5 жоғары сапалы [7].

5. Физико-химиялық зерттеулер.

Сусынның рН, титрленген қышқылдық және тұтқырлық сияқты физикалық-химиялық параметрлері стандартты әдістермен өлшенді:

- рН. рН-метр көмегімен өлшенеді (рН-метрия әдісі).

- Титрленген қышқылдық. 0,1 М NaOH ерітіндісімен титрлеу арқылы анықталады.

- Тұтқырлық. Вискозиметр көмегімен өлшенеді (айналмалы вискозиметрия әдісі) [4].

6. Микробиологиялық зерттеулер.

Өнімнің қауіпсіздігін тексеру үшін микробиологиялық зерттеулер жүргізілді. Оларға патогендік микроорганизмдердің болуына талдау және қоректік ортадағы молекулярлық-генетикалық әдістер мен культураны қолдану арқылы жалпы микробтық жүктеме кіреді [8].

Нәтижелер және оларды талқылау

Сарысу мен итмұрын негізіндегі функционалды сусындарды дамыту салауатты тамақтану мен функционалды өнімдерге деген қызығушылықтың артып келе жатқанын ескере отырып, зерттеудің өзекті саласы болып табылады [4].

Негізгі ингредиент ретінде сарысуды таңдау оның жоғары тағамдық құндылығы мен функционалдық қасиеттеріне байланысты. Сарысудың құрамында ішектегі пайдалы микрофлораның өсуіне ықпал ететін лактоза, сондай-ақ гипотензивті және иммуномодуляциялық әсерге ие болатын биоактивті пептидтер бар [9, 10].

Бір сусындағы сарысу мен итмұрын үйлесімі жағымды органолептикалық сипаттамаларға ие ғана емес, сонымен қатар тұтынушылардың денсаулығына оң әсер ете алатын өнімді жасауға мүмкіндік береді. Зерттеулер көрсеткендей, сусындағы итмұрынның оңтайлы концентрациясы жалпы көлемнің 2% -дан 5% -ға дейін болуы керек, бұл ең жақсы органолептикалық және физика-химиялық сипаттамаларға қол жеткізуге мүмкіндік береді [5].

Сонымен қатар, пробиотиктерді, дәрумендер мен минералдарды қосу сусынның функционалдық қасиеттерін айтарлықтай жақсартады. *Lactobacillus* сияқты пробиотиктер ас қорытуды жақсартуға және сау ішек флорасын сақтауға көмектеседі [7]. D3 дәрумені, өз кезегінде, иммундық жүйені нығайтады және кальцийдің сіңуін жақсартады [8].

Қасиеттерін біріктіретін сусынның рецептін жасау. Сарысу, ірімшік өндірісінің жанама өнімі, ас қорытуды жақсартуға және иммундық жүйені нығайтуға көмектесетін ақуыздар, витаминдер және минералдар сияқты көптеген биоактивті заттардан тұрады [11, 12].

Итмұрын (*Rosa canina*) жоғары мөлшердегі С дәрумені, антиоксиданттар және өзге де фитонутриенттерінің арқасында адам денсаулығына кешенді оң әсерімен танымал: зерттеулер оның

қабынуға қарсы белсенділігін, қан сарысуындағы холестерин деңгейін төмендетуге ықпалын, иммундық жүйені қолдаудағы маңызын және айқын антиоксиданттық қасиеттерін көрсетеді [6, 13, 14], ал құрамындағы полифенолдар ағзадағы қабыну процестерін азайтуға қосымша әсер етеді [15].

Итмұрынмен байытылған сарысу негізінде функционалды сусынның рецептін әзірлеу

Сарысу мен итмұрын сығындысының оңтайлы арақатынасын анықтау формуланы

Кесте 1. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері

Итмұрын концентрациясы (%)	Дәмі	Түс	Хош иіс	pH	Титрленген қышқылдық (г/л)	Тұтқырлық (мПа с)
2	Аздап тәтті, аздап қышқыл	Ашық сары	Жарқын, жемісті	5,5	0,45	1,2
3	Теңгерімді, айқын қышқылдық	Сары	Жарқын, жидек	5,3	0,50	1,5
4	Айқын, тәтті және қышқыл	Алтын	Қарқынды, жемісті	5,2	0,55	1,8
5	Өте қышқыл, аздап тәтті	Қою сары	Бай, жидек тәрізді	5,0	0,60	2,0

2% концентрацияда сусын аздап қышқыл, ашық сары түсті және жарқын жеміс хош иісі бар жеңіл дәмге ие. pH және титрленген қышқылдық параметрлері рұқсат етілген диапазонда, бірақ органолептикалық қасиеттер баллы 4,0, бұл жақсарту мүмкіндігін көрсетеді.

3% концентрацияда дәм айқын қышқылдықпен теңестірілген болады. Сусынның түсі сары, ал хош иісі жидек. pH және қышқылдық параметрлері қалыпты шектерде қалады, ал органолептикалық қасиеттерді бағалау 4,5-ке дейін артады.

4% концентрацияда сусынның айқын тәтті және қышқыл дәмі және алтын түсі бар. Қарқынды жеміс хош иісі оны тұтынушылар үшін тартымды етеді. pH және қышқылдық параметрлері де қолайлы шектерде, рейтингі 4,8-ге жетеді, бұл өнімнің жоғары сапасын көрсетеді.

Итмұрын концентрациясы 5% болғанда, сусын өте қышқыл болады, аздап тәтті болады. Қою сары түсті және бай жидек хош иісі белгілі бір аудиторияны қызықтыруы мүмкін, бірақ жоғары қышқылдық оның басқа тұтынушыларға тартымдылығын төмендетуі мүмкін. Балл 4,2, әрі қарай оңтайландыру қажет екенін көрсетеді.

әзірлеудегі негізгі қадам болып табылады. Осы мақсатта итмұрын сығындысының дайын өнімнің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттеріне әсерін бағалау үшін әртүрлі концентрациядағы тәжірибелік сынақтар жүргізілді.

1-кестеде итмұрын сығындысының әртүрлі концентрациясы бар сынақтардың нәтижелері көрсетілген.

Жүргізілген зерттеулерге сүйенсек, функционалды сарысу негізіндегі сусын үшін итмұрын сығындысының оңтайлы концентрациясы 4% құрайды, өйткені ол ең жақсы органолептикалық және физика-химиялық сипаттамаларды береді.

Сусынға басқа функционалдық ингредиенттерді қосу оның дәмін, тағамдық құндылығын және функционалдық қасиеттерін жақсартуға бағытталған. Келесі компоненттерді қосуды қарастырайық:

✓ Пробиотиктер. Ас қорытуды жақсарту және сау ішек микрофлорасын сақтау.

✓ Дәрумендер. Атап айтқанда, иммундық жүйені нығайту және кальцийдің сінуін жақсарту үшін D3 дәрумені

✓ Пайдалы қазбалар. Сусынның жалпы тағамдық құндылығын арттыру үшін.

✓ Табиғи тәттілендіргіштер. Қант қоспай дәмді жақсарту үшін.

Әртүрлі ингредиенттердің сусынның органолептикалық және физика-химиялық қасиеттеріне әсерін бағалау үшін әртүрлі комбинациялармен тәжірибелер жүргізілді. Нәтижелер 2-кестеде берілген.

Кесте 2. Функционалдық қоспалардың (пробиотиктер, D3, минералдар, стевия) сенсорлық және физика-химиялық көрсеткіштерге әсері

Ингредиент	Концентрация (%)	Дәмі	Түс	Хош иіс	pH	Титрленген қышқылдық (г/л)	Тұтқырлық (мПа·с)	Баға (1-5)
Пробиотиктер (Lactobacillus)	0,5	Жеңіл қышқылдық	Ашық сары	Нәзік, сүтті	5,4	0,45	1,3	4.5
D3 дәрумені	0,005	Бейтарап	Ашық сары	Жеңіл, бейтарап	5,3	0,46	1,4	4.6
Минералдар (кальций)	0,1	Аздап тәтті	Ашық сары	Нәзік, сүтті	5,5	0,44	1,2	4.4
Табиғи тәттілендіргіш (стевия)	0,2	Тәтті	Ашық сары	Жарқын, жемісті	5,3	0,48	1,5	4.7

Пробиотиктерді қосу сусынға аздап қышқылдық береді және оның органолептикалық қасиеттерін жақсартады. pH және қышқылдық параметрлері қалыпты шектерде қалады және рейтинг 4,5 болып табылады, бұл дәмге оң әсер етеді.

D3 витаминін енгізу сусынның дәмі мен хош иісін өзгертпейді, бұл оны бейтарап етеді. pH және қышқылдық параметрлері де қолайлы шектерде, рейтингі 4,6, бұл оның басқа ингредиенттермен жақсы үйлесімділігін растайды.

Кальцийдің қосылуы сусынға сәл тәтті дәм береді және оның ашық сары түсін сақтайды. Рейтинг 4,4, бұл оның қолайлы, бірақ басқа ингредиенттер сияқты тартымды емес екенін көрсетеді.

Стевия сусынға тәтті дәм мен жарқын жеміс хош иісін береді, бұл оны тұтынушылар үшін тартымды етеді. Рейтинг 4,7, бұл жоғары сапаны көрсетеді.

Барлық ингредиенттерді қосқанда дәм теңестіріледі, түсі сары, хош иісі қарқынды және жидек тәрізді болады. pH және қышқылдық параметрлері қалыпты диапазонда қалады, ал рейтинг 4,9-ға жетеді, бұл сусынның тамаша сапасын көрсетеді.

Пробиотиктер, D3 витамині, минералдар мен табиғи тәттілендіргіштерді қосу итмұрынмен байытылған функционалды сарысу негізіндегі сусынның органолептикалық және физикалық-химиялық қасиеттерін айтарлықтай жақсартады. Ең жақсы нәтижеге барлық ингредиенттердің комбинациясын қолдану арқылы қол жеткізілді, бұл сусынды дәмді ғана емес, сонымен қатар қоректік етеді.

Итмұрынмен байытылған сарысу негізінде функционалды сусын жасаудағы технологиялық процестер

1. Компоненттерді дайындау

1.1. Итмұрын тазалау

Итмұрын өңдеуді бастамас бұрын, оларды тазалау керек. Бұл процесс келесі қадамдарды қамтиды:

- Жинау және сұрыптау. Итмұрын пісу кезеңінде жиналады, содан кейін олар сапасына қарай сұрыпталады. Зақымдалған, шірік немесе піспеген жемістер жойылады.

- Жуу. Тандалған жемістер кірді, шанды және пестицидтердің ықтимал қалдықтарын кетіру үшін ағынды сумен мұқият жуылады. Бұл соңғы өнімнің қауіпсіздігі мен тазалығын қамтамасыз ету үшін маңызды.

- Тұқымдар мен сабақтарды алып тастау. Жуғаннан кейін итмұрын тұқымдары мен сабақтарынан тазартылады. Мұны қолмен немесе механикалық құрылғыларды пайдалану арқылы жасауға болады, бұл процесті тездетеді.

1.2. Итмұрын ұнтақтау

Тазалаудан кейін итмұрын экстракция кезінде еріткішпен жанасу аймағын ұлғайту үшін ұсақтау керек. Процеске кіреді:

- Механикалық ұнтақтау. Итмұрын ұнтақтағышқа немесе араластырғышқа орналастырылады, онда олар ұсақ массаға ұсақталады. Мұны пышақ диірмендері немесе соққы диірмендері арқылы жасауға болады.

- Кептіру (қажет болса). Егер сіз кептірілген итмұрын пайдалануды жоспарласаңыз, онда ұнтақтағаннан кейін оны белгілі бір ылғалға дейін кептіру керек (әдетте 10-12% дейін). Мұны 40-60 °C

температурада кептіру шкафтарында жасауға болады.

1.3. Сығынды алу

Экстракция *Rosa canina* жүргізілді ыстық сумен (80–90 °C, 30–60 мин) ұсақталған шикізаттан; кейін сүзу арқылы қатты фракция алынды. Қажет болса, концентрлеу вакуумда буландырумен немесе кептірумен (лиофилизация/спрей) орындалды. Жуып-сұрыптау және тұқым-сабақты бөлу стандартты гигиеналық талаптарға сай жүргізілді. Әдіс суда еритін С витамині мен полифенолдардың сақталуын қамтамасыз етеді және өндірістік масштабтауға жарамды.

1.4. Сығынды концентрациясы

Егер концентратталған сығынды қажет болса, оны одан әрі өңдеуге болады:

- Еріткіштің булануы. Айналмалы буландырғыштың немесе вакуумды буландырғыштың көмегімен еріткіштің бір бөлігі жойылады, бұл белсенді компоненттердің концентрациясын арттыруға мүмкіндік береді.

- Сығынды кептіру. Алынған сығындыны мұздатып кептіру немесе бұрку арқылы кептіру арқылы ұнтақ күйіне дейін кептіруге болады, бұл оны одан әрі пайдалануды жеңілдетеді.

Құрамдас бөліктерді дайындау, соның ішінде итмұрын тазалау, ұнтақтау және экстракциялау, функционалды сарысу негізіндегі сусынды дамытудағы маңызды қадам болып табылады. Бұл процестерді дұрыс орындау пайдалы заттарға бай жоғары сапалы сығындыны қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде соңғы өнімнің тағамдық құндылығы мен функционалдық қасиеттеріне әсер етеді.

Кесте 3. Физико-химиялық зерттеулер

Параметр	Өлшеу әдісі	Нормативтік құндылықтар	Зерттеу нәтижелері
pH	pH метр	4.0 - 5.5	4.2
Титрленген қышқылдық	NaOH көмегімен титрлеу	0.5 - 1.5%	0,8%
Тұтқырлық	Вискозиметр	1.5 - 3.0 мПа·с	2,1 мПа с
Түс	Спектрофотометрия	-	0,45 (оптикалық тығыздық)
С витаминінің деңгейі	Жоғары өнімділік сұйық хроматография	≥ 100 мг/100 мл	120 мг/100 мл

Көрсеткіштердің барлығы нормативтік аралықта: pH=4,2 (4,0–5,5 ішінде) микробиологиялық тұрақтылық пен дәмнің теңгерімін қамтамасыз етеді; титрленетін қышқылдық 0,8% диапазонның ортасында орналасып, қышқыл-тәтті профильдің

2 Сарысу мен итмұрын сығындысын араластырудың технологиялық процесі

Араластыру 40–60 °C-та жүргізілді: сарысуға сығынды біртіндеп қосылып, 10–30 мин араластырылды/гомогенделді. Температураны бақылау жылу-сезімтал компоненттердің (аскорбин қ-ты, полифенолдар) сақталуын қамтамасыз етті. Қоспа әрі қарай пастерлеуге жіберілді; пайдаланылмаған үлгілер 4 °C-та герметикалық ыдыста сақталды.

3 Гомогенизация және пастерлеу

Біртектілікті арттыру үшін жоғары қысымды гомогенизация (≈100–300 бар) қолданылды. Қауіпсіздік үшін қысқа мерзімді пастерлеу (мыс., 75–85 °C, бірнеше-ондаған секунд) жүргізілді, кейін жылдам салқындатылды. Осы режимдер микробиологиялық критерийлердің орындалуын және тұрақты текстураны қамтамасыз етті.

Функционалды сусынның дамуының маңызды кезеңдерінің бірі сапаны бағалау болып табылады. Ол өнімнің белгіленген стандарттарға және тұтынушылардың күтулеріне сәйкес келетінін анықтауға мүмкіндік береді. Бағалау үш негізгі бағытты қамтиды: физикалық және химиялық зерттеулер, органолептикалық сынақтар және микробиологиялық зерттеулер.

Сусынның физикалық-химиялық көрсеткіштері оның сапасы мен тұрақтылығында шешуші рөл атқарады. Өлшеуді қажет ететін негізгі параметрлерге pH, титрленетін қышқылдық және тұтқырлық жатады. Физико-химиялық зерттеу нәтижелері 3-кестеде берілген.

айқындалуына ықпал етеді. Тұтқырлық 2,1 мПа·с (1,5–3,0) жеңіл «денелілікті» береді және тұнбасыз біртектілікпен үйлеседі. Спектрофотометриялық оптикалық тығыздық (0,45) түс қарқындылығының тұрақтылығын көрсетеді. С витамині 120 мг/100 мл ≥ 100 мг/100 мл мәнінен жоғары болып, қысқа

мерзімді пастерлеуден кейін аскорбин қышқылының жақсы сақталуын дәлелдейді.

Сусынның дәмін, хош иісін, түсін және құрылымын бағалау үшін органолептикалық сынақтар жүргізіледі. Дегустация белгіленген

критерийлер бойынша өнімді бағалайтын мақсатты аудиторияның қатысуымен жүзеге асырылады. Органолептикалық сынақтардың нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4. Органолептикалық сынақтар

Параметр	Сипаттама	Бағалау (1-5)
Дәмі	Теңгерімді, аздап қышқылдығы мен тәттілігі бар	4.5
Хош иіс	Ашық, жемісті, итмұрын ноталары бар	4.7
Түс	Тартымды, бай, ашық қызғылт сары	4.6
Текстура	Біртекті, тұнбасыз, жеңіл тұтқырлық	4.4

Дәм (4,5), хош иіс (4,7), түс (4,6) және текстура (4,4) бойынша жоғары бағалар тұтынушылық қабылдаудың жалпы оң екенін көрсетеді. Ең жоғары ұпай хош иіске тиесілі, бұл итмұрын полифенолдары мен ұшпа қосылыстарының үлесін айқындайды; түс қарқындылығы да тартымды деп бағаланған. Текстураның 4,4 ұпайы жеңіл тұтқырлықтың қабылданатынын, бірақ мақсатты топтарға қарай тұтқырлық/тәттілікті ұсақ реттеу

мүмкін екенін меңзейді. Жалпы алғанда, панельдік орташа $\geq 4,6$ өнімнің рецептуралық шешімі сәтті екенін дәлелдейді.

Микробиологиялық сынақ өнімнің қауіпсіздігін тексеру үшін қажет. Оларға патогендік микроорганизмдердің болуын және жалпы микробтық жүктемені талдау кіреді. Микробиологиялық зерттеулердің нәтижелері 5-кестеде келтірілген.

Кесте 5. Микробиологиялық зерттеулер

Параметр	Зерттеу әдісі	Нормативтік құндылықтар	Зерттеу нәтижелері
Жалпы микробтық жүктеме	Қоректік ортаға себу	$\leq 1 \cdot 10^4$ КОЕ/мл	$1 \cdot 10^3$ КОЕ/мл
Патогендік микроорганизмдер	Молекулярлық-генетикалық әдістер	Жоқ	Жоқ
Ашытқы және зең	Таңдамалы қоректік ортаға себу	$\leq 1 \cdot 10^2$ КОЕ/мл	5 КОЕ/мл

Жалпы микробтық жүктеме (1×10^3 КОЕ/мл) және ашытқы/зең (5 КОЕ/мл) шекті мәндерден төмен, патогендер анықталмады – қолданылған пастерлеу режимдері мен гигиеналық бақылау тиімді екенін растайды.

Итмұрынмен байытылған сарысу негізіндегі функционалды сусынның сапасын бағалау физика-химиялық зерттеулерді, органолептикалық сынақтарды және микробиологиялық зерттеулерді қамтиды. Бұл зерттеулердің нәтижелері өнімнің белгіленген стандарттарға және тұтынушылардың күтулеріне сәйкестігін растайды, бұл оны коммерцияландыру жолындағы маңызды қадам болып табылады.

Сапаны бағалаудан кейін, біздің жағдайда қанағаттанарлық нәтижелерге қол жеткізгеннен кейін келесі кезең технологиялық құжаттаманы

әзірлеуді және орау мен сақтауды жоспарлауды қамтитын өндіріске дайындық болып табылады. Егер нәтиже қанағаттанарлықсыз болса, пропорцияларды реттеуді және қосымша сынақтарды жүргізуді қамтитын рецептті оңтайландыру қажет.

Соңғы кезең – өндірілген сусынды нарыққа шығару. Оған маркетингтік зерттеулер жүргізу және өндірісті іске қосу кіреді.

Осылайша, сүт сарысуы мен итмұрын негізінде функционалды сусын жасау – ингредиенттерді таңдауды, рецептті оңтайландыруды, технологиялық процестерді, сапаны бағалауды және коммерцияландыруға дайындауды қамтитын күрделі процесс. Барлық кезеңдерді сәтті аяқтау тұтынушылардың үміттерін қанағаттандырып қана қоймай, денсаулыққа

айтарлықтай пайдасы бар өнімді жасауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Бұл жұмыста сарысу-итмұрын негізіндегі сусынның рецептурасы 2–5% диапазонында сыналды және оңтайлы концентрация 4% екені нақтыланды: осы деңгейде панельдік орташа $\geq 4,6$ баллға жетті. Финалдық рецептура үшін негізгі көрсеткіштер нормативке сай: pH = 4,2; титрленетін қышқылдық = 0,8%; тұтқырлық = 2,1 мПа·с; С витамині ≈ 120 мг/100 мл. Микробиологиялық қауіпсіздік талаптары орындалды (ЖМК 1×10^3 КОЕ/мл; ашытқы/зең 5 КОЕ/мл; патогендер жоқ). Қолданылған гомогенизация және қысқа пастерлеу режимдері біртектілік пен тұрақтылықты қамтамасыз етті. Функционалдық қоспалардың (пробиотиктер, D3, минералдар, стевия) үйлесімі сенсорлық бағаны қосымша арттырды (4,9-ға дейін).

Практикалық тұрғыдан алғанда, әзірленген технология сүт зауыттарында ірімшік өндірісінен шығатын сарысуды кәдеге жаратып, қосымша құнды RTD-өнім алуға мүмкіндік береді. Процесс қолданыстағы желілерге оңай кірістіріледі: экстракт дайындау → сарысумен араластыру/гомогенизация → қысқа мерзімді пастерлеу → құю. Ұсынылатын қаптамалар: ПЭТ/шыны (0,25–1,0 л), асептикалық қаптама немесе bag-in-box; сақтау режимдері: 2–6 °C-та 14–30 күн (ESL/асептикада 90–120 күн), ал спрей/лиофил-концентрат түріндегі құрғақ қоспа 6–12 ай. Нарық арналары: ритейл (функционалды сусындар), HoReCa, спорттық және арнайы тамақтану, білім беру мен корпоративтік бағдарламалар. Масштаптау қадамдары: пилот 100–500 л → индустриялық партия ≥ 1 –3 т/ауысым → тұтынушылық тест → сериялық өндіріске енгізу. Сапаны басқару HACCP және ISO 22000 талаптарына сай ұйымдастырылады. Экономикалық әсері: сарысу утилизациясы шығындарын азайту және жергілікті итмұрын шикізатын тиімді игеру арқылы қосымша табыс қалыптастыру.

Мүдделер қақтығысы

Авторлардың мүдделер қақтығысы жоқ.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТЕРТІЗІМІ

1. Bulut, Birsan, and Nihat Akın. 2012. "Health Benefits of Whey Protein: A Review." *Journal of Food Science and Engineering* 2: 129–137. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.03.001>.
2. Ben Jemaa, Houada, Amani Jemia, Sarra Khelifi, Halima Ahmed, Fethi Ben Slama, Anis Benzarti, Jalila Elati, and Abdallah Aouidet. 2017. "Antioxidant Activity and α -Amylase Inhibitory Potential of *Rosa canina* L." *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 14 (2): 1–8. <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v14i2.1>.
3. Lahare, Rajeshwari Prabha, Hari Shankar Yadav, Anil Kumar Dashahre, and Yogesh Kumar Bisen. 2020. "An Updated Review on Phytochemical and Pharmacological Properties of *Catharanthus rosea*." *Saudi Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences* 6 (12): 759–766. <https://doi.org/10.36348/sjmps.2020.v06i12.007>.
4. Demir, Fikret, and Musa Özcan. 2001. "Chemical and Technological Properties of Rose (*Rosa canina* L.) Fruits Grown Wild in Turkey." *Journal of Food Engineering* 47 (4): 333–336. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00129-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00129-1).
5. Häkkinen, S. 2000. *Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Products*. Accessed February 23, 2025. https://www.researchgate.net/publication/36190885_Flavonols_and_Phenolic_Acids_in_Berries_and_Berry_Products.
6. Zheng, Wei, and Shiow Y. Wang. 2001. "Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (11): 5165–5170. <https://doi.org/10.1021/jf010697n>.
7. Afzaal, Muhammad, Tahir Zahoar, Muhammad Arshad, Abid Maan, Muhammad Shahbaz, Muhammad Zafarullah, and Toqeer Abid. 2013. "Probiotics: Health Claims, Potential and Realities." *Pakistan Journal of Nutrition* 23 (2): 139–143. https://www.researchgate.net/publication/264120771_Probiotics_Health_Claims_Potential_and_Realities.
8. Holick, Michael F. 2007. "Vitamin D Deficiency." *The New England Journal of Medicine* 357 (3): 266–281. <https://doi.org/10.1056/NEJMr070553>.
9. Korhonen, Hannu, and Anne Pihlanto. 2006. "Bioactive Peptides: Production and Functionality." *International Dairy Journal* 16 (9): 945–960. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.012>.
10. Bulut Solak, Birsan, and Nihat Akın. 2012. "Health Benefits of Whey Protein: A Review." *Journal of Food Science and Engineering* 2 (3): 129–137. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.03.001>.
11. Kadam, Bapurao S., Rajhans S. Ambadkar, Kishor S. Rathod, and Sariput G. Landge. 2018. "Health Benefits of Whey: A Brief Review." *International Journal of Livestock Research* 8 (4): 1–10. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170411022323>.
12. Ayati, Zahra, Mohammad Sadegh Amiri, Mahin Ramezani, Elahe Delshad, Amirhossein Sahebkar, and Seyed Ahmad Emami. 2018. "Phytochemistry, Traditional Uses and Pharmacological Profile of Rose Hip: A Review." *Current Pharmaceutical Design* 24 (35): 4101–4124. <https://doi.org/10.2174/1381612824666181010151849>.
13. Winther, Kaj, Joan Campbell-Tofte, and Anne Hansen. 2016. "Bioactive Ingredients of Rose Hips (*Rosa canina* L.) with Special Reference to Antioxidative and Anti-Inflammatory Properties: In Vitro Studies." *Botanics: Targets*

and Therapy 2016 (11): 77–83.
<https://doi.org/10.2147/BTAT.S91385>.

14. Mármol, Isabel, Carmen Sánchez-de-Diego, Nuria Jiménez-Moreno, Carmen Ancín-Azpilicueta, and María Jesús Rodríguez-Yoldi. 2017. “Therapeutic Applications of Rose Hips from Different Rosa Species.” *International Journal of*

Molecular Sciences 18 (6): 1137.
<https://doi.org/10.3390/ijms18061137>.

15. Alton, Lori. 2018. “Discover How Rose Hips Help to Reduce Inflammation and Fight Chronic Disease Symptoms.” *NaturalHealth365*.
<https://www.naturalhealth365.com/rose-hips-nutrition-news-2683.htm>

ҚАУЫННАН КЕПТІРІЛГЕН –ҚАҚТАЛҒАН ӨНІМДЕРДІ ӘЗІРЛЕУ ҮДЕРІСІН ЗЕРТТЕУ

Н.А.УМБАТАЛИЕВ *, Г.К. КҮЗЕМБАЕВА , Қ.КҮЗЕМБАЕВ 

(«Алматы технологиялық университеті» АҚ,
Қазақстан, 050012, Алматы, Төле би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: nuhtar.u@mail.ru *

Қазақстанда бау-бақша дақылдарын өсірумен негізінен шаруа, фермер қожалықтары мен жеке кәсіпкерлер айналысады, ал тұрғындар өз бақшалары мен саяжайларында өсіреді және бұлардың міндеті өсірілген жемістерді, көкөністер мен көктерді сақтау және өңдеу болып табылады. ҚР Президентінің 2024 жылғы Жолдауында ауыл шаруашылық өнімдерін өңдеу және сақтауды сапалы деңгейге көтеру «мемлекет үшін стратегиялық міндет» деп нақты атап айтылды. Сонымен қатар, елімізде өндірілетін бау-бақша өнімдерін инновациялық жолдармен сапасын халықаралық сұранысқа келтіріп сыртқы елдерге экспорттауға жеткізу қазіргі заманымыздың талабы. Бау-бақша дақылдарын өсіретін негізгі өңірлер: Түркістан облысы 59%, Жамбыл облысы 19,7%, Қызылорда (6,9%) өсіріледі. Қазақстанның осы өңірлерінің шаруа, фермер қожалықтары мен жеке кәсіпкерлері өткен 2024 жылы бақша, жеміс-көкөніс дақылдарының рекордтық өнімін алды, бірақ оларды жергілікті жерлерде толық өңдеуге және сақтауға мүмкіндікшілері болмады. Осыған байланысты мақалада шешу жолдарын қарастырып ұсынып отырғанымыз жылжымалы күн кептіру қондырғысын пайдалануын негіздеу болып табылады. Ол бақша және жеміс-көкөніс дақылдарын бастапқы өңдеудің инновациялық тәсілдерін қолданатын жылжымалы күн кептіру қондырғысының жүйелерін пайдалануын қарастырылады. Қондырғы күн энергиясымен жұмыс істейді, бұл экономикалық бағалау көрсеткендей, дамыған технология фермалар үшін қол жетімділігі мен тартымдылығын арттыра отырып, қайта өңдеу шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Ұсынып отырғанымыз күн энергиясын және инновациялық тәсілдерді пайдаланатын жылжымалы кептіру қондырғысын әзірлеу, ол бақша және жеміс-көкөніс дақылдарын, сондай-ақ шалғайдағы мал шаруашылығы өнімдерін алғашқы өңдеуді жұмыстарын жақсарту мен сақтау үшін маңызды бағыт болып табылады.

Негізгі сөздер: жылжымалы кептіргіш, бақша дақылдары, энергия тиімділігі, инновация, бастапқы өңдеу, өнімді кептіру, тұрақты даму.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ВЯЛЕНО-СУШЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДЫНИ

Н.А.УМБАТАЛИЕВ*, Г.К. КҮЗЕМБАЕВА, К.КҮЗЕМБАЕВ

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

Электронная почта автора-корреспондента: nuhtar.u@mail.ru *

В Казахстане садовые и бахчевые культуры выращиваются преимущественно крестьянскими и фермерскими хозяйствами, а также индивидуальными предпринимателями. Жители выращивают их на собственных огородах и дачных участках. Их основная задача — сохранить и переработать выращенные фрукты, овощи и зелень. В Послании Президента Республики Казахстан 2024 года было особо подчеркнуто, что повышение качества переработки и хранения сельскохозяйственной продукции является «стратегической задачей для государства». Кроме того, современные требования заключаются в том, чтобы довести качество производимой в нашей стране продукции садоводства и овощеводства до уровня международного спроса инновационными методами и обеспечить ее экспорт в зарубежные страны. Основными регионами выращивания бахчевых культур в Казахстане являются Туркестанская (59%), Жамбылская (19,7%) и Кызылординская (6,9%) области. Крестьяне, фермерские хозяйства и индивидуальные

предприниматели этих регионов получили рекордный урожай садовых, плодовых и овощных культур в 2024 году, но не смогли полностью переработать его на месте. В данной статье предлагается обоснование использования мобильной солнечной сушильной установки, где раскрывается применение мобильных солнечных сушильных установок, использующих инновационные методы первичной обработки садовых и плодовоовощных культур. Основное внимание уделено разработке и внедрению энергоэффективной технологии сушки, которая обеспечивает сохранение качества продукции, сокращение отходов и снижение производственных затрат. В статье представлена экспериментальная часть работы, исследующая процесс сушки ломтиков дыни, включая изменение массы продукта, времени сушки и органолептических свойств. Устройство работает на солнечной энергии, что, как показывает экономическая оценка, позволяет снизить затраты на переработку, одновременно повышая её доступность и привлекательность для фермерских хозяйств. Предлагаемая мобильная сушильная установка с использованием солнечной энергии и инновационных методов представляет собой важное направление для совершенствования первичной переработки садовых и плодовоовощных культур, а также продукции животноводства в отдаленных районах.

Ключевые слова: мобильная сушилка, овощные культуры, энергоэффективность, инновации, первичная переработка, сушка продукции, устойчивое развитие.

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF DRIED AND CURED-MELON PRODUCTS

N.A. UMBATALIEV*, G.K. KUZEMBAEVA, K.KUZEMBAYEV

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

Corresponding author e-mail: nuhtar.u@mail.ru *

In Kazakhstan, garden and melon crops are grown mainly by peasant and farm households, as well as individual entrepreneurs. Residents grow them in their own gardens and summer cottages. Their main task is to preserve and process the grown fruits, vegetables and greens. In the 2024 Address of the President of the Republic of Kazakhstan, it was specifically emphasized that improving the quality of processing and storage of agricultural products is a "strategic task for the state." Furthermore, a modern requirement is to bring the quality of horticultural products produced in our country up to international demand through innovative methods and ensure their export to foreign countries. The main regions for growing melons in Kazakhstan are Turkestan (59%), Zhambyl (19.7%) and Kyzylorda (6.9%) regions. Peasants, farms and individual entrepreneurs of these regions received a record harvest of garden, fruit and vegetable crops in 2024, but were unable to fully process it on site. This article provides a rationale for the use of a mobile solar drying unit, which reveals the use of mobile solar drying units using innovative methods for the primary processing of horticultural and fruit and vegetable crops. The main focus is on the development and implementation of energy-efficient drying technology that ensures the preservation of product quality, waste reduction and lower production costs. The article presents the experimental part of the work, investigating the drying process of melon slices, including changes in product weight, drying time and organoleptic properties. The device operates on solar energy, which, as economic assessment shows, allows to reduce processing costs, while increasing its availability and attractiveness for farms. The proposed mobile drying unit using solar energy and innovative methods is an important direction for improving the primary processing of garden and fruit and vegetable crops, as well as livestock products in remote areas.

Keywords: mobile dryer, vegetable crops, energy efficiency, innovation, primary processing, drying of products, sustainable development.

Kipicne

Қазақстан Республикасындағы азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуінің өсуін және бақша, жеміс-көкөніс дақылдары мен мал шаруашылығынан тамақ өнімдерін өндіру сапасы жоғары қойылатын талаптарға сай артыру, ішкі нарықа сондай-ақ шетелге шығуға жоғары сұранысқа ие болуы үшін оларды сақтау және қайта

өңдеу процестерін жақсартатын инновациялық технологиялық операциялар мен әдістерді құру қажет етеді.

Зияткерлік ауыл шаруашылығы өндірісін дамыту шеңберінде бақша дақылдарының, жеміс - көкөніс дақылдарының өнімділігін арттырудың әртүрлі жолдарын мониторингілеу негізінде оларды дәстүрлі бағыттары бойынша өсіру алаңын ұлғайту,

тыңайтқыштарды пайдалану, агротехникалық талаптар қолдану өздерінің ресурстық мүмкіндіктерін сарқылып бара жатқанын көрсетті. Сол себептен әр түрлі заманауи сақтау және өңдеу технологияларын пайдалана отырып, өсірілген өнімді мүмкіндігінше сақтау керек екендігі анықталды.

Осыған байланысты Алматы технологиялық университетінің "өндірістік процестердің машиналары мен аппараттары" кафедра зертханасында бақша, жеміс-көкөніс дақылдары мен мал шаруашылығынан өнімдерінің сақтау және алғашқы өңдеу процестерін зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Қауын – глюкозаға, витаминдерге бай, адамның өмірлік тонусын көтеріп, ең кең таралуға лайықты аса құнды азық-түлік өнімі. Қауынның пайдасы сөзсіз: бұл жемістің құрамы ерекше бай, онда ақуыздар, көмірсулар, органикалық қышқылдар, асқазан-ішек талшықтары мен ас сөлі ферменттері бар, бірақ ең алдымен қауынның пайдасы оның құрамына кіретін минералды заттар мен витаминдерге байланысты [1].

Қауын темірге кремний, магний, калий және кальций сияқты макроэлементтер бай.

Қауында B1 және B2 витаминдері айтарлықтай көп мөлшерде болады.

Алматы технологиялық университетінің ғалымдарының зерттеуі бойынша «Торпеда» сорты қауынының физика-механикалық қасиеттері, химиялық құрамы және қауіпсіздігі анықталған [3]. Қауынның жұмсағының арасында айтарлықтай айырмашылық бар екенін көрсетті. Май мөлшері етінде $0,26 \pm 0,003$ г, қабығында – $1,24 \pm 0,01$ г, тұқымында – $26,21 \pm 0,31$ г, ал белок мөлшері сәйкесінше $7,56 \pm 0,11$; $9,92 \pm 0,14$ және $21,52 \pm 0,32$ г құрайды. Калий ($934,88 \pm 14,02$ мг) және натрийдің ($270,54 \pm 3,78$ мг) жоғары мөлшері етінде, темірдің жоғары мөлшері ($15,12 \pm 0,23$ мг) – қабығында, ал фосфордың жоғары мөлшері ($854,72 \pm 0,82$ мг) – тұқымында шоғырланғаны анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша «Торпеда» сорты қауынының қауіпсіздік көрсеткіштері ТР ТС 021/2011 талаптарына толығымен сәйкес келетіні дәлелденді [2].

Негізгі зерттеу мақсатымыз қауын өнімін құрамындағы көрсеткіштерді өзгертпей сақтау мерзімін ұзарту.

Былтырғы 2024 жылы оңтүстік өңірлер бақша дақылдарын жинау және оларды жергілікті жерлерде артық өндіру бойынша жоғары

көрсеткіштерге қол жеткізді. Өткізу орнының жеткіліксіздігіне және қайта өңдеу өндірісінің болмауына байланысты фермерлер қосымша пайда таба алмады.

Мысалы, Түркістан облысы Мақтаарал аудандық әкімдігінің кәсіпкерлік және ауыл шаруашылығы бөлімінің мәліметінше, биылғы жылы қауынның өнімділігі өте жоғары: гектарына 270 центнерге дейін. Шілде айының соңына қарай аудан фермерлері 240 мың тонна қауын жинады. Болжам бойынша, маусымның соңына дейін бұл көрсеткіш 500 мың тоннаға дейін өседі [3,4].

Нәтижесінде кәсіпкерлер алынған қауын өнімін сата алмады және көбісі жергілікті тұрғындарға жаңа жылға дейін бөліп-бөліп арзан бағамен бере бастады, ал қауынның кейбір бөлігтерін жай малға жем-шөп ретінде берілді. Бұл Қазақстанда сақтау және қайта өңдеу өндірісінің болмауының салдары.

Шаруа және фермер қожалықтары, сондай-ақ бақша және жеміс-көкөніс дақылдарын өсірумен айналысатын Қазақстанның жеке кәсіпкерлері мен жеке тұлғалары тікелей бау-бақша алқасында алғашқы өңдеуді – кептіруді жүргізе алады. Бұл өнімнің жоғалуын азайтуға және кейінгі сақтау мен қайта өңдеу сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл Еңбек және материалдық ресурстарды оңтайландыруға ықпал етеді, бұл жалпы агроөнеркәсіптік кешеннің тиімділігін арттырады.

Үсынып отырғанымыз күн энергиясын және инновациялық тәсілдерді пайдаланатын жылжымалы кептіру қондырғысын әзірлеу, ол бақша және жеміс-көкөніс дақылдарын, сондай-ақ шалғайдағы мал шаруашылығы өнімдерін алғашқы өңдеуді жұмыстарын жақсарту үшін маңызды бағыт болып табылады.

Күн кептіру қондырғылары әртүрлі салаларда, негізінен бақша дақылдарын, бау-бақша дақылдарын кептіру үшін, әсіресе олардың жоғары өнім беретін жылдары және өнімнің бұзылуын болдырмауын қажет болған жағдайларда кеңінен қолданыла алады. Бау-бақша өнімінің артық және тасымалданбайтын бөліктерін алдын ала алғашқы кептіру арқылы өңдеу фермерлерге бақша, жеміс-көкөніс дақылдарының өнімділігін сақтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Қауын өнімен өндірудің негізгі шарты ғылыми-техникалық прогрестің жаңа жетістіктерін қолдана отырып, сапалы кептіру тәсілін пайдалану болып табылады. Күн саулесін қолдана отырып

кептіру экологиялық таза және жоғары тиімділікке ие, бірақ режимдер аз зерттелген және теориялық негіздемені қажет етеді.

Қауынқақ өнімін өндіруде қауын-асқабақ тұқымдасына жататын шөптесін өсімдіктердің бір түрі. Қауын жемісі сыртқы қабығының ашық сары немесе қызғылт сары түсімен және ішінде көптеген тұқымдары бар кілегей немесе қызғылт сары жұмсағымен ерекшелінеді. Қауынның көптеген пайдалы биологиялық және химиялық қасиеттері бар [5,6,7]. Себебі қауынның құрамында иммундық жүйені нығайтуға, жасушаларды бос радикалдардың деструктивті әсерінен қорғауға және әртүрлі аурулардың даму қаупін азайтуға көмектесетін көптеген дәрумендер, минералдар мен антиоксиданттар бар.

Қауын жемісі ас қорытуды жақсартуға және қандағы холестеринді төмендетуге көмектесетін диеталық талшықтарға бай.

Қауын құрамында каротиноидтар (соның ішінде бета-каротин), флавоноидтар және фенолдар сияқты бірқатар фитохимиялық қосылыстар бар олар антиоксидантты, қабынуға қарсы, ісікке қарсы микробқа қарсы әсер етуі мүмкіндігі бар қосылыстар [8,9,10].

Қазіргі заманда тамақ шикізаттарынан тағамдық өнімдер өндіруге заманауи технологияларды жетілдіру – ұлттық тағамдардың ассортиментін кеңейтуге және биологиялық белсенділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қауынқақ өндіруде қауынды өңдеу әдістері белгілі, оның ішінде жуу, қабығын тазарту, плацентаны алып тастау және күн сәулесінде 20% - дан аспайтын ылғалдылыққа дейін кептіру.

Осы техникалық шешімнің бірқатар кемшіліктері бар. Біріншіден, кептіру процесі ұзақ және қауынның алуан түріне және күндізгі жарықтың ұзақтығына байланысты 8-12 күнді құрайды. Оңтайлы күн радиациясы бар жарық күндерінің шектеулі болуына байланысты кептіру маусымдылығы көкөніс кептіру кәсіпорынының жұмысын шектейді, ашық ауада кептіру кезінде өнім шаңмен ластанады, жәндіктердің, құстардың, кеміргіштердің кез-келген түрімен зақымдалады. Екіншіден, белгілі әдісте қауын тілімдерін жаю үшін үлкен аумақтарды қажет етеді және қайынды тіліктерге кесу, оларды жіптерге немесе ағаш тақтайшаларға ілу және кептіру сияқты операцияларды механикаландыру үлкен қиындық туғызады.

Техникалық мәні мен қол жеткізілген әсері бойынша келесі тәсілде қауынды өңдеуде ол алдымен ол жуылады, қабығынан тазартылады, плацента алынады, содан соң ұзындығы 5-12 см, қалыңдығы 2-4 см тілімшелерге кесіледі де туннельдік немесе камералық кептіргіштердегі жылы ауа ағынымен кептіріледі [11,12].

Тәсілдің негізгі кемшілігі-тілімшелерді сым жіптерге немесе ілгіштерге ілу арқылы кептіру кезінде тілімшелер, арасындағы ауа өтуі жолының аздығынан бір-біріне жабысып, нашар кептіріледі. Сонымен қатар, қауынды жеке бөліктерге бөліп, оларды тілімдерге бөліп, жіптерге іліп қою көп уақытты қажет етеді және өнімділікті төмендетеді. Бұл операциялар өте көп уақытты қажет етеді және қол жұмысы пайдаланылады.

Қауынқақ өнімін өндіруде кептіру процесінің алатын орны бөлек. Себебі кептіру процесінің оптималды режимін анықтау өнімнің сапасына тікелей әсер етеді.

Инфрақызыл сәуле арқылы шикізаттарды кептіру өңдеудің ең заманауи және тиімді әдістерінің біріне жатады. Инфрақызыл электромагниттік өрістегі өнімдерді өңдеу кезінде сәулелер 7 мм тереңдікке еніп, өнімге термиялық әсер ғана етіп қана қоймайды, сонымен қатар биологиялық әсер етеді, ақуыздар мен май қышқылдарындағы биохимиялық процестерді жеделдетеді. Бұл сәулелер өнімнің өзіне сіңеді, бұл өте төмен температурада кептіру процесін жүргізуге мүмкіндік береді – 40-60 °C.

Биологиялық белсенді заттар мен пайдалы дәрумендер инфрақызыл сәулемен кептіруден кейін жаңа өнімдегі бастапқы құрамының 90% дейін сақталады. Толық дерлік пайдалы микрофлора, бастапқы өнімнің табиғи түсі мен дәмі сақталады [13,14].

Жылу сәулесімен кептіру кезінде материалға энергия беру мүмкіндігі үлкен, ал кептіру жылдамдығы жылу беру жылдамдығымен емес, өнімдегі ылғалдың қозғалу жылдамдығымен анықталады. Бұл жағдайда кептіру процесінде өнімнің максималды температурасы оның молекулалық құрылымында өзгерістер тудырмайды.

Орташа және ұзын толқынды диапазондағы инфрақызыл сәуле шығарғышты таңдау сәулелік энергияның өнім бетіне біркелкі таралуына да, эмитенттердің ұзақ өмір сүруіне де жағымды әсер ететіні белгілі.

Осы факторлардың бірлескен әсері басқа белгілі кептіру әдістеріне қарағанда жоғары сапалы кептірілген өнімдерді шығаруға мүмкіндік береді.

Соңғы жылдары азық-түлікті термиялық өңдеу үшін қысқа толқынды инфрақызыл сәулелерді қолдану мәселелеріне арналған жұмыстар қарқынды жүргізілді [15].

Осы диапазондағы қысқа толқынды инфрақызыл сәулелер ену тереңдігі арқылы да, тағамның молекулалық құрылымына тиімдірек әсер ету арқылы да тағамға күшті әсер етеді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Қауын сорттарының өнеркәсіптік өңдеу объектісі ретіндегі инфрақызыл сәуле көмегімен кептіру процесі зерттелді.

Қауынның қанттылығы 9-дан 18% - ға дейін. Піскен жемістің беті тегіс, бұдырлы, сегменттелген, мыжылған, белгілі бір сортқа тән торлы болуы мүмкін [16,17]. Ең үлкен көлденең диаметрі бойынша қауын жемістері бөлінеді: дөңгелек немесе тегістелген түрінде: үлкен – 22 см және одан жоғары, орташа – 15-22 см, кішкентай – 15 см – ге дейін; ұзартылған түрінде: үлкен-30 см және одан жоғары, орташа-25-30 см, кішкентай-25 см-ге дейін. биологиялық кезеңдегі қауын целлюлозасы піскендер төрт негізгі түрге бөлінеді: бұлыңғыр, өте шырынды, аузында ериді; тығыз, тұтқыр; қытырлақ, қарбыз тәрізді; картоп тәрізді, ұсақталған сияқты.

Зерттелінетін «Колхозшы» және «Торпеда» қауыны – Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде кеңінен өсірілетін, ерекше дәмі мен хош иісі бар бақша дақылы. Қауынның бұл түрлері өзінің пішіні, тәттілігі және ұзақ сақтау қабілетімен ерекшеленеді. «Торпеда» қауыны тек Қазақстанда ғана емес, бүкіл Орталық Азияда танымал. «Торпеда» қауыны ұзын, сопақша пішінді, ұзындығы 30-50 см-ге дейін жететін бақша дақылы. Оның қабығы ашық сары түсті, бойлай созылған торлы өрнектері бар. Ішкі еті ақ немесе сарғыш реңкті, өте шырынды және тәтті. Қауынның бұл түрі жоғары қанттылығымен ерекшеленеді, құрамында 14-16% қант бар. Орташа салмағы 3-7 кг шамасында. «Торпеда» қауыны – Қазақстанның ауыл шаруашылығындағы маңызды дақылдардың бірі. Оның ерекше дәмі мен пайдасы халық арасында кеңінен танымал. Қауын өсіру

технологиясын жетілдіру арқылы елімізде оның өндірісін арттырып, экспорттық әлеуетін дамытуға мүмкіндік бар.

Қауынқақ – қазақтың дәстүрлі тағамдарының бірі. Ол қауынды кептіріп дайындау арқылы алынады. Қауынқақ тәтті, ұзақ сақталатын, әрі табиғи десерт ретінде танымал. Оны дайындау үшін тек піскен, тәтті қауындар таңдалады.

Төменде қауынды кептіру процесіне дайындау.

Алдымен қауынның сыртын жақсылап жуып тазалау; ұзынынан екіге бөліп, қабығын аршу; қауынның ішіндегі дөңдерін және жұмсақ өзегін мұқият алып тастау; қауын бөлігін көлденеңінен жіңішкелеп (қалыңдығы шамамен 0,1–0,4 см) кесінділеу; қауын тілімдерін кептіргіш ішіндегі торлы беттерге жаю.

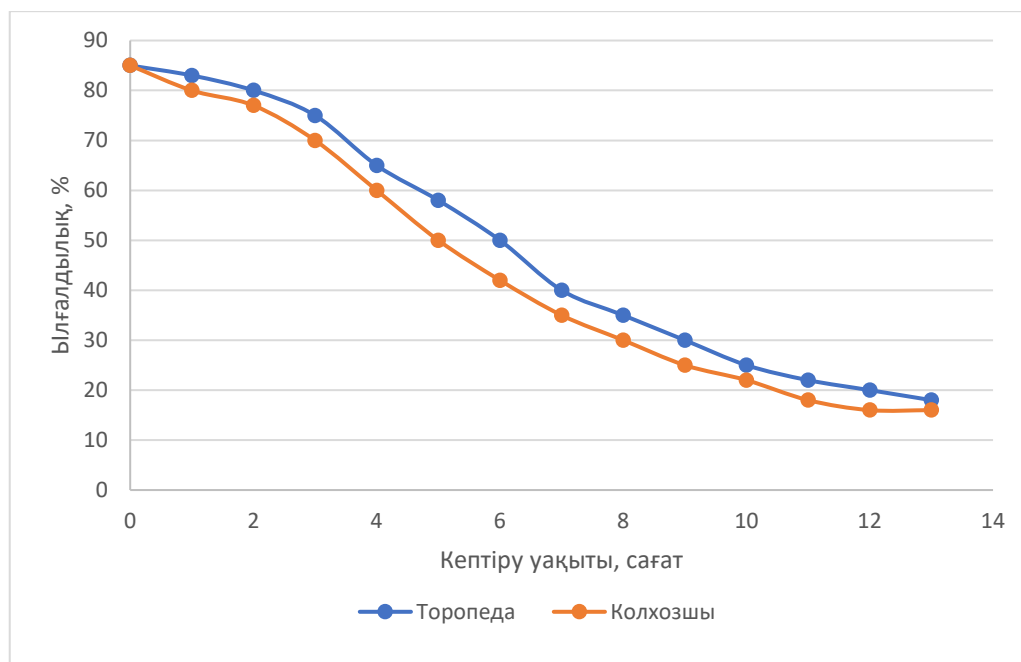
Тілімшелерді торлы бетке жаймас бұрын массаларын таразыда өлшеп алу қажет. Қауынқақтың дайын болуын қауын толықтай құрғап, серпімді әрі қатты болуынан анықтау керек. Егер тілімдер майыспай сынбайтын дәрежеге жетсе, және өзінің табиғи түсін сақтаса ғана қауынқақ дайын деп есептейміз.

Кептіру процесі көп функционалды «Дачная» ИК- кептіргішінде жүргізілді. Құрылғының арнайы жылу айналымы жүйесі өнімдерді біркелкі кептіріп, олардың табиғи түсі мен дәмін сақтауға көмектеседі. Кептіргіштің энергия тұтынуы деңгейде (шамамен 350–450 Вт). Кептіргіште бірнеше қабаттан тұратын торлы беттері. Бұл үлкен көлемдегі өнімді бір уақытта кептіруге мүмкіндік береді.

Төмендегі графикте қалыңдықтары 4 мм «Торпеда» және колхозшы қауын тілімшелерінің камера ішіндегі температураның 45°C кезіндегі кептіру ылғалдылығы берілген.

Қауын тілімшелерінің кептіру процестерінің ұтымды режимдерін анықтау эксперименттер нәтижелері бойынша жүргізілді.

Кептіру процесінің барысына әсер ететін факторлар ретінде: X_1 – камераның температурасы (0C); X_2 – тілімшелердің қалыңдығы; Кептіру камерасының ішіндегі температура X_1 - 40-дан 60°C-қа дейін, ал тілімшелер қалыңдығы 1 ден 4 мм дейін өзгереді.



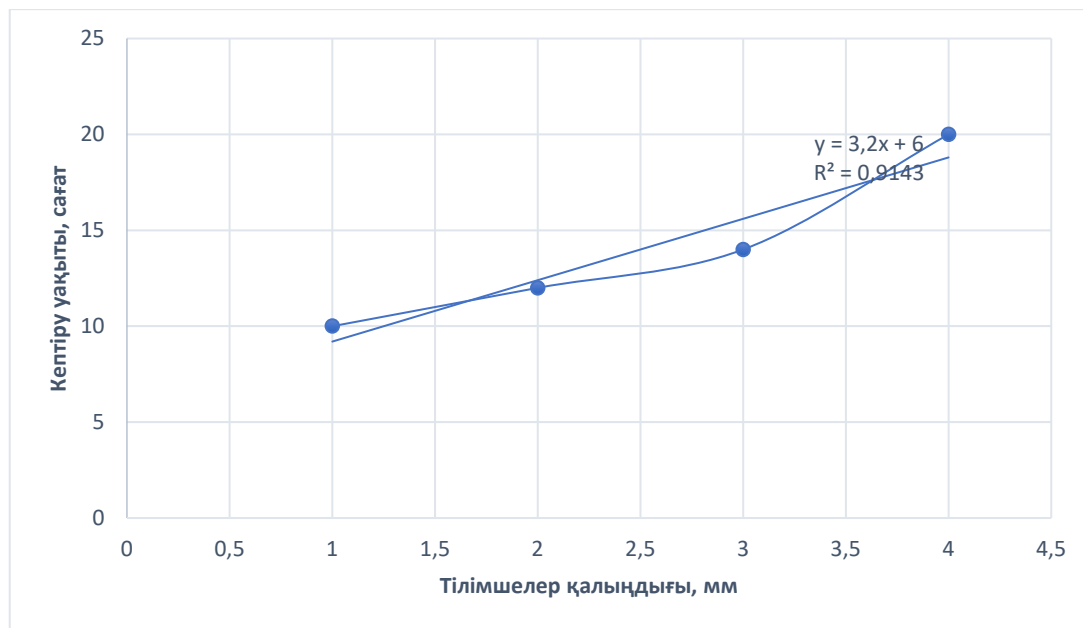
Сурет 1. Қауын тілімшелерінің кептіру кезіндегі ылғалдылығының өзгеруі.

Тілімшелер қалыңдығы-1...1,5 мм болған кездегі тілімшелердің сыртқы түрлерінің өзгеруі төмендегі 1 кестеде берілген.

Кесте 1. Қауын тілімшелерін сыртқы түрлері

Тәжірибе N	Ылғалдылық, %	Тілімшенің сыртқы бетінің түсі	Тілімшегің қаттылығы
1	85	ашық	жұмсақ
2	80	ашық	жұмсақ
3	75	ашық	жұмсақ
4	70	ашық	жұмсақ
5	65	ашық	жұмсақ
6	60	ашық	жұмсақ
7	55	ашық	жұмсақ
8	50	ашық	қаттылау
9	45	сарғыштау	қаттылау
10	40	сарғыштау	қаттылау
11	35	сарғыштау	қаттылау
12	30	қоңырқай	қатты
13	25	қоңырқай	қатты

Қауын тілімшелерінің қалыңдығына байланысты кептіру уақытының өзгеруі төмендегі 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2. Қауын тілімшелерінің қалыңдығына байланысты кептіру уақытының өзгеруі

Кептіру уақытын 0,9145 корреляция коэффициенті бойынша мына тендеу арқылы анықтауға болады

$$y = 3,2x + 6, \text{ сағат}$$

мұндағы y – кептіру уақыты, сағат,
 x – тілімше қалыңдығы, мм.

Қорытынды

Инфрақызыл тәсілімен өңделген «Колхозшы» және «Торпеда» қауынындарының оңтайлы кептіру мерзімі анықталды.

Кептірілген –қақталған қауын өнімдерінің үдерісін зерттеу нәтижесінде жылжымалы күн кептіру қондырғысы ауыл шаруашылық фермерлерге пайдалануға ұсынылып отыр.

Қондырғы жоғары тиімділікті, экологиялық қауіпсіздікті және экономикалық қолжетімділікті біріктіреді, бұл оны Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенін дамыту үшін маңызды құралдардың бірі болады.

Бау-бақша дақылдарын өсірумен айналысатын шаруа, фермер қожалықтары мен жеке кәсіпкерлерге және өз бақшалары мен саяжайларында өсіретін жек тұрғындарға осы технологияны кеңінен қолдану олардың өндірген өнімдерінің шығынын азайтады, кірістілігін

арттырады және болашақта қосымша табыс табу жолдарын ашады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. The chemical composition of melon seeds [Electronic resource]. <http://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-semyan-dyni/>. Date of the application: 15.09.2021 (In Russ.)
2. Изтаев А., Искакова Г. К., Якияева М. А., Изтаев Б. А., Уйкасова З. С. Исследование физико-механических свойств, химического состава и безопасности дыни сорта «Торпеда» // Пищевая промышленность. 2021. № 11. С. 88–91.
3. Умбеталиев Н.А., Күзембаева Г.К., Күзембаев Қ., Маханов М., Шамбулов Е.Д., Оралбаев С.Ж, Сыдыкбаев Ж.Т. Қауынды қайта өңдеу жолдарын онтайландыру [Мәтін] // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.64-75.
4. Umbataliyev, N., Smailova, G., Toilybayev, M., Sansyzbayev, K., Koshanova, S., Bektukhanbetova, S. Optimization of the technological process of threshing combine harvester. Vol. 4 No. 1 (124) (2023): Engineering technological systems Eastern-European Journal of Enterprise Techno-logies, 4 (1 (124)), 104–117. doi: <https://doi.org/10.15587/1729->
5. Адмаева А.М., Медведков Е.Б., Б.Е.Еренова. Технология продуктов на основе дыни: Монография / - Алматы, 2015, 393с.
6. Еренова Б.Е. Научные основы производства продуктов на основе дыни: дисс...докт.техн.наук: 05.18.01.- Алматы 2010.- 389 с.

7. Aktaş M. и др. Analysis of drying of melon in a solar-heat recovery assisted infrared dryer // *Solar Energy*. 2016. T. 137. С. 500–515.
8. da Silva G. D. и др. Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum // *LWT Food Science and Technology*. 2016. T. 74. С. 114–119.
9. Груданов В.Я., Бренч А.А., Пашкова Е.С. [и др.] *Переработка сельскохозяйственной продукции: учебное пособие* / - Минск: БГТУ, 2017.-196 с.
10. Коломейченко В.В. *Растениеводство/Учебник*. — М.: Агробизнесцентр, 2007. — 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6.
11. Ергалиев Ж.Т., Умбаталиев Н.А. *Әмбебап гелиокептіргіш қондырғысының негіздеу. Алматы технологиялық университеті/Жас ғалымдардың «ғылым. білім. жастар» республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. 198-2006. 25 сәуір 2024 жыл, Алматы, 2024.*
12. Остонакулов Т.Э., Тилавов Х.М., Амантурдиев И.Х. Ковун навларининг қуритишга яроқлиги. «O'zbekiston qishloq xo'jaligi» журналі Тошкент - 2018. 10. -Б. 31-32.
13. Остонакулов Т.Э., Тилавов Х.М. Ковун навларини устириш ва қуритиш технологиясини такомиллаштириш. // Тошкент, Навруз, 2019. - Б. 144. (Монография).
14. Тухтаев Ш.К. [и др.] *Исследование изменения влажности сортов дыни при ИК-конвективной сушке // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2020. 11(77).*
15. Умбаталиев Н.А., Кузенбаев К.К., Абдукаримов С.А., Жеңіснұр Т. Қауын өнімін сақтау және өңдеу жолдары. /«Тағам, жеңіл өнеркәсіптері мен қонақжайлық индустриясының инновациялық дамуы» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияның материалдары 24 қазан 2024 жыл. Алматы, 2024. 55-57 б.
16. Ергалиев Ж.Т., Умбаталиев Н.А. Обоснование и разработка гелиосушилки для сушки плодовых и огородных культур. Исследовательская инициатива - 2024 : /сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса (19 июня 2024 г.). — Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2024. с.101-106.
17. Горб Н.Н., Денисова О.А. Результаты многолетних исследований крымской опытной станции садоводства в вопросах хранения и переработки плодово-ягодной продукции. // *Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2023;(3 (168)):35-48.*

REFERENCES

1. The chemical composition of melon seeds [Electronic resource]. <http://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-semyan-dyni/>. Date of the application: 15.09.2021 (In Russian)
2. Iztaev A., Iskakova G. K., Yakiyeva M. A., Iztaev B. A., Ujkasova Z. S. *Issledovanie fiziko-mexanicheskix svojstv, ximicheskogo sostava i bezopasnosti dy'ni sorta «Torpeda» // Pishhevaya promy'shlennost' . 2021. № 11. S. 88–91.*
3. N.A. Umbataliyev, G.K. Kuzembayeva, K. Kuzembayev, M. Makhanov, E.D. Shambulov, S.ZH. Oralbayev, ZH.T.

- Sydykbayev Kaunydy kajta өңдеу zholdaryn ontajlandyru [Optimizing melon processing methods] // *Mekhanika i tekhnologii / Nauchnyy zhurnal. – 2024. – № 3(85). – S.64-75. (in Kazakh).*
4. Umbataliyev, N., Smailova, G., Toilybayev, M., Sansyzbayev, K., Koshanova, S., Bekmukhanbetova, S. Optimization of the technological process of threshing combine harvester. Vol. 4 No. 1 (124) (2023): *Engineering technological systems Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (124)), 104–117. doi: <https://doi.org/10.15587/1729->
5. A.M. Admaeva, E.B. Medvedkov, B.E. Erenova. *Tekhnologiya produktov na osnove dyni: Monografiya [Melon based product technology]* / - Almaty, 2015, 393s. . (in Kazakh).
6. Erenova B.E. *Nauchnye osnovy proizvodstva produktov na osnove dyni [Scientific basis for the production of melon-based products]: diss...dokt.tekhn.nauk: 05.18.01.- Almaty 2010.- 389 s. . (in Kazakh).*
7. Aktaş M. и др. Analysis of drying of melon in a solar-heat recovery assisted infrared dryer // *Solar Energy*. 2016. T. 137. S. 500–515.
8. da Silva G. D. и др. Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum // *LWT Food Science and Technology*. 2016. T. 74. S. 114–119.
9. Grudanov V.Ya., Brench A.A., Pashkova E.S. [i dr.] *Pererabotka sel'skhozoyajstvennoj produkci [Processing of agricultural products]: uchebnoe posobie / - Minsk: BGTU, 2017.-196 s. (in Belarus).*
10. V.V. Kolomejchenko. *Rastenievodstvo [Plant growing]/Uchebnik. — M.: Agrobiznescentr, 2007. — 600 s. ISBN 978-5-902792-11-6. (in Russian).*
11. Yergaliyev ZH.T., Umbataliyev N.A. *Ämbebaп geliokeptirgish qondırǵısınıń negizdew [Justification of a universal solar dryer installation]. Almatinskiy tekhnologicheskii universitet. Molodyye uchenyye «Nauka. obrazovaniye. Materialy respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Molodezh». 198-200str. 25 aprelya 2024 g., Almaty, 2024 g. (in Kazakh).*
12. Ostonaqlwlov T.É., Tilavov X.M., Amantwrđiev İ.X. Kovwn navlarining kwritishga yarokliligı. [Hardening ability of melon varieties]. «O'zbekiston qishloq xo'jaligi» jwmali Toškeng - 2018. 10. -B. 31-32 (in Uzbek).
13. Ostonaqlwlov T.E., Tilavov X.M. Bul maqalanıń maqsatı - sizge eñ jaqsı tehnologıyanı usınw. [Improving the technology of acceleration and drying of melon varieties.]// *Taşkent, Navrwz, 2019. – B.144. (Monografiya). (in Uzbek).*
14. Tukhtayev SH.K. [et al.] *Issledovaniye izmeneniya vlazhnosti sortov dyni pri IK-konvektivnoy sushke [Study of changes in moisture content of melon varieties during IR convective drying] // Universum: khimiya i biologiya : elektron. nauchn. zhurn. 2020. 11(77).*
15. Umbataliev N.A., Kuzenbaev K.K., Abdugarimov S.A., Zhenisnur T. *Qauyn onimin saқтаu zhөne өңдеу zholdary. [Ways to store and process melon products]. «Tағам, zhenil өnerkәsіpteri men qonaqzhajlylyk industriyasynyn*

innovaciyaлық damuy» halyқaralyқ ғылыми-tazhiribelik konferenciyanıң materialdary 24 қазан 2024 zhyl. Almaty, 2024. 55-57 b.

16. Ergaliev Zh.T., Umbataliev N.A. Obosnovanie i razrabotka geliosushilki dlya sushki plodovyh i ogorodnyh kul'tur. [Justification and development of a heliodryer for drying fruit and vegetable crops.] Issledovatel'skaya iniciativa - 2024 : sbornik statej Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo

konkurs (19 iyunya 2024 g.). — Petrozavodsk : MCNP «NOVAYa NAUKA», 2024. s.101-106. (In Russian)

17. Gorb N.N., Denisova O.A. Rezul'taty mnogoletnih issledovaniy krymskoj opytnoj stancii sadovodstva v voprosah hraneniya i pererabotki plodovo-yagodnoj produkci. [Results of many years of research by the Crimean experimental gardening station on issues of storage and processing of fruit and berry products.] Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii. 2023;(3 (168)):35-48. (In Russian)

ҮЛКЕН СҮЙЕЛШӨП (*CHELIDONIUM MAJUS L.*) МАЙЛЫ ЭКСТРАКТЫМЕН СПРЕЙДІҢ ОҢТАЙЛЫ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУ

¹Р.Б.АЮПОВА , ¹Ж.А.КЕМЕЛХАН *, ¹Л.Н.КИЕКБАЕВА , ¹М.А.ЖАНДАБАЕВА ,
¹Ғ.С.ИБАДУЛЛАЕВА , ¹Н.К.ОМИРЗАКОВА , ²А.Б.ЖАНАЕВА 

¹«С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 050026, Алматы қ., Төле би көш., 94

²«әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қ., әл-Фараби даңғ., 71)

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

Қазақстанның 2026 жылға дейінгі денсаулық сақтауды дамыту тұжырымдамасына сәйкес, отандық дәрілік заттардың үлесін 30%-ға дейін арттыру көзделген. Осы бағытта Үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus L.*) өсімдігінен дәрілік заттар өндіру маңызды. Бұл өсімдік ежелден тері ауруларын, әсіресе вирустық герпесті, экземаны және сүйелді емдеу үшін қолданылып келеді. Оның құрамындағы биологиялық белсенді заттар қабынуға қарсы және бактерияға қарсы әсерге ие, сондай-ақ қатерлі ісіктердің өсуін тежеу қасиеті анықталған. Үлкен сүйелшөптің негізінде спрей түріндегі дәрілік форма жасау, тері ауруларын тиімді емдеуді қамтамасыз ететін перспективалы бағыттардың бірі болып табылады. Зерттеу жұмысы С.Д.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ Б.Амчабаров атындағы іргелі және қолданбалы медицина ғылыми-зерттеу институтында жүргізілді. Қажетті эмульгаторды таңдау – майлы экстрактыға эмульгаторды қосқанда, ерітінді компоненттерінің бірігуі және 1 тәулікте түзілген шөгінді мөлшері мен оны шайқасаңда оңай бастапқы қалпына кетуіне байланысты таңдалды. Зерттеу барысында 7 түрлі эмульгатор сыналды. Дұрыс таңдалған эмульгатормен майлы экстрактымен спрейдің бірнеше үлгісінің құрамдары жасалынды. Оңтайлы спрей құрамын таңдау ҚР МФ-дағы әдістермен жүргізілді. Нәтижесіне келсек спрей жасау үшін майлы экстрактқа үйлесімді эмульгатор таңдау мақсатында бірнеше нұсқа сыналды, олардың ішінде ең жақсы нәтиже Твин-80 негізіндегі композиция көрсетті. Бұл эмульгатор құрамдас бөліктерді жылдам эмульсиялап, түссіз, біртекті жүйе түзді және сақтау кезінде түзілген тұнба шайқасаңнан кейін оңай қалпына келтірілді. Басқа эмульгаторлар біртекті жүйе құра алмады немесе тұрақтылығы төмен болды, сондықтан зерттеу үшін Твин-80 негізіндегі композиция таңдалды. Үлкен сүйелшөп майлы экстракты негізінде спрей жасау үшін түрлі көмекиі заттар сыналды, олардың ішінде 8-композиция оңтайлы деп танылды. Бұл композиция ПЭО негізінде жасалып, суыққа және термиялық тұрақтылық сынақтарынан сәтті өтті, органолептикалық қасиеттерін сақтап, шөгінді түзілуін болдырмады. Қалған композициялар тұрақтылық, рН немесе консистенция бойынша талаптарға сәйкес келмеді, сондықтан әрі қарай зерттеу 8-композициямен жалғастырылды.

Негізгі сөздер: спрей, үлкен сүйелшөп, майлы экстракты, эмульгатор, вирустық герпес, экзема.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА СПРЕЯ С МАСЛЯНЫМ ЭКСТРАКТОМ ЧИСТОТЕЛА БОЛЬШОГО (*CHELIDONIUM MAJUS L.*)

¹Р.Б. АЮПОВА, ¹Ж.А. КЕМЕЛХАН*, ¹Л.Н. КИЕКБАЕВА, ¹М.А. ЖАНДАБАЕВА,
¹Ғ.С. ИБАДУЛЛАЕВА, ¹Н.ОМИРЗАКОВА, ²А.Б.ЖАНАЕВА

¹НАО «Казахский национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова», Республика Казахстан, 050026, г. Алматы, ул. Төле би, 94

²НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71)

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

В соответствии с концепцией развития здравоохранения Казахстана до 2026 года, предполагается увеличение доли отечественных лекарственных средств до 30%. В этом направлении важным является

производство препаратов из растения большой чистотел (*Chelidonium majus* L.). Это растение издавна используется для лечения кожных заболеваний, особенно вирусного герпеса, экземы и бородавок. Биологически активные вещества, содержащиеся в нем, обладают противовоспалительными и антибактериальными свойствами, а также способностью замедлять рост злокачественных опухолей. Создание лекарственной формы в виде спрея на основе большого чистотела является одним из перспективных направлений для обеспечения эффективного лечения кожных заболеваний. Исследование проводилось в Научно-исследовательском институте фундаментальной и прикладной медицины имени Б. Атчабарова Казахского национального медицинского университета имени С. Д. Асфендиярова. Выбор необходимого эмульгатора осуществлялся на основании слияния компонентов раствора при добавлении эмульгатора к масляному экстракту, а также количества осадка, образовавшегося за сутки, и возможности его легкого восстановления после встряхивания. В ходе исследования было протестировано 7 различных эмульгаторов. С использованием оптимально подобранного эмульгатора были разработаны составы нескольких образцов спрея на основе масляного экстракта. Выбор оптимального состава спрея проводился с использованием методов, утвержденных Государственной фармакопеей Республики Казахстан. Для создания спрея были испытаны различные варианты эмульгаторов, совместимых с масляным экстрактом. Наилучший результат показала композиция на основе Твин-80. Этот эмульгатор быстро эмульгировал компоненты, формировал прозрачную однородную систему и обеспечивал легкое восстановление структуры осадка после встряхивания при хранении. Остальные эмульгаторы либо не образовывали однородной системы, либо обладали низкой стабильностью, поэтому для дальнейших исследований была выбрана композиция на основе Твин-80. Для создания спрея на основе масляного экстракта большого чистотела были протестированы различные вспомогательные вещества. Оптимальной была признана композиция №8, разработанная на основе ПЭО (полиэтиленоксида). Она успешно прошла испытания на устойчивость к холодным и термическим воздействиям, сохранила органолептические свойства и предотвратила образование осадка. Остальные композиции не соответствовали требованиям по стабильности, уровню pH или консистенции, поэтому дальнейшие исследования продолжались с использованием композиции №8.

Ключевые слова: спрей, большой чистотел, масляный экстракт, эмульгатор, вирусный герпес, экзема.

CHOOSING THE OPTIMAL COMPOSITION OF THE SPRAY WITH THE OIL EXTRACT OF *CHELIDONIUM MAJUS* L.

¹R.B. AYUPOVA, ¹ZH.A. KEMELKHAN*, ¹L.N. KIEKBAEVA, ¹M.A. ZHANDABAEVA,
¹G.S. IBADULLAEVA, ¹N.OMIRZAKOVA, ²A.B.ZHANAYEVA

(NJSC Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Republic of Kazakhstan, 050026,
Almaty, Tole Bi st., 94

²al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, al-Farabi ave., 71)

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

According to the healthcare development concept of Kazakhstan until 2026, the share of domestic medicinal products is planned to increase to 30%. In this regard, the production of preparations from the plant *Chelidonium majus* L. (greater celandine) is of great importance. This plant has long been used for the treatment of skin diseases, particularly viral herpes, eczema, and warts. The biologically active compounds it contains exhibit anti-inflammatory and antibacterial properties, as well as the ability to inhibit the growth of malignant tumors. Developing a spray-based medicinal form from greater celandine represents one of the promising directions for ensuring effective treatment of skin diseases. The study was conducted at the Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Medicine named after B. Atchabarov at the S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University. The selection of the appropriate emulsifier was based on the merging of solution components when the emulsifier was added to the oil extract, as well as the amount of sediment formed within 24 hours and its ease of reconstitution after shaking. Seven different emulsifiers were tested during the study. Using the optimally selected emulsifier, several sample spray formulations based on the oil extract were developed. The selection of the optimal spray formulation was carried out using methods approved by the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. Various emulsifier options compatible with the oil extract were tested for spray production. The best result was demonstrated by the composition based on Tween-80. This emulsifier quickly emulsified the components, forming a transparent, homogeneous system and providing easy restoration of sediment structure after shaking during storage. Other emulsifiers either failed to create a homogeneous system or demonstrated

low stability; thus, the composition based on Tween-80 was chosen for further research. Various excipients were tested for the development of a spray based on the oil extract of greater celandine. Composition No. 8, developed on the basis of polyethylene oxide (PEO), was recognized as optimal. It successfully passed tests for resistance to cold and thermal exposure, maintained its organoleptic properties, and prevented sediment formation. The remaining compositions did not meet the requirements for stability, pH, or consistency, so further research was continued with Composition No. 8.

Keywords: spray, *Chelidonium majus* L, oil extract, emulsifier, viral herpes, eczema.

Kіpіcne

Қазақстан Республикасының денсаулық сақтауды дамытудың 2026 жылға дейінгі тұжырымдамасы бойынша Отандық дәрілік заттар үлесі 23,4% - дан 2026 жылға дейін 30% - ға дейін өсуі тиіс. Дәрілік өсімдік шикізатынан дәрілік заттарды өндіру маңызды технологиялық үрдіс болып табылады. Бұл қосылыстардың ықтимал көздерінің бірі – табиғатта кең таралған үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus* L.) өсімдігі. Үлкен сүйелшөп өсімдігін тері ауруларын, әсіресе вирустық герпесті емдеу үшін қолданады. Қазіргі таңда вирустық герпеспен ауыратын адам саны 3,7 миллиардқа жеткен. Осы өсімдіктің химиялық құрамын неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу, стандарттау және олардың негізінде жаңа отандық препараттарды жасау мәселесі өзекті болып табылады [1,2].

Дерматологиялық ауруларды емдеу клиникалық медицинаның барлық салаларында қолданылатын жалпы принциптер бойынша жүзеге асырылады. Ол, әдетте, жан-жақты болуы керек және аурудың клиникалық көрінісіне, этиологиясына және патогенезіне байланысты жүзеге асырылады. Жалпы және сыртқы емдеу қолданылады. Сыртқы терапия тері ауруларын емдеуде ерекше орын алады, бұл теріде дамып келе жатқан патологиялық процестердің дәрілік заттардың тікелей әсеріне қол жетімділігімен түсіндіріледі.

Сыртқы терапияның мақсаттары:

1. Аурудың тікелей себебін, сондай-ақ теріде дамыған патологиялық өзгерістерді және соған байланысты субъективті сезімдерді жою;

2. Зардап шеккен аймақтарды сыртқы әсерлерден қорғау [3,4].

Сүйелшөп (*Chelidonium*) – қосжарнақтылар және көкнәрлер тұқымдасына жататын улы шөптесін өсімдік. [5].

Карл Линней (*Chelidonium majus* L., 1753) зерттеген сүйелшөп кең диапазонға ие, жеткілікті жоғары морфологиялық өзгергіштігімен

сипатталады. Ол жапырақ сегменттері мен жапырақшаларының кесілу дәрежесінде, жапырақтардың пубесценциясында және гүлдердің мөлшерінде көрінеді. Нәтижесінде әлемдік әдебиетте *Chelidonium haematodes Moench*, *Chelidonium laciniatum* Mill., *Chelidonium luteum Gilib. nom. inval.*, *Chelidonium murale P.Renault*, *Chelidonium olidum Tarscher. ex Ott*, *Chelidonium quercifolium Willemet*, *Chelidonium ruderales Salisb.*, *Chelidonium umbelliferum Stokes* деген түрлердің сипаттамалары бар басылымдары пайда болды. Дегенмен, қазіргі уақытта олар жай синонимдер болып саналады және 2 кіші түрі ғана танымал [6]:

1) Азиялық сүйелшөп (*Chelidonium asiaticum* L.) – өсімдіктің биіктігі 50 см жетеді;

2) Үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus* L.) – бұл түрге тән ерекшелік – биіктігі 1 м-ден асады.

Үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus* L.) – көкнәрдің жақын туысы және көпжылдық шөптесін өсімдік. Бұл – таксономистер есептеген қазіргі уақыттағы *Chelidonium* тұқымының жалғыз түрі. Басқа атаулары: сүйел, қарлығаштың шөбі, сары сүт. Қазақша «сүйелшөп» деп аталу себебі халықтық медицинада сүйелді кетіру мақсатында қолданылған.

Сабағы тармақталған, шашыраңқы түкті, биіктігі 30-80 см. Жапырақтары жұпталмаған (лира тәрізді), кезектесіп орналасқан. Базальды және төменгі сабақтарының жапырақтары үлкенірек. Жапырақтардың лобтары дөңгелек, үлкен, біркелкі емес жиегі бар. Жапырақтары жоғарыда жасыл, төменде көкшіл, балауыз жабындысымен жабылған. Гүлдер ашық сары түсті, сабақтарының ұштарында үш-сегізден жиналған гүлшоғырлар қарапайым қолшатырларға ұқсайды. Тостағанша әдетте сүйелшөп гүлдеген кезде түсіп кететін екі сепалдан тұрады. Аталығы көп болады. Аналығы біреу, жоғарғы бір ұяшықты аналық безі бар.

Мамырдан күзге дейін гүлдейді. Жемісі – түбінен ұшына дейін екі жапырақшамен ашылатын капсула тәрізді. Тұқымы кара, көптеген тарак тәрізді қосымшасы бар жылтыр келеді. Жемістер шілде-қыркүйек айларында піседі.

Chelidonium majus – Еуроазиялық түр. КСРО-ның еуропалық бөлігінің барлық аудандарында, Сібірде (Арктикадан басқа), Кавказда, Шығыс Қазақстан тауларында (Жоңғар Алатауы, Тарбағатай) және Орта Азияда (Тянь-Шань) таралған [7,8,9].

Үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus* L.) ежелгі заманнан бері емдік мақсатта қолданылған. Ол Диоскоридте, Авиценнада және грек-парсы медицинасының барлық кейінгі ізбасарларында сипатталған [10]. Ортағасырлық Германияда үлкен сүйелшөп подагра, скрофула, сүйек сынықтарын емдеу үшін қолданылған. Ол ежелгі Ресейде өте танымал болды, сүйелшөпті негізгі дәрілік өсімдіктердің бірі ретінде атап өту алғашқы шөп дәрігерлерінде де кездеседі. Бастапқыда оны сиқыршылар мен емшілер өсімдіктің уыттылығын есте сақтай отырып, аз мөлшерде және тек сыртқы емдеу үшін қолданған. Оның көмегімен сепкілдер азайтылды, қартаю дақтары жойылды. Сүйелшөптің шырынымен жаралар, абсцесс, іріңдер өңделді. Үлкен сүйелшөпті (*Chelidonium majus* L.) ішке қолдану кейінірек осы өсімдіктің шырыны микроскопиялық дозада көптеген ауруларды емдеуге қабілетті екендігі анықталған кезде басталды. Қазіргі уақытта үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus* L.) ресми медицинада да қолданылады, ал оның белсенді заттары негізінде бірқатар дәрі-дәрмектер шығарылады [11].

Үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus* L.) Еуропа және Азия елдерінің халықтық медицинасында, әсіресе дәстүрлі қытай медицинасында кеңінен қолданылады [12]. Албан халықтық медицинасында сүйелшөп сарғаюды емдеуде қолданылады [13].

Сүйелшөптің препараты сүйелдер мен кондиломды, көмей папилломатозын және қызыл жегінің бастапқы формаларын каутеризациялау үшін қолданылады. Шөптің тұнбасы бауыр мен өт қабының аурулары кезінде холеретикалық және бактерицидтік дәрі ретінде ішіледі. Ол сонымен қатар ванналар үшін аллергияға қарсы агент ретінде қолданылады. Экспериментте сүйелшөптің препараттары катерлі ісіктердің өсуін тоқтатады және

туберкулез микобактерияларына фунгистатикалық және бактериостатикалық әсер етеді [14].

Бізді үлкен сүйелшөптің майлы экстрактысы негізінде қабынуға қарсы және вирустық тері ауруларын емдейтін спрей жасау мүмкіндігі қызықтырды. Үлкен сүйелшөп өсімдігін тері ауруларын, әсіресе вирустық герпесті, экземаны, атопиялық дерматитті және сүйелді емдеу үшін қолданады. Сонымен қатар қабынудың патогенетикалық механизміне жан-жақты әсер етеді [15, 16].

Спрейді дәрілік форма ретінде қолдану дәстүрлі сыртқы дәрілік формаларға қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие, бұл терінің зақымдалған жерлеріне белсенді заттарды қолдануды жеңілдетуге мүмкіндік береді және препараттың дозалануының жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді [17].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу жұмысы С.Д.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ-дың Б.Атчабаров атындағы іргелі және қолданбалы медицина ғылыми-зерттеу институтында жүргізілді.

Спрей технологиясының маңызды сәті сулы ортада үлкен сүйелшөп майлы экстрактысын тұрақтандыру қажеттілігі болды. Бірінші кезекте эмульгаторды таңдау мәселесін шешу қажет болды. Осы мақсатта бірнеше эмульгатордың бірнеше түрлері, атап айтқанда, келесі түрлері сыналды: твин-80, Empilan KM 25 F, Empicol, Глицерина моностеарат, Lanette D, Лаурилсульфат Na, тазартылған су. Қажетті эмульгаторды таңдау – майлы экстрактыға эмульгаторды қосқанда, ерітінді компоненттерінің бірігуі және 1 тәулікте түзілген шөгінді мөлшері мен оны шайқағанда оңай бастапқы қалпына келуіне байланысты тандалды.

Үлкен сүйелшөп майлы экстрактымен спрейді стандарттау үшін келесі әдістер қолданылды:

Сыртқы түрін, түсін және біркелкілігін анықтау. Спрейдің сыртқы түрі, түсі өтетін немесе шағылысқан жарықта шыныға орналастырылған үлгіні визуалды қарау арқылы анықталады. Біркелкілігі сынамаларда кесектердің және басқа да бөгде заттардың болмауы спрейді шашып, жеңіл ысқылау және микроскоппен 40 есе ұлғайтып көру арқылы анықталады.

pH анықтау. Сутектік көрсеткішін анықтау үшін Потенциометриялық әдіс қолданылады. Ол үшін спрей ерітіндісінің 1 мл сынамасы алынады. Сынаманың температурасы (20 ± 2) °C болуы керек. Өнім температураға төзімді ыдысқа салынып, 90 мл тазартылған су қосылады. Араластыра отырып (80°C температураға дейін) эмульсия толығымен жойылғанынша (май қабатының бөлінуі), 20°C температураға дейін салқындатылады. Сулы қабат бөлініп және ондағы pH өлшенеді. Электродты салқындатылған ыдысқа салып, pH өлшегіш аппаратының тұрақталуын күтеміз.

Термиялық тұрақтылығын анықтау. МЕМСТ 29.188.3 бойынша жүзеге асырылады. Сыйымдылығы 25см ыдысты эмульсияда ауа көпіршіктері қалмайтындай етіп толтырып, тығынмен тығындап, температурасы 50°C термостатқа саламыз.

Су/май эмульсияларының термиялық тұрақтылығын анықтау кезінде 1 сағат термостатта тұрғаннан кейін ыдыстың ішіндегі ауаны кетіру үшін шыны таяқшамен ақырын араластырады. Спрей 24 сағат бойы тұрып, содан кейін тұрақтылық анықталады.

Коллоидты тұрақтылығын анықтау. МЕМСТ 29.188.3 бойынша жүзеге асырылады. Пробирка көлемнің 2/3 бөлігін зерттелетін спреймен толтырып, термостатқа салынып, 42-45°C температурада 20 мин ұсталады. Сосын оларды сыртынан құрғатып сүртіп центрифуга

құрылғысына 5 минут уақытқа орналастырылады.

Коллоидты тұрақтылықты анықтау кезінде, егер айқын стратификация байқалмаса, пробирканың мазмұны ақ қалың қағаз парағына мұқият құйылады және спрейдің стратификациясының болуы немесе болмауы байқалады. Егер центрифугалаудан кейін пробиркаларда су фазасының тамшысынан немесе май фазасының қабатынан 0,5 см артық емес бөліну байқалса, спрей тұрақты болып саналады.

Сандық анықтау. ҚР МФ, 2 том, 2.6.13 Спектрофотометрия әдісі бойынша анықталады. Спектрофотометрде қабат қалыңдығы 10 мм кюветада 570 нм толқын ұзындығында зерттелетін спрейдің оптикалық тығыздығын өлшеу арқылы анықтаймыз.

Микробиологиялық тазалық. Микробиологиялық тазалықты анықтауды ҚР МФ Т.1, 2.6.12 «Стерильді емес дәрілік заттардың микробиологиялық тазалығын сынау», 2.6.13 «Стерильді емес дәрілік заттардың микробиологиялық тазалығын сынау (микроорганизмдердің жекелеген түрлеріне сынау)» бойынша жүзеге асырылады.

Зерттеу нәтижелері

Ең алдымен спрей жасау үшін майлы экстрактыға үйлесімді болатын эмульгатор таңдау маңызды. Үлкен сүйелшөп майлы экстрактысына сәйкес келетін эмульгаторлардың түрлері кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Оңтайлы эмульгаторды анықтау үшін таңдалған композициялар

Компоненттер	Композиция №					
	1	2	3	4	5	6
Үлкен сүйелшөп майлы экстрактысы	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Твин-80	3.0					
Empilan KM 25 F		4.0				
Empocol			3.0			
Глицерина моностеарат				4.0		
Lanette D					2.0	
Лаурилсульфат Na						3.0
Тазартылған су	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін

Жүйенің ең үлкен тұрақтылығы 1 және 2-композицияларда байқалды. Твин-80 эмульгаторы пайдаланылған кезде композицияның құрамдас

бөліктері тез эмульсияланып, түссіз біртекті жүйені құрады. Тәулік бойы сақтау кезінде тұнба

байқалды. Шайқау кезінде жүйе қалпына келтірілді.

2-композиция біртекті жүйе болды, бірақ тәулік бойы сақталған кезде пайда болған шөгінді мөлшері 1 композицияға қарағанда көбірек болды және жүйені қалпына келтіру шайқау кезінде көп күш жұмсауды қажет етті.

3, 4, 5 және 6-композицияларда эмульгаторларды қолданған кезде біртекті жүйені алу мүмкін болмады. 3 және 5-композицияларда алынған эмульсиялардың кремажы (концентрацияланған эмульсияға стратификациясы және беттік белсенді заттардың ерітіндісі) байқалды. 4 және 6- композициялардың

эмульгаторлары үлкен сүйелшөп майлы экстрактысын жеткілікті түрде толық эмульсияламады, нәтижесінде үлкен тығыз тұнба пайда болды.

Осылайша, әрі қарай зерттеу үшін Твин-80 негізіндегі композиция таңдалды, өйткені ол сақтау кезінде ең үлкен тұрақтылықты қамтамасыз етті.

Бір эмульгаторды қолдану жүйенің қажетті тұрақтылығына қол жеткізуге мүмкіндік бермейтіндіктен, қосымша көмекші заттарды таңдау қажеттілігі туындайды.

Әдеби деректерді талдау негізінде әрі қарай зерттеу үшін 2-кестеде келтірілген композициялардың құрамы таңдалды.

Кесте 2. Қосалқы заттардың құрамы

Компоненттер	Үлгі №									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Үлкен сүйелшөп майлы экстрактысы	2.0	3.0	4.0	5.0	2.0	4.0	3.0	5.0	5.0	5.0
Твин-80	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
ПВП		10.0			10.0					
ПЭО-400					1.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0
1,2-пропилен гликоль			5.0							
Аквасорб				2.0						
Карбопол	1.0									
Тазартылған су	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін	100.0 дейін

Нәтижелер және оларды талқылау

1-композиция 1% карбопол гелі негізінде жасалған. Карбопол-акрил қышқылы мен полифункционалды кросс-байланыстырушы агенттердің сирек кездесетін сополимері (мысалы, пентаэритритол аллил эфиі). Карбопол гельдерін дерматологияда бірнеше ондаған жылдар бойы қолдану бұл сополимердің аллергиялық реакцияларға бейім адамдарда да теріге сенсбилизациялық және тітіркендіргіш әсер етпейтінін көрсетті [18]. Полимер гельдерін медицинада қолдану олардың ұзақ әсер етуіне, дәрілік заттарды толық және біркелкі босатуына, терінің экскреторлық өнімдерін сіңіруіне, шырышты қабаттар мен тері бетіне жақсы таралуына байланысты [19].

2-композицияға сонымен қатар поливинилпирролидон (ПВП) кіреді, өйткені бұл полимердің негізгі артықшылықтары: суспензиялар мен эмульсияларды тұрақтандыру мүмкіндігі, суда және бірқатар органикалық қосылыстарда жақсы ерігіштік, гидрофильділік, органикалық қосылыстармен еритін кешендерді оңай қалыптастыру мүмкіндігі. ПВП полимерлері аз мөлшерде ағзаға улы әсер етпейді және ақуыздың ыдырау өнімдерін байланыстыра алады.

3-композиция суспензиялар мен эмульсияларда тұрақтандырғыш ретінде қолданылатын, сондай-ақ белсенді заттардың тез енуін қамтамасыз ететін арналар жасай отырып, терінің өткізгіштігін жақсартуға қабілетті 1,2-

пропиленгликольді көмекші зат ретінде қолдану арқылы жасалды.

4-композиция үшін целлюлозаның метил эфиі болып табылатын Аквасорб полимері қосымша көмекші зат ретінде таңдалды. Метил целлюлозасы (МЦ) әртүрлі химиялық реагенттердің әсеріне төзімді, улы емес, физиологиялық инертті, оның ерітінділері құрғаған кезде мөлдір, түссіз, түсі мен иісі жоқ, жараның бетін ластанудан және патогендік микроорганизмдердің зақымдануынан қорғауға қабілетті жоғары берік пленка түзеді. МЦ сулы ерітінділері үлкен сорбциялық, эмульгациялық, дисперсті, ылғалдандыратын және адгезиялық қабілетке ие.

5-тен 9-ға дейінгі композициялар полиэтилен оксидтерін қолдану арқылы жасалады. Полиэтиленоксидтер (ПЭО) суда жақсы ериді және кең аралықта рН өзгеруіне сезімтал емес, жоғары температураға төзімді, сақтау кезінде тұрақты [20]. Сонымен қатар, ПЭО өте аз уыттылыққа ие. Сондай-ақ, олар көптеген гидрофильді және гидрофобты дәрілік заттарды оңай ерітеді, теріге оңай жағылады, оған біркелкі таралады, газ алмасуға кедергі келтірмейді және бездердің белсенділігін бұзбайды, терінің немесе шырышты қабықтың секрециясын сіңіргеннен кейін біртектілігін сақтайды. Жараларды емдеу үшін дәрілік заттар қосылмаған ПЭО негіздерін қолдануға болады. Мұндай негіздер стафилококк пен стрептококк микрофлорасына қатысты кейбір бактериостатикалық әсерге ие, сонымен қатар жараларды емдеуге жағымды әсер ететін осмостық белсенділікке ие. ПЭО қатысуымен антибиотиктердің, сульфаниламидтердің, антисептиктердің микробқа қарсы белсенділігі артады. ПЭО негіздері микробтық жасушаны сусыздандырады, оның биологиялық белсенділігін күрт төмендетеді және микробтық қоздырғыштың патогендік вируленттік қасиеттерін әлсіретеді.

5-композицияға ПЭО-дан басқа ПВП енгізілді, өйткені гидрофильді ПЭО негіздерін эмульгаторлармен және гидрофильді компонент қоспасымен араластырғанда адсорбциялық ПЭО негіздері пайда болады.

Эксперименттік деректер көрсеткендей, таңдап алынған барлық қосалқы заттарды қолдану тек эмульгаторларды қолдануға негізделген композициямен салыстырғанда спрей композицияларының тұрақтылығының жоғарылауына әкелді. Алайда көмекші заттар ретінде қолданған кезде ПВП, 1,2-пропиленгликоль, аквасорб және карбопол сутектік көрсеткіштері (рН) нормативтік талаптарға сәйкес болмады және шөгінділердің аз мөлшерін сақтау кезінде түзілу байқалды, бұл оларды әрі қарай зерттеу үшін таңдауға мүмкіндік бермеді.

Суыққа төзімділігін сынағанда: 1 тәуліктен 3 рет мұздатқышта қатырып, еріткен кезде 2,3,6,7,8-композициядағы спрейлер өздерінің органолептикалық қасиеттерін өзгерткен жоқ. Басқа композициядағы спрейлердің консистенциясы өзгерді және еруі ұзақ уақытты алды.

Термотөзімділігін сынау кезінде: 4,6,7,8,9,10-композициядағы спрей үлгілерін +50°C температурада тәулік бойы ұстағанда өзінің органолептикалық қасиеттерін өзгерткен жоқ. 1,2,3,5-композициядағы спрей үлгілерінің термотөзімділігі төмен болып шықты.

Зерттеу барысында алынған нәтижелерге байланысты әрі қарай зерттеу 6,7,8-композициядағы спрейлермен жалғастырылды. Центрифугалаудан кейін 6,7- композициядағы спрей бар пробиркаларда екі фазаға бөліну байқалып, коллоидты тұрақты емес екені анықталды. Нәтижесінде №8 композиция ұтымды спрей деп танылды.

Кесте 3. Үлкен сүйелшөп (*Chelidonium majus L.*) экстрактысынан жасалған спрейдің сапа спецификациясы

Сапа көрсеткіші	Ауытқы нормасы	Сынақ әдістері
1	2	3
Сипаттамасы	Спрей сүтті ақ түсті, өзіне тән иісі бар.	Визуалды
Идентификация <i>Хелидонин</i>	2,0 г шикізат сыйымдылығы 50 мл колбаға салынады, 2 мл аммиак ерітіндісі 10%, 20 мл дихлорэтан қосылады, жабық колбада мезгіл-мезгіл шайқау кезінде 10 минут талап етіледі және сүзгі арқылы сүзіледі. Содан кейін 10 мл сүзгі тығыны бар түтікке салынып, 9,8% сұйылтылған 1 мл күкірт қышқылы қосылып, 3 минут шайқалады; жоғарғы қабаттың сары-қызғылт, сары бояуы және ондағы қабыршақты тромбтар (алкалоид) байқалуы керек.	ФС.2.5.0105.18
Сутектік көрсеткіш (pH)	5,0-7,0 арасында болуы шарт. (5,94)	ҚР МФ 1 том, 2.2.3, Потенциометриялық әдіс.
Тұтқырлық	Алынған деректер қатарынан екі өлшеудің нәтижелері 1% - дан аспайтын жағдайда қолайлы болып табылады.	ҚР МФ I, т. 1, 2.2.9, Капиллярлы визкозиметрия әдісі
Сандық анықтау: <i>Хелидонин</i>	Жалпы алкалоидтардың хелидонин бойынша мөлшері 0,2-ден кем емес және 0,5%-дан көп болмауы керек. (0,28%)	ҚР МФ, 2 том, 2.6.13 Спектрофотометрия
Коллоидты тұрақтылық	+50°C температурада спрей өз қасиеттерін сақтауы тиіс.	МЕМСТ 29.188.3
Термотұрақтылық	Спрей өзінің органолептикалық қасиеттерін термо-тұрақтылық зерттеу кезінде сақтауы керек.	МЕМСТ 29.188.3
Микробиологиялық тазалығы	1г препаратта өмір сүруге қабілетті аэробты микроорганизмдер 102-ден аспау керек.	МФ ҚР I т. 2.6.12 және 2.6.13
Орамдалуы	100 мл препаратты бүріккіш қондырмасы НҚ сәйкес және қорғаныш қалпағы бар пластикалық құтыға құяды, картон қорапқа салынады. Топтық және транспорттық тара МЕМСТ 17768-90 сәйкес.	МЕМСТ 17527-2020 МЕМСТ 17768-90
Таңбалануы	Әрбір құтыға МЕМСТ 7625-86 бойынша заттаңба қағазы жапсырылады. МЕМСТ 14192-96 сәйкес көлік ыдысын таңбалау орындалады.	МЕМСТ 7625-86 МЕМСТ 14192-96
Тасымалдауы	Мемлекеттік стандарт 17768-90Е талаптары бойынша жүргізіледі.	МЕМСТ 17768-90
Сақтау	25 ± 2 °C жоғары емес температурада, жарық түспейтін жерде сақтайды. 1 жыл.	МЕМСТ 27429
Фармакологиялық әсері	Тері ауруларын, вирустық герпес, сүйел, атопиялық дерматит, экземаны емдеуге арналған дәрілік құрал.	

Қорытынды

Зерттеу барысында құрамы ең оңтайлысы 8-композициядағы спрей болды. Сүтті ақ түсті, өзіне тән иісі бар сұйық ерітінді. рН нәтижесі – 5,94-ке тең, бұл нормативтік талаптарға сай. Коллоидты тұрақтылығы және термотұрақтылығы жоғары. Сандық анықтау кезінде хелидонин мөлшері нормадан асқан жоқ. Микробиологиялық тазалығын зерттеу нәтижесінде микроорганизмдердің өсуі байқалмады. Бұл жағдайда алынған композицияның тұтқырлығы оны микро сорғылардың көмегімен спрей орамынан оңай шығуына мүмкіндік береді. Бұл тағы да қосымша зерттеулер жүргізу үшін модель ретінде 8-композициядағы спрейді таңдауға мүмкіндік берді. Бұл ары қарай спрейдің фармакологиялық әсерін, атап айтқанда вирустық герпеске қарсы әсерін анықтауға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстан Республикасының денсаулық сақтау саласын дамытудың 2026 жылға дейінгі тұжырымдамасы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 24 қарашадағы № 945 қаулысы.
2. Вирус простого герпеса // Всемирная организация здравоохранения URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/herpes-simplex-virus> (дата обращения: 12.12.2024).
3. Гладышев В. В. и др. Аптечная технология лекарств. Модуль 2: [Пособие к практ. занятиям и самостоятельной работе студентов]. – 2015.
4. Белоусова Т. А., Каиль-Горячкина М. В. Принципы лечения дерматозов сочетанной этиологии // РМЖ. – 2016. – Т. 24. – №. 10. – С. 613-17.
5. Хамзина Г. Х., Тухбатулина Р. Г. Чистотел большой как источник БАВ в биотехнологии (обзор литературы). – 2021.
6. Коротких М.О., Романенко Е.П., Тихова В.Д., Ткачев А.В. Исследование экстрактов чистотела (*Chelidonium majus* L.) методом ЯМР ¹H// Химия растительного сырья. – 2023. – №1. – С.101-114.
7. Чистотел большой, Желтомолочник, (*Chelidonium majus* L.) // Грибы Казахстана URL: <https://fungi.su/articles>. (дата обращения: 15.12.2024).
8. Зыкова И., Ефремов А. Компонентный состав эфирных масел дикорастущих лекарственных растений флоры Сибири. – Litres, 2022.
9. Достемесова А. Б. и др. Исследование эталонных участков растительного покрова с участием лекарственного вида *chelidonium majus* l. в условиях

Кунгей Алатау // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2024. – Т. 99. – №. 2. – С. 38-54.

10. Zielińska S., Jezierska-Domaradzka A., Wójciak-Kosior M., Sowa I., Junka A., Matkowski A.M. Greater Celandine's Ups and Downs-21 Centuries of Medicinal Uses of *Chelidonium majus* From the Viewpoint of Today's Pharmacology // Front. Pharmacol., 2018. – P. 299. doi: 10.3389/fphar.2018.00299.
11. Рошин И. Целительный чистотел. – 2020. – Т. 8. – 17 с.
12. Жалсрай А., Санжиева Л.Ц. Изучение нейропротективного действия экстракта чистотела большого (*Chelidonium majus* L.) in vitro. // Acta Biomedica Scientifica. – 2019. –Т. 4(2). – С. 106-113.
13. Mustafa B. et al. Medical and food ethnobotany among Albanians and Serbs living in the Shtërpçë/Štrpce area, South Kosovo // Journal of Herbal Medicine. – 2020. – Т. 22. – С. 100344.
14. Maji A. K., Pratim Banerji P. B. *Chelidonium majus* L.(greater celandine)-a review on its phytochemical and therapeutic perspectives. – 2015.
15. Mustafa B. et al. Medical and food ethnobotany among Albanians and Serbs living in the Shtërpçë/Štrpce area, South Kosovo // Journal of Herbal Medicine. – 2020. – Т. 22. – С. 100344.
16. Рузиева И. Г., Кароматов И. Д. Перспективное средство фитотерапии чистотел // Биология и интегративная медицина. – 2018. – №. 2. – С. 75-90.
17. Ibrahim S. A. Spray-on transdermal drug delivery systems // Expert opinion on drug delivery. – 2015. – Т. 12. – №. 2. – С. 195-205.
18. Сливкин А. И. и др. Полимеры в фармацевтической технологии. – 2020.
19. Кунгуров Н. В. и др. Перспективы разработки инновационного наружного средства терапии дерматозов // Успехи современного естествознания. – 2016. – №. 12. – С. 14-19.
20. Марченко Л., Русак А., Смехова И. Технология мягких лекарственных форм. Учебное пособие. – Litres, 2022.

REFERENCES

1. Kazakhstan Respublikasynyn densaulyk saқтау саласын дамытудын 2026 zhylyga deyingi tuzhyrymdamasy Kazakhstan Respublikasy Ukimetinin 2022 zhylygy 24 karashadagy № 945 kaulysy [The Concept for the Development of the Healthcare Sector of the Republic of Kazakhstan until 2026. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated November 24, 2022, No. 945].
2. Virus prostogo gerpesa [Herpes Simplex Virus] // Vsemimaya organizatsiya zdravookhraneniya URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact->

sheets/detail/herpes-simplex-virus. (data obrashcheniya: 12.12.2024).

3. Gladyshev V. V. i dr. Aptechnaya tekhnologiya lekarstv. Modul' 2: [Posobie k prakt. zanyatiyam i samostoyatel'noy rabote studentov] [Guide to Practical Classes and Independent Work of Students]. – 2015.

4. Belousova T. A., Kail'-Goryachkina M. V. Printsipy lecheniya dermatozov sochetannoy etiologii [Principles of Treatment of Dermatoses of Combined Etiology] // RMZh. – 2016. – T. 24. – №. 10. – S. 613-17.

5. Khamzina G. Kh., Tukhbatullina R. G. Chistotel bol'shoy kak istochnik BAV v biotekhnologii [Greater Celandine as a Source of Biologically Active Substances in Biotechnology] (obzor literatury). – 2021.

6. Korotkikh M. O., Romanenko E. P., Tikhova V. D., Tkachev A. V. Issledovanie ekstraktov chistotela (Chelidonium majus L.) metodom YaMR 1H [Study of Chelidonium majus L. Extracts by 1H NMR Method] // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2023. – №1. – S. 101-114.

7. Chistotel bol'shoy, Zheltomolochnik [Greater Celandine, Yellow Milkwort] (Chelidonium majus L.) // Griby Kazakhstana URL: <https://fungi.su/articles>. (data obrashcheniya: 15.12.2024).

8. Zykova I., Efremov A. Komponentnyy sostav efirnykh masel dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniy flory Sibiri [Component Composition of Essential Oils of Wild Medicinal Plants of Siberian Flora]. – Litres, 2022.

9. Dostemesova A. B. i dr. Issledovanie etalonnykh uchastkov rastitel'nogo pokrova s uchastiem lekarstvennogo vida Chelidonium majus L. v usloviyakh Kungey Alatau [Study of Reference Areas of Plant Cover with the Participation of the Medicinal Species Chelidonium majus L. under the Conditions of the Kungei Alatau] // Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya. – 2024. – T. 99. – №. 2. – S. 38-54.

10. Zielińska S., Jezierska-Domaradzka A., Wójciak-Kosior M., Sowa I., Junka A., Matkowski A. M. Greater Celandine's Ups and Downs – 21 Centuries of Medicinal Uses of Chelidonium majus From the Viewpoint of Today's Pharmacology // Front. Pharmacol., 2018. – P. 299. doi: 10.3389/fphar.2018.00299.

11. Roshchin I. Tselitel'nyy chistotel [Healing Celandine]. – 2020. – T. 8. – 17 s.

12. Zhalsray A., Sanzhieva L. Ts. Izuchenie neyrotektivnogo deystviya ekstrakta chistotela bol'shogo (Chelidonium majus L.) in vitro [Study of the Neuroprotective Effect of Greater Celandine Extract (Chelidonium majus L.) in vitro] // Acta Biomedica Scientifica. – 2019. – T. 4(2). – S. 106-113.

13. Mustafa B. et al. Medical and food ethnobotany among Albanians and Serbs living in the Shterpce/Shtpce area, South Kosovo // Journal of Herbal Medicine. – 2020. – T. 22. – S. 100344.

14. Maji A. K., Pratim Banerji P. B. Chelidonium majus L. (greater celandine) – a review on its phytochemical and therapeutic perspectives. – 2015.

15. Mustafa B. et al. Medical and food ethnobotany among Albanians and Serbs living in the Shterpce/Shtpce area, South Kosovo // Journal of Herbal Medicine. – 2020. – T. 22. – S. 100344.

16. Ruzieva I. G., Karomatov I. D. Perspektivnoe sredstvo fitoterapii chistotel [Greater Celandine as a Promising Herbal Remedy] // Biologiya i integrativnaya meditsina. – 2018. – №. 2. – S. 75-90.

17. Ibrahim S. A. Spray-on transdermal drug delivery systems // Expert Opinion on Drug Delivery. – 2015. – T. 12. – №. 2. – S. 195-205.

18. Slivkin A. I. i dr. Polimery v farmatsevticheskoy tekhnologii [Polymers in Pharmaceutical Technology]. – 2020.

19. Kungurov N. V. i dr. Perspektivy razrabotki innovatsionnogo naruzhnogo sredstva terapii dermatozov [Prospects for the Development of an Innovative Topical Agent for the Treatment of Dermatoses] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2016. – №. 12. – S. 14

20. Marchenko L., Rusak A., Smekhova I. Tekhnologiya myagkikh lekarstvennykh form [Technology of Soft Dosage Forms]. Uchebnoe posobie. – Litres, 2022.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРА, ЗАГОТОВКИ ТРАВЫ *LINUM PALLESCENS* И *LINUM HETEROSEPALUM*

А.Б. ОМАРХАН *, Г.Т. ЖУМАШОВА , З.Б. САКИПОВА , М.Б. ИБРАЕВА ,
Д.Б. НҰРАХМЕТОВА 

(Казахский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова, Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Толе би 94)

Электронная почта автора-корреспондента: omarkhan.aktoty@mail.ru

*Разработка оптимальной технологии сбора и заготовки травы льна бледноцветного (*Linum pallescens* Bunge.) и льна разночашелистикового (*Linum heterosepalum* Regel.) направлена на обеспечение сохранности биологической активности, качества сырья, высокой технологической эффективности и экологической устойчивости процессов. Внедрение концепции «Quality by Design» (QbD) в разработку технологических процессов позволяет системно учитывать риски, влияющие на критические показатели качества и формировать условия для их оптимизации. Целью настоящего исследования является разработка оптимальной технологии сбора и заготовки травы льна бледноцветного и льна разночашелистикового для обеспечения качества сырья с применением концепции QbD. Образцы растений были идентифицированы сотрудниками РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции». В рамках концепции QbD для создания пространства проектирования (Design Space) процесса сушки и заготовки растительного сырья льна бледноцветного и льна разночашелистикового проведена статистический анализ с использованием программного обеспечения Minitab. Интеграция концепции QbD в процесс разработки технологии сбора и заготовки растительного сырья льна бледноцветного и льна разночашелистикового продемонстрировала высокую эффективность. Результаты исследования подтверждают потенциал применения QbD для повышения качества, эффективности и контроля на всех этапах заготовки лекарственного сырья.*

Ключевые слова. *Linum pallescens*, *Linum heterosepalum*, растительное сырье, сушка, планирование экспериментов, трава, семена.

LINUM PALLESCENS ЖӘНЕ *LINUM HETEROSEPALUM* ШӨБІН ЖИНАУ, ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

А.Б. ОМАРХАН*, Г.Т. ЖУМАШОВА, З.Б. САКИПОВА, М.Б. ИБРАЕВА, Д.Б. НҰРАХМЕТОВА

(С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медицина Университеті, Қазақстан Республикасы,
050012, Алматы қ., Төле би көш., 94)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: omarkhan.aktoty@mail.ru

*Солгынғұл зығыр (*Linum pallescens* Bunge.) және алатостаған жанырақ зығыр (*Linum heterosepalum* Regel.) шөбін жинау мен дайындаудың оңтайлы технологиясын әзірлеу биологиялық белсенділікті, шикізат сапасын сақтауды қамтамасыз етуге, жоғары технологиялық эффективтілікке және процестердің экологиялық тұрақтылығын сақтауға бағытталған. «Quality by Design» (QbD) концепциясын технологиялық процестерді әзірлеуге енгізу сапаның критикалық көрсеткіштеріне әсер ететін факторларды жүйелі түрде ескеру және оларды оңтайландыру шарттарын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Зерттеудің мақсаты QbD концепциясын қолданып, солгынғұл зығыр және алатостаған жанырақ зығыр шөбін жинау мен дайындаудың оңтайлы технологиясын әзірлеу. Өсімдік үлгілері «Ботаника және фитоинтродукция институты» ШЖҚ РМК мамандарымен идентификацияланды. QbD концепциясының шеңберінде зығырдың екі түрінің өсімдік шикізатын кептіру және дайындау процесінде жобалау кеңістігін (Design Space) жасау үшін Minitab*

бағдарламасын пайдалана отырып, статистикалық талдау жүргізілді. QbD концепциясын солғынғұл зығыр және алатостаған жапырақ зығыр өсімдік шикізаттарын жинау мен дайындаудың технологиясын жасау процесіне интеграциялау жоғары тиімділікті көрсетті. Зерттеу нәтижелері дәрілік өсімдік шикізатын дайындаудың барлық кезеңдерінде сапаны, тиімділікті және бақылауды арттыру үшін QbD қолдану ұтымдылығын растайды.

Негізгі сөздер. *Linum pallescens*, *Linum heterosepalum*, өсімдік шикізаты, кептіру, экспериментті жоспарлау, шөп, тұқым.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR COLLECTING AND HARVESTING THE HERB OF *LINUM PALLESCENS* AND *LINUM HETEROSEPALUM*

A.B. OMARKHAN*, G.T. ZHUMASHOVA, Z.B. SAKIPOVA, M.B. IBRAYEVA, D.B. NURAKHMETOVA

(Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 94)

Corresponding author's e-mail: omarkhan.aktoty@mail.ru

Development of an optimal technology for the collection and harvesting of Linum pallescens Bunge. and Linum heterosepalum Regel. herb is aimed at ensuring the preservation of biological activity, raw material quality, high technological efficiency and environmental sustainability of the processes. The implementation of the “Quality by Design” (QbD) concept in the development of technological processes makes it possible to systematically account for risks influencing critical quality attributes and to establish conditions for their optimization. The aim of the present study is to develop an optimal technology for the collection and harvesting of Linum pallescens and Linum heterosepalum herb to ensure quality based on the QbD concept. The plant specimens were identified by employees of the RSE REM «Institute of Botany and Phytointroduction». Within the framework of the QbD concept, statistical analysis with Minitab software was performed to establish the design space for the drying and harvesting processes of plant raw materials from both Linum species. The integration of the QbD concept into the process of developing the technology for the collection and harvesting of Linum pallescens and Linum heterosepalum herb demonstrated high efficiency. The results confirm the potential of applying QbD to improve quality, efficiency and control at all stages of medicinal plant raw material harvesting.

Keywords: *Linum pallescens*, *Linum heterosepalum*, plant raw material, drying, design of experiments, herb, seeds.

Введение

Виды растений рода лён являются древнейшими культурными растениями и относятся к семейству льновых (*Linaceae* Dumort.), к классу двудольных (*Magnoliopsida*). Семейство льновых насчитывает 9 родов и 274 видов по классификации APG IV (Angiosperm Phylogeny Group IV system of flowering plant classification). На территории СНГ произрастает 45, а на территории Республики Казахстан встречается 13 видов растений рода лён [1]. Льняное семя содержит ценное количество жирных кислот, таких как олеиновая кислота, стеариновая кислота, α-линоленовая кислота, линолевая кислота, пальмитиновая кислота, белки, пищевые волокна, лигнаны (арилнафталиновые: юстицидин В и изоюстицидин В; арилтетралиновые лигнаны:

подофиллотоксин; секоиизолярициресинол диглюкозид), витамины и микроэлементы [2-4].

Льняное масло является одним из богатейших источников полиненасыщенных омега-3 жирных кислот растительного происхождения и применяется при лечении различных заболеваний таких как рак, диабет, заболевания сердечно-сосудистой системы [5-7].

В результате литературного обзора было выявлено, что Казахстанские виды растений рода льна мало изучены и перспективны для дальнейших исследований по определению химического состава, фармакологических действий для разработки растительных лекарственных средств. Таким образом, растения рода *Linum* можно рассматривать как потенциальный источник биологически важных метаболитов.

Правильный сбор и заготовка лекарственного растительного сырья являются ключевыми этапами, определяющими его качество и сохранность биологически активных соединений.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись трава отечественных лекарственных растений рода *Linum* L. – лен бледноцветный (*Linum pallescens* Bunge.) и лен разночашелистиковый (*Linum heterosepalum* Regel.).

Разработка рациональной технологии конвективной сушки растительного сырья (трава и семена растений *Linum pallescens*, *Linum heterosepalum*) была проведена с использованием программного обеспечения Minitab Statistical Software 21 и инструмента дизайна экспериментов (DoE). В качестве независимых переменных (факторов, X) для анализа были выбраны температура и время сушки, а в качестве зависимой переменной (отклика, Y) – показатель «потеря в массе при высушивании», отражающий эффективность процесса обезвоживания.

Результаты и их обсуждение

Заготовку травы *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum* проводили в соответствии с требованиями надлежащей практики культивирования и сбора лекарственных растений (GACP) и внутренними стандартными операционными процедурами [8]. Сырье собирали в Алматинской области, на подгорной равнине Джунгарского Алатау в период массового цветения растений (июнь–июль). Видовая идентификация образцов подтверждена специалистами РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» Республики Казахстан. Сбор проводили вручную в сухую солнечную погоду в утренние часы (с 9:00 до 11:00), после испарения росы. Надземную часть срезали секатором на высоте 5–10 см от поверхности почвы, избегая повреждения корневой системы. Сырье помещали в сетчатые проветриваемые мешки, защищённые от влаги и загрязнений, и транспортировали к месту первичной обработки. Плоды льна (коробочки) собирали в сухую погоду в утренние часы, в фазе полной зрелости (август–сентябрь). Коробочки помещали в проветриваемую тару, предотвращающую накопление влаги и попадание посторонних примесей. Первичную обработку проводили вручную: семена отделяли от коробочек и удаляли посторонние примеси, повреждённые и недоразвитые экземпляры. Отобранное сырьё проверяли визуально на

однородность и органолептические показатели (цвет, запах, отсутствие признаков плесени и вредителей).

После проведения заготовки и подготовки сырья следующим этапом является его сушка. На сегодняшний день традиционным методом получения высушенного лекарственного растительного сырья является естественная сушка в тени, которая широко применяется при работе с растениями, содержащими фенольные соединения, полисахариды и другие термолабильные вещества. Данный способ позволяет сохранить морфологические признаки и основные качественные характеристики сырья, что подтверждено полученными результатами. Однако, несмотря на удовлетворительное качество высушенного материала, процесс отличается значительной продолжительностью и зависит от внешних условий (температуры, влажности воздуха, скорости движения воздуха).

С целью оптимизации процесса и сокращения его продолжительности рассматривается использование конвекционной сушки в сушильных шкафах, позволяющей более точно регулировать температуру, скорость воздушного потока и другие параметры, влияющие на качество конечного продукта. Для обоснованного выбора оптимальных условий сушки была применена методология планирования экспериментов (Design of Experiments, DoE), основанная на концепции «Качество через проектирование» (Quality by Design, QbD), что обеспечивает системный подход к исследованию критических параметров процесса и их влияния на качество растительного сырья [9–11]. В рамках данного подхода подбираются значения критических параметров процесса, которые анализируются для установления их оптимальных диапазонов. На основании результатов формируются математические модели, позволяющие прогнозировать исходы экспериментов и определять условия, обеспечивающие стабильное качество продукции.

Использование DoE в фармацевтических исследованиях дает возможность сократить количество испытаний по сравнению с традиционным методом «один фактор за раз» и получить более полное понимание взаимосвязей между процессом и показателями качества [12].

Конвективная сушка

Сушка травы. Собранную траву льна бледноцветного (*Linum pallescens* Bunge.) и льна

разночашелистикового (*Linum heterosepalum* Regel.) сушили в конвекционном сушильном шкафу (ШС-80, Россия) при скорости циркуляции воздуха 0,8-1,0 м/с. Температурный режим составлял 40-45 °С, продолжительность сушки – 6-8 часов. Сырьё раскладывали на перфорированные поддоны или сетчатые лотки тонким и рыхлым слоем толщиной 3-5 см, обеспечивая равномерное распределение материала. Для предотвращения слеживания и ускорения обезвоживания сырьё периодически перемешивали.

Сушка семян. Семена льна сушили в тех же условиях циркуляции воздуха (0,8-1,0 м/с) при температуре 45-50 °С в течение 8-10 часов. Сырьё распределяли тонким слоем (до 2 см) на сетчатые лотки, обеспечивающие равномерную циркуляцию воздуха. В процессе сушки семена перемешивались через равные промежутки времени для исключения перегрева и равномерного обезвоживания.

Планирование эксперимента

Диапазоны варьирования параметров конвективной сушки были определены на основании литературных данных, согласно которым для различных видов лекарственного растительного сырья, включая растения рода *Linum*, применяются различные температурные и временные режимы. При этом ключевым требованием является недопущение превышения температуры самого материала: для трав – не более 45-50 °С, для семян – не выше 55 °С, что обеспечивает сохранение биологически активных соединений и предотвращает ухудшение органолептических

характеристик [13-16]. Были выбраны две независимые переменные (фактора – X): температура и время сушки. Значения факторов были установлены в диапазоне: для травы – температура сушки 30-60 °С, время сушки 1,5-11 ч; для семян – температура сушки 30-70 °С, время сушки 2-18 ч. В качестве зависимой переменной (отклика – Y) выбран показатель «потеря в массе при высушивании, (%)», отражающий влияние исследуемых параметров на эффективность процесса. С помощью программного обеспечения построено проектное поле, демонстрирующее 31 модель режимов сушки травы и отдельно семян *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*.

На основе введенных параметров построены два проектных поля – для травы и для семян, включающие совокупность модельных режимов, которые в дальнейшем легли в основу статистического анализа. Построенные модели определили в программе Minitab необходимое число экспериментов (13) с заданными параметрами, все эксперименты были выполнены, а результаты зафиксированы в таблицах 1 и 2. В графы были внесены данные показателя «потеря в массе при высушивании», полученные в ходе проведения экспериментов. Применение методики DoE с последующей статистической обработкой позволило выявить взаимосвязь технологических параметров между собой и с показателем качества, а также определить оптимальные диапазоны условий конвективной сушки для исследуемого сырья.

Таблица 1. Результаты исследования модели DoE по показателю качества «Потеря в массе при высушивании» травы *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum* при конвективной сушке

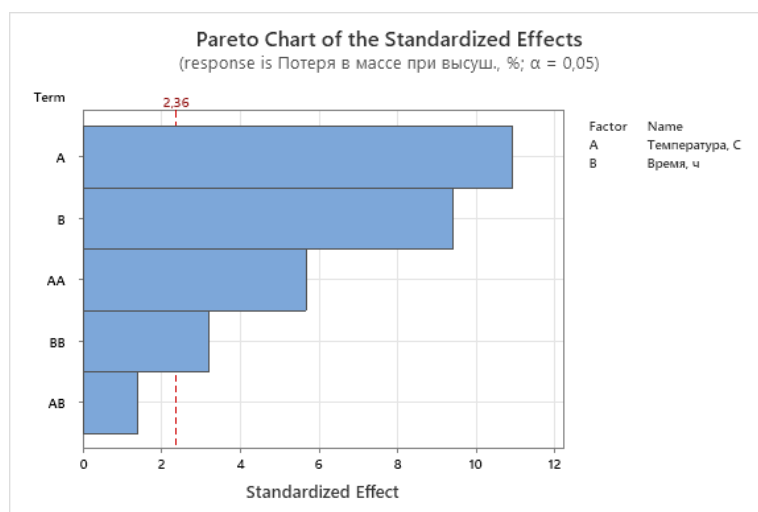
RunOrder	X		Y
	Температура, С	Время, ч	Потеря в массе при высуш., %
1	30,0000	11,0000	11,0
2	60,0000	1,5000	14,0
3	45,0000	7,0000	7,0
4	40,0000	8,0000	7,3
5	23,7868	6,2500	28,4
6	66,2132	6,2500	2,9
7	45,0000	0,4675	18,7
8	45,0000	12,9675	3,4
9	35,0000	9,0000	10,3
10	40,0000	7,5000	8,6
11	45,0000	6,0000	8,4
12	50,0000	4,5000	7,8
13	55,0000	3,0000	7,4

Таблица 2. Результаты исследования модели DoE по показателю качества «Потеря в массе при высушивании» семян *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum* при конвективной сушке

RunOrder	Температура, С	Время, ч	Потеря в массе при высуш., %
1	30,0000	18,0000	15,7
2	70,0000	2,0000	7,1
3	35,0000	15,0000	12,8
4	40,0000	12,0000	11,2
5	21,7157	10,0000	27,9
6	78,2843	10,0000	2,6
7	50,0000	1,3137	19,8
8	50,0000	21,3137	6,2
9	45,0000	10,0000	9,1
10	50,0000	8,5000	8,7
11	55,0000	7,0000	7,9
12	60,0000	5,0000	7,2
13	65,0000	3,5000	6,4

В результате статистической обработки экспериментальных данных в программе *Minitab* была построена диаграмма Парето, позволяющая выделить наиболее значимые входные факторы, оказывающие определяющее влияние на выходной показатель. Согласно принципу Парето, около 20 % факторов формируют до 80 % совокупного эффекта, включая возможное

влияние их взаимодействий. На рисунках 1 и 2 представлены результаты анализа, из которых следует, что ключевыми параметрами, оказывающими наибольшее влияние на показатель «потеря в массе при высушивании» как для травы, так и для семян, являются температура сушки (фактор А) и время сушки (фактор В).

Рисунок 1. Диаграмма Парето - взаимосвязь технологических параметров «температура сушки» и «время сушки» с показателем качества «потеря в массе при высушивании» в траве *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*

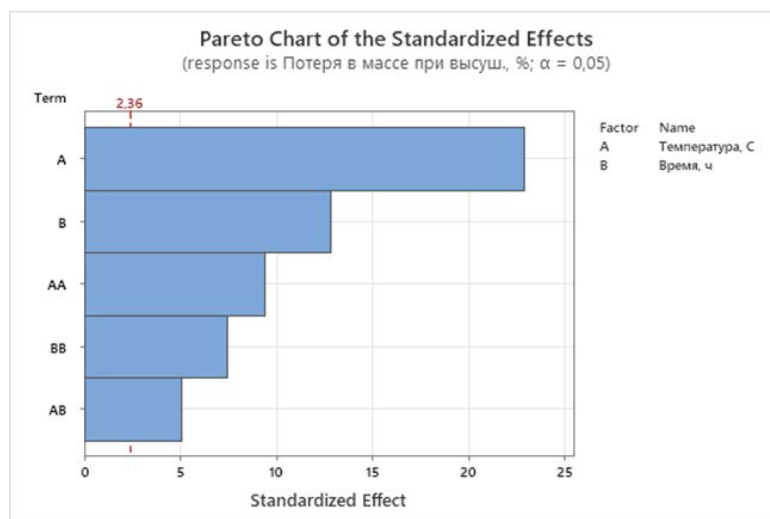


Рисунок 2. Диаграмма Парето - взаимосвязь технологических параметров «температура сушки» и «время сушки» с показателем качества «потеря в массе при высушивании» в семенах *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*

Представленный подход обеспечивает наглядное отображение взаимосвязи между технологическими параметрами – температурой и временем сушки – и выходным показателем качества «потеря в массе при высушивании» в

траве и семенах. На построенных поверхностях отклика (рис. 3 и 4) оптимальные режимы процесса визуализированы в виде таргетной зоны округлой формы, выделенной светло-зеленым цветом.

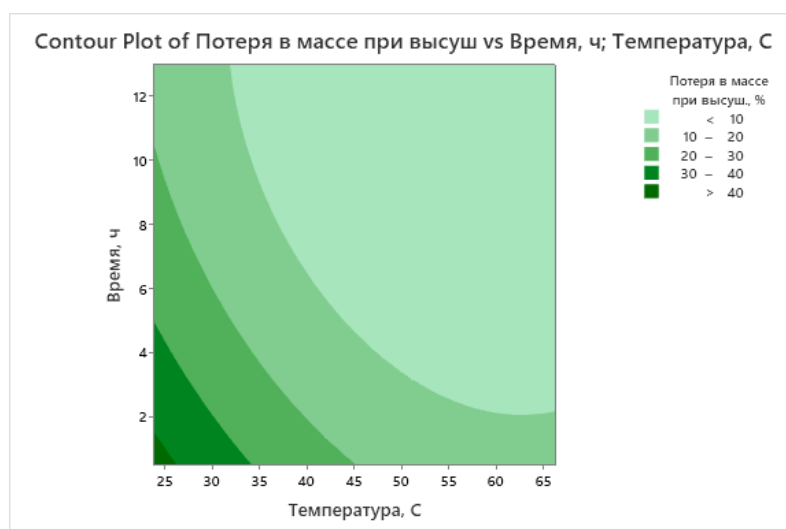


Рисунок 3. Контурные графики взаимосвязи технологических параметров «температура сушки» и «время сушки» с показателем качества «потеря в массе при высушивании» в траве *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*

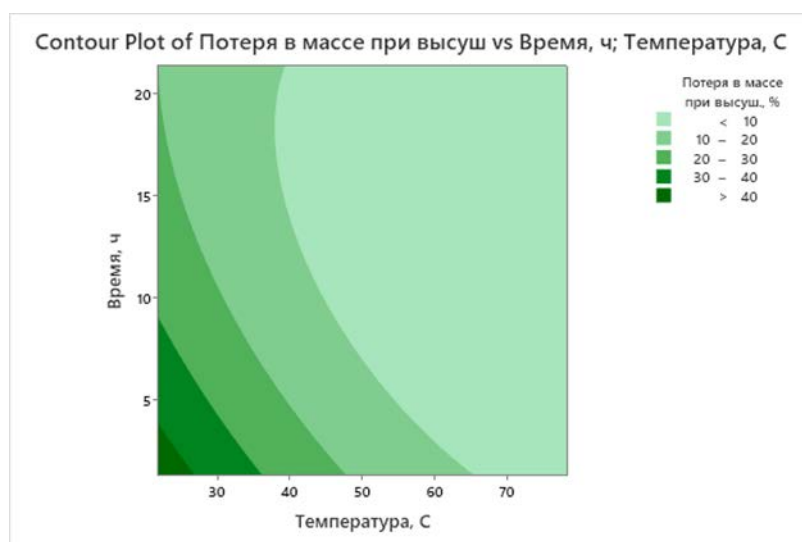


Рисунок 4. Контурные графики взаимосвязи технологических параметров «температура сушки» и «время сушки» с показателем качества «потеря в массе при высушивании» в семенах *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*

Использование функции Response Optimizer программы Minitab позволило не только оценить влияние каждого из технологических параметров на показатель качества, но и установить взаимосвязь между ними (рис. 5 и 6). Для травы оптимальными условиями сушки определены температура 40-45 °C и продолжительность сушки 6-8 ч. При данных параметрах потеря в массе при высушивании составила $8,0 \pm 1$ %, что сопоставимо с результатами экспериментов. Визуальная оценка показала, что при повышении температуры наблюдались признаки термического повреждения сырья (потемнение, частичное подгорание), в то время как

при пониженных температурах процесс становился чрезмерно длительным, и материал оставался недостаточно сухим.

Для семян оптимальными режимами оказались температура 45-50 °C и время сушки 8-10 ч, при которых показатель потери в массе при высушивании составил $9,0 \pm 1$ %. Аналогично, при превышении температурного диапазона фиксировались изменения органолептических характеристик, тогда как при пониженных температурах семена сохраняли избыточную влажность, что свидетельствовало о неполной сушке.

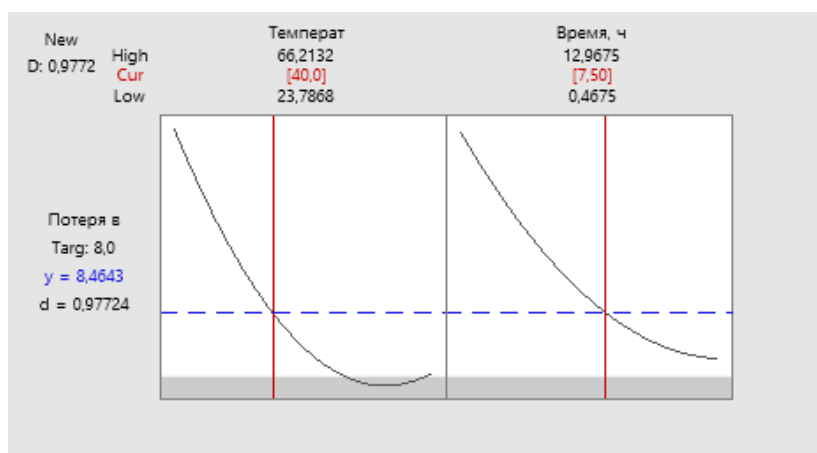


Рисунок 5. Взаимосвязь технологических параметров «температура сушки» и «время сушки» для показателя «потеря в массе при высушивании» в траве *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*

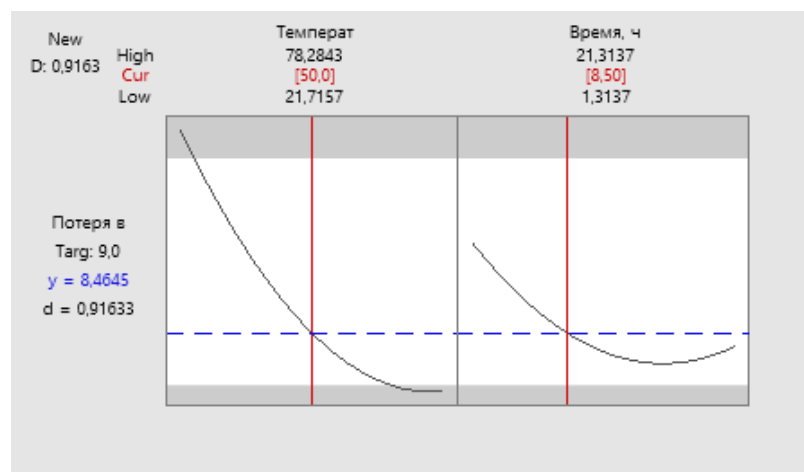


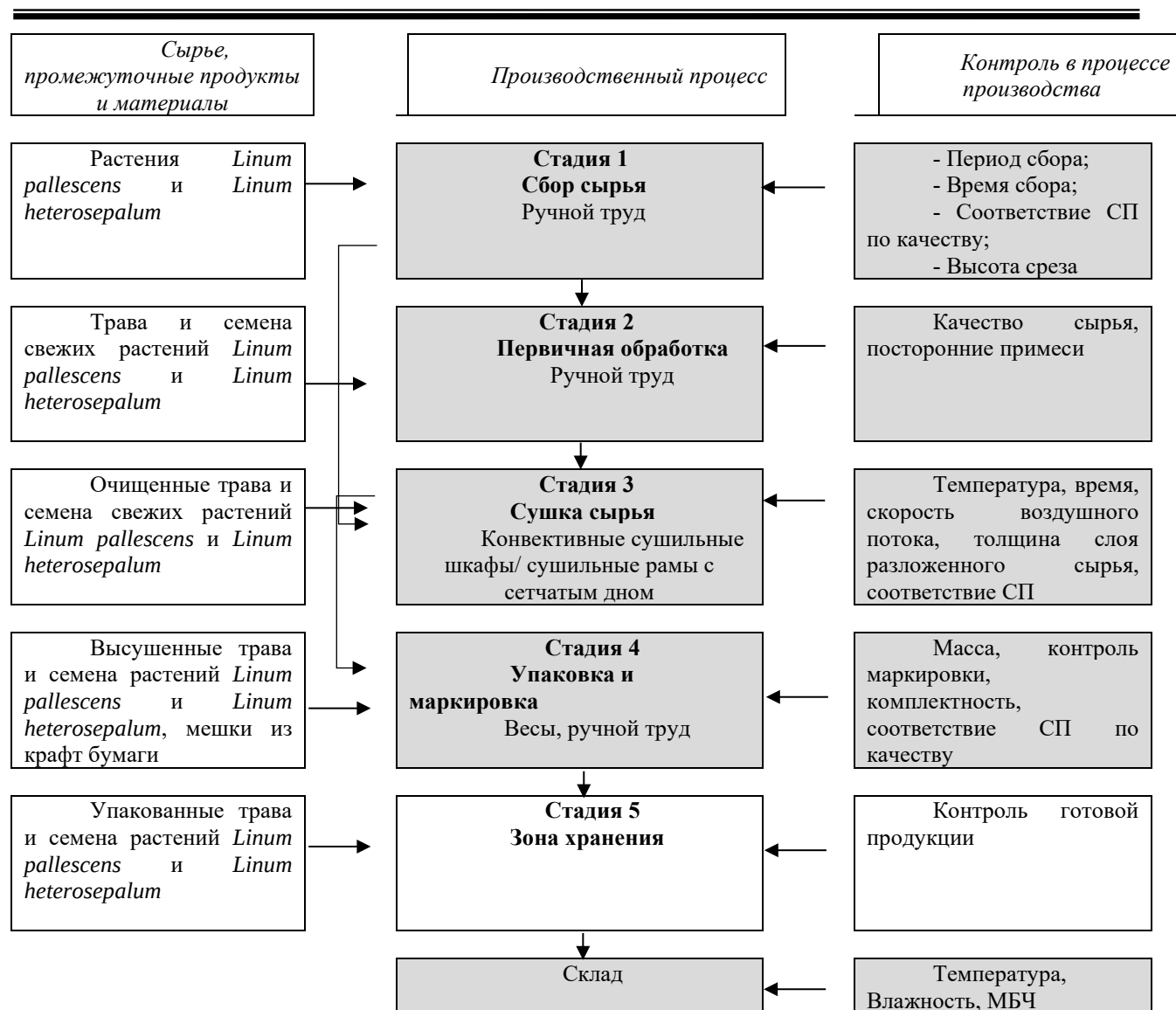
Рисунок 6 Взаимосвязь технологических параметров «температура сушки» и «время сушки» для показателя «потеря в массе при высушивании» в семенах *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*.

Высушенное цельное сырьё (трава и семена льна бледноцветного и льна разночашелистикового) упаковывали в мешки из трёхслойной крафтовой бумаги одинаковой массы (размер 50×25 см). Упаковка соответствовала требованиям к хранению лекарственного растительного сырья и исключала попадание посторонних веществ. Испытания на стабильность и установление сроков хранения проводятся в соответствии с требованиями Приказа Министра здравоохранения Республики Казахстан от 28 октября 2020 года №165 «Об утверждении Правил проведения производителем лекарственного средства исследования стабильности, установления

срока хранения и повторного контроля лекарственных средств».

Для контроля стабильности были заложены три серии (01RC, 02RC, 03RC) заготовленной травы и семян льна бледноцветного и льна разночашелистикового. Температура хранения сырья установлена не выше 25 °C при относительной влажности воздуха 60±5 %.

На основании полученных данных разработана технология сбора и заготовки травы и семян растений льна бледноцветного, льна разночашелистикового (рис. 7).

Рисунок 7. Технологическая схема процесса заготовки сырья растений *Linum pallescens* и *Linum heterosepalum*

Заключение

В ходе проведённого исследования были обоснованы и экспериментально подтверждены оптимальные условия конвективной сушки травы и отдельно семян растений: лен бледноцветный и лен разночашелистиковый. На первом этапе была обеспечена правильная организация сбора и первичной заготовки сырья в соответствии с требованиями надлежащей практики культивирования и сбора лекарственных растений (GACP), что позволило сохранить морфологические признаки и исходное качество материала.

Применение конвективной сушки позволило значительно сократить продолжительность

процесса при сохранении органолептических и фармакогностических характеристик сырья.

С использованием методологии DoE, реализованной в *Minitab 21*, построены математические модели и выявлена закономерность взаимодействия факторов и определена оптимальные режимы конвективной сушки: для травы — температура сушки сырья 40–45 °С, время сушки сырья 6–8 ч, при которых показатель «потеря в массе при высушивании» составила $8,0 \pm 1\%$; для семян — температура сушки сырья 45–50 °С, время сушки сырья 8–10 ч, при которых показатель «потеря в массе при высушивании» составила $9,0 \pm 1\%$. При данных режимах высушенное сырьё сохраняло соответствие фармакопейным

требованиям, включая морфологические и органолептические характеристики.

Таким образом, проведённое исследование позволило разработать научно обоснованную технологию сушки лекарственного растительного сырья (*Linum pallescens* Bunge., *Linum heterosepalum* Regel.), основанную на принципах концепции QbD.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флора Казахстана : в 6 т. / ред. Н. В. Павлов. – Алма-Ата : Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1961. – Т. 6. – 462 с.
2. Koçak, M. Z. “Phenolic Compounds, Fatty Acid Composition and Antioxidant Activities of Some Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) Varieties: A Comprehensive Analysis.” *Processes* 12 (2024): 689. <https://doi.org/10.3390/pr12040689>
3. Wang, S., Z. S. Zhang, T. F. Zhang, and D. W. Xue. “Extraction and Characterization of Flaxseed Oil Obtained with Subcritical n-Butane.” *Journal of Oleo Science* 69 (2020): 1011–20.
4. Nedelcheva, R., Y. Zarev, R. Mihaylova, E. Kozuharova, G. Momekov, and I. Ionkova. “Arylnaphthalene Lignans with a Focus on *Linum* Species: A Review on Phytochemical, Biotechnological and Pharmacological Potential.” *Pharmacia* 71 (2024): e117690. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.71.e117690>
5. Parikh, M., and G. N. Pierce. “Dietary Flaxseed: What We Know and Don’t Know about Its Effects on Cardiovascular Disease.” *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 97 (2019): 75–81.
6. Buckner, A. L., C. A. Buckner, S. Montaut, and R. M. Lafrenie “Treatment with Flaxseed Oil Induces Apoptosis in Cultured Malignant Cells.” *Heliyon* 5 (2019): e02251.
7. Ansari, R., M. M. Zarshenas, and A. H. Dadbakhsh “A Review on Pharmacological and Clinical Aspects of *Linum usitatissimum* L.” *Current Drug Discovery Technologies* 16, no. 2 (2019): 148–58. <https://doi.org/10.2174/1570163815666180521101136> PMID: 29779483.
8. World Health Organization. WHO Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants. Geneva: World Health Organization, 2003.
9. Politis, S. N., P. Colombo, G. Colombo, D. M. Rekkas “Design of Experiments (DoE) in Pharmaceutical Development.” *Drug Development and Industrial Pharmacy* 43, no. 6 (2017): 889–901. <https://doi.org/10.1080/03639045.2017.1291672>
10. Dhoot, A. S., G. J. Fernandes, A. Naha, et al. “Design of Experiments in Pharmaceutical Development.” *Pharmaceutical Chemistry Journal* 53 (2019): 730–35. <https://doi.org/10.1007/s11094-019-02070-4>
11. Arnold, S. F. “Design of Experiments with MINITAB.” *The American Statistician* 60, no. 2 (2006): 205. <https://doi.org/10.1198/tas.2006.s46>

12. Wahid, Z., and N. Nadir. “Improvement of One Factor at a Time through Design of Experiments.” *World Applied Sciences Journal* 21, no. 1 (2013): 56–61.

13. ElGamal, R., C. Song, A. M. Rayan, C. Liu, S. Al-Rejaie, and G. ElMasry. “Thermal Degradation of Bioactive Compounds during Drying Process of Horticultural and Agronomic Products: A Comprehensive Overview.” *Agronomy* 13, no. 6 (2023): 1580. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061580>

14. Müller, J., A. Heindl. “Drying of Medicinal Plants.” *Frontis* (2006): 237–52.

15. Nair, G. R., P. Liplap, Y. Garipey, and G. S. V. Raghavan. “Effect of Microwave and Hot Air Drying on Flax Straw at Controlled Temperatures.” *International Journal of Postharvest Technology and Innovation* 2, no. 4 (2012): 355–69.

16. Nair, G. R., K. A. E. L. Eggie, Y. V. A. N. Garipey, V. A. L. É. R. I. E. Orsat, and V. I. J. A. Y. A. Raghavan. “Microwave Assisted Drying of Flax Straw and Fibre at Controlled temperatures. In CSBEI00614 Presented at Section VI: Postharvest Technology and Process Engineering Conference.

REFERENCES

1. Pavlov N. V. (ed.). *Flora Kazahstana: v 6 t., t. 6* [Flora of Kazakhstan: in 6 vols., vol. 6]. Alma-Ata: Izd-vo Akademii nauk Kazahskoj SSR, 462 p., 1961.
2. Koçak, M. Z. “Phenolic Compounds, Fatty Acid Composition and Antioxidant Activities of Some Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) Varieties: A Comprehensive Analysis.” *Processes* 12 (2024): 689. <https://doi.org/10.3390/pr12040689>
3. Wang, S., Z. S. Zhang, T. F. Zhang, and D. W. Xue. “Extraction and Characterization of Flaxseed Oil Obtained with Subcritical n-Butane.” *Journal of Oleo Science* 69 (2020): 1011–20.
4. Nedelcheva, R., Y. Zarev, R. Mihaylova, E. Kozuharova, G. Momekov, and I. Ionkova. “Arylnaphthalene Lignans with a Focus on *Linum* Species: A Review on Phytochemical, Biotechnological and Pharmacological Potential.” *Pharmacia* 71 (2024): e117690. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.71.e117690>
5. Parikh, M., and G. N. Pierce. “Dietary Flaxseed: What We Know and Don’t Know about Its Effects on Cardiovascular Disease.” *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 97 (2019): 75–81.
6. Buckner, A. L., C. A. Buckner, S. Montaut, and R. M. Lafrenie “Treatment with Flaxseed Oil Induces Apoptosis in Cultured Malignant Cells.” *Heliyon* 5 (2019): e02251.
7. Ansari, R., M. M. Zarshenas, and A. H. Dadbakhsh “A Review on Pharmacological and Clinical Aspects of *Linum usitatissimum* L.” *Current Drug Discovery Technologies* 16, no. 2 (2019): 148–58. <https://doi.org/10.2174/1570163815666180521101136> PMID: 29779483.

8. World Health Organization. WHO Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants. Geneva: World Health Organization, 2003.
9. Politis, S. N., P. Colombo, G. Colombo, D. M. Rekkas “Design of Experiments (DoE) in Pharmaceutical Development.” *Drug Development and Industrial Pharmacy* 43, no. 6 (2017): 889–901. <https://doi.org/10.1080/03639045.2017.1291672>
10. Dhoot, A. S., G. J. Fernandes, A. Naha, et al. “Design of Experiments in Pharmaceutical Development.” *Pharmaceutical Chemistry Journal* 53 (2019): 730–35. <https://doi.org/10.1007/s11094-019-02070-4>
11. Arnold, S. F. “Design of Experiments with MINITAB.” *The American Statistician* 60, no. 2 (2006): 205. <https://doi.org/10.1198/tas.2006.s46>
12. Wahid, Z., and N. Nadir. “Improvement of One Factor at a Time through Design of Experiments.” *World Applied Sciences Journal* 21, no. 1 (2013): 56–61.
13. ElGamal, R., C. Song, A. M. Rayan, C. Liu, S. Al-Rejaie, and G. ElMasry. “Thermal Degradation of Bioactive Compounds during Drying Process of Horticultural and Agronomic Products: A Comprehensive Overview.” *Agronomy* 13, no. 6 (2023): 1580. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061580>
14. Müller, J., A. Heindl. “Drying of Medicinal Plants.” *Frontis* (2006): 237–52.
15. Nair, G. R., P. Liplap, Y. Gariépy, and G. S. V. Raghavan. “Effect of Microwave and Hot Air Drying on Flax Straw at Controlled Temperatures.” *International Journal of Postharvest Technology and Innovation* 2, no. 4 (2012): 355–69.
16. Nair, G. R., K. A. E. L. Eggie, Y. V. A. N. Gariépy, V. A. L. É. R. I. E. Orsat, and V. I. J. A. Y. A. Raghavan. “Microwave Assisted Drying of Flax Straw and Fibre at Controlled temperatures. In CSBEI00614 Presented at Section VI: Postharvest Technology and Process Engineering Conference.

EMERGING INNOVATIONS IN PET FOOD (2023–2025): ALTERNATIVE PROTEINS, MICROBIOME-TARGETED NUTRITION, AND SAFETY-BY-DESIGN PROCESSING

¹RISHAV KUMAR *, ²ANKIT SHARMA 

(¹Department of Livestock Products Technology, College of Veterinary Sciences and AH, DUVASU, Mathura, U.P., India

²Department of Livestock Production Management, College of Veterinary and Animal Sciences, GBPUAT, Pantnagar, Uttarakhand, India)

*Corresponding author's e-mail: rishavvet42@gmail.com

The pet-food sector has experienced rapid innovation between 2023 and mid-2025 driven by sustainability goals, advances in microbiome science, and new processing and packaging scrutiny. This review synthesizes recent developments across four major domains: (1) alternative and novel proteins (insects, single-cell proteins, and cultivated meat), (2) microbiome-targeted nutrition with emphasis on postbiotics and early precision approaches, (3) safety-by-design processing—particularly high-pressure processing (HPP) for raw and minimally processed diets—and (4) contaminant and packaging concerns (mycotoxins, antimicrobial resistance, PFAS). We discuss regulatory milestones, summarize key data (nutrient compositions, validated processing parameters, surveillance outcomes), identify critical knowledge gaps (feline requirements, long-term feeding trials, formulation-specific process validation), and propose an R&D agenda for industry and academic stakeholders. In the near term, research should focus on well-designed feeding trials specific to pets, validation of processes at the formulation level, and clear supply-chain traceability to ensure that sustainability claims are supported by nutrient-adjusted impact data. Progress will also depend on close collaboration among industry, academia, and regulators to advance innovations from pilot projects into safe, affordable, and beneficial pet foods for the wider market.

Keywords: black soldier fly, cultivated meat, postbiotics, high-pressure processing, mycotoxins, PFAS, AAFCO, pet food safety.

ҮЙ ЖАНУАРЛАРЫНА АРНАЛҒАН АЗЫҚТАРДЫҢ ЖАҢА ИННОВАЦИЯЛАРЫ (2023–2025): БАЛАМА АҚУЫЗДАР, МИКРОБИОМҒА БАҒЫТТАЛҒАН ТАМАҚТАНУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІКТІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП АЗЫҚТЫ ӨҢДЕУ

¹РИШАВ КУМАР *, ²АНКИТ ШАРМА

(¹Жануарларды өндіру технологиясы департаменті, Ветеринария және ауыл шаруашылығы колледжі, DUVASU, Матхура, Уттар-Прадеш, Үндістан

²Мал шаруашылығын басқару департаменті, Ветеринария ғылымдары және мал шаруашылығы колледжі, GBPUAT, Пантнагар, Уттаракханд, Үндістан)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: rishavvet42@gmail.com*

Үй жануарларына арналған азық-түлік секторы 2023 және 2025 жылдың ортасы аралығында тұрақтылық мақсаттарына, микробиома ғылымындағы жетістіктерге және өңдеу мен ораудағы жаңа зерттеулерге негізделген жылдам инновацияларды бастан кешірді. Бұл шолу төрт негізгі домен бойынша соңғы әзірлемелерді синтездейді: (1) баламалы және жаңа протеиндер (жәндіктер, бір жасушалы ақуыздар және өсірілетін ет), (2) постбиотиктер мен ерте дәлдік тәсілдеріне баса назар аудара отырып, микробиомаға бағытталған тамақтану, (3) дизайн бойынша қауіпсіздікті өңдеу - әсіресе жоғары қысымды өңдеу және РР-ге арналған өңдеу). (4) ластаушы заттар мен қаптамаға қатысты мәселелер (микотоксиндер, микробқа қарсы төзімділік, PFAS). Осы мақалада реттеуші кезеңдер талқыланады, негізгі деректер (қоректік заттардың құрамы, расталған өңдеу параметрлері, қадағалау нәтижелері) қорытындалады, білімдегі маңызды кемшіліктерді анықталады (мысықтардың қорегіне қойылатын талаптар, ұзақ мерзімді азықтандыру сынақтары, рецептураға тән процесті тексеру) және сала мен академиялық мүдделі тараптар үшін F3TKЖ

күн тәртібі ұсынылады. Жақын болашақтағы зерттеу күн тәртібі үй жануарларына арналған мақсатты түрде жүргізілетін азықтандыру сынақтарын, құрам деңгейіндегі технологиялық үдерістердің валидациясын және жеткізу тізбегінің ашықтығын басым бағыттар ретінде айқындауы тиіс. Бұл тұрақтылыққа қатысты тұжырымдардың қоректік көрсеткіштерге түзетілген әсер деректерімен негізделуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, инновацияларды пилоттық кезеңнен қауіпсіз, қолжетімді әрі ғылыми тұрғыда дәлелденген үй жануарларының негізгі азықтарына енгізу үшін өнеркәсіп, академиялық орта және реттеуші органдар арасындағы үйлесімді ынтымақтастық шешуші рөл атқарады.

НОВЫЕ ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ КОРМОВ ДЛЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ (2023–2025): АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ БЕЛКИ, ПИТАНИЕ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА МИКРОБИОМ И ОБРАБОТКА С УЧЕТОМ БЕЗОПАСНОСТИ

¹РИШАВ КУМАР *, ²АНКИТ ШАРМА

(¹Кафедра технологии продуктов животноводства, Колледж ветеринарных наук и сельского хозяйства, DUVASU, Матхура, Уттар-Прадеш, Индия

²Кафедра управления животноводством, Колледж ветеринарных наук и животноводства, GBPUAT, Пантнагар, Уттаракханд, Индия)

Электронная почта автора-корреспондента: rishavvet42@gmail.com*

В период с 2023 до середины 2025 года в секторе кормов для домашних животных произошли быстрые инновации, вызванные целями в области устойчивого развития, достижениями в науке о микробиоме и новыми требованиями к переработке и упаковке. В этом обзоре обобщены последние разработки в четырех основных областях: (1) альтернативные и новые белки (насекомые, одноклеточные белки и культивируемое мясо), (2) питание, ориентированное на микробиом, с акцентом на постбиотики и ранние подходы к точному питанию, (3) переработка с учетом безопасности, в частности переработка под высоким давлением (HPP) для сырых и минимально обработанных рационов и (4) проблемы, связанные с загрязнителями и упаковкой (микотоксины, устойчивость к антимикробным препаратам, PFAS). Мы обсуждаем важные этапы в области регулирования, обобщаем ключевые данные (состав питательных веществ, проверенные параметры обработки, результаты мониторинга), выявляем критические пробелы в знаниях (потребности кошек, долгосрочные испытания кормов, валидация процессов для конкретных рецептов) и предлагаем программу НИОКР для заинтересованных сторон из промышленности и академических кругов. В ближайшей перспективе исследования должны сосредоточиться на тщательно проведенных испытаниях кормления домашних животных, валидации процессов на уровне рецептуры и прозрачности цепочки поставок, чтобы заявления о устойчивости опирались на данные о воздействии, скорректированные по питательной ценности. Дальнейший прогресс также будет зависеть от тесного сотрудничества между индустрией, наукой и регулирующими органами, чтобы перевести инновации из пилотных проектов в безопасные, доступные и полезные корма для широкого рынка домашних животных.

Ключевые слова: черная солдатская муха, культивируемое мясо, постбиотики, обработка высоким давлением, микотоксины, PFAS, AAFCO, безопасность кормов для домашних животных.

regulatory actions (AAFCO label modernization), industrial approvals for novel

Introduction

Companion-animal feeding mirrors many of the same drivers shaping human food systems: consumer demand for lower-impact protein, interest in functional ingredients that target the gut microbiome, and heightened regulatory and public scrutiny of contaminants and packaging materials. From 2023 onward an acceleration of product launches, regulatory actions, and targeted trials has occurred—most notably

proteins (cultivated meat permitted in the UK for pet food), and a growing body of experimental studies validating process interventions such as high-pressure processing (HPP) for pathogen control in raw diets (AAFCO, 2023; Kumar et al., 2023, 2024, FoodNavigator, 2024; Lee, 2023; FDA,

2025). This review collates and evaluates that evidence base with emphasis on data and practical implications.

Materials and research methods

A targeted literature search was conducted to identify peer-reviewed papers, regulatory documents, industry press releases, and consensus statements published approximately between 2021 and mid-2025. Primary electronic sources included PubMed/PMC, Google Scholar, major regulatory websites (FDA, AAFCO), and trade/industry outlets (FoodNavigator, Petfood Industry). Search terms included combinations of “black soldier fly larvae”, “*Hermetia illucens*”, “single-cell protein”, “cultivated meat pet food”, “high-pressure processing pet food”, “postbiotic dogs”, “PFAS packaging animal food”, and “AAFCO label modernization”. Priority was given to (a) systematic reviews/meta-analyses, (b) experimental studies with well-described methods (inoculation, treatment, storage), and (c) authoritative regulatory reports and consensus statements (e.g., ISAPP on postbiotics).

Results and discussion

1. Alternative and novel protein sources

1.1 Black Soldier Fly Larvae (BSFL) and insect proteins

Black soldier fly larvae (BSFL, *Hermetia illucens*) remain the most advanced insect protein candidate for pet foods. Recent systematic reviews and meta-analyses report wide but consistent proximate ranges for BSFL meals: crude protein commonly between ~40% and 60% (dry matter basis) and full-fat materials with ~20%–35% fat, with defatted meals enriching protein content (Su, 2025; Banks, 2025). Benefits include favorable amino-acid profiles relative to many plant proteins, efficient substrate conversion, and lower greenhouse-gas intensity compared with conventional meats. However, species-specific concerns persist: taurine content and bioavailability data are limited (important for obligate carnivores such as cats), chitin content can affect digestibility metrics, and heavy-metal or contaminant accumulation is substrate-dependent—requiring validated rearing and feed-stock controls (Kotob, 2022; Su, 2025). Practical implications: BSFL can be used in treats and formulated diets, but full-diet trials including digestibility, long-term health outcomes, and feline taurine adequacy are needed prior to broad substitution of traditional animal proteins in cat diets.

1.2 Single-cell proteins (SCP)

Microbial biomass from yeasts, filamentous fungi (mycoprotein), and bacterial cells offers high protein density (often 40%–70% protein depending on organism and processing), with functional molecules such as β-

glucans and nucleotides that may provide health benefits (reviewed across 2023–2025 literature). Pet-specific data are still emerging: palatability and digestibility trials in dogs are more common than in cats, and regulatory acceptance pathways vary by jurisdiction. SCPs may be particularly useful in blended formulations that complement amino-acid completeness and micronutrient needs.

1.3 Cultivated (cell-cultured) meat for pet food

A notable milestone occurred in 2024–2025 when the UK authorized cultivated chicken for pet food and companies (e.g., Meatly) launched limited commercial pet products (Meatly, 2024; FoodNavigator, 2024). Cultivated meat promises animal-origin nutrition with lower upstream impacts, but major challenges remain: cost of goods, scale-up of bioreactors, ensuring full nutrient equivalency (essential amino acids, micronutrients, heme/iron bioavailability), and palatability testing. Regulatory frameworks for cultivated ingredients in pet foods are nascent and likely to diverge by jurisdiction in short term; the UK experience provides an initial case study for other jurisdictions (Meatly, 2024).

2. Microbiome-targeted nutrition: postbiotics & precision approaches

2.1 Postbiotics — definition and pet applications

The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) defined “postbiotics” as “preparations of inanimate microorganisms and/or their components that confer a health benefit on the host” (Salminen et al., 2021). Postbiotics combine the functional potential of microbial products (metabolites, cell components) with logistical advantages—heat stability, shelf-stability, and avoidance of viability issues inherent to probiotics. Recent canine trials (e.g., ADM’s PRIOME® MH) reported reductions in postprandial blood glucose and metabolic markers in controlled cohorts, and separate trials showed oral-health benefits from postbiotic formulations (ADM, 2025; Petfood Industry, 2025). However, peer-reviewed, large-scale, and multi-site randomized controlled trials (RCTs) are still limited; heterogeneity of strain, dose, endpoints, and reporting precludes broad, evidence-based clinical claims at present.

2.2 Precision/personalized nutrition

The pet sector has begun to adapt human precision-nutrition tools—wearables, at-home microbiome testing, and AI-driven dietary recommendations—to pets. Most systems remain exploratory and industry-driven; rigorous validation,

standardized outcome measures (e.g., stool quality indices, validated behavior scales, or biomarker endpoints), and ethical considerations (data privacy, owner compliance) are outstanding issues.

3. Safety-by-design processing: High-Pressure Processing (HPP) and other interventions

3.1 HPP for raw and minimally processed pet foods

Raw pet foods present known hazards (*Salmonella*, *Listeria*, *STEC*), and HPP has emerged as an effective non-thermal lethality option. Experimental work has shown that HPP treatments around ~450–750 MPa for appropriate durations can achieve ≥ 5 -log reductions of *Salmonella* and *STEC* in many raw formulations; Lee (2023) and follow-up studies demonstrated that parameters such as 586 MPa for 1–4 min commonly achieved target reductions for *Salmonella* and *STEC*, while *Listeria monocytogenes* often exhibited greater resistance necessitating optimization or combined interventions (Lee, 2023; Lee, 2024). HPP's benefits include nutrient retention relative to thermal treatments, but lethality is formulation-dependent (fat content, particle size, and matrix buffering capacity influence outcomes). Multi-hurdle approaches (HPP + organic acids or post-packaging chilled/frozen storage) improve robustness.

3.2 Practical considerations and limits

HPP requires capital investment and careful validation for each formulation. Some pathogens (or stressed survivors) may be repaired during storage if sub-lethal injury occurs, thus validation must include storage studies. HPP also does not alter chemical contaminants (e.g., mycotoxins, PFAS) and does not substitute for upstream ingredient quality controls.

4. Contaminants and packaging: mycotoxins, AMR, and PFAS

4.1 Mycotoxins

Surveillance in feeds and pet foods shows frequent detection of multiple mycotoxins, though non-compliance rates vary by region and commodity. Recent European surveillance (multi-year data) reported ~26% of samples positive above LOQ, with a smaller fraction exceeding guidance limits (MDPI/Italian surveillance; 2018–2022). Climate volatility may increase mycotoxin risk in cereal/legume ingredients and thus in blended dry pet foods—calling for ingredient testing and risk-based sourcing (MDPI Foods, 2024).

4.2 Antimicrobial resistance (AMR) and raw diets

Raw pet foods have been found to carry *Salmonella*, *Listeria*, and AMR organisms more

frequently than heat-processed products. This has public-health implications (human exposures via handling) and necessitates validated lethality steps or consumer education on safe handling. Surveillance and standardized methods to report AMR prevalence in pet foods remain a priority.

4.3 PFAS in food packaging

PFAS used in grease-proofing and coatings have been a regulatory focus. The FDA's FY2024 survey of animal food packaging documented targeted sampling and analytical work and accompanies broader actions to phase out certain PFAS uses, with compliance guidance (FDA, 2025). Pet-food manufacturers should audit packaging specifications and consider tested alternative coating systems.

5. Regulatory landscape and milestones (2023–2025)

Key regulatory developments include:

AAFCO Label Modernization (2023): AAFCO adopted model labeling updates to standardize nutrition information, ingredient statements, and storage/handling guidance—intended to improve consumer clarity (AAFCO, 2023).

UK cultivated-meat approvals (2024–2025): The UK authorized cultivated chicken for pet food (Meatly) and early commercial launches followed, establishing a case precedent for cultivated proteins in pet-food supply chains (Meatly, 2024; FoodNavigator, 2024).

FDA PFAS activities (2024–2025): The FDA reported targeted sampling of packaging and set timelines for phasing out certain PFAS grease-proofing uses (FDA, 2025).

Regulatory harmonization remains limited: jurisdictions vary in acceptance of novel ingredients and in definitions/claims for functional additives (e.g., postbiotics). Industry developers must therefore plan multi-jurisdictional strategies and robust safety dossiers.

6. Knowledge gaps and research priorities

Feline-specific nutrition: taurine sufficiency when replacing conventional animal protein with insects or SCPs; long-term health outcomes. Formulation-specific HPP validation: *Listeria* resistance variability, interactions with fat/organs/particle size, and storage-linked repair dynamics. Large, independent RCTs of postbiotics: standardized endpoints, dose-response, and replication across breeds and ages. Comprehensive LCAs: nutrient-adjusted life-cycle analyses comparing beef/poultry to insect SCP and cultivated meat on a bioavailable-nutrition basis.

Packaging migration studies: larger-scale PFAS and alternative migrant surveys across packaging materials and global supply chains.

Conclusions

Between 2023 and mid-2025 the pet-food industry advanced from concept toward implementation: insect and single-cell proteins moved into commercial products and trials; cultivated meat achieved regulatory clearance and pilot sales in the UK; postbiotics gained mechanistic plausibility and initial clinical trial data; and HPP established itself as an effective processing control for many pathogen risks in raw diets. However, adoption

at scale will depend on solving technical (cost, scale-up), nutritional (feline requirements, amino-acid completeness), safety (process validation, contaminant control), and regulatory (claims, approvals) challenges. The near-term research agenda should prioritize rigorous, pet-specific feeding trials, formulation-level process validation, and transparent supply-chain traceability so that sustainability claims are grounded in nutrient-adjusted impact metrics. Collaboration between industry, academia, and regulators will be essential to move innovations from pilot stages to safe, affordable, and beneficial mainstream pet foods.

REFERENCES

1. Banks, I. J. (2025). Dried whole black soldier fly larvae consumption... [Study]. PubMed Central. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12023938/>
2. Kotob, G. (2022). Potential application of black soldier fly fats in canine and feline nutrition. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226861522001273>
3. Lee, A. (2023). Inactivation of Salmonella, shiga toxin-producing E. coli, and Listeria monocytogenes in commercial raw pet foods by high-pressure processing. Journal of Food Protection. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37414286/>
4. Lee, A. (2024). The combined use of high pressure processing and other interventions for pathogen inactivation in pet food. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X24001741>
5. Salminen, S., et al. (ISAPP). (2021). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 18, 649–667. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>
6. Su, H. (2025). Black soldier fly larvae as a novel protein feed: a systematic critical review. PubMed Central. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12386760/>
7. 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
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. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Exploring Palatability in Pet Food: Assessment Methods and Influential Factors. International Journal of Livestock Research, 14(4).
11. 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).
12. Kumar, R., & Goswami, M. (2024). Optimizing Pet Food Formulations with Alternative Ingredients and Byproducts. Acta Scientific Veterinary Sciences (ISSN: 2582-3183), 6(4).
13. 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>
14. 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,202\(4\),v9](https://doi.org/10.22271/veterinary,202(4),v9)
15. 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>
16. 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>
17. 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
18. 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
19. 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>

20. 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

21. 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

22. 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

23. 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

24. 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

25. AAFCO. (2023, July 31). AAFCO membership approves new model pet food and specialty pet food regulations. [https://www.aafco.org/news/aafco-membership-](https://www.aafco.org/news/aafco-membership-approves-new-model-pet-food-and-specialty-pet-food-regulations/)

[approves-new-model-pet-food-and-specialty-pet-food-regulations/](https://www.aafco.org/news/aafco-membership-approves-new-model-pet-food-and-specialty-pet-food-regulations/)

26. Meatly. (2024, July 10). Press release: Meatly becomes first European company ever to be authorized to sell cultivated meat. <https://meatly.pet/meatly-approval/>

27. FoodNavigator. (2024, July 17). Meatly gets UK approval for use of cultivated meat in pet food. <https://www.foodnavigator.com/Article/2024/07/17/Meatly-gets-UK-approval-for-use-of-cultivated-meat-in-pet-food/>

28. Meatly. (2025, Feb 6). Meatly launches world's first cultivated pet food! <https://meatly.pet/meatly-launches-worlds-first-cultivated-pet-food/>

29. ADM. (2025, May 22). ADM clinical trial demonstrates promising effects of PRIOME® MH postbiotic to support canine metabolic health [Press release]. <https://www.adm.com/en-us/news/news-releases/2025/5/adm-clinical-trial-demonstrates-promising-effects-of-priome-mh-postbiotic-to-support-canine-metabolic-health/>

30. Petfood Industry. (2025, May 30). Study: ADM postbiotic may support blood sugar levels in dogs. <https://www.petfoodindustry.com/nutrition/pet-food-additives-supplements/news/15747332/study-adm-postbiotic-may-support-blood-sugar-levels-in-dogs>

31. U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2025, June 30). Report of FY 2024 survey of animal food packaging for PFAS [PDF]. <https://www.fda.gov/media/187097/download>

32. Kumar, R., & Sharma, A. (2025). The Role of Omics Technologies in Pet Food Science: Advancing Nutrition, Health, and Safety. *Annual Research & Review in Biology*, 40(3), 101-115.

ЖИДЕК ШЫРЫНДАРЫНЫҢ ЖАС СЫРАНЫҢ ПРОФИЛІ МЕН ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫНА ӘСЕРІ

М.Ф. МАСИМОВА , А.К. КЕКИБАЕВА *, Г.И. БАЙГАЗИЕВА ,
С.М. ШИНТАСОВА , А.А. КЕРИМБАЕВА 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би көш. 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: kekibaevaa@gmail.com

Сыра ең көне және ең танымал алкогольді сусындардың бірі бола отырып, жаңа сыра қайнату технологияларын үнемі енгізу және әртүрлі ингредиенттерді пайдалану арқасында эволюциясын жалғастыруда. Қазақстандағы сыра қайнату өнеркәсібінің әлемдік тенденцияларды ескере отырып дамуы өндірушілердің өз өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге және өзіндік құнын төмендетуге ұмтылуына ықпал етеді, бұл өсіп келе жатқан бәсекелестік пен тұтынушылардың сұранысы жағдайында ерекше маңызды. Соңғы жылдары дәмі мен табиғи ингредиенттерінің өзіндік ерекшелігімен ерекшеленетін сусындарды өндіруге бағытталған крафт сыра қайнату зауыттары сыра қайнату өнеркәсібінде ерекше назар аударды. Сондай бағыттардың бірі – сыраның дәмі мен хош иісін жақсарту үшін табиғи қоспаларды қолдану, атап айтқанда, мүкжидек, көкжидек, қара бүлдірген сияқты жергілікті жидектерден шырындар қосу. Бұл зерттеудің мақсаты – жетілдіру кезеңде жас сыраға жидек шырындарын қосудың ерекшеліктерін зерттеу, сонымен қатар осы қоспалардың сыраның органолептикалық көрсеткіштеріне әсерін базалау. Тәжірибе барысында сыра қайнатуға жергілікті жидектердің шырындарын қосу сыраның дәмі мен хош иісін айтарлықтай жақсартатыны, оның рН-ын төмендететіні және сусынды витаминдер мен антиоксиданттар сияқты қосымша биологиялық белсенді заттармен мүмкін байытатыны анықталды. Бұл нәтижелер жақсы органолептикалық қасиеттерге ғана емес, сонымен қатар қосымша пайдалы қасиеттерге де ие болатын бірегей сыра жасауға ұмтылатын сыра қайнатушылар үшін жаңа перспективалар ашады. Жидек қоспаларын пайдалану сонымен қатар сыра өнімдерінің ассортиментін айтарлықтай кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл өндірісті әртараптандырудың және тұтынушылардың өсіп келе жатқан қажеттіліктерін қанағаттандырудың маңызды қадамы болып табылады. Осылайша, зерттеу сыра өндірісінде жидек шырындарын қолданудың тиімділігін растайды және сыра қайнату өнеркәсібінің одан әрі дамуы мен инновацияларының көкжиегін кеңейтеді.

Негізгі сөздер: сыра қайнату, жидек шырындары, органолептикалық көрсеткіштері, биохимиялық қасиеттері, крафт сырасы, жетілдіру, жас сыра.

ВЛИЯНИЕ ЯГОДНЫХ СОКОВ НА ПРОФИЛЬ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОДОГО ПИВА

М.Ф. МАСИМОВА, А.К. КЕКИБАЕВА, Г.И. БАЙГАЗИЕВА,
С.М. ШИНТАСОВА, А.А. КЕРИМБАЕВА

(Алматинский технологический университет, Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би 100)
Электронная почта автора-корреспондента: kekibaevaa@gmail.com

Пиво, являясь одним из старейших и наиболее популярных алкогольных напитков, продолжает свою эволюцию, благодаря постоянному внедрению новых технологий пивоварения и использованию разнообразных ингредиентов. Развитие пивоваренной отрасли в Казахстане, с учетом мировых трендов, способствует стремлению производителей расширять ассортимент своей продукции и снижать её стоимость, что особенно важно на фоне растущей конкуренции и требований потребителей. В последние годы особое внимание в пивоваренной промышленности привлекают крафтовые пивоварни, ориентированные на производство напитков, которые отличаются оригинальностью вкуса и натуральностью составляющих. Одним из таких направлений является использование натуральных добавок для улучшения вкусовых и ароматических качеств пива, в частности,

добавление соков местных ягод, таких как клюква, черника и ежевика. Цель данного исследования — изучить особенности добавления ягодных соков в молодое пиво на стадии постброжения, а также оценить влияние этих добавок на органолептические характеристики. В процессе экспериментов было установлено, что добавление соков местных ягод в пивоварение способствует значительному улучшению вкуса и аромата пива, снижению его pH и может привести к обогащению напитка дополнительными биологически активными веществами, такими как витамины и антиоксиданты. Эти результаты открывают новые перспективы для пивоваров, стремящихся создавать уникальные сорта пива, которые будут отличаться не только хорошими органолептическими качествами, но и дополнительными полезными свойствами. Использование ягодных добавок также позволяет значительно расширить ассортимент пивной продукции, что является важным шагом в диверсификации производства и удовлетворении растущих потребностей потребителей. Таким образом, исследование подтверждает эффективность использования ягодных соков в производстве пива и расширяет горизонты для дальнейшего развития и инноваций в пивоваренной индустрии.

Ключевые слова: пивоварение, ягодные соки, органолептические показатели, биохимические свойства, крафтовое пиво, дображивание, молодое пиво.

INFLUENCE OF BERRY JUICES ON THE PROFILE AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF YOUNG BEER

M.F. MASSIMOVA, A.K. KEKIBAEVA, G.I. BAYGAZIEVA,
S.M. SHINTASSOVA, A.A. KERIMBAYEVA

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi st., 100)
Corresponding author email: kekibaevaa@gmail.com

Beer, being one of the oldest and most popular alcoholic beverages, continues its evolution due to the constant introduction of new brewing technologies and the use of various ingredients. The development of the brewing industry in Kazakhstan, taking into account global trends, contributes to the desire of manufacturers to expand the range of their products and reduce their cost, which is especially important against the backdrop of growing competition and consumer demands. In recent years, craft breweries focused on the production of drinks that are distinguished by the originality of taste and natural ingredients have attracted special attention in the brewing industry. One of these areas is the use of natural additives to improve the taste and aromatic qualities of beer, in particular, the addition of juices of local berries such as cranberries, blueberries and blackberries. The purpose of this study is to investigate the features of adding berry juices to young beer at the post-fermentation stage, as well as to assess the impact of these additives on the organoleptic characteristics. During the experiments, it was found that adding local berry juices to brewing significantly improves the taste and aroma of beer, reduces its pH and enriches the drink with additional biologically active substances, such as vitamins and antioxidants. These results open up new prospects for brewers seeking to create unique varieties of beer that will have not only good organoleptic qualities, but also additional beneficial properties. The use of berry additives also allows for a significant expansion of the range of beer products, which is an important step in diversifying production and meeting the growing needs of consumers. Thus, the study confirms the effectiveness of using berry juices in beer production and expands the horizons for further development and innovation in the brewing industry.

Keywords: brewing, berry juices, organoleptic indicators, biochemical properties, craft beer, secondary fermentation, young beer.

Kipicne

Сыра – ғасырлар бойы тұтынылатын алкогольдік сусындардың бірі. Қайнату процесіне өзгерістер енгізу арқылы сыраның әртүрлі түрлерін шығаруға болады. Бүгінгі таңда жиі қолданылатын сыраның кейбір түрлеріне биттер, эль және стаут

жатады. Сыраның басқа түрлеріне мыналар жатады: стандартты сыра, аз алкогольді/алкогольсіз сыра, премиум-лагер, крафт сырасы және арнайы сыралар.

Бүгінгі таңда сыра қайнату өнеркәсібі Қазақстан Республикасының өңдеу өнеркәсібінде маңызды орын алады және экономиканың

инвестиция үшін ең тартымды салаларының бірі болып табылады [1]. Қазіргі уақытта әлемде сыра нарығы серпінді дамып келе жатқанына қарамастан, сыраның ассортиментін кеңейту және оның құнын төмендету міндеті өзекті болып қала береді [2].

Соңғы бірнеше жылда бүкіл әлемде сыра өндіру үшін тек табиғи ингредиенттерді пайдалануды көздейтін қолөнер сыра қайнату зауыттары белсенді түрде дами бастады. Бұл крафт сыра өндірушілеріне дәстүрлі емес шикізатты пайдалана отырып, олардың ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді. Осылайша, қазіргі уақытта сыра қайнатушылар сыраға ерекше дәм мен хош иіс беру, оны биологиялық белсенді заттармен байыту және құлмақ тұтынуды азайту үшін шөптер мен дәмдеуіштерді пайдаланады [3]. Бұл өнімдердің құрамының ерекшелігі олардың құрамында физиологиялық маңызды заттардың болуы. Осылайша, ашытылған сусындарды өсімдіктердің, жемістердің, емдік шөптердің және дәмдеуіштердің сығындыларымен байыту - қолданыстағы ассортиментті кеңейтудің және сусынға қосымша қасиеттер берудің ең оңай жолы. Сусындардың ассортиментін кеңейту мәселесін шеше отырып, өндірушілер бір мезгілде қазіргі заманның кезек күттірмейтін міндеттерінің бірін – адам рационын қажетті заттармен – витаминдермен, микроэлементтермен байыту тұрғысынан халықтың тамақтануын жақсартуға көмектеседі. Қазіргі уақытта қоспалары бар сыраны *сыра сусыны* деп атайды [4].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу материалдарының бірі кейінгі ашытудың бірінші күні зерттеуге алынған жас сыра болды.

Негізгі ашыту аяқталғаннан кейін ашытқының негізгі тұндырылған массасы алынып тасталады және сыраны дайындаудың келесі кезеңі басталады – кейінгі ашыту онда сыра пісіп, оны көмірқышқыл газымен қанықтырады.

Негізгі физика-химиялық сипаттамалар 1-кестеде келтірілген рН, титрленетін қышқылдық және құрғақ зат болды.

Жұмыста жас сыраны байыту үшін табиғи ингредиенттер түрінде мүкжидек, көкжидек және қара бүлдірген пайдаланылды.

Мүкжидек (лат. *Oxycoccus*) - Солтүстік жарты шарда батпақтарда өсетін мәңгі жасыл сойылатын бұталарды біріктіретін Хизер тұқымда-сының гүлді өсімдіктерінің субгенусы (тобы). Мүкжидектің барлық түрлерінің жидектері жеуге жарамды, тамақ

дайындау мен тамақ өнеркәсібінде белсенді қолданылады.

Практикалық тұрғыдан алғанда, мүкжидек жемістерінде қант, органикалық қышқылдар, пектиндік заттар мен дәрумендердің құрамына үлкен мән беріледі

Мүкжидек жемістері С дәруменіне бай, бұл апельсин, лимон, грейпфрут, бақша құлпынайына тең. Басқа дәрумендердің ішінде жемістерде В1, В2, В5, В6, РР бар. Мүкжидек-қырыққабат пен құлпынайдан кем түспейтін К1 витаминінің (филлокинон) құнды көзі [6].

Көкжидек биіктігі бір жарым метрге дейін, әдетте 30-50 см, кейде сойылатын сабағы бар тармақталған жапырақты бұта немесе бұта. Көкжидектен айырмашылығы, сабағы жоғарғы жағында дерлік ағаш болады. Сыртқы түрі бойынша (әсіресе жапырақтардың ұқсастығына байланысты) көкжидектерді көкжидекпен шатастыруға болады.

Көкжидек жидектерінің құрамы С, К, Е дәрумендерінің жоғары құрамымен сипатталады (сәйкесінше күнделікті тұтынудың шамамен 30%, 16% және 14%). Минералды құрамы бойынша көкжидек рекордшылар қатарына кірмейді, бірақ қалыпты мөлшерде жемістерде темір, мырыш, магний, калий, фосфор және т. б. бар.

Жидектердің құрамына пектиндік заттар (0,6% дейін), Органикалық қышқылдар (2,7% дейін), талшық (1,5-2%), қант (жинау кезінде 8-10%) кіреді [7].

Қара бүлдірген бұталы, сабақтары мен өсінділері тікенектермен жабылған; олардың сабақтарының өсінділері икемді, содан кейін көтеріледі, содан кейін жатып қалады; *Rubus caesius*-те жапырақтары үшбұрышты, төменгі жағы кейде тіпті 5 жапырақшадан тұрады; *Rubus fruticosus*-та жапырақтары 5 және 7 жапырақтардан тұрады

Әдеби мәліметтерге сәйкес, оның жемістерінде адам метаболизмінің көптеген процестеріне қатысатын антиоксиданттық кешеннің маңызды биологиялық белсенді компоненттері бар. Олардың саны: 500-ден 900 мг/100 г Р-белсенді заттар-флавоноидтар (оның ішінде 17-ден 30 мг/100 г эллаг қышқылы және 85-390 мг/100 г эллаготаниндер), 10-нан 50 мг/100 г аскорбин қышқылы, шамамен 0.6 мг/100 г каротиноидтар. Сонымен қатар, қара бүлдірген жидектерінің құрамына 5 - тен 14% - ға дейін қант (негізінен глюкоза мен фруктоза), 1.3% - ға дейін Органикалық қышқылдар, сондай-ақ адамдардың денсаулығы үшін маңызды минералды макро-және

микроэлементтердің (құрғақ масса бойынша) едәуір мөлшері кіреді: фосфор (254 мг/100 г дейін), кальций (~283 мг/100 г), магний (315 мг / 100 г дейін), темір (11 мг/100 г дейін) және т. б. [8].

Қолданылған зерттеу әдістері:

1. Құрғақ заттарды өлшеу МЕМСТ ISO 2173-2013 «Жемістер мен көкөністерді қайта өңдеу өнімдері еритін құрғақ заттарды анықтаудың Рефрактометриялық әдісі» стандартына сәйкес қол рефрактометрі PAL-3 көмегімен жүргізілді;

Әдебиеттік шолу

Шөптік қоспаларды қолданатын сыра қайнату – ерекше дәмі мен хош иісімен тұтынушылардың назарын аудару алатын бірегей сыра жасаудың перспективалы бағыттарының бірі. Шөптер, дәмдеуіштер, тамырлар, жидектер және басқа да өсімдік компоненттері сияқты өсімдік қоспалары сыра дайындауда белсенді түрде пайдаланылады, сыраның даралығы мен танылуын беретін жаңа органолептикалық сипаттамаларды жасайды. Бұл қоспалардың сыра профиліне әсері олардың құрамындағы химиялық заттармен және сыра қайнату процесіндегі басқа ингредиенттермен өзара әрекеттесуімен байланысты.

Осылайша, қытайлық ғалымдар Ши Цзинчун мен Юй Чжэнлун «Анар сырасын» патенттеп алды. Ол өсімдік шикізатынан (анар, ақжелкен тамыры, жүгері жапырақтары) дәрумендер мен минералдарға бай, ағзаға оңай сіңетін, сақтау кезінде тұрақты, зат алмасуды ынталандыратын, қан айналымын жақсартатын сыра жасап шығарды [9].

Жақында адам ағзасындағы бос радикалды реакцияларды тежейтін табиғи өсімдік антиоксиданттарына қызығушылық артты. Осы тақырып бойынша Соколенко Г.Г. және Шилова Е.С. «Амарант жапырақтарын пайдалану арқылы сыра сусынының технологиясын әзірлеу» жұмыстарында амарант жапырақтарын шөп қоспасы ретінде қолдану арқылы антиоксиданттық белсенділікке назар аударады. Амарант жапырақтарын қолданатын сыра сусынының әзірленген технологиясы антиоксиданттық қосылыстармен, витаминдермен, толық протеинмен, пектинмен және басқа да биологиялық белсенді қосылыстармен байытылған жоғары органолептикалық қасиеттері бар сыраны алуға мүмкіндік берді [10].

Сондай-ақ антиоксиданттық белсенділікті арттыру мақсатында «Уытты әсері төмендетілген

2. Mettler Toledo MP-220 pH метрімен pH өлшеу МЕМСТ 31764-2012 «Сыра. pH анықтау әдісі» стандартына сәйкес;

3. МЕМСТ ISO 750-2013 «Жемістер мен көкөністерді өңдеу өнімдері. Титрленетін қышқылдықты анықтау» сәйкес титрленетін қышқылдықты өлшеу;

4. МЕМСТ 30060-2022 бойынша органолептикалық талдау.

сыраның сапасын зерттеу» жұмысы сыраны күшейту үшін құлмаққа балама ретінде *Pinus sylvestris* инелерін пайдаланудың орындылығын негіздейді. Инені алудың оңтайлы шарттары анықталды. Сондай-ақ рецепттегі қарағай инелерінің мөлшері оның ащы мен хош иісін сақтайтын құлмақ нормасының 20%-нан аспауы керек екендігі анықталды. Инелер негізінде әзірленген формула сыраның дәмін жақсарттады және дайын сусынның құрамындағы метанолды азайтады [11].

Piva R.C., Verdan M.H., Mascarenhas Santos M. зерттеуінің мақсаты антиоксиданттық қасиеттері бар *Ocimum selloi* жапырақтары немесе сулы сығындысы қосылған крафт Pilsner сырасының сақтау мерзімін жақсарту болды. Процесс сыраның ұшпа заттарын, фенолдық қосылыстарын, pH, түсін және антиоксиданттық белсенділігін өлшеді. Нәтижелер ферменттеуден кейін *O.selloi* су сығындысын (салмағы бойынша 0,1%) қосу сыраның сақтау мерзімін және антиоксиданттық потенциалын жақсартқанын, ал ашылған кезде ұшпа метаболиттердің мөлшері артқанын көрсетті [12].

Ducruet J. және басқалардың зерттеуінде сенсорлық қасиеттер мен антиоксиданттық белсенділікті жақсарту үшін годжи жидектері але түріндегі сыраға өндірістің әртүрлі кезеңдерінде қосылды. Процестің басында жидектер қосылған сыра аз лайлылығымен, ашық түсімен, карамель және кофе хош иісімен, сондай-ақ жоғары антиоксиданттық белсенділігімен және рутин мен аскорбин қышқылы сияқты биологиялық белсенді заттардың құрамымен сипатталды. Тұтынушылар годжи өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік беретін сыраның осы ерекше түріне артықшылық берді [13].

«Теңіз шырғаны қосылған дәстүрлі емес сыраны өндіру және талдау» зерттеу жеміс сырасын өндіруде теңіз шырғанағын пайдалану туралы ақпарат береді. Ашығу уақыты pH-қа, қанттың

төмендеуіне, °Brіх-ке, түске және титрленетін қышқылдыққа әсер етті. Сарапшылар негізінен теңіз шырғанағы әкелетін дәмі мен хош иісіне байланысты Kölch жеміс сыраларын таңдады [14].

Сыраға функционалдық қоспалар ретінде дәрілік өсімдік сығындылады қосудағы зерттеуде «пилснер» сияқты коммерциялық жеңіл сыраға қосылған лимон балызы, тимьян, арша, қалақай және люпин сығындылары қолданылды. Фенолдық құрамы мен антиоксиданттық белсенділігі FRAP және DPPH сынақтары арқылы талданған. Нәтижелер фенолдардың ең көп мөлшері тимьян, арша және мелисса қосылған сырада болатынын көрсетті, ал лимон балызының сығындысы сыраға жағымды дәм мен хош иіс беретін органолептикалық тұрғыдан ең қолайлы болды [15].

Бергамот пен зәйтүн сығындысын қосу арқылы зерттеулер жүргізілді. Сыраны дайындау үшін уыттың, арпаның, сұлының, «Штириялық голдинг» және «Чех сааз» құлмақтарының әртүрлі сорттары пайдаланылды. Сыраға бергамот және зәйтүн жемістерінің (Carolea сорты) сығындылары қосылды. Қоспалары бар екі сыра (бергамот қосылған Heraclea және зәйтүн сығындысы бар Elais) және Weiss және Blanche негізгі сыралары салыстырылды. Барлық сыралардың алкоголь мөлшері бірдей болды, бірақ түсі, ащылығы және тұмандығы бойынша ерекшеленеді. Сығындылары бар сыра бұлыңғыр болды және антиоксиданттық қасиеттері жоғары болды [16].

Нәтижелері және оларды талқылау

Жұмыс шикізатты (жидектерді) қабылдаудан және сұрыптаудан басталды, онда зақымдалған жидектер, жапырақтар мен қабықтар сияқты өсімдік қалдықтары алынып тасталды, содан кейін ағынды сумен жуылды. Өңдеуден кейін жидектер шырын алу үшін сығылды және автоклавтан өтті. Бұл шырынның бұзылуына және оның сапасының нашарлауына әкелуі мүмкін бактериялар, зең және ашытқы сияқты микроорганизмдерді жою арқылы өнімді сақтауға бағытталған саты. Сонымен қатар бұл процесс шырынның жарамдылық мерзімін ұзартуға және оның дәмі мен тағамдық қасиеттерін ұзақ уақыт сақтауға көмектеседі, тұтынуға қауіпсіз етеді. Әдетте шырындағы дәрумендер мен минералдарды сақтау үшін автоклавтау кезінде төмен температура қолданылады, сондықтан осы мақсатта шамамен 90 ° C температурасы алынды. Осылайша, осы температурада қоректік заттардың жоғалуын азайту арқылы шырынды автоклавтауға болады.

Келесі зерттеулерде әр шырынның физика-химиялық қасиеттері анықталды (2-кесте) және әрбір үлгі үшін органолептикалық талдау жүргізілді (3-кесте). Осыдан таңқурай мен көкжидекте құрғақ заттар мен рН көп, бірақ мүкжидекпен салыстырғанда титрленетін қышқылдық аз екенін көруге болады. Жоғары рН және төмен титрленетін қышқылдық жидектің қышқылдық дәрежесін көрсетеді, бұл мүкжидек физикалық және химиялық көрсеткіштер бойынша қышқылдырақ екенін анық көруге болады.

Мүкжидек, қара бүлдірген және көкжидек шырындары әр жеке шырын үшін 90/10, 85/15, 80/20, 75/25, 70/30 пропорцияларында алынды. Жидек шырынын пропорцияларын одан әрі арттыру орынсыз болды, өйткені сыра өзіне тән органолептикалық параметрлерін жоғалтты. Жас сырадағы шырын негіздерінің көбеюі сусынның органолептикалық сипаттамаларының төмендеуіне ғана емес, сонымен қатар қышқылдықтың мөлшерін азайтуға да әсер етеді. 4,5 кестеге сәйкес, прототиптердегі рН мөлшері шырын дозасының жоғарылауымен төмендейді, бұл сыранның дәмдік сипаттамаларына тікелей әсер етеді.

Зерттеу тақырыбына сәйкес, мақсат органолептикалық талдау негізінде шырын негіздерінің жас сырамен үйлесімділігін анықтау болды, сондықтан зерттеу үшін рН сапасы мен құрғақ заттардың құрамы көрсеткіштері пайдаланылды, осылайша енгізілген шырын негіздерінің саны жас сыранның түсіне, дәміне қаншалықты әсер ететінін нақты анықтауға болады. Физико-химиялық көрсеткіштер ретінде зертханалық жағдайда ашыту барысын көрсете алатын құрғақ заттар мен рН таңдалды. Өлшеулер жетілдірудің бірінші, төртінші, жетінші және он төртінші күндерінде жүргізілді. Жетінші күні кизельгур ұнтағы мен сүзгі қағазы арқылы сүзу жүргізілді, он төртінші күні өзгерістердің бар-жоғын тексеру және үлгілердің тұрақтылығын салыстыру үшін көрсеткіштер өлшенді.

Бақылау сырасының физикалық-химиялық көрсеткіштері бар кестелер (4-кесте) және шырындар қосылған ашытылған негіздер (5-кесте) берілген. Мүкжидек қосылған негізде, пропорцияда шырын неғұрлым көп болса, жидектердің қышқылдығына байланысты рН мәні төмендейтінін көруге болады. Әрбір үлгі, 5-кестедегі деректерге сәйкес, құрғақ затты біртіндеп жоғалтады, яғни ашыту біркелкі өтуді көрсетеді. рН қосылған жидек шырын мөлшеріне байланысты төмендеді, бірақ

жетілдіру кезінде ол аздап өсті. Құрғақ заттар керісінше ашыту процесінде азайды. Мүкжидек пен қара бүлдірген үлгілерінде ашыту процесінде құрғақ заттың мәні төмендегенін, ал рН біркелкі, сезілмейтіндей артқанын көруге болады.

Сенсорлық және органолептикалық талдаулар қағаз сүзгісі мен кизельгур арқылы сүзгіден өткеннен кейін ашытудың жетінші соңғы күні шырындары бар ашытылған негіздердің және бақылау үлгісінің органолептикалық деректер негізінде шырындар қосылған ашытылған негіздерге (1-3 суреттер) профилограммалар жасалды.

90/10 қатынасында мүкжидек қосылған сыра аздаған жидек иісімен сипатталды, бірақ негізгі хош иісі сыра болып қалды. Мүкжидектің қалыпты қышқылдығы мен жемісті ноталары бар дәм сыраның негізгі дәмін бұзбады. Сыраның түсі сәл қызғылт түсті. Мүкжидек үлесі 85/15-ке дейін ұлғайған кезде, иісі айқынырақ, дәмі айқын жемісті тәтті және қышқыл, бірақ сыра өңін сақтай отырып, айқынырақ болды. 80/20 сырсында ашық қышқылдық пен тәттілікке ие мүкжидектің жемісті ноталары басым болды, ал сыраның дәмі нәзік және сыраның түсі қанық қызылға айналды. Мүкжидек үлесінің одан әрі 75/25 және 70/30 дейін ұлғаюымен сыра өзінің сыра ерекшелігін жоғалтып, айқын

қышқылдық пен жемісті тәттілікке ие болды, бұл сыраның дәмінің жоғалуына әкелді, ал түсі күлгін-қошқыл қызыл түсті болды.

Сыраға қара бүлдірген қосылғанда ұқсас өзгерістер байқалады. 90/10 деңгейінде сыра қарақаттың шамалы иісі бар әдеттегі сыра дәмін сақтап қалды. 85/15 үлгісінде қара бүлдірген айқынырақ болды, бірақ сыраның дәмі негізгі болып қалды. Жидек арақатынасы 80/20-ға жеткенде сыраның дәмі азырақ байқалып, қара бүлдіргеннің қышқылдығы мен тәттілігі айқынырақ болып, сыраға қызғылт реңк берді. Қарақаттың үлесін 75/25 және 70/30-ға дейін ұлғайтқанда сыра дәмін жоғалта бастады, ал қарақаттың қышқылдығы мен жемісті тәттілігі басым болды, сыраның түсі ашық қызыл болып қалды.

Көкжидек 90/10 қатынасындағы үлгілерде сыраның дәмі негізгі болды, ал көкжидек іс жүзінде сезілмеді. 85/15 кезінде көкжидек қосу сыраға аздап қышқылдық пен жеміс тәттілігін берді, бірақ сыраның дәмін сақтап қалды. Жидек пропорциясын 80/20 дейін арттыра отырып, дәм күшейе түсті, бірақ сыраның фоны байқалды. Көкжидек үлесін 75/25 және 70/30-ға дейін арттыру арқылы сыра айқын қышқылдық пен көкжидектің жемісті тәттілігіне ие болды, ал сыраның дәмі минималды болды, сыраның түсі қою қызғылт және қанық болды.

Кестелер

Кесте 1. Жас сыраның физика-химиялық көрсеткіштері

№	рН	Қышқылдық, см ³	Құрғақ заттар, % Brix
1	4,02	2,5	9,0

Кесте 2. Жидек шырындарының физика-химиялық қасиеттері

№	Жидек шырыны	Құрғақ заттар	рН	Титрленетін қышқылдық, см ³
1	Мүкжидек	8,9	2,7	3,3
2	Қара бүлдірген	9,9	3,9	1,4
3	Көкжидек	9,9	4,3	1,5

Кесте 3. Жидек шырындарын органолептикалық талдау

№	Жидек шырыны	Иісі	Дәмі	Сыртқы түрі
1	Мүкжидек	қарқынды, қышқыл хош иіс	тәтті-қышқыл, аздап тартылған	аздап жұмсағы бар қанық қызыл түс
2	Қара бүлдірген	қарқынды тәтті хош иіс	аздап қышқылдығы бар тәтті	аздап жұмсағы бар қою қызыл
3	Көкжидек	ерекше, тәтті, өткір емес	қышқылмен тәтті	жұмсағы бар қою қызыл

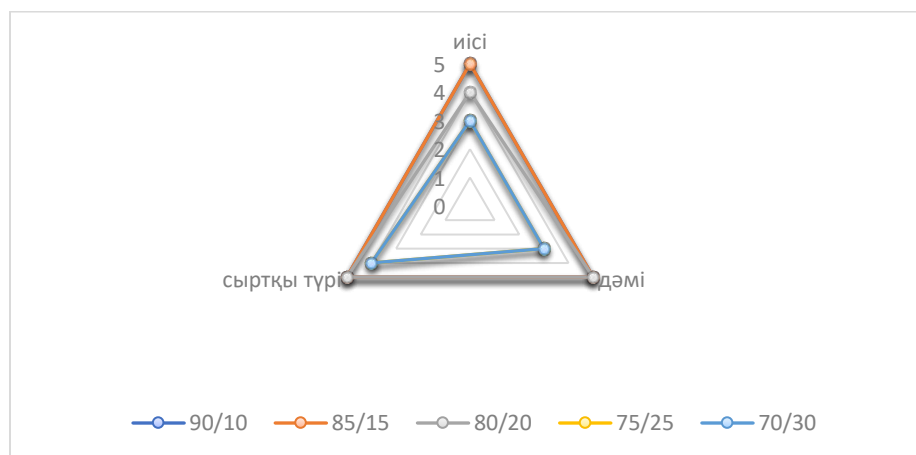
Кесте 4. Бақылау сырасының физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	1 күн	4 күн	7 күн	14 күн
Құрғақ заттар	9	6,7	5,7	5,6
pH	4,02	4,04	4,37	4,41

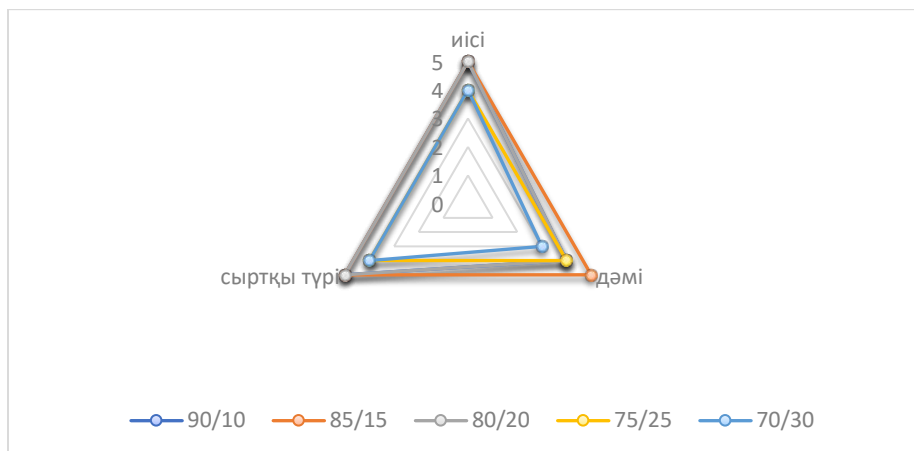
Кесте 5. Шырындар қосылған ашытылған негіздердің физика-химиялық көрсеткіштері

Шырын түрі	Пропорция	1 күн		4 күн		7 күн		14 күн	
		pH	ҚЗ	pH	ҚЗ	pH	ҚЗ	pH	ҚЗ
Мүкжидек	90/10	3,30	7,3	3,32	7,1	3,51	5,9	3,52	5,7
	85/15	3,24	7,4	3,29	7,3	3,33	6,2	3,36	5,9
	80/20	3,04	7,5	3,24	6,2	3,37	6,0	3,37	5,9
	75/25	2,94	7,7	3,14	7,1	3,19	6,4	3,20	6,2
	70/30	2,83	7,8	2,85	6,4	2,84	5,9	2,81	5,4
Қара бүлдірген	90/10	3,84	8,0	3,89	7,3	4,28	6,9	4,36	6,5
	85/15	3,81	8,3	3,84	7,9	3,97	6,8	4,01	6,6
	80/20	3,74	8,6	3,78	7,8	3,77	6,5	3,89	6,2
	75/25	3,74	8,8	3,81	8,1	3,84	7,3	3,83	7,0
	70/30	3,64	9,0	3,64	8,1	3,66	7,7	3,71	7,4
Көкжидек	90/10	3,79	7,1	3,78	7,1	3,79	6,8	3,80	6,7
	85/15	3,62	7,1	3,64	6,9	3,69	6,5	3,72	6,4
	80/20	3,50	7,2	3,58	6,8	3,59	6,3	3,64	6,2
	75/25	3,42	7,4	3,47	6,6	3,49	6,0	3,49	5,9
	70/30	3,39	7,7	3,40	7,1	3,43	6,4	3,42	6,0

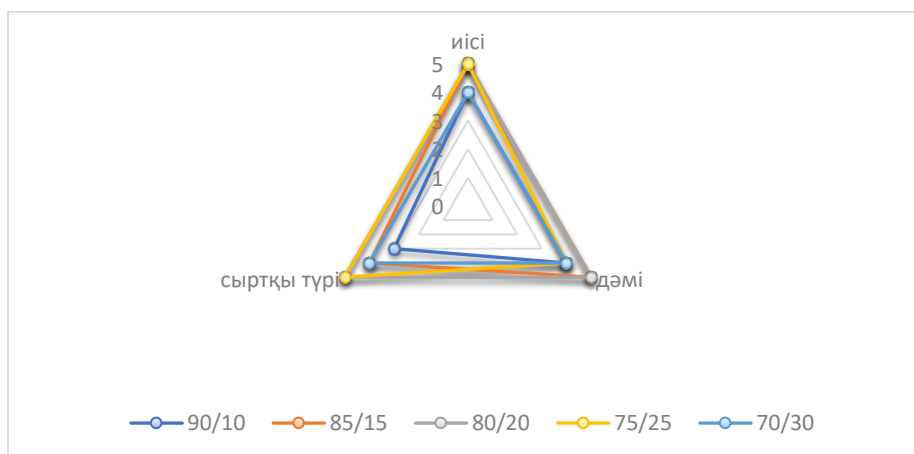
Суреттер



Сурет 1. Мүкжидек шырыны қосылған ашытылған негіздің профилограммасы



Сурет 2. Қара бүлдірген шырыны қосылған ашытылған негіздің профилограммасы



Сурет 3. Көкжидек шырыны қосылған ашытылған негіздің профилограммасы

Қорытынды

Жидек шырындарын қосудың жас сыраның химиялық профилі мен органолептикалық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу барысында келесі мақсаттар қойылды: мүкжидек, таңқурай және көкжидек шырындарының әртүрлі пропорцияларының әсерін бағалау (90/10, 85/15, 80/20, 75/25, 70/30) сыраның рН, дәмі мен хош иісі бойынша, сонымен қатар ашытудан кейінгі процесс кезінде оның технологиялық сипаттамаларын зерттеу. Зерттеу әдістеріне органолептикалық бағалау және ашыту процесін бақылау кіреді.

Нәтижелер жидек шырындарының үлес салмағының жоғарылауымен сыраның рН төмендегенін көрсетті, бұл суслонның қышқылдығының жоғарылауына байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар жидектердің хош иісі мен дәмінің айтарлықтай артуы байқалды, бұл жидек қоспаларын қолданудың сәттілігін растайды. Ашыту процесі қиындықсыз өтті, ал құрғақ

заттардың деңгейі тұрақты болып қалды, бұл осы жидектерді көрсетілген пропорцияларда пайдаланудың технологиялық мүмкіндігін көрсетеді.

Барлық дерлік жидектер үшін 80/20 пропорциясында ең жақсы органолептикалық көрсеткіштерге қол жеткізілді. Бұл үлгілер жеміс ноталары мен сыраның дәмі арасындағы тепе-теңдікті сақтап қалды, нәтижесінде жағымды және үйлесімді сусын тәжірибесі болды. Бұл пропорциядағы сыраның бай дәмі, тендестірілген хош иісі және тартымды түсі болды.

Осылайша, жидек шырындарын қосу сыраның органолептикалық және химиялық сипаттамаларына оң әсер етеді деп қорытынды жасауға болады, бұл оларды пайдаланудың орындылығы туралы айтылған мәлімдеменің растығын растайды. Зерттеу нәтижелері тұтынушылардың назарын аударып, нарықтағы өнім ассортиментін кеңейте алатын бірегей дәмі мен хош

ісі бар жаңа сыралардың одан әрі дамуының перспективаларын ашады. Болашақ зерттеулер жидектердің басқа түрлері мен олардың комбинацияларының әсерін зерттеуге, сондай-ақ жақсы органолептикалық көрсеткіштерге қол жеткізу үшін технологиялық процесті оңтайландыруға бағытталуы мүмкін. Жас сырамен

шырын негіздерінің үйлесімділігі мен органолептикалық сипаттамалары туралы дәлелді зерттеулерді пайдалана отырып дайын сыраның көбік биіктігі мен тұрақтылығы, CO₂ мөлшері, ащылығы және басқа маңызды физика-химиялық көрсеткіштері келесі зерттеулерде сипатталатын болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Analysis of the beer market in Kazakhstan. Officially about production // International Analytical Journal "Beer Business". – 2016. – April 19.

2. Yeshet, A. Ye. Research of non-traditional raw materials in brewing / A. Ye. Yeshet // СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ: сборник статей XI Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 10 января 2021 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021.

3. Blishch, R. O. Influence of non-traditional raw materials on beer quality indicators / R. O. Blishch // Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. – 2022. – Vol. 24, No. 98. – PP. 13-17.

4. Иванченко, О. Б., Данина, М. М. Применение плодов шиповника в технологии пивных напитков // Пиво и напитки. – 2015. – № 2. – С. 12-15.

5. Борисенко, Т. Н., Кардашева, М. В. Технология отрасли. Технология пива. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. – 122 С.

6. Лютикова, М. Н., Ботиров, Э. Х. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы // Химия растительного сырья. – 2015.

7. Елисеева, Т., Тарантул, А. Голубика (лат. Vaccinium uliginosum) // Журнал здорового питания и диетологии. – 2020. – № 13.

8. Магепрамова, С. И. К. Химический состав и пищевая ценность ежевики, произрастающей в Азербайджанской Республике, и их зависимость от вида и региона произрастания // Химия растительного сырья. – 2022. – № 2.

9. Jingchun, S., & Zhenlong, Y. Pomegranate beer: Patent CN105670846 (A). China: Classification C12C 11/02, C12C 5/00 (2006.01). № 20161142453 20160314; Stated 2016.03.04; Published 2016.06.15. – PP. 8.

10. Соколенко, Г. Г., Шилова, Е. С. Разработка технологии пивного напитка с использованием листьев амаранта // Пиво и напитки. – 2015. – № 4. – С. 62-65.

11. The study of beer quality with the reduced toxic effect / N. Penkina, L. Tatar, V. Kolesnyk [et al.] // Eureka: Life Sciences. – 2017. – № 1. – С. 35-43.

12. Piva, R.C., Verdan, M.H., Mascarenhas Santos, M. et al. Manufacturing and characterization of craft beers with leaves from *Ocimum selloi* Benth. // J Food Sci Technol. – 2021. – № 58. – PP. 4403-4410.

13. Ducruet J., Rébénague P., Diserens S., Kosińska-Cagnazzo A., Héritier I., Andlauer W. Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties // Food Chem. – 2017. – №226. – PP. 109-118.

14. Adadi, P., Kovaleva, E. G., Glukhareva, T. V., Shatunova, S. A., & Petrov, A. S. Production and analysis of non-traditional beer supplemented with sea buckthorn // Agronomy Research. – 2017. – №15(5). – PP. 1831-1845.

15. Djordjevic, S., Popović, D., Despotović, S., Veljović, M., Atanacković, M., Cvejić, J., et al. Extracts of medicinal plants as functional beer additives // Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly. – 2016. – №22(3). – PP. 301-308.

16. Muscolo, A., Marra, F., Salafia, F. et al. Bergamot and olive extracts as beer ingredients: their influence on nutraceutical and sensory properties // Eur Food Res Technol. – 2022. – №248. – PP. 2067-2077.

REFERENCES

1. Analysis of the beer market in Kazakhstan. Officially about production // International Analytical Journal "Beer Business". – 2016. – April 19.

2. Yeshet, A. Ye. Issledovanie netraditsionnykh syryevykh materialov v pivovazovode [Research of unconventional raw materials in brewery] / A. Ye. Yeshet // STUDENTSCIE NAUCHNYE DOSTIZHENIYA: sbornik statei XI Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa, Penza, 10 yanvarya 2021 goda. – Penza: "Nauka i Prosvetchenie" (IP Gulyaev G.Yu.), 2021.

3. Blishch, R. O. Influence of non-traditional raw materials on beer quality indicators / R. O. Blishch // Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. – 2022. – Vol. 24, No. 98. – PP. 13-17.

4. Ivanchienko, O. B., Danina, M. M. Primenenie plodov shipovnika v tekhnologii pivnykh napitkov [Application of rose hips in beer beverage technology] // Pivo i napitki. – 2015. – No. 2. – S. 12-15.

5. Borisenko, T. N., Kardasheva, M. V. Tekhnologiya otrasli. Tekhnologiya piva [Industry Technology. Beer Technology]. – Kemerovo: Kemerovskiy tekhnologicheskii institut pishchevoy promyshlennosti, 2014. – S. 122.

6. Lyutikova, M. N., Botirov, E. Kh. Khimicheskiy sostav i prakticheskoe primenenie yagod brusniki i klyukvy [Chemical composition and practical application of lingonberries and cranberries] // Khimiya rastitel'nogo syrya. – 2015.

7. Eliseeva, T., Tarantul, A. Golubika [Blueberry] (lat. *Vaccinium uliginosum*) // Zhurnal zdorovogo pitaniya i dietologii. – 2020. – No. 13.
8. Magerramova, S. I. K. Khimicheskiy sostav i pishchevaya tsennost' ezheviki, proizrastayushchey v Azerbaidzhanskoy Respublike, i ikh zavisimost' ot vida i regiona proizrastaniya [Chemical composition and nutritional value of blackberries grown in the Republic of Azerbaijan and their dependence on the species and region of growth] // Khimiya rastitel'nogo syrya. – 2022. – No. 2.
9. Jingchun, S., & Zhenlong, Y. Pomegranate beer: Patent CN105670846 (A). China: Classification C12C 11/02, C12C 5/00 (2006.01). № 20161142453 20160314; Stated 2016.03.04; Published 2016.06.15. – PP. 8.
10. Sokolenko, G. G., Shilova, E. S. Razrabotka tekhnologii pivnogo napitka s ispol'zovaniem listev amarantha [Development of beer drink technology using amaranth leaves] // Pivo i napitki. – 2015. – No. 4. – S. 62-65.
11. The study of beer quality with the reduced toxic effect / N. Penkina, L. Tatar, V. Kolesnyk [et al.] // Eureka: Life Sciences. – 2017. – № 1. – C. 35-43.
12. Piva, R.C., Verdan, M.H., Mascarenhas Santos, M. et al. Manufacturing and characterization of craft beers with leaves from *Ocimum selloi* Benth. // J Food Sci Technol. – 2021. – № 58. – PP. 4403–4410.
13. Ducruet J., Rébénague P., Diserens S., Kosińska-Cagnazzo A., Héritier I., Andlauer W. Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties // Food Chem. – 2017. – №226. – PP. 109-118.
14. Adadi, P., Kovaleva, E. G., Glukhareva, T. V., Shatunova, S. A., & Petrov, A. S. Production and analysis of non-traditional beer supplemented with sea buckthorn // Agronomy Research. – 2017. – №15(5). – PP. 1831–1845.
15. Djordjevic, S., Popović, D., Despotović, S., Veljović, M., Atanacković, M., Cvejić, J., et al. Extracts of medicinal plants as functional beer additives // Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly. – 2016. – №22(3). – PP. 301–308.
16. Muscolo, A., Marra, F., Salafia, F. et al. Bergamot and olive extracts as beer ingredients: their influence on nutraceutical and sensory properties // Eur Food Res Technol. – 2022. – №248. – PP. 2067–2077.

ТІГІН БҰЙЫМДАРЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ СӘЙКЕСТІГІН ЭРГОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

¹А.К. АБДИКАЕВА*



, ²Р.Ш.МИРЗАМУРАТОВА



(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Толе би, көш., 100

²М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы,

160012 Шымкент қ., Тәуке хан даңғ., 5)

Автор-корреспонденттің электронды поштасы: aigulabdi9@gmail.com

Мақалада жеке тапсырыспен тізуде жиі қолданылатын, әртүрлі құрастыру әдістерін қолдану арқылы дайындалған киімдердің антропометриялық сәйкестігінің эргономикалық көрсеткіштерін бағалау үрдісі қарастырылады. Басты назар киімдердің сапасына әсер ететін динамикалық сәйкестікке аударылады. Зерттеу жүргізу үшін дайындалған үлгілер макеттерде "киінген адамның қол қимылдарының ауқымы", "қолды көтеру кезінде бұйымның төменгі бөлігінің жылжу дәрежесі" және қозғалыстардың ыңғайлылығы сияқты жеке параметрлермен сипатталатын сыртқы көрсеткіштері анықталды және 4 балдық шкала бойынша бағаланды. Бұл параметрлер киімнің адамның функционалдық қабілеттеріне сәйкестігін, оның психофизиологиялық ерекшеліктеріне және антропометриялық мәліметтеріне сай болуын қамтамасыз етеді. Мұнда басымдылық киімнің күнделікті өмірде жайлылығына, қозғалыс еркіндігіне және ыңғайлылығына тікелей әсер ететін бұйымды қолдану барысындағы пайдалану ыңғайлылығына беріледі. Бұл әдіснамалық тәсіл жеке тапсырыспен тізу саласында тиімді қолданыла алады, мұнда бұйым тапсырыс берушінің дене бітімінің параметрлеріне жоғары дәлдікте сай келуі қажет. Динамикадағы киімнің ыңғайлылық деңгейі олардың конструктивті шешімінің ерекшеліктерімен түсіндіріледі, бұл өнімді құру әдістемесін негізделген таңдауды көрсетеді. Бұйымды құрастыру әдістеріне салыстырмалы талдау жүргізу киімнің негізгі сапалық сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік берді, бұл бұйымның сыртқы түрін жақсартып қана қоймай, оның жалпы сапасын да арттырады.

Негізгі сөздер: эргономикалық бағалау, көрсеткіштер, динамикалық сәйкестік, құрастыру әдістері.

ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

¹А.К. АБДИКАЕВА*, ²Р.Ш.МИРЗАМУРАТОВА

(¹Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Южно-Казахстанский университет им. М.Ауезова, Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр. Тауке хана)

Электронная почта автора-корреспондента: aigulabdi9@gmail.com*

В статье рассматривается процесс оценки эргономических показателей антропометрического соответствия одежды, изготовленной по различным методикам конструирования, наиболее часто используемым в индивидуальном пошиве. Основное внимание уделено динамическому соответствию изделий, которое влияет на качество их посадки. В экспериментально изготовленных образцах макетов определялся внешний показатель, характеризующийся такими единичными параметрами как «размах движений рук одетого человека», «степень перемещения низа изделия при подъеме рук» и удобство выполнения движений, оцениваемое по 4-балльной шкале. Эти параметры обеспечивают соответствие одежды функциональным способностям человека, его психофизиологическим особенностям и антропометрическим данным. Ключевое значение имеет удобство использования изделия в процессе эксплуатации, так как оно напрямую влияет на комфорт, свободу движений и удобство одежды в повседневной жизни. Данный методологический подход может эффективно применяться в сфере индивидуального пошива, где требуется высокая точность соответствия изделия параметрам фигуры заказчика. Уровень удобства одежды в динамике объясняется особенностями их конструктивного решения, указывая на обоснованный выбор методики построения изделия. Сравнительный анализ методик построения

конструкций изделий позволил выявить основные качественные характеристики одежды, что не только улучшает внешний вид изделия, но и повышает его общее качество.

Ключевые слова: эргономическая оценка, показатели, динамическое соответствие, методики конструирования.

THE EFFECT OF NATURAL DYES ON THE STRENGTH OF THE LEATHER

¹A.K. ABDIKAYEVA *, ²R.SH.MIRZAMURATOVA

(¹Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

²M. Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke khan Ave,5)

Corresponding authors' e-mail: aigulabdi9@gmail.com*

The article examines the process of assessing the ergonomic indicators of the anthropometric conformity of clothing made using various design methods, most often used in individual tailoring. The main focus is on the dynamic fit of the products, which affects their fit quality. In the experimentally produced mock-up samples, an external indicator was determined, characterized by such single parameters as "the range of hand movements of a clothed person", "the degree of movement of the bottom of the product when lifting the arms" and the convenience of performing movements, evaluated on a 4-point scale. These parameters ensure that clothing matches a person's functional abilities, psychophysiological characteristics, and anthropometric data. The convenience of using the product during operation is of key importance, as it directly affects comfort, freedom of movement and convenience of clothing in everyday life. This methodological approach can be effectively applied in the field of individual tailoring, where high accuracy of product compliance with the parameters of the customer's figure is required. The level of comfort of clothing in dynamics is explained by the peculiarities of their design solution, indicating a reasonable choice of the product construction methodology. A comparative analysis of the methods of constructing product designs made it possible to identify the main qualitative characteristics of clothing, which not only improves the appearance of the product, but also increases its overall quality.

Keywords: leather, ergonomic assessment, indicators, dynamic matching, design techniques.

Kіpіcne

Киім сапасын арттыру сән индустриясының басты міндеттерінің бірі болып табылады. Сапа көрсеткіштерінің бірі - киімді құрастыру әдісін таңдаумен сипатталатын бұйымның конструктивтік шешімі. Түпкілікті нәтиже киім конструкцияларын жобалау үрдісіне байланысты – тұтынушының киімге қанағаттануы оны тиімді іске асыру негізінде, ал жобаланған бұйымның конструкциясы барлық сапа көрсеткіштерінің көрінісі болып табылады.

Киім конструкцияларын жобалау үрдісі киім сапасын қалыптастыруда басты рөл ойнайды. Себебі, осы жұмыстар барысында бұйымның сапа көрсеткіштерін қалыптастыру жүзеге асырылады. Бұл тұрғыда жеке тапсырыспен киім тігуде жиі қолданылатын бұйымдарды құрастырудың әртүрлі әдістерін салыстыру қажеттілігі анықталды. Тігін бұйымдарының конструкциясының сапасын бағалау кезінде эргономикалық көрсеткіштерге ерекше назар аударылады [1].

Мұндай көрсеткіштер киімнің адамның функционалдық мүмкіндіктеріне, оның психофизиологиялық ерекшеліктеріне және антропометриялық сипаттамаларына сәйкестігін қамтамасыз етуге бағытталған. Бұйымды пайдалану барысында пайдалану ыңғайлылығы шешуші рөл атқарады, өйткені бұл киімнің жайлылығына, қозғалыс еркіндігіне және күнделікті өмірде ыңғайлы болуына әсер етеді.

Киімнің алуан түрлерінде сапаның эргономикалық көрсеткіштерін қалыптастыруға арналған зерттеулер Коблякова Е.Б., Склянников В.П. Кокеткин П.П., Романов В.Е., Шершнева Л.П., Ржехина Т.С, Дунаевская Т.Н. және т. б. еңбектерінде келтірілген [2-5].

Антропометриялық сәйкестіктің эргономикалық көрсеткіштері бойынша киім конструкциясының сапасын зерттеу киімнің функционалдық және эстетикалық сипаттамаларын жақсартуға бағытталған жаңа кезеңнің негізін

қалады. Осы зерттеулер шеңберінде сапаның жеке бірлік көрсеткіштері анықталды, олардың әр түрлі киім түрлері үшін салмақ коэффициенттері анықталды, бұл тұлғаның статикалық параметрлерін ғана емес, сонымен қатар кию процесінде оның динамикалық сипаттамаларын ескеретін киім жасау тәсілдерін негіздеуге мүмкіндік берді.

Алайда, зерттеулерге талдау жасай отырып киім конструкциясының динамикалық сәйкестігін терең зерттеуге бағытталған қосымша зерттеулер жүргізу және бұл саланы ары қарай дамыту қажеттілігі анықталды. Бұл жұмыс қимылдарды орындау кезінде иық бұйымдарының сыртқы динамикалық сәйкестігінің көрсеткіштерін талдауды, киім конструкцияларының адам тұлғасына эргономикалық сәйкестігін бағалауды қамтуы қажет [6]. Мұндай зерттеулер киімнің жарамдылығын жақсартуға ғана емес, сонымен қатар жайлылықты, функционалдылықты және тұтынушылардың қанағаттанушылығын арттыруға көмектеседі.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Эргономикалық көрсеткіштер бұйымның адамға бейімделу дәрежесін сипаттайды. Олардың ішінде антропометриялық көрсеткіштер ерекше маңызға ие. Олар киімнің адам денесінің өлшемі мен пішініне динамикалық сәйкестігін сипаттайды [7].

Жалпы, өнім сапасын бағалау "ыңғайлылық" және "жайлылық" санаттарымен анықталады, олардың оңтайлы үйлесуін қамтамасыз ету әлеуетті тұтынушының қанағаттануына және өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға ықпал етеді. Бұл жағдайда осы категорияларды бағалау адамның киіммен өзара байланысының әртүрлі аспектілерін ескеретін индикатормен анықталады, мысалы, олардың эргономикасына байланысты қону ыңғайлылығы және еркін қозғалыс. Эргономикалық көрсеткіштер киімнің статикалық және динамикалық сәйкестігімен анықталады (МемСТ 16035-81). Динамикалық сәйкестік динамикалық байланыс учаскелерінің өлшемдерін анықтауға мүмкіндік береді, "динамикадағы киімнің ыңғайлылығы" сипаттамасы бағаланады [8].

Бұл жұмыстың мақсаты - әртүрлі құрастыру әдістеріне сәйкес сызылған жеке тұтынушылар үшін әйелдер киімінің конструкциясының динамикалық сәйкестігін бағалау болып табылады. Жеке тапсырыспен тігуге арналған 164-92-100 өлшемді әйелдер жиынтығының тәжірибелік үлгілері төмендегі құрастыру әдістеріне сәйкес дайындалды:

"ЦОТШЛ" – макет 1, "Мюллер и сын" - макет 2, "Любакс"- макет 3 және "Вендік" - макет 4 [9-12].

Ұсынылған жұмыста жеке тапсырыспен тігуге арналған құрастырудың әртүрлі әдістеріне сәйкес дайындалған әйелдер жиынтығының үлгілеріне динамикалық сәйкестік сынақ жұмыстары орындалды. Макеттерді дайындау және бұйымдар макеттерінің динамикалық сәйкестігін эргономикалық бағалау Алматы қаласының "Зоя және компания" ЖШС-де жүргізілді.

Сонымен, киімнің динамикалық сәйкестігі адамның биологиялық ерекшеліктері мен физиологиялық сипаттамалары сияқты көрсеткіштердің жиынтығымен, сондай-ақ бұйымның сызылған конструкциясының деңгейімен анықталады. "Адам-киім" мақсатына сәйкес динамикада адам орындайтын қозғалыстармен сипатталатын динамикалық сәйкестіктің эргономикалық көрсеткіштерінің саны анықталады.

Бұл қозғалыстар максималды ауқыммен орындалады және төмендегі көрсеткіштермен сипатталады:

- адам денесіне киімнің қысымы;
- материал бөлшектерінің деформациясы;
- бұйымның бөлшектерінің адам денесінде жылжуы [13].

Коблякова Е.Б. жүргізген зерттеулерге сәйкес, иық бұйымдарының динамикалық сәйкестігі үшін «қолдану кезінде киім бөлшектеріндегі материалдардың деформация деңгейі» сыртқы көрсеткіші қолданылады [1]. Бұл көрсеткіш екі бірлік параметрімен сипатталады:

- "киінген адамның қол қимылдарының ауқымы" P2 (салмақ коэффициенті 0,28);
- "қолды көтеру кезінде өнімнің бұйым етегінің қозғалу дәрежесі" P3 (салмақ коэффициенті 0,17) [14].

"Киінген адамның қол қимылдарының ауқымы" көрсеткішінің сандық мәні P₂ формула бойынша есептеледі:

$$P_2 = (\alpha_1 - \alpha_0) / (\alpha_2 - \alpha_0), \quad (0 < P_2 < 1)$$

мұндағы, α_1 - қозғалыстағы киімдегі адамның қолын көтерудің максималды бұрышы, градус;

α_0 – киімсіз статикалық жағдайда адам қолының еркін түсіру бұрышы, градус;

α_2 - динамикада киімсіз адамның қолын көтерудің максималды бұрышы, градус.

"Қолды көтеру кезінде бұйым етегінің қозғалу дәрежесі" көрсеткішінің сандық мәні P₃ формула бойынша есептеледі:

$$P3 = \Delta h_1 / \Delta h_2 \quad (P \geq 1).$$

Мұндағы, Δh_1 - қолды көлденең деңгейге көтеру кезінде бұйымның төменгі бөлігінің жылжуы, см;

$\Delta h_1 = h_1 - h_0$; h_1 - динамикадағы жеңі бар бұйымның еденнен бұйым етегіне дейінгі биіктігі, см;

h_0 - статикалық қалыптағы бұйымның еденнен бұйым етегінен дейінгі биіктігі, см;

Δh_2 - қолды көлденең деңгейге көтерген кезде адамның иық нүктесінің жоғары көтерілуі.

Киімнің динамикалық сәйкестігін кешенді бағалау орташа арифметиканы қолдану арқылы жүргізіледі:

$$K = \sum_{i=1}^n m_i \cdot k_i, \text{ при } \sum_{i=1}^n m_i = 1$$

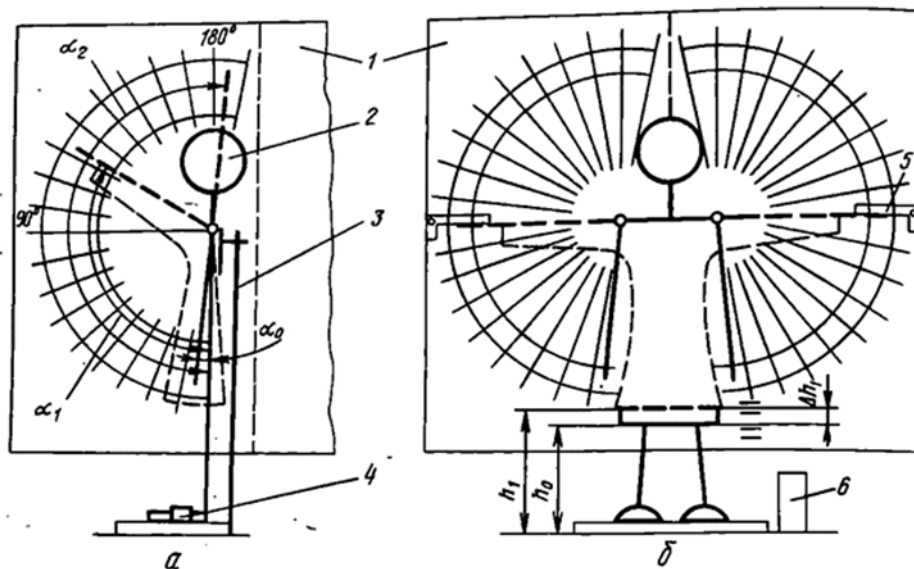
m_i - динамикалық сәйкестіктің жеке бірлік көрсеткіштерінің маңыздылық коэффициенттері;

k_i - динамикалық сәйкестіктің салыстырмалы жеке бірлік көрсеткіштері.

Динамикалық сәйкестік көрсеткіштерін есептеу үшін негізгі конструктивтік деңгейлерді

анықтауға байланысты дайындық жұмыстары жүргізіледі: тік жазықтықтағы иық, кеуде, бел, бөксе сызықтары, сондай-ақ ортаңғы сызықты қолды көтеру бұрыштары өлшенетін иық нүктесімен проекциялау қажет. Адам табиғи антропометриялық қалыпта болуы керек, әдеттегі тұлғаны, тыныс алу режимін ешқандай қысымсыз ұстауы керек, қолдары төмен, аяқтары түзетілген болуы қажет (1а-сурет).

Көлденең жазықтықта тәжірибелік макеттерде бағдарланатын белгі қою керек. Бұл иық нүктесінің орналасуын, оның тік жазықтықтағы проекциясын қамтамасыз ету үшін қажет. Содан кейін иық нүктесіне қатысты жазықтықта қолдың көтерілу бұрыштарын белгілеу керек (1б-сурет). Зерттелетін киім үлгілерінің макеттерін кигеннен кейін адам белгі қойылған уақыттағы күйде тұруы қажет. Бұйымдардың сыртқы динамикалық сәйкестігін бағалау 1-суретте көрсетілген қозғалыс сызбасына сәйкес жүргізіледі.



Сурет 1. Сыртқы динамикалық сәйкестіктің эргономикалық көрсеткіштерін өлшеу схемасы

Қозғалыс ауқымындағы ең үлкен шектеу – созылған қолды бір уақытта көтеру, қолды бүйірлерінен жоғары көтерген кезде өнімнің төменгі бөлігін максималды жылжыту. Сондықтан, иық бұйымдарының сыртқы динамикалық сәйкестігінің

көрсеткіштерін осы жұмыс қозғалыстарын орындау кезінде анықтау ұсынылады. 1- кестеде сыртқы динамикалық сәйкестіктің эргономикалық көрсеткіштерін өлшейтін макеттер келтірілген.

Кесте 1. Киімнің сыртқы динамикалық сәйкестігінің эргономикалық көрсеткіштерінің номенклатурасы

Өртүрлі құрастыру әдістері бойынша макеттердің нөмірі	Көрсеткіштер номенклатурасы	
	Киінген адамның қол қимылдарының ауқымы	Қолды көтеру кезінде бұйым етегінің жылжуы
Макет 1		
Макет 2		
Макет 3		
Макет 4		

Нәтижелері және оларды талқылау

Әйелдер жиынтығының динамикалық сәйкестігін бағалау екі кезеңде жүргізілді. Бірінші кезеңде бұйымның жеке көрсеткіштеріне, адамның субъективті сезімдері бойынша бағалау жүргізілді. Бұл жағдайда қозғалыстарды орындау ыңғайлылығы балдық шкала бойынша бағаланды [15], алынған нәтижелер 2-кестеде келтірілді.

Динамикалық сәйкестік көрсеткіштерін бағалаудың екінші кезеңі - "киінген адамның қол қимылдарының ауқымы" және "қолды көтеру кезінде бұйым етегінің жылжуы" көрсеткіштерін анықтау жоғарыда аталған әдістемеге сәйкес жүргізілді және алынған нәтижелер 2-кестеде көрсетілді.

Кесте 2. Киімнің динамикалық сәйкестік көрсеткіш-терін бағалау

Көрсеткіштердің аталуы	Шартты белгілер	Макет 1	Макет 2	Макет 3	Макет 4
Қозғалыстарды орындау ыңғайлылығы, балл	б	4	3	3	4
Киінген адамның қолының қозғалыс бұрышы, градус	α_1	127	123	120	133
Жеке бірлік көрсеткіштің бағасы	K_3	0,95	0,92	0,89	1,0
Бұйым етегінің жылжуы, см	Δh_1	5,4	6,0	6,5	5,6
Жеке бірлік көрсеткіштің бағасы	K_4	1,25	1,51	1,61	1,37
Киімнің динамикалық сәйкестігінің кешенді көрсеткіші	K_d	0,48	0,52	0,51	0,52

Ескерту: 1 ұпай - өте ыңғайсыз; 2 ұпай – ыңғайсыз; 3 ұпай – салыстырмалы түрде ыңғайлы; 4 ұпай – ыңғайлы (жайлы)

Алынған нәтижелер бойынша "ЦОТШЛ" және "Вендік" әдістерін қолданып орындалған бұйымдар ыңғайлы екендігі анықталды.

Киім бөлшектерінің бетінің өзгеруінің динамикадағы адам денесінің бетінің пішіні мен өлшемдеріне сәйкес келмеуі бұйымның адам денесінің бетімен динамикалық жанасу аймағында шиеленісті аймақтардың пайда болуына әкеледі, бұл бөлшектердің деформация деңгейінің өзгеруінен және қозғалыстардың шектелуінен көрінеді, сондықтан алынған нәтижелерге сәйкес "Любакс" әдісі бойынша сызылған үлгіде макеттегі адам қолының ауқымының ең аз бұрышы анықталды, ал ең үлкен бұрыш "Вендік" әдісі бойынша дайындалған конструкцияда байқалды, бұл ретте бұйымдардың бұйым етегінің ең аз орын ауыстыруы - ЦОТШЛ әдісі бойынша сызылған бұйымда анықталды. Киімнің динамикалық сәйкестігінің кешенді көрсеткіші киім сипаттамаларының адам қозғалысының физиологиялық ерекшеліктерімен үйлесімділік

дәрежесін көрсетеді. Көрсеткіштерге сәйкес "Мюллер и сын" және "Вендік" әдістерін қолданып дайындалған киімдерді неғұрлым функционалды болуы анықталды. Осыған байланысты жобалаушының негізгі міндеті - динамикалық әсерді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін конструктивтік құралдар мен параметрлерді дұрыс таңдау болып табылады.

Қорытынды

Осылайша, конструктивті шешімді таңдаудың маңызды сәті - бұйымды құрастыру әдістерінің таңдауы бойынша қозғалыстың негізгі түрлері үшін сыртқы динамикалық сәйкестік көрсеткіштері анықталған. Бұйым сызбаларын құрастыру әдістеріне жүргізілген салыстырмалы талдау нәтижелері макет үлгілеріндегі динамикадағы антропометриялық сәйкестікті кешенді эргономикалық бағалауды қолдана отырып, киімнің негізгі сапалық сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік берді.

Жеке талдаулар аясында жүзеге асырылған зерттеу нәтижелері белгілі бір динамикалық сәйкестік деңгейі бар киім үлгілерін жасауға ғана емес, сонымен қатар әртүрлі әрекеттер барысында жайлылықтың ең жоғары деңгейін қамтамасыз ете отырып, адамның қозғалыс динамикасына тиімді бейімделуіне де жақсы әсерінің бар болуы анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С., Романов В.Е. и др. Конструирование одежды с элементами САПР: Учеб. - 4-е изд., перераб. и доп.; Под ред. Е. Б. Кобляковой. - М.: Легпромбытиздат, 1988. - 464 с.
2. Кокеткин П. П. Одежда: технология-техника, процессы-качество – М: МГУДТ, 2001. - 560 с.
3. Дунаевская Т. Н. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии. М.: Легкая индустрия 1973.- 232 с.
4. Шершнева Л.П., Ларькина Л.В. Конструирование одежды, теория и практика. М.: Форум – Инфра, 2006- 288с.
5. Ржехина Т.С. Исследование качества посадки одежды массового производства: Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук: (05.19.04 –«Технология швейных изделий») / Московский технологический институт легкой промышленности. – М.: 1977. - 23 с.
6. Жарқымбекқызы Г. Әйелдер костюмін жеке тұтынушыға жетілдіру мақсатында дизайн-жобалау процесін зерттеу. Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати. Магистерская диссертация. Тараз: 2024. - 73 с.
7. Саидова Ш.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Обзор современных методов проектирования эргономичной одежды // Современные проблемы науки и образования. – 2014.–№4; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13481> (дата обращения: 25.12.2024).
8. ГОСТ 16035-81. Показатели качества изделий эргономические термины, определения, классификация и номенклатура.
9. Киселева В. В. Конструирование одежды. Конструктивное моделирование одежды. Проектировании одежды сложных форм и покроев. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. - 2019. – 87 с.
10. Сборник Ателье. Техника кроя. Мюллер и сын. - М.: ЗАО «Эдипресс-Конлига», 2010. – 161 с.
11. Красникова-Аксёнова Л. Я. «Крой без тайн» - М.: НОУ «Авторская школа «Любакс», 2007. - 302 с.
12. Матюшина В.П., Прыткова Т.Н. Единый метод конструирования женской одежды ЦОТШЛ Часть 1. Основы конструирования плечевых изделий. - М.: ЦБНТИ, 1981. - 85 с.
13. Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С., Антонов И.А. и др. Лабораторный практикум по конструированию одежды: учебное пособие; под редакцией Е. Б. Кобляковой. – М.: Легкая индустрия, 1976. - 320 с.
14. Наурызбаева Н.Х. Исследование и оптимизация конструктивных параметров одежды по эргономическим показателям динамического соответствия. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук: (05.19.04 –«Технология швейных изделий») / Московский ордена трудового красного знамени технологический институт легкой промышленности. – М.: 1981.- 28 с.
15. Дзахмишева И.Ш., Балаева С.И., Блиева М.В., Алагирова Р. М. Товароведение и экспертиза швейных, трикотажных и текстильных товаров. - М.: К, 2019. - 345 с.

REFERENCES

16. Koblyakova E.B., Ivleva G.S., Romanov V.E., et al. Konstruirovaniye odevzhdy s elementami SAPR: Uchebnik [Clothing design with CAD elements: Textbook]. 4th ed., rev. and enl.; edited by Koblyakova E.B. Moscow: Legprombytizdat; 1988. 464 p. (In Russian)
17. Koketkin P.P. Odevzhda: tekhnologiya-tekhnika, protsessy-kachestvo [Clothing: Technology-technical aspects, processes-quality]. Moscow: MGUDT; 2001. 560 p. (In Russian)
18. Dunaevskaya T.N. Razmernaya tipologiya naseleniya s osnovami anatomii i morfologii [Dimensional typology of the population with fundamentals of anatomy and morphology]. Moscow: Legkaya industriya; 1973. 232 p. (In Russian)
19. Shershneva L.P., Larkina L.V. Konstruirovaniye odevzhdy, teoriya i praktika [Clothing design: Theory and practice]. Moscow: Forum–Infra; 2006. 288 p. (In Russian)
20. Rzhekhina T.S. Issledovanie kachestva posadki odevzhdy massovogo proizvodstva [Study of garment fit quality in mass production] [dissertation abstract]. Moscow: Moscow Technological Institute of Light Industry; 1977. 23 p. (In Russian)
21. Zharkymbekkyzy G. Aielder kostiumin zheke tutynushyga zhetildiru maksatynda dizain-zhobalau protsesin zertteu [Study of the design process for customizing women's suits]. Master's thesis. Taraz: Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty; 2024. 73 p. (In Kazakh)
22. Saidova Sh.A., Petrosova I.A., Andreeva E.G. Obzor sovremennykh metodov proyektirovaniya ergonomichnoy odevzhdy [Overview of modern methods of ergonomic clothing design]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2014;(4). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13481> (Accessed 2024 Dec 25). (In Russian)
23. GOST 16035-81. Pokazateli kachestva izdeliy. Ergonomicheskie terminy, opredeleniya, klassifikatsiya i nomenklatura [Quality indicators of products. Ergonomic terms, definitions, classification and nomenclature]. Moscow: Gosstandart; 1981. (In Russian)

24. Kiseleva V.V. Konstruirovaniye odevzhdyy. Konstruktivnoye modelirovaniye odevzhdyy. Proyektirovaniye odevzhdyy slozhnykh form i pokroev [Clothing design. Structural modeling of garments. Design of garments with complex forms and cuts]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design; 2019. 87 p. (In Russian)

25. Sbornik Atelier. Tekhnika kroya. Myuller i syn [Collection "Atelier". Cutting technique. Müller and Sohn]. Moscow: ZAO Edipress-Konliga; 2010. 161 p. (In Russian)

26. Krasnikova-Aksenova L.Ya. Kroy bez tayn [Cutting without secrets]. Moscow: NOU Avtorskaya shkola "Lyubaks"; 2007. 302 p. (In Russian)

27. Matyushina V.P., Prytkova T.N. Yedinyy metod konstruirovaniya zhenskoy odevzhdyy TSOSHL. Chast' 1. Osnovy konstruirovaniya plechevykh izdeliy [Unified method for designing women's clothing of the Central Experimental Laboratory. Part 1. Basics of designing shoulder garments]. Moscow: TsBNTI; 1981. 85 p. (In Russian)

28. Koblyakova E.B., Ivleva G.S., Antonov I.A., et al. Laboratorny praktikum po konstruirovaniyu odevzhdyy [Laboratory workshop on garment design]; edited by Koblyakova E.B. Moscow: Legkaya industriya; 1976. 320 p. (In Russian)

29. Nauryzbayeva N.Kh. Issledovaniye i optimizatsiya konstruktivnykh parametrov odevzhdyy po ergonomicheskim pokazatelyam dinamicheskogo sootvetstviya [Research and optimization of clothing construction parameters based on ergonomic indicators of dynamic compliance] [dissertation abstract]. Moscow: Moscow Technological Institute of Light Industry; 1981. 28 p. (In Russian)

30. Dzakhmisheva I.Sh., Balaeva S.I., Blieva M.V., Alagirova R.M. Tovarovedeniye i ekspertiza shveynykh, trikotazhnykh i tekstil'nykh tovary [Merchandising and examination of sewn, knitted and textile goods]. Moscow: K; 2019. 345 p. (In Russian).

ТЕКСТИЛЬ МАТЕРИАЛДАРЫН ӘРЛЕУГЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ӨңІРЛЕРІНДЕ ӨСЕТІН ЖҮЗГІН ӨСІМДІГІН ҚОЛДАНУ

Қ. БЕКТАЕВ , Б. АБЗАЛБЕКҰЛЫ* , Г.Т. ОРАЗ 

(М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Қазақстан Республикасы, 08000, Тараз қ., Төле би көш., 60)

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

Қазіргі таңда жеңіл өнеркәсіпте синтетикалық бояғыштарды қолдану елеулі экологиялық және экономикалық проблемаларды тудырады және өте келе айқын бола түсуде. Көптеген ғылыми зерттеулерде тоқыма және былғары өнеркәсібінде бұл экологияға үлкен зиян тудыратын әрлеу процестері екендігі атап айтылған. Жеңіл өнеркәсіпте әрлеу өндірісінің экологиялық мәселелерін табысты шешу үшін тоқыма бұйымдарын, былғары мен үлбірді әрлеудің арнайы эко-технологияларын дамыту, халықаралық стандарттар талаптарына сәйкес келетін уытты емес материалдарды – эко-тоқыма бұйымдарын жасауды қамтамасыз ету қажет. Жұмыстың мақсаты-осы мәселені шешудің бір бағыты ретінде жеңіл өнеркәсіп материалдарын экологиялық әрлеу үшін жергілікті өсімдік шикізатынан алынған сығындыларды қолдану. Бұл жұмыста тоқыма материалдары, аяқ киімнің үстіңгі бөліктерін, олардың түрлерін, маталардың физикалық-механикалық қасиеттерін, сондай-ақ материалдарды бояудың экологиялық әдістерін қолдану үшін қарастырылады. Зерттеу үшін Өзбекстан Республикасында өндірілген және аяқ киім өндірісінде қолданылатын әртүрлі қалыңдықтағы маталардың 5 түрлі үлгісі таңдалды: екі түрлі қалыңдықтағы стрейч маталар, джинсы және ХБ маталар және әрлеу жұмыстарын жүргізу үшін жүзгін өсімдігінен алынған сығындылар. Жүзгін (лат. Calligonum aphyllum) - Қазақстанның оңтүстігінде өсетін қарақұмық тұқымдасының көпжылдық тармақталған бұталарының тұқымы. Бұл өсімдіктер көптеген елдерде дәрі ретінде кеңінен қолданылады. Бояу мақсатында жапырақтардан, бұтақтардан және тамырлардан сығындылар жасау жұмыстарының реттілігі анықталды. Жүзгін өсімдігінің әртүрлі бөліктерінен жасалған сығындылар арқылы маталарды әртүрлі түстермен бояуға болатыны анықталды. Жеңіл өнеркәсіпте өсімдік бояғыштарын қолдану экологияны жақсартуға және сапалы экологиялық материалдар алуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: тоқыма материалдары, жүзгін өсімдігі, физика-механикалық қасиеттер, маталарды әрлеу.

ПРИМЕНЕНИЕ В ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАТУРАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ ИЗ РАСТЕНИЙ ЖУЗГИН, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

К.БЕКТАЕВ, Б.АБЗАЛБЕКҰЛЫ*, Г.Т. ОРАЗ

(Таразский университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Толе би, 60)

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

В настоящее время применение синтетических красителей в легкой промышленности создает серьёзные экологические и экономические проблемы и становится все более очевидным. Во многих научных исследованиях отмечают, что в текстильной и кожевенной промышленности именно отделочные процессы наносят наибольший урон экологии. Для успешного решения экологических проблем отделочного производства в легкой промышленности необходима разработка специальных экологических технологий отделки текстиля, кожи и меха, обеспечивающих создание нетоксичных материалов — экотекстиля, соответствующего требованиям международных стандартов. Целью работы является применение экстрактов из местного растительного сырья для экологической отделки материалов легкой промышленности как один из направлений решения данной проблемы. В данной работе рассматриваются текстильные материалы, для применения в деталях верха обуви, их виды, физико-механические свойства тканей, также экологические методы крашения материалов. Для исследования были выбраны 5 различных образцов тканей различной толщины, произведенные в Республике Узбекистан и используемые в производстве обуви: ткани стрейчс двух разных толщин, джинсовые и ХБ ткани и

экстракты из растений жузгин для проведения отделочных работ. Жузгин (лат. Calligonum aphyllum) - род многолетних ветвистых кустарников семейства гречневых, произрастающих на юге Казахстана. Эти растения широко используются в качестве лекарств во многих странах. В целях окрашивания определена последовательность работ по изготовлению экстрактов из листьев, веток и корней. Было выявлено, что ткани можно окрашивать в самые разные цвета с помощью экстрактов, приготовленных из разных частей растения жузгин. Применение растительных красителей в легкой промышленности позволит улучшить экологию и получить качественные эко материалы.

Ключевые слова: текстильные материалы, растение жузгин, физико-механические свойства, отделка ткани.

THE USE OF NATURAL DYE FROM ZHUZGIN PLANTS GROWING IN THE SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN IN THE DECORATION OF TEXTILE MATERIALS

K. BEKTAYEV, B. ABZALBEKULY, G.T. ORAZ

(Taraz University named after M.Kh. Dulaty, Kazakhstan, Taraz, Tole bi st. 60)

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

Currently, the use of synthetic dyes in light industry creates serious environmental and economic problems and is becoming more and more obvious. Many scientific studies have noted that in the textile and leather industries, it is the finishing processes that cause the greatest damage to the environment. To successfully solve the environmental problems of finishing production in light industry, it is necessary to develop special eco-technologies for finishing textiles, leather and fur, ensuring the creation of non—toxic materials - ecotextiles that meet the requirements of international standards. The aim of the work is to use extracts from local plant raw materials for the ecological finishing of light industry materials as one of the ways to solve this problem. In this paper, textile materials are considered for the application of shoe upper parts, their types, physical and mechanical properties of fabrics, as well as environmental methods of dyeing materials. For the study, 5 different samples of fabrics of different thicknesses produced in the Republic of Uzbekistan and used in the manufacture of shoes were selected: stretch fabrics of two different thicknesses, denim and cotton fabrics and extracts from zhuzgin plants for finishing work. Zhuzgin (Latin: Calligonum aphyllum) is a genus of perennial branching shrubs of the buckwheat family native to southern Kazakhstan. These plants are widely used as medicines in many countries. For the purpose of staining, the sequence of work on the production of extracts from leaves, branches and roots has been determined. It has been revealed that fabrics can be dyed in a variety of colors using extracts prepared from different parts of the zhuzgin plant. The use of vegetable dyes in light industry can improve the ecology and obtain high-quality environmental materials.

Keywords: textile materials, zhuzgin, physical and mechanical properties, finishing process, dyeing.

Kipicne

XX ғасырдың басында жеңіл өнеркәсіп материалдарын әрлеу үшін қолданылатын әртүрлі синтетикалық бояғыштар табиғи бояғыштарды өндірістен ығыстырып толығымен алмастырды. Ол химия өнеркәсібінің дамуы, өндірісті автоматтандыру және жеңіл өнеркәсіп өнімдеріне арналған материалдардың жаңа түрлерінің пайда болуымен түсіндіріледі. Синтетикалық бояғыштар ауа-райына, сыртқы ортаның кері әсерлеріне төзімді, іс жүзінде шексіз және қанық түс спектрін қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта жеңіл өнеркәсіпті дамытуда көптеген міндеттерді ескеру қажет: экономикалық, әлеуметтік, экологиялық

және т.б. Қоршаған ортаны қорғау, өндірістің және бұйымдар мен материалдардың экологиялық ахуалын жақсарту үшін бұл міндеттер өте маңызды. 2002 жылы Дүниежүзілік Ұйымы «ЮНЕСКО» тарапынан әлемдегі экологиялық жағдайдың нашарлауына байланысты синтетикалық материалдарды қолданбай алынатын экологиялық қауіпсіз жеңіл өнеркәсіп бұйымдарын өндіру туралы маңызды шешім қабылданған [3-6]. Сол себепті қазіргі уақытта көптеген елдерде синтетикалық бояғыштар мен зиянды қоспалармен өңделген тоқыма материалдарын қолдануды шектеу үрдісі байқалады.

Аталған мәселені шешудің бір жолы әрлеу процессінде өсімдіктерден алынған табиғи таза бояуларды қолдану. Қазақстан Республикасының жеңіл өнеркәсібі бұйымдары өндірістеріне қажетті бояуларды жергілікті өсімдіктерден алу үшін үлкен шикізат әлеуеті бар.

Табиғи бояғыштардың артықшылықтары - түстер үйлесімділігі, бояудың жоғары тұрақтылығы және қанықтылығы, биологиялық ыдырауы, қоршаған ортаға және адам денсаулығына зиянсыз. Мұны археологиялық қазбалардан табылған мұражайдағы тоқыма материалдары дәлелдейді [5]. Көптеген ғалымдардың зерттеулерінде өсімдіктерден алынған бояғыштардың қасиеттерін әр түрлі қоспалар арқылы түрлендіруге және жақсартуға болатындығы жазылған [5-10].

Әдебиеттік шолу

Қазіргі уақытта жеңіл өнеркәсіп бұйымдары өндірісінде қолданылатын синтетикалық бояғыштардан туындайтын экологиялық мәселелер 20 ғасырдың ортасында белгілі болды және артуда. Көптеген ғылыми еңбектерде тоқыма және былғары өнеркәсіптері өндірісінде экологияға үлкен зиян келтіретін әрлеу процесстері екендігі жазылған.

Жеңіл өнеркәсіп саласындағы кәсіпорындардың тудыратын экологиялық мәселелері үш аспектіде көрінеді:

- қоршаған ортаның ластануына байланысты мәселелер;
- өндірістік цехтардың ластануына байланысты мәселелер;
- тоқыма бұйымдарын пайдалануға байланысты мәселелер.

Жеңіл өнеркәсіп кәсіпорындары өндірістерінен туындайтын қоршаған ортаның ластануына мыналар жатады:

- ауаға таралатын ластаушы заттар;
- су бассейнінің және ағынды суларының ластануы;
- өндіріс қалдықтарымен қоршаған ортаны ластау.

Әрлеу өндірісінің ағынды суларында әр түрлі құрылымдағы қауіпті хромофорлық жүйелері бар бояғыштардың қалдықтары кездеседі: азобояғыштар, тікелей бояғыштар, металл кешендері, күкірт, оксиді және т.б. Олар канцерогендер болып табылады: өт қабын, бауырды, бүйректі және т.б. маңызды органдарды зақымдайды.

Сонымен қатар әрлеу өндірісінің ағынды суларында қышқылдар, сілтілер, жұмсартқыштар және т.б. сияқты алдын-ала немесе соңғы әрлеу үшін қолданылатын технологиялық толықтырғыш заттар да жиі кездеседі [2]. Ғылыми дереккөздерде «Қазір әлемде шамамен 250 млн. тонна жұмсалатын және оның бір бөлігі бақылаусыз қоршаған ортаға түсетін органикалық химиялық өнімдердің жалпы санынан айтарлықтай үлес химиялық-тоқыма технологияларына тиесілі» [2,3] деп көрсетілген

Синтетикалық бояғыштарды қолдана отырып, әрлеу өндірісінің суларды ластауы Қазақстандық ғалымдардың бірқатар жұмыстарында сипатталған [4,5] және бұл мәселені шешу үшін жаңа жабдықты пайдалану немесе ескілерін толық өзгерту ұсынылған.

Әрлеу өндірісінде бірнеше мың органикалық бояғыштар мен қосалқы химиялық заттар қолданылады, олардың едәуір бөлігі (10-30%) өнеркәсіптік ағынды суларға түседі. Ғылыми деректерге сәйкес [6,7,8] ірі әрлеу зауыттары толық жұмыс жасағанда бояғыштардың тәуліктік шығыны 1000 кг-нан асады, оның кем дегенде 25% - ы өндірістік ағындарға төгіледі және табиғи су айдындарын ластайды. Сондай-ақ, жеңіл өнеркәсіп материалдарын әрлеу процессі ең көп су ресурстарын қажет етеді: 1 кг тоқыма материалдарын әрлеу үшін 200-300 литр су, 45-55 квт/сағ электр энергиясы жұмсалады [7].

Сонымен қатар, әрлеу процессі кезінде аммиак, хлор, күкірт және азот оксидтері, күкіртсутек, формальдегид және т.б. сияқты зиянды заттар сыртқы ортаға шығарылады. Қоршаған ортаға экологиялық қауіпті төмендету үшін ең алдымен, ағынды суларға зиянды химиялық заттардың төгілуін, қоршаған ортаға шығарылуын болдырмау немесе күрт азайту қажет. Бұл мәселелерді дұрыс шешудің бір жолы арнайы стандарттардың талаптарына сәйкес келетін тоқыма бұйымдары мен материалдарын әрлеудің экологиялық технологияларын әзірлеу болып табылады.

Экологиялық технологияларды жетілдірудің бір жолы - өсімдік шикізатынан алынған табиғи бояғыштармен тоқыма материалдарын әрлеу технологиясын жасау. Қазақстанда табиғи бояғыштарды өндіру үшін өсімдіктердің алуан түрлері, орасан зор шикізат базасының бар екенін ескерсек, мұндай бастамалар өте өзекті болып табылады. Ондай бояғыштардың көпшілігі

өсімдіктердің тамырларынан, ағаштарынан, қабықтарынан, жидектерден, жапырақтардан, гүлдерден және тұқымдардан алынуы мүмкін [11-15].

Өсімдіктердің тамырлары, бұтақтары, жидектері мен жапырақтарында пигменттердің бай жиынтығы кездеседі: антрахинондар, флавоноидтар және каротиноидтар. Олар жеңіл өнеркәсіп бұйымдары мен материалдарын қанық және алуан түрлі түстерге бояйды. Өсімдік экстрактілерінен алынған бояғыштарды мақта, жүн, жібек, зығыр талшықтарына, сондай-ақ әртүрлі былғары мен тоқыма материалдары мен бұйымдарын бояуда қолдануға болады. Өсімдік негізіндегі экстрактілер ресурс сақтаушы жүйе болып табылады және оны өсіру мен өндіру үрдістері қоршаған ортаға кері әсер етпейді. Сонымен қатар өсімдіктерден алынған бояғыштар

жеңіл өнеркәсіп бұйымдарына жақсы гигиеналық қасиеттер береді, ультракүлгін сәулеленуден қорғайды және бактерияға қарсы белсенділік сияқты бірегей қасиеттер бере алады [11-15].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Жұмыстың зерттеу нысаны – аяқ киімнің үстіңгі бөліктеріне арналған ағартылған мақта маталар: стрейдж, джинсы және х/б және жүзгін өсімдіктерінен алынған бояғыш экстрактілер (лат. *Calligonum aphyllum*). Жүзгін – Қазақстанның оңтүстіктігіндегі барлық жерде өсетін қарақұмық тұқымдасының көпжылдық тармақталған бұталарының тұқымы. Бұл өсімдіктер көптеген елдерде дәрі ретінде кеңінен қолданылады.

Мата үлгілерін бояу үшін жүзгін өсімдіктерінің әртүрлі бөліктерінен алынған экстрактілер қолданылды: жапырақтары, бұтақтары және тамыры (1-сурет).



Сурет 1. Жүзгін жапырағы, бұтағы, тамыры

Маталардың беріктік қасиеттерін зерттеу М.Х. Дулати атындағы Тараз университетінің «Тоқыма, материалтану және стандарттау» кафедрасының зертханасында Tinius Olsen H25S әмбебап үзу машинасында жүргізілді.

Зерттеу жұмыстары халықаралық ISO 5082-82 және МЕСТ 53226-2008 «Созу және ұзару кезінде беріктік шегін анықтау» стандарттарымен жүргізілді» [36,37,38]. Маталардың беріктік қасиеттерін анықтау үшін өлшемдері 50x200мм болатын (матаның ұзына бойымен 5 үлгі, көлденең 5 үлгі) дайындалды.

Зерттелінген маталардың аяқ киімге арналған маталарға қойылатын талаптарға сәйкестігі ISO 5081-77, ISO 5082-82, 1973 «Тоқыма материалдары. Маталар мен бөлшектер» және МемСТ 1919-93 ISO 19196-93 «Аяқ киім материалдары, жалпы техникалық сипаттамалары»

(Fabrics for Shoes, General Specifications) стандарттарына сәйкес тандалынып алынды.

МЕСТ 1919-93 бойынша аяқ киімнің үсті бөлшектеріне арналған маталардың беріктік қасиеттеріне қойылатын талаптарға басты назар аударылады. Матаның үзілу беріктігі негіз бойынша 736Н, ал арқау бойынша 589Н кем болмауы қажет. Матаның үзілуге дейінгі ұзаруы негіз бойынша 8% және арқау бойынша 9% кем болмауы қажет.

Зерттеуге Өзбекстан Республикасында өндірілген және аяқ киім өндірісінде қолданылатын әр түрлі қалыңдықтағы 4 түрлі мата үлгідері тандалынып алынды: стрейдж, джинса және х/б маталары. Мата үлгілерінің негізі және арқау бойынша 10 см – дегі жіптер саны және тығыздығы 1-кестеде берілген.

Тоқыма материалдарын әрлеу әдістері

Жүзгін өсімдіктерінің әртүрлі бөліктерінен (жапырақтары, бұтақтары мен тамыры) алынған

бояғыш экстрактілерімен бояу мордانتсыз жүргізілді. Өсімдік экстрактісін дайындау үшін 1 литр қайнатылған суға 50 гр өсімдік жапырақтарынан, бұтақтарынан және тамырларынан ұнтақталған ұнтақ қосылды. Содан кейін алынған қайнаған бояу экстрактісіне тегістелген, ағартылған, алдын-ала суланған маталардың үлгілерін салып және 70-80°C температурада үнемі араластыра отырып, бояу жұмыстарын 1 сағат бойы жүргізді.

Ванна модулі бояудың оңтайлы жағдайларына сәйкес келуі керек. Матаны ерітіндіге толығымен батырып, оңай араластырған кезде, мата тегіс боялады. Бояудан кейін матаны

алып, сығып, алдымен ыстық, содан кейін суық сумен мұқият шайылады.

Нәтижелері және оларды талқылау

Аяқ киімге арналған әр түрлі маталардың физика-механикалық қасиеттері зерттелініп, МЕСТ 1919-93, ISO 19196-93 «Аяқ киім материалдары, жалпы техникалық сипаттамалары» стандарттарына сәйкес келетін мата үлгідері таңдалынып алынды (кесте 1). Берілген маталардың үзілу беріктігі негіз бойынша 736Н, ал арқау бойынша 589Н кем емес және үзілуге дейінгі ұзаруы негіз бойынша 8% және арқау бойынша 9% кем емес.

Кесте 1. Маталардың физика-механикалық қасиеттері

Үлгі №	Негізі бойынша 10 см – дегі жіптер саны	Арқауы бойынша 10 см – дегі жіптер саны	Негізі бойынша үзілу күші (Н)	Арқауы бойынша үзілу күші (Н)	Негізі бойынша үзілуге дейінгі ұзаруы (%)	Арқауы бойынша үзілуге дейінгі ұзаруы (%)	Беттік тығыздығы (г/м ²)
№1Стрейч	430±3.5	240.0±3.0	1140	715	8,03	53,1	0,0234
№2Стрейч	360.8±3.0	264.0±2.5	1000	654	34,0	25,8	0,0233
№3Джинса	310.0±3.0	241.0±2.0	1230	726	14,5	14,6	0,0238
№4Мақта мата	370±2.0	260±2.5	777	508	23,2	33,5	0,0124

Жұмыста таңдалынып алынған мата үлгілерін өсімдіктен алынған экстракты негізінде әрлеу үшін зерттеу жүргізілді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша қатты стрейч матасын жүзгін жапырағының экстрактісімен бояғанда, қоңыр түске боялды, ал жүзгін бұтағының экстрактісімен бояу ашық қоңыр түске айналатынын, сондай-ақ өсімдіктің тамыры ашық қоңыр түс беретінін көрсетті. Қанық және біркелкі түс өсімдік жапырақтарына негізделген экстрактіден алынды (2-кесте).

Қатты стрейч матасын жүзгін жапырағының экстрактісімен бояғанда, мата сұр түске боялды, ал жүзгін бұтағы мен тамырының экстрактілерімен бояғанда мата үлгілері сұр және қанық сұр түстерге боялды. Бұл сынамаларда да қанық және біркелкі түс өсімдік жапырақтарына негізделген экстрактімен боялған үлгілерде байқалды (2-кесте). Жұмсақ стрейч матасы жүзгін жапырағының экстрактісімен бояғанда сұр түске, ал бұтағы мен

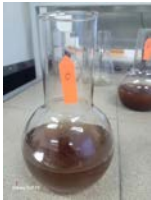
тамырынан алынған экстрактімен бояғанда ашық сұр түстерге боялғандығы байқалады.

Қатты және жұмсақ джинса маталарын жүзгін жапырағының экстрактісімен бояғанда сәйкесінше ашық қоңыр және қоңыр түстерге боялды. Жүзгін бұтағы мен тамырының экстрактілерімен бояғанда мата үлгілері біркелкі сұр түстерге боялды. Ол дегеніміз бояу түстері және қанықтығы матаның қалыңдығы мен құрамына байланысты шығатынын дәлелдейді.

Жүзгін өсімдігі бөлшектерінен алынған экстрактілерімен мақта матасын бояу барысында, бұл мата үлгілерінің біркелкі сұр түске боялғандығы анықталды. Алайда, бұл басқа мата үлгілерінің түстерімен салыстыру барысында ашықтау сұр түске ие болғандығы байқалды.

Зерттеу нәтижелері өсімдіктердің тек жапырағынан ғана емес, бұтақтары мен тамырларынан да экологиялық таза және қосымша зиянды химиялық толықтырғыштарсыз бояу алуға болатындығы көрсетті.

Кесте 2. Боялған мата үлгілері

№	Бақылау үлгісі	Жүзгін жапырағы	Жүзгін бұтағы	Жүзгін тамыры
	Бояу экстрактіле рі			
1	Стрейч қатты			
2	Стрейч жұмсақ			
3	Джинса қатты			
4	Джинса жұмсақ			
5	Мақта мата			

Қорытынды

Соңғы жылдары бірқатар ғалымдар табиғи бояғыштарды қолдану жеңіл өнеркәсіптерінде әрлеу өндірісінің экологиялық мәселелерін шешудің негізгі жолдарының бірі ретінде көрсетті. Жүзгін өсімдіктерінің әртүрлі бөліктерінен алынған

экстрактілерді қолдану арқылы жүргізілген зерттеулер бұл тұжырымдаманы растайды.

Жүзгін өсімдіктерінің жапырақтарынан, бұтақтарынан және тамырларынан алынған бояу экстрактілерімен боялған маталарды әртүрлі

мақсаттағы аяқ киімнің үстіңгі бөліктеріне қолдануға болады.

Сондай-ақ, әдеби дереккөздерде аталып өткендей, зерттелген өсімдіктің биоцидтік қасиеттері бар, бұл адам терісін саңырауқұлақтар мен вирустар сияқты әртүрлі микроорганизмдердің зиянды әсерінен қорғауға мүмкіндік береді. Табиғи бояғыштардың осы түрлерін қолдану бактерияға қарсы препараттармен қосымша емдеуді қажет етпейді және бұл шығындарды үнемдеуге әкеледі.

Қазақстанда табиғи, экологиялық таза бояғыштар алу үшін қажетті шикізаттың әлеуетті көзі бола алатын 250-ден астам бояғыш өсімдіктер өседі. Бұл жеңіл, тоқыма өндірістері үшін жеткілікті үлкен шикізат базасы. Жеңіл өнеркәсіп материалдарын табиғи бояғыштармен бояу өте қарапайым технологияға ие және қосымша жабдықты қажет етпейді. Бұл өз кезегінде шикізаттың өзіндік құнының төмендеуіне әсер ететін басты фактор екендігін атап көрсетуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шагина Н. А. Разработка экологичной технологии использования природных красителей растительного происхождения в колорировании текстиля //Дисс. к. т. н., М. – 2015.
2. Киселёв А. М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов //Российский химический журнал. – 2002. – Т. 46. – №. 1. – С. 20-30.
3. Ковтун Л. Г. и др. Влияние процесса крашения шерсти природными красителями на растворимость шерстяного волокна в мочевино-гидросульфитном и щелочном растворах //Технология текстильной промышленности. – 2007. – №. 3. – С. 298.
4. Баданова Р. Р., Баданов И. К., Баданов К. И. Устройство для реализации химико-технологических процессов текстильной промышленности //Механика и технологии. – 2014. – №. 4. – С. 24-30.
5. Баданов К.И. и др. Устройство для жидкостной обработки текстильных материалов Патент №17654, (Республика Казахстан)
6. Епишкина В. А., Архипова М. Б., Киселев А. М. О возможности снижения экологической нагрузки в процессах отделки текстильных материалов //Экология и промышленность России. – 2000. – №. 4. – С. 58-69.
7. Епишкина В. А., Крашение шерстяных материалов кислотными красителями с рациональным использованием воды. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. - №3. – С.64-67.
8. Robinson T. et al. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative //Bioresource technology. – 2001. – Т. 77. – №. 3. – С. 247-255.

9. Голиков В. Органические хроматические материалы на основе природных красителей в произведениях искусства: природа, технологии приготовления и применения, методы исследования. – Litres, 2021.

10. Le Coz, C.J., (2005). Dyes in Encycloped ia of Toxicology, W. Editor-in-Chief: Philip, Editor 2005, Elsevier: New York. 104-114p.

11. Hernández-Montoya V. et al. Competitive adsorption of dyes and heavy metals on zeolitic structures //Journal of environmental management. – 2013. – Т. 116. – С.213-221.

12. Sabyrkhanova S. S., Bitlisi B. O., Yeldiyar G. K. Comparative analysis of the market of the leading countries of the world and Kazakhstan for the production of textile materials used in the shoe industry //Tekhnologiya tekstilnoi promyshlennosti. – 2022. – Т. 1. – №. 397. – С. 18-22.

13. Wisniak J. Dyes from antiquity to synthesis //Indian journal of history of science. – 2004. – Т. 39. – №. 1. – С. 75-100.

14. Cannon J., Cannon M. Dye plants and dyeing. – London: The Herbert Press, Ltd., 1994. – Vol. 31. 128p.

15. Serebryakov I. G. Morphology of vegetative organs of higher plants //M.: Sovetskaya nauka. – 1952.

REFERENCES

1. Shagina N. A. Razrabotka ekologichnoy tekhnologii ispol'zovaniya prirodnikh krasiteley rastitelnogo proiskhozhdeniya v kolorirovanii tekstilya. [Development of an Eco-Friendly Technology for the Use of Natural Plant-Based Dyes in Textile Coloration] – Moscow, 2015. (In Russian)
2. Kiselev A. M. Ekologicheskie aspekty protsessov otdelki tekstil'nykh materialov. [Ecological Aspects of Textile Finishing Processes] – Rossiiskii khimicheskii zhurnal. 2002. Vol. 46, No. 1, pp. 20–30. (In Russian)
3. Kovtun L. G., et al. Vliyaniye protsessa krasheniya shersti prirodnymi krasitelyami na rastvorimost' sherstyanogo volokna v mochevino-gidrosul'fitnom i shchelochnom rastvorakh. [Effect of Wool Dyeing with Natural Dyes on Solubility of Wool Fiber in Urea-Hydrosulfite and Alkaline Solutions] – Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti. 2007. No. 3, p. 298. (In Russian)
4. Badanova R. R., Badanov I. K., Badanov K. I. Ustroistvo dlya realizatsii khimiko-tekhnologicheskikh protsessov tekstil'noi promyshlennosti. [Device for Implementation of Chemical-Technological Processes in Textile Industry] – Mekhanika i tekhnologii. 2014. No. 4, pp. 24–30. (In Russian)
5. Badanov K. I., et al. Ustroistvo dlya zhidkostnoi obrabotki tekstil'nykh materialov. [Device for Liquid Processing of Textile Materials] – Patent No. 17654, Respublika Kazakhstan. (In Russian)
6. Epishkina V. A., Arkhipova M. B., Kiselev A. M. O vozmozhnosti snizheniya ekologicheskoy nagruzki v protsessakh otdelki tekstil'nykh materialov. [Possibilities for

Reducing Environmental Impact in Textile Finishing Processes] – *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2000. No. 4, pp. 58–69. (In Russian)

7. Epishkina V. A. Krashenie sherstyanykh materialov kislotnymi krasitelyami s ratsional'nym ispol'zovaniem vody. [Dyeing of Wool Materials with Acid Dyes with Rational Water Use] – *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2003. No. 3, pp. 64–67. (In Russian)

8. Robinson T., et al. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative – *Bioresource Technology*. 2001. Vol. 77, No. 3, pp. 247–255.

9. Golikov V. Organicheskie khromaticheskie materialy na osnove prirodnikh krasitelei v proizvedeniyakh iskusstva: priroda, tekhnologii prigotovleniya i primeneniya, metody issledovaniya. [Organic Chromatic Materials Based on Natural Dyes in Works of Art: Nature, Preparation Technologies, Applications, Research Methods] – Litres, 2021. (In Russian)

10. Le Coz C. J. Dyes // In: *Encyclopedia of Toxicology*. Ed. Philip Wexler. – New York: Elsevier, 2005. – pp. 104–114.

11. Hernández-Montoya V., et al. Competitive adsorption of dyes and heavy metals on zeolitic structures – *Journal of Environmental Management*. 2013. Vol. 116, pp. 213–221.

12. Sabyrkhanova S. S., Bitlisi B. O., Yeldiyar G. K. Sravnitel'nyi analiz rynka vedushchikh stran mira i Kazakhstana po proizvodstvu tekstil'nykh materialov, ispol'zuemykh v obuvnoy promyshlennosti. [Comparative Analysis of the Market of the Leading Countries of the World and Kazakhstan for the Production of Textile Materials Used in the Footwear Industry] – *Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2022. No. 397(1), pp. 18–22. (In Russian)

13. Wisniak J. Dyes from antiquity to synthesis – *Indian Journal of History of Science*. 2004. Vol. 39, No. 1, pp. 75–100.

14. Cannon J., Cannon M. Dye Plants and Dyeing. – London: The Herbert Press, 1994. – Vol. 31. – 128 p.

15. Serebryakov I. G. Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rastenii. [Morphology of Vegetative Organs of Higher Plants] – Moscow: Sovetskaya nauka, 1952. (In Russian).

**"SAUKELE" - CLOTHING COLLECTION:
INTEGRATION OF TRADITIONS IN THE CONTEXT OF SLOW FASHION**

¹M.YE. ZHANGUZHINOVA* , ²A.M. TALGATBEKOVA , ³I.A. RYSBAEVA ,
⁴K.D. KOZHABERGENOVA 

(¹Temirbek Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts, Kazakhstan, 050000, Almaty, Panfilov st., 127,
2Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi st., 100,
³Kyrgyz State Technical University, Kyrgyzstan, 720001, Bishkek, Miraavenue, 66,
⁴Kazakh University of Technology and Business, Kazakhstan, 010000, Astana, K. Mukhamedzhanov st., 37a)
Corresponding author's email: aumira@mail.ru*

The research topic focuses on studying the symbolism of the traditional Kazakh bridal headdress "Saukele" as a constant in sustainable clothing design in Kazakhstan. The scientific significance of the work lies in the theoretical justification of Kazakh cultural and historical traditions and the principles of ethnic style as a form of identification in the context of globalization, shaping sustainable clothing design. The practical significance of the research is reflected in the identification of visual codes and their adaptation to contemporary Kazakhstani fashion. The research methodology is determined by the historical and cultural context of Saukele, a theoretical overview of the global Slow Fashion market and sustainable design, and the integration of traditional motifs into modern fashion. The main results of the research include an analysis of the Slow Fashion principles in the Art-collection of evening wear under the motto of Saukele by the Kazakh brand GLOBAL NOMADS. The research findings highlight the cultural and historical value of the traditional Kazakh headdress "Saukele" and the adaptation of its visual codes in modern Kazakh fashion through the integration of ethnic motifs into the global fashion discourse. The value of the conducted research lies in the scientific and theoretical justification of the Slow Fashion principles for the sustainable design of the traditional Kazakh headdress "Saukele," contributing to the development of an environmentally conscious clothing industry. The practical significance of the findings is in identifying the visual codes of the traditional Kazakh headdress "Saukele" and their successful adaptation in clothing collections, which promotes the popularization of Kazakhstan's cultural heritage on a global level, the development of sustainable fashion within the Slow Fashion context, and the implementation of environmentally and culturally oriented approaches in contemporary clothing design.

Keywords: traditional Kazakh bridal headdress "Saukele," sustainable design, Slow Fashion, GLOBAL NOMADS, ornament, symbolism.

**«СӘУКЕЛЕ» - КИІМДЕР КОЛЛЕКЦИЯСЫ:
SLOW FASHION КОНТЕКСТІНДЕГІ ДӘСТҮРЛЕР ИНТЕГРАЦИЯСЫ**

¹М.Е.ЖАНГУЖИНОВА*, ²А.М. ТАЛҒАТБЕКОВА,
³И.А. РЫСБАЕВА, ⁴К.Д. КОЖАБЕРГЕНОВА

(¹Темірбек Жүргенов атындағы Қазақ Ұлттық Өнер академиясы, Қазақстан, 050000, Алматы, Панфилов к., 127,
²Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы, Төле би к., 100,
³Қырғыз Мемлекеттік Техникалық Университеті, Қырғызстан, 720001, Бишкек, Мира к., 66,
⁴Қазақ Технология және Бизнес Университеті, Қазақстан, 010000, Астана, К.Мухамеджанов к., 37а)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aumira@mail.ru*

Зерттеу тақырыбы Қазақстандағы тұрақты киім дизайнының константасы ретінде дәстүрлі қазақ қалыңдық бас киімі – «Сәукеленің» символизмін зерттеуге бағытталған. Жұмыстың ғылыми маңыздылығы – жаһандану жағдайында киімнің тұрақты дизайнын қалыптастыратын қазақтың мәдени-тарихи дәстүрлері мен этникалық стиль қағидаттарын ғылыми-теориялық негіздеуде. Жұмыстың практикалық маңыздылығы визуалды кодтарды анықтау және оларды қазіргі Қазақстан сәніне бейімдеумен сипатталады. Зерттеу әдістемесі сәукеленің

тарихи-мәдени контекстіне, Slow Fashion және тұрақты дизайнның жаһандық нарығына теориялық шолу жасауға, дәстүрлі мотивтерді қазіргі заманғы сәнге интеграциялауға негізделген. Зерттеудің негізгі нәтижелері Slow Fashion қазғидаттарын «GLOBAL NOMADS» Қазақстандық бренді әзірлеген «Саукеле» ұранымен кешикі киімдер өнер коллекциясында талдау арқылы бейнелейді. Зерттеу қорытындылары қазақтың дәстүрлі бас киімі – «Саукеленің» мәдени-тарихи құндылығын және этникалық мотивтерді жаһандық сән дискурсына интеграциялау арқылы қазіргі Қазақстан сәнінде визуалды кодтарды бейімдеудің маңыздылығын көрсетеді. Зерттеудің құндылығы – дәстүрлі қазақ бас киімі «Саукеле» үшін Slow Fashion қазғидаттарын тұрақты дизайнға ғылыми-теориялық негіздеуде, бұл экологиялық саналы киім индустриясының дамуына ықпал етеді. Жұмыстың практикалық маңыздылығы қазақтың дәстүрлі бас киімі «Саукеленің» визуалды кодтарын анықтап, оларды киім коллекцияларында сәтті бейімдеуде, бұл Қазақстанның мәдени мұрасын жаһандық деңгейде танымал етуге, slow fashion контекстінде тұрақты сәнді дамытуға және қазіргі киім дизайнында экологиялық және мәдени бағытталған тәсілдерді енгізуге ықпал етеді.

Негізгі сөздер: дәстүрлі қазақ қалыңдық бас киімі – «Саукеле», тұрақты дизайн, Slow Fashion, GLOBAL NOMADS, ою-өрнек, символизм.

КОЛЛЕКЦИЯ ОДЕЖДЫ «САУКЕЛЕ»: ИНТЕГРАЦИЯ ТРАДИЦИЙ В КОНТЕКСТЕ SLOW FASHION

¹М.Е. ЖАНГУЖИНОВА, ²А.М. ТАЛГАТБЕКОВА,

³И.А. РЫСБАЕВА, ⁴К.Д. КОЖАБЕРГЕНОВА

(¹Казахская Национальная Академия Искусств им. Темирбека Жургенова, Казахстан, 050000, Алматы, ул.Панфилова 127,

²Алматинский Технологический Университет, Казахстан, 050012, улица Толе Би 100,

³Кыргызский Государственный Технический Университет, Кыргызстан, 720001, Бишкек, пр.Мира, 66,

⁴Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова,

Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Кайым Мухамедханова, 37а)

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

Тема исследования направлена на изучение символизма традиционного казахского головного убора невесты – «Саукеле» как константы в устойчивом дизайне одежды в Казахстане. Научная значимость работы заключается в научно-теоретическом обосновании казахских культурно-исторических традиций и принципов этнического стиля как идентификации в условиях глобализации, формирующих устойчивый дизайн одежды. Практическая значимость работы заключается в определении визуальных кодов и их адаптации в современной Казахстанской моде. Методология исследования обусловлена историко-культурным контекстом Саукеле, теоретическим обзором глобального рынка Slow Fashion и устойчивого дизайна, интеграцией традиционных мотивов в современную моду. Основные результаты исследовательской работы отражают анализ принципов Slow Fashion в Арт-коллекции вечерней одежды под девизом Саукеле от казахстанского бренда GLOBAL NOMADS. Выводы исследования подчеркивают значение культурно-исторической ценности традиционного казахского головного убора «Саукеле» и адаптацию визуальных кодов в современной моде Казахстана через интеграцию этнических мотивов в глобальный модный дискурс. Ценность проведенного исследования заключается в научно-теоретическом обосновании принципов Slow Fashion для устойчивого дизайна традиционного казахского головного убора «Саукеле», способствующего развитию экологически осознанной индустрии одежды. Практическое значение итогов работы состоит в выявлении визуальных кодов традиционного казахского головного убора «Саукеле», и их успешной адаптации в коллекциях одежды, что способствует популяризации культурного наследия Казахстана на глобальном уровне, развитию устойчивой моды в контексте slow fashion и внедрению экологически и культурно-ориентированных подходов в современный дизайн одежды.

Ключевые слова: традиционный казахский головной убор невесты – «Саукеле», устойчивый дизайн, Slow Fashion, GLOBAL NOMADS, орнамент, символизм.

Introduction.

This research is relevant because it addresses aspects of sustainable design development in Kazakhstan. One such aspect is the traditional Kazakh bridal headdress, the Saukele, which vividly represents the Slow Fashion concept in timeless clothing design. The purpose of the scientific investigation is to explore the potential of the Kazakh Saukele as a symbol of national identity and an object of sustainable design within the framework of the Slow Fashion concept.

While integrating cultural heritage into global Slow Fashion trends, a challenge was identified: the adaptation of a unique aesthetic code within the context of contemporary fashion. A study of the experiences of modern costume designers revealed several problematic situations, particularly in the misapplication and interpretation of the Saukele for different occasions, age groups, and social statuses. Object of the study: Art collections of evening wear under the motto Saukele, developed by the Kazakhstani brand GLOBAL NOMADS. The subject of the study: The integration of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele into contemporary fashion within the framework of Slow Fashion.

Research Objectives:

1. Examine the historical, cultural, and symbolic context of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele.
2. Explore the integration of the principles of historical, cultural, and symbolic contexts of Slow Fashion into contemporary fashion.
3. Analyze Slow Fashion criteria and develop recommendations for practical applications in clothing design.

The research task includes surveying potential consumers to identify demand for products with an ethnic context.

The study employs the following methods: Art history, cultural, and ethnographic analysis, Theoretical review and analysis, Case studies, Sociological surveys, Research Approaches

The research integrates several approaches, including:

- Historical and cultural analysis
- Ethnographic approach
- Design experimentation
- Methodological approaches to sustainable design
- Analysis of global fashion trends
- Sociocultural and economic approaches
- Visual and stylistic analysis

- Surveys of respondents (consumers, manufacturers, merchandisers).

Research Hypothesis: the application of historical, cultural, and symbolic contexts of Slow Fashion in contemporary design can serve not only as a means of preserving traditions but also as a tool for the sustainable development of the fashion industry.

Significance of the Study: the integration of visual and symbolic elements of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele into contemporary sustainable clothing design, based on the principles of Slow Fashion and sustainable design, contributes to the preservation of Kazakhstan's cultural heritage, the strengthening of national identity, and the formation of a unique aesthetic code that is in demand in the global fashion market.

Thesis for the Article: The Saukele-themed clothing collection illustrates the potential for integrating cultural and symbolic elements of the traditional Kazakh bridal headdress into contemporary fashion design. Rooted in the principles of Slow Fashion, the collection promotes the preservation of national heritage, the popularization of ethnic style, and the development of sustainable fashion. By employing visual codes and ornamental motifs of the Saukele, the collection not only highlights the unique national identity of Kazakh fashion but also creates a distinctive aesthetic code, offering eco-conscious garments that are sought after in the global fashion industry.

Materials and Methods.

Historical and Cultural Context of the Saukele.

The Saukele is a unique and ceremonial headdress worn by Kazakh brides during the wedding ritual. It is one of the most significant symbols of traditional Kazakh culture, playing a key role in the wedding ceremony by reflecting the social status, family prosperity, and cultural traditions of the bride's family. Traditionally, the bride wore the Saukele during celebrations for up to a year after the wedding. The Saukele was preserved as a family heirloom and passed down through generations, embodying traditional historical, cultural, and ethnic values [1].

In exploring the challenges of adapting this unique aesthetic code, the study involved a review of literature from various disciplines related to clothing design, including: Abekova A.Zh., Ashinov R.B., Dahunsi, B., Dunne, L. E., Ezieva M.M., Esenalieva D.B., Erbol A., Frankopan, P., Gagliardi, N., Kudabayeva A.K., Mühlemann, C., Nikolaos Vryzidis, Nosch, M.-L., Rysymbetov E.K., Smal, D., Talgatbekova A.ZH., Turumkozhayeva Zh.S., Woelfle,

H., Zhao, de Wet, F., Zhanguzhinova M.E., Zhumabaeva A.E., Zhumanazarova A.E.

While studying the historical, cultural, and symbolic context of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele, the following research question emerged: *What principles of historical, cultural, and symbolic contexts can influence Slow Fashion in contemporary fashion design?*

The study is divided into the following stages: theoretical and methodological framework, practical implementation, conclusions and recommendations.

In the process of exploring the symbolism of the Saukele, many researchers have identified a universal cosmological concept found in various cultures around the world. According to *the theory of the world pillar or mountain, which symbolizes the axis of the universe connecting the heavens, the earth, and the underworld*, this axis acts as a bridge between these spheres [2]. The Saukele, with its tall, conical silhouette, is interpreted as a symbol of this axis, reaching from the earth toward the heavens. It accompanies the bride during her transition from one state (childhood) to another (marriage and motherhood), symbolizing an upward movement toward a higher purpose and spiritual maturity. This profound symbolism reflects universal cultural meanings that can resonate deeply in the context of contemporary sustainable fashion.

Through this lens, the Saukele serves as a cultural artifact that not only embodies traditional values but also aligns with modern principles of Slow Fashion by fostering designs with enduring cultural and symbolic significance.

The adornments and ornaments on the Saukele often carry profound sacred meanings. They frequently include cosmological protective patterns and symbols associated with the sun, stars, and other celestial bodies, echoing the concept of the world mountain as the center of the cosmos, surrounded by heavenly lights.

The Saukele symbolized a girl's transition into the status of a married woman and served as a blessing for wealth, happiness, and health in marriage, as well as the support of the family lineage and ancestors. Patterns and decorative elements on the Saukele often embodied deep sacred significance, reflecting the unique national identity of the Kazakh people [3].

Researchers interpret the Saukele not only as an ethnic symbol but also as a cosmological object, encapsulating universal notions of the world's structure, spiritual growth, and the human life journey. It represents a worldview and aesthetic concepts that

blend cultural, spiritual, and philosophical meanings [3].

The Saukele traditionally features a tall, conical shape, reaching heights of 70–90 cm. Its upper part is adorned with embroidery made from gold or silver threads, and it is encrusted with precious and semi-precious stones such as pearls, coral, turquoise, carnelian, and agate, as well as jewelry crafted from gold, silver, and other semi-precious metals. The Saukele was made using luxurious materials like velvet, silk, sheepskin, felt, and beaver skin.

The color palette of traditional Kazakh Saukele typically includes red and white tones, symbolizing purity and vitality. However, modern interpretations of the Saukele embrace a broader spectrum of warm colors, expanding its aesthetic appeal.

The top of the Saukele is decorated with a long veil and owl feathers, as owls are considered sacred birds in Kazakh tradition and are believed to provide protection. These elements emphasize the sacred and protective nature of the headdress, further enriching its cultural and symbolic significance [4].

This intricate blend of materials, colors, and sacred ornamentation not only highlights the unique craftsmanship behind the Saukele but also provides opportunities to reinterpret its elements in contemporary sustainable fashion, ensuring its relevance and resonance in the global fashion market.

Traditional Kazakh bridal headdresses, Saukele, are always unique and never identical. While preserving a common shape and national ornamentation, each headdress features its own distinctive characteristics. The stylistic design of the Saukele reflects regional preferences across Kazakhstan. For example:

- Western Kazakhstan: Saukele from this region are distinguished by massive silver jewelry adorned with geometric patterns.
- Southeastern Kazakhstan: Variants from this area are characterized by intricate inlays of precious and semi-precious stones and embroidery with floral motifs.
- Central and Northern Kazakhstan: These Saukele are often decorated with fur (such as mink, sable, or fox), embroidery with gold and silver threads (kontil), floral and animal patterns, and ornamental braid trims.

Despite their diversity, the various types of Saukele share a unified set of ideological, artistic, and decorative principles. These principles collectively form symbols of national identity, emphasizing the

cultural richness and craftsmanship of Kazakh traditions [5].

Figures 1 and 2 below showcase archival photographs of Kazakh brides in traditional wedding attire with Saukele from the 19th century. These images provide a visual representation of the craftsmanship and cultural significance associated with this iconic headdress.



Figure 1, 2. Archival photographs of Kazakh brides in traditional wedding attire featuring the Saukele headdress from the 19th century.

These images highlight the rich cultural heritage, intricate craftsmanship, and symbolic significance of the Saukele, showcasing its role as a central element in traditional Kazakh bridal attire. The photos serve as valuable visual documentation of historical design practices and inspire contemporary reinterpretations of the Saukele in sustainable fashion.

In the context of the historical and cultural study of the Saukele—the traditional Kazakh bridal headdress—researchers identify it not only as a unique artifact but also as a significant element of national cultural heritage. According to historical and ethnographic literature, the Saukele was crafted from expensive materials and weighed 2.7 kg or more. In the 19th century, its value was estimated at 600 rubles, equivalent to the cost of approximately 60 horses. The use of precious and semi-precious stones in its decoration elevated the Saukele to a high-value item and a symbol of sustainable design, maintaining its relevance over centuries [6,7].

Today, the Saukele continues to play an essential role as a symbol of Kazakh national identity with a unique aesthetic code. It serves as an inspiration for the concept of Slow Fashion, which emphasizes the value, durability, and cultural significance of objects. In contemporary design, the Saukele is a source of ideas for creating clothing, accessories, and scenographic

This combination of regional variation and unified national symbolism underscores the potential for modern reinterpretation of the Saukele in contemporary design, blending tradition with innovation while preserving its cultural essence.

elements, preserving its cultural codes while adapting them to new aesthetic contexts.

Elements of the Saukele are actively used in the collections of modern designers, wedding attire, and jewelry, reflecting efforts to preserve cultural traditions amidst globalization. Furthermore, the Saukele holds a prominent place in cultural events such as exhibitions, festivals, and fashion shows, enhancing the value of cultural heritage within the framework of sustainable development.

This ongoing relevance and reinterpretation of the Saukele illustrate its timeless appeal, making it a cornerstone of both historical and contemporary Kazakh fashion and a vital symbol of sustainable cultural practices.

Thus, the Saukele is not merely a traditional headdress but a reflection of centuries-old history, traditions, and the wealth of Kazakh culture. Its uniqueness and durability affirm the significance of sustainable design approaches, which aim to preserve and develop national heritage within the framework of the contemporary fashion industry.

Based on the conducted research, using the example of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele, the principles of historical, cultural, and symbolic contexts for Slow Fashion were identified. These principles include: traditional historical, cultural,

and ethnic values, Worldview and aesthetic concepts, a symbol of national identity, a unique aesthetic code. Table 1 presents the principles of historical, cultural,

and symbolic contexts within the framework of Slow Fashion.

Table 1. Principles of historical-cultural and symbolic context in Slow Fashion

	Traditional historical, cultural, and ethnic values
	Worldview and aesthetic concepts
	Symbol of national identity
	Unique aesthetic code

The theoretical analysis conducted on the example of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele will help shape the further direction of the research, taking into account the principles of historical-cultural and symbolic context in slow fashion and the possibility of their adaptation in contemporary fashion.

Integration of Principles of Historical-Cultural and Symbolic Context of Slow Fashion into Contemporary Fashion

In contemporary fashion, the adaptation of principles from historical and cultural heritage within the framework of the slow fashion concept is gaining increasing importance. Slow fashion, focused on sustainability, conscious consumption, and respect for traditions, is becoming a significant trend. One striking example of this is the Art Collection of evening wear titled "Saukele," created by the Kazakh brand GLOBAL NOMADS. The authors of the collection are Maya Zhumanbekova and Andrey Burmatikov. This collection was presented at the III International Forum "Fashion Commonwealth" of the CIS. The event brought together over 1,600 representatives from the light industry, creative industries, educational institutions, business communities, and relevant ministries of the Commonwealth of Independent States (CIS) countries [8].

One of the key themes of the forum was the development of sustainable design and the slow fashion

concept. These areas have gained particular relevance amid global environmental challenges and the growing interest in conscious consumption. This not only contributes to the preservation of cultural heritage but also opens new perspectives for the creative economy, strengthening the positions of local brands on the international stage. The forum emphasized the need to shift towards more environmentally friendly and responsible approaches to the production and consumption of fashion products [9].

Inspired by the cultural heritage of the traditional Kazakh bridal headdress Saukele as a source of inspiration for sustainable design, Kazakh designers created the Art Collection of evening wear titled "Saukele." The application of elements from the unique aesthetic code of Saukele, such as Kazakh national ornaments like the "ram's horn, flower," textile techniques like "patchwork, quilting," and the distinctive geometric conical shape, as well as the warm color palette, are integrated into modern silhouettes and evening wear. This allows for the promotion of the symbol of Kazakh national identity in the current context.

Below, in Figure 3, are sketches of the Art Collection of evening wear titled "Saukele," created by the Kazakh brand GLOBAL NOMADS.



Figure 3. Sketches of the Art Collection of Evening Wear titled "Saukele" by the Kazakh brand GLOBAL NOMADS

The GLOBAL NOMADS brand interprets Saukele through the lens of contemporary fashion trends, emphasizing its significance as a symbol of national identity and traditional historical-cultural, ethnic values. This integration helps preserve cultural codes and transmit them through fashion, offering new opportunities to rethink historical traditions within the framework of slow fashion.

This approach not only highlights the uniqueness and longevity of design but also demonstrates how the symbolism of the traditional Saukele can inspire the creation of sustainable fashion collections that maintain their relevance in the global fashion landscape. The art collection by GLOBAL NOMADS is an important example of how fashion can serve not only as an aesthetic expression but also as a means of preserving and promoting worldviews, aesthetic concepts, and cultural heritage.

GLOBAL NOMADS integrates principles of sustainable design and slow fashion into their art

collections, demonstrating respect for traditions, innovations, and ecological values. The use of eco-friendly and refined materials such as velvet, silk, denim, polyester, viscose, chiffon, brocade, mesh, and eco-leather, along with innovative 3D printing technologies, forms the foundation for creating garments that combine refined style with a mindful approach to fashion [10].

These materials not only emphasize the quality and durability of the products but also contribute to minimizing the negative environmental impact. Velvet and silk add luxury and textural depth, while denim and eco-leather bring in modern accents, demonstrating how traditional fabrics and innovative materials can coexist within the concept of slow fashion.

Below in Figures 4 and 5 are models from the Art Collection of evening wear titled "Saukele," created by the Kazakh brand GLOBAL NOMADS, produced in fabric.

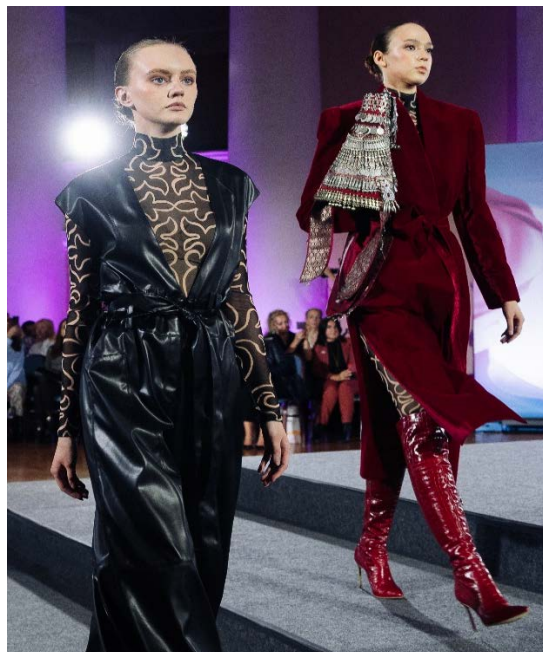


Figure 4, 5. Models of the Art Collection of evening wear under the slogan "Saukele" by the Kazakh brand GLOBAL NOMADS.

The collection by GLOBAL NOMADS serves as an example of how sustainable design can contribute to preserving cultural identity through the integration of local motifs into contemporary fashion, creating clothing that is not only beautiful but also ethical. Thus, the conducted research showed that within the concept of slow fashion, the use of traditional design elements (shapes, proportions, cuts, ornaments, symbols, techniques) that reflect the cultural heritage of the region is relevant. The application of eco-friendly and recycled materials, including natural dyes, an emphasis on high-quality tailoring and durability of products, transparency of the production process, and the exclusion of labor exploitation are crucial in the context of global environmental challenges and the growing interest in conscious consumption [11]. Equally important for sustainable design are versatility, adaptability to different styles and seasons, support for the local economy through collaboration with local workshops, the release of limited collections with unique elements, and the integration of traditional

motifs with modern trends [12]. Innovative technologies, such as 3D printing, and the use of history and symbolism to form a unique brand also play a key role in the global fashion industry.

Results and Discussion.

Analysis of Slow Fashion Criteria and Development of Recommendations for Practical Application in Clothing Design

Based on the analysis of the application of historical-cultural and symbolic context principles in slow fashion, a survey was conducted with three groups of respondents from the GLOBAL NOMADS brand: customers, manufacturers, and merchandisers. The total number of respondents was 45 people, with 15 individuals in each group. All three groups were asked the question – to name the key criteria relevant to the potential demand for products with an ethnic context of Slow Fashion in Kazakhstan. The results of the survey revealed the following responses, as presented in Table 2.

Table 2 Criteria for Demand for Products with an Ethnic Context of Slow Design in Kazakhstan

№	Response Options	Customers	Manufacturers	Merchandisers
1	Authenticity and cultural heritage, ethnic context	95%	99%	85%
2	Eco-friendliness of materials, durability, and quality	100%	100%	98%
3	Ethical production, local brand	95%	100%	75%
4	Multifunctionality and versatility, innovative design	90%	98%	88%
5	Limited collections (Capsule Collections)	38%	87%	55%
6	Informing and engaging the audience	75%	90%	98%

Based on the results of the survey conducted among the three groups of respondents from the GLOBAL NOMADS brand (customers, developers, and merchandisers), Diagram 1 was created, showing

the response options – the criteria for demand for products with an ethnic context of Slow Design in Kazakhstan, presented below.

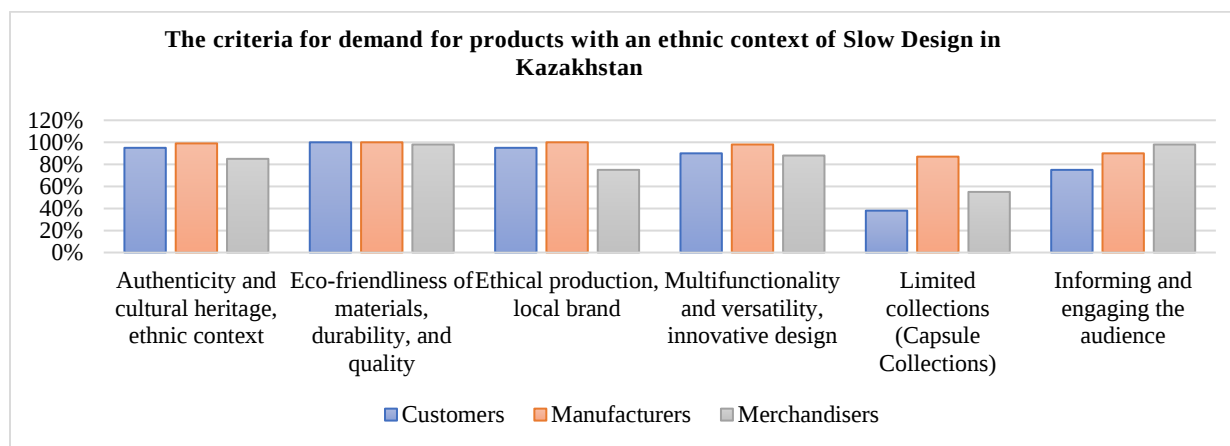


Diagram 1. Criteria for the Demand for Products with an Ethnic Context of Slow Design in Kazakhstan

Based on the analysis of a survey conducted among three groups of respondents from the GLOBAL NOMADS brand (buyers, developers, and merchandisers), key criteria for Slow Fashion relevant to the potential demand for products with an ethnic context were identified.

The study results showed that for all respondent groups, the greatest attention is paid to the sustainability of materials, product durability and quality, authenticity, and cultural heritage.

Comparing the data reveals that each group has its own perception features, but all converge on several key aspects such as ethical production, local manufacturing, limited collections, and the integration of innovative design approaches.

These results suggest that the demand for products with an ethnic context will be high if they meet the requirements of sustainability and cultural tradition preservation, while also combining innovations and eco-friendly practices.

Conclusions

Thus, the conducted research concluded that the importance of integrating historical, cultural, and symbolic contexts, such as elements of the Saukele headdress, into the slow fashion concept contributes to the preservation of national and cultural identity. For designers and manufacturers, it is important to integrate ethnic motifs in combination with eco-friendly materials and modern technologies to create high-quality products adaptable to the global context. Supporting local production, ensuring transparency in processes, and releasing limited collections with a focus on high quality will enhance the uniqueness of the products and the release of exclusive limited collections. Researchers could deepen the study of the symbolism of Saukele and its potential as a foundation for sustainable design, strengthening the role of national traditions in global fashion. Researchers may also focus on studying the symbolic meaning of Saukele and its adaptation within the Slow Fashion concept, which will open new

opportunities for the sustainable development of national fashion.

REFERENCES

1. Жангужинова М.Е., Ербол А., Жуманазарова А.Е., Рысымбетов Е.К., Есеналиева Д.Б. Аксиологический анализ символизма в казахском костюме // Педагогика и психология. No3 (52), (2022): 273-283.
2. Mühlemann, C., Nikolaos Vryzidis (ed): The Hidden Life of Textiles in the Medieval and Early Modern Mediterranean. Contexts and Cross-Cultural Encounters in the Islamic, Latinate and Eastern Christian Worlds. Medieval and Post-Medieval Mediterranean Archaeology Series, III. Bulletin of the School of Oriental and African Studies, (2021): 579-581.
3. Жангужинова М.Е., Ербол А., Ашинов Р.Б., Талгатбекова А.Ж., Абекова А.Ж. Архетипы символов номадов (на примере казахского костюма) // Педагогика и психология. No4 (53), (2022): 273-283.
4. Кудабасва А.К., Жұмабасва А.Е. Этникалық стильде материалға принт түсіру арқылы әйелдер топтамасының жобалау процесін әзірлеу // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. No4 (4), (2023): 13-18.
5. Zhao, F. and Nosch, M.-L. (eds.) Textiles and Dress cultures along the Silk Roads. Thematic Collection of the Cultural Exchanges along the Silk Roads. UNESCO publications. (2022):401.
6. Nosch, M.-L., Zhao, F., Frankopan, P. The World-Wide Web. In Nosch, M.-L., Zhao (eds.) Textiles and Dress cultures along the Silk Roads. UNESCO publications. (2022):362-401.
7. Andersson Strand, E., Mannering, U. and Shamir, O. Sheep wool across Eurasia. In Textile and clothing along the Silk Roads. Feng Zhao and Marie-Louise Nosch (eds). Unesco, China National Silk Museum. Hangzhou. (2022):31-34
8. Казахский орнамент покорил ценителей моды стран СНГ на показе Global Nomads [Электронный ресурс] // Tengrinews.kz. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/kazahskiy-ornament-pokoril-tseniteley-modyi-stran-sng-pokaze-554867/
9. Казахский орнамент покоряет моду СНГ [Электронный ресурс] // ProFashion.ru. URL: <https://profashion.ru/events/shows/kazahskiy-ornament-pokoryaet-modu-sng/>
10. Zhanguzhinova M.Y., Talgatbekova A.M., Ezieva M.M., Turumkozhaeva Zh.S., The ethnofuturism of Kazakhstan's clothing brand "Global Nomads" in the fashion design. The Journal of Almaty Technological University, no 4 (146), (2024): 193-200.
11. de Wet, A. J. C., & Smal, D. Innovative, environmentally sustainable fashion design: a blended learning teaching framework that supports positive emotions and creativity during a design process. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, no 17(2), (2023):133-143.

12. Suhaimi, S. N., Walters, A., & Ward, J. Design thinking mindset: a user-centered approach toward innovation in the Welsh creative industries. International Journal of Design Creativity and Innovation, no 12(4), (2024): 238-257.

13. Boughlala, A., & Smelik, A. Tracing the History of Digital Fashion. Clothing and Textiles Research Journal, (2024).

14. Dahunsi, B., Woelfle, H., Gagliardi, N., & Dunne, L. E. Review and synthesis of expert perspectives on user attribute and profile definitions for fashion recommendation. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, no 17(2), (2023):202-213.

15. Portia Wang, Mark R. Miller, Eugy Han, Cyan DeVeaux, Jeremy N. Bailenson, Understanding virtual design behaviors: A large-scale analysis of the design process in Virtual Reality, Design Studies, no 90, (2024):101237.

REFERENCES

1. Zhanguzhinova M.E., Erbol A., Zhumanazarova A.E., Rysymbetov E.K., Esenalieva D.B. Axiologicheskii analiz simvolizma v kazakhskom kostyume [Axiological analysis of symbolism in Kazakh costume]. Pedagogika i psikhologiya. No 3 (52), (2022): 273-283 – (In Russian)
2. Mühlemann, C., Nikolaos Vryzidis (ed): The Hidden Life of Textiles in the Medieval and Early Modern Mediterranean. Contexts and Cross-Cultural Encounters in the Islamic, Latinate and Eastern Christian Worlds. Medieval and Post-Medieval Mediterranean Archaeology Series, III. Bulletin of the School of Oriental and African Studies, (2021): 579-581.
3. Zhanguzhinova M.Ye., Erbol A., Ashinov R.B., Talgatbekova A.ZH., Abekova A.Zh. Arkhetipy simvolov nomadov (na primere kazakhskogo kostyuma) [Archetypes of symbols of nomads (using the example of Kazakh costume)]. Pedagogika i psikhologiya. no 4 (53), (2022): 273-283 – (In Russian)
4. Kudabayeva A.K., Zhumabaeva A.E. Ehtnikalyk stil'de materialfa print tysiru arkyly әielder toptamasyның zhoalau protsesin әzirleu [Development of the process of designing a women's collection with the execution of a print of the material in an ethnic style]. The Journal of Almaty Technological University, no 4, (2023):13-18. – (In Kazakh)
5. Zhao, F. and Nosch, M.-L. (eds.) Textiles and Dress cultures along the Silk Roads. Thematic Collection of the Cultural Exchanges along the Silk Roads. UNESCO publications. (2022):401.
6. Nosch, M.-L., Zhao, F., Frankopan, P. The World-Wide Web. In Nosch, M.-L., Zhao (eds.) Textiles and Dress cultures along the Silk Roads. UNESCO publications. (2022):362-401.
7. Andersson Strand, E., Mannering, U. and Shamir, O. Sheep wool across Eurasia. In Textile and clothing along the Silk Roads. Feng Zhao and Marie-Louise Nosch (eds). Unesco, China National Silk Museum. Hangzhou. (2022):31-34
8. Tengrinews.kz. Kazakh ornament conquers fashion enthusiasts of the CIS countries, will be shown at Moscow

Fashion Week // Tengrinews.kz. 2024. [Tengrinews.kz. Kazakh ornament pokoril tseniteley mody stran SNG, pokazhet na Nedeley mody v Moskve]. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/kazahskiy-ornament-pokoril-tseniteley-modyi-stran-sng-pokaze-554867/ (In Russian).

9. Profashion. Kazakh ornament conquers fashion of the CIS countries // Profashion. [Profashion. Kazakh ornament pokoryaet modu SNG]. 2020. URL: <https://profashion.ru/events/shows/kazahskiy-ornament-pokoryaet-modu-sng/> (In Russian).

10. Zhanguzhinova M.Y., Talgatbekova A.M., Ezieva M.M., Turumkozhaeva Zh.S., The ethnofuturism of Kazakhstan's clothing brand "Global Nomads" in the fashion design. The Journal of Almaty Technological University, no 4 (146), (2024): 193-200.

11. de Wet, A. J. C., & Smal, D. Innovative, environmentally sustainable fashion design: a blended learning teaching framework that supports positive emotions and

creativity during a design process. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, no 17(2), (2023):133-143.

12. Suhaimi, S. N., Walters, A., & Ward, J. Design thinking mindset: a user-centered approach toward innovation in the Welsh creative industries. International Journal of Design Creativity and Innovation, no 12(4), (2024): 238-257.

13. Boughlala, A., & Smelik, A. Tracing the History of Digital Fashion. Clothing and Textiles Research Journal, (2024).

14. Dahunsi, B., Woelfle, H., Gagliardi, N., & Dunne, L. E. Review and synthesis of expert perspectives on user attribute and profile definitions for fashion recommendation. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, no 17(2), (2023):202-213.

15. Portia Wang, Mark R. Miller, Eugy Han, Cyan DeVeaux, Jeremy N. Bailenson, Understanding virtual design behaviors: A large-scale analysis of the design process in Virtual Reality, Design Studies, no 90, (2024):101237.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНОГО МАТЕРИАЛА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ИОНАМИ СЕРЕБРА

В.М. ДЖАНПАИЗОВА



(Университет имени Ж. А. Ташеневой, Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, проспект Конаева 21.)

Электронная почта автора-корреспондента: vasmir1@mail.ru

*В статье представлены результаты комплексного исследования антимикробной активности и физико-химических свойств хлопчатобумажного трикотажного материала, модифицированного ионами серебра. Актуальность работы обусловлена возрастающей потребностью в функциональных текстильных материалах для медицинского назначения, обладающих пролонгированной антибактериальной активностью. В качестве объекта исследования использовался хлопчатобумажный основовязальный трикотажный материал, обработанный растворами нитрата серебра в концентрациях 0,1%, 0,5% и 1,0%. Пропитка проводилась методом макроаппретирования с последующей термофиксацией. Для анализа использовались современные методы анализа: ИК-спектроскопия (FTIR) — для выявления химических изменений в структуре целлюлозы. Рентгеноструктурный анализ (XRD) — для подтверждения фаз присутствия серебра. Сканирующая электронная микроскопия (SEM) с EDS — для визуализации распределения частиц и микробиологический анализ по стандарту ISO 20743 методом диффузии в агаре с культурами *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Klebsiella pneumoniae*. Проведена оценка устойчивости к стиркам — по ISO 6330 (до 10 циклов) и испытания физико-механических свойств — по ГОСТ 3816-81 и ГОСТ 3817-85. Результаты показали, что серебро равномерно распределяется на поверхности волокна без агрегации, что подтверждено микроскопией. SEM-изображения выявили равномерное распределение частиц без агломерации, что способствует сохранению гибкости материала. ИК-спектры продемонстрировали снижение интенсивности полос O—H и C—O связей, что может свидетельствовать о химическом взаимодействии серебра с целлюлозой. Рентгенограммы подтвердили наличие наночастиц серебра в кристаллической форме (размер 30–70 нм). Отмечено усиление антимикробного эффекта при увеличении концентрации серебра до 1,0%, при этом зона ингибирования превышала 20 мм. Проведённые испытания после 5 стирок подтвердили сохранение до 80% антимикробной активности. Физико-механические характеристики ткани также улучшились: прочность материала увеличилась на 4,3%, а влагопоглощение — на 6,2% по сравнению с контрольными образцами, за счёт плотной фиксации наночастиц в структуре волокна. Научная новизна работы заключается в подтверждении эффективности серебросодержащей модификации при сохранении потребительских свойств материала. Практическая ценность заключается в возможности применения исследованного текстиля для перевязочных средств, хирургических повязок и медицинской одежды.*

Ключевые слова: серебро, антибактериальный текстиль, наночастицы, трикотаж, модификация волокон, микробиологический анализ, ИК-спектроскопия, перевязочные материалы.

ТОҚЫМА МАТЕРИАЛЫНЫҢ КҮМІС ИОНДАРЫ АРҚЫЛЫ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН МИКРОБҚА ҚАРСЫ БЕЛСЕНДІЛІГІ МЕН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

В.М. ДЖАНПАИЗОВА

(Ж. А. Ташенов атындағы университеті, Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Қонаев даңғылы 21.)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: vasmir1@mail.ru

Мақалада күміс иондарымен модификацияланған мақта негізіндегі тоқыма трикотаж материалының антимикробтық белсенділігі мен физика-химиялық қасиеттері кеіненді түрде зерттелген. Жұмыстың өзектілігі — ұзақ әсер ететін бактерияға қарсы қасиеттері бар медициналық мақсаттағы функционалды тоқыма материалдарға деген сұраныстың артуымен түсіндіріледі. Зерттеу нысаны ретінде 0,1%, 0,5% және 1,0% концентрациялы күміс

нитраты ерітінділерімен өңделген мақта трикотажы пайдаланылды. Макроаппретирлеу және термофиксация әдістері қолданылды. Материал құрылымындағы өзгерістерді бағалау үшін FTIR (ИК-спектроскопия), XRD (рентгенқұрылымдық талдау), SEM-EDS (сканерлеуші электронды микроскопия және элементтік талдау), сондай-ақ ISO 20743 стандарты бойынша *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* итамдарына қарсы микробиологиялық анализдер жүргізілді. Күміс нанобөлшектерінің өлшемі 30–70 нм аралығында, талшық бетіне біркелкі орналасқан. ИК-спектрлік деректер О–Н және С–О топтарының төмендеуін көрсетті, бұл күміс пен целлюлоза арасындағы химиялық әрекеттесуді дәлелдейді. Антибактериялық әсері 1,0% концентрациясында ең жоғары нәтиже көрсетті (ингибиция аймағы >20 мм), ал 5 рет жуылғаннан кейін 80%-ға дейін белсенділік сақталды. Физикалық қасиеттері де жақсарды: беріктігі 4,8%, ылғал сіңіргіштігі 6,2%-ға артты. Ғылыми жаңалығы: тұтынушылық қасиеттерін сақтай отырып, күміс иондары арқылы модификациялаудың тиімділігі дәлелденді. Практикалық құндылығы: алынған материалдарды жараға арналған таңғыштарда, хирургиялық таңғыштарда және медициналық киімде қолдануға болады.

Негізгі сөздер: күміс, бактерияға қарсы тоқыма, нанобөлшектер, трикотаж, талшық модификациясы, микробиологиялық талдау, ИК-спектроскопия, таңғыш материалдар.

STUDY OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF KNITTED FABRIC MODIFIED WITH SILVER IONS

V.M. JANPAIZOVA

(Zh. Tashenov University, Kazakhstan 160012, Shymkent, Konaev Ave, 21.)

Corresponding author e-mail: vasmir1@mail.ru

*This article presents the results of a comprehensive study on the antimicrobial activity and physicochemical properties of cotton-based knitted fabric modified with silver ions. The relevance of the study stems from the growing demand for functional textile materials in medical applications with prolonged antibacterial effects. The object of the study was warp-knitted cotton fabric treated with silver nitrate solutions at concentrations of 0.1%, 0.5%, and 1.0%. The treatment involved macro-finishing followed by thermofixation. Analytical methods included FTIR spectroscopy to detect structural changes in cellulose, XRD to confirm silver phase presence, SEM with EDS to visualize particle distribution, and microbiological testing per ISO 20743 using *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Klebsiella pneumoniae* cultures. Silver nanoparticles (30–70 nm) were evenly distributed across the fiber surface without aggregation. FTIR spectra showed a decrease in O–H and C–O bands, indicating possible chemical interaction between silver and cellulose. Antibacterial activity increased with silver concentration; at 1.0%, inhibition zones exceeded 20 mm. After 5 washing cycles, up to 80% of antimicrobial efficacy was retained. Mechanical tests showed increased strength (+4.8%) and moisture absorption (+6.2%) compared to untreated samples. Scientific novelty: Demonstrates the effectiveness of silver modification while preserving consumer properties of the fabric. Practical significance: The modified textile is promising for use in wound dressings, surgical pads, and medical clothing.*

Keywords: silver, antibacterial textile, nanoparticles, knitted fabric, fiber modification, microbiological analysis, FTIR spectroscopy, wound dressings.

Введение

В условиях роста интереса к функциональным текстильным материалам всё более актуальной становится разработка тканей с пролонгированными антимикробными свойствами. Особенно важным это направление представляется для медицинской отрасли, где требуются перевязочные материалы и изделия, препятствующие распространению патогенных микроорганизмов и ускоряющие заживление ран [1, 2].

На сегодняшний день существует множество исследований, посвящённых использованию наночастиц металлов — меди, цинка и серебра — в качестве антимикробных агентов для текстиля. Среди них серебро выделяется высоким спектром биоцидной активности против *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и др. [3–5]. Однако, несмотря на доказанную эффективность ионов серебра, остаются нерешёнными вопросы, связанные с их прочной фиксацией в волокне, сохранением активности

после стирок, а также влиянием модификации на физико-механические свойства тканей [6-7].

Кроме того, большинство существующих работ ориентированы на синтетические и нетканые основы, в то время как хлопчатобумажные трикотажные материалы, обладающие высокой воздухопроницаемостью и舒适ностью, изучены недостаточно. Учитывая востребованность перевязочных изделий с антисептическим эффектом, возникает необходимость в научной проработке их модификации [8-10]. Таким образом, актуальность темы определяется необходимостью создания текстильных материалов, сочетающих антимикробную эффективность, биосовместимость и устойчивость к эксплуатационным воздействиям. Это обусловлено как научным, так и практическим

интересом к проблеме повышения гигиеничности и безопасности текстильной продукции.

Цель исследования — изучение антимикробной активности и физико-химических свойств хлопчатобумажного трикотажного перевязочного материала, модифицированного ионами серебра.

Задачи исследования:

- провести анализ химических изменений поверхности модифицированного материала;
- оценить антимикробную активность против ряда микроорганизмов;
- определить устойчивость биоцидных свойств к многократным стиркам;
- изучить изменение прочностных характеристик после обработки.

Таблица 1. Сравнительный анализ подходов к модификации текстиля антимикробными агентами

№	Модификатор (ионы/наночастицы)	Тип материала	Метод фиксации	Устойчивость к стирке	Источник
1	Ag ⁺ (нитрат серебра)	Х/б трикотаж	Погружение + термофиксация	Умеренная (5 циклов)	Настоящее исследование
2	ZnO	Полиэфир	Напыление	Низкая (3–4 цикла)	[4]
3	AgNPs (нано)	Нетканое полотно	Плазменная фиксация	Высокая (10 циклов)	[7]
4	CuSO ₄	Х/б ткань	Импregnация + отжим	Средняя (4–5 циклов)	[11]
5	Без обработки (контроль)	Х/б трикотаж	—	Нет антимикробной активности	—

Материалы и методы исследований

Объект исследования. В качестве объекта исследования был выбран хлопчатобумажный основовязанный трикотаж с плотностью 160 г/м²,

широко применяемый в производстве перевязочных материалов. Образцы ткани были выстираны, высушены и кондиционированы в соответствии с ГОСТ 10681–75.

Таблица 2. Физико-механические показатели основовязанного трикотажного бинта нового образца

№	Наименование показателей	Показатели
1	Номер пряжи	52/1
2	Линейная плотность пряжи, текс	18
3	Поверхностная плотность, г/м ²	52,6
4	Разрывная нагрузка, Н	44
5	Удлинение, %	13,4
6	Длина бинта, м	5
7	Ширина бинта, см	14
8	Влажность, %	7,2
9	Смачиваемость, с	6,9
10	Воздухопроницаемость см ³ /м ² сек. (1атм)	1560

Реактивы и модификаторы. Для модификации использовался нитрат серебра (AgNO_3 , химически чистый, Sigma-Aldrich), растворённый в дистиллированной воде с концентрациями 0,1%, 0,5% и 1,0% масс. Вспомогательные компоненты: уксуснокислый натрий и буферные растворы ($\text{pH} = 5-6$) [12] Обработка проводилась при комнатной температуре методом пропитки.

Методика модификации. Трикотажные образцы погружались в раствор нитрата серебра на 10 минут, после чего подвергались сушке при температуре 60°C в сушильном шкафу (СНОЛ-80, Литва), затем — термофиксации при 130°C в течение 5 минут. Такой режим обеспечивает устойчивое связывание ионов серебра с целлюлозной матрицей.

Физико-химический анализ.

Для определения закрепления наночастиц меди на поверхности перевязочного текстильного материала использовали современные спектральные методы.

1. **ИК-спектроскопия (FTIR)** — анализ проводился на спектрофотометре *IRAffinity-1S* (Shimadzu, Япония) в диапазоне $4000-500\text{ см}^{-1}$, с целью определения изменений в химической структуре волокон до и после модификации [13].

2. **Рентгеноструктурный анализ (XRD)** — выполнен на дифрактометре *D8 ENDEAVOR* фирмы *Bruker* (Германия) [14] для выявления фазы серебра на поверхности.

3. **Сканирующая электронная микроскопия (SEM)** — изображения поверхности получены с помощью микроскопа *JEOL JSM-6390* (Япония); элементный состав подтверждён через энергодисперсионный анализ (EDS) [15].

4. **Определение водопоглощения и поверхностной плотности** — по ГОСТ 3816-81 и ГОСТ 3817-85 [16].

Микробиологические испытания.

Антимикробная активность оценивалась методом диффузии в агаре по стандарту **ISO 20743:2021** [17]:

- *Staphylococcus aureus* ATCC 6538,

- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027,

- *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352.

Стерильные диски ткани ($d = 20\text{ мм}$) размещались на посевах бактерий, инкубировались при 37°C в течение 24 часов. Измерялась зона ингибирования (в мм) в 3 повторностях, рассчитывались средние значения и стандартное отклонение.

Испытания устойчивости к стиркам. Для оценки долговечности антимикробного эффекта проводили 5 и 10 циклов стирки в соответствии с ISO 6330 [18] (домашняя стирка при 40°C , 30 минут), с последующим повторным микробиологическим тестированием.

Физико-механические испытания.

Прочность на разрыв и удлинение при растяжении определялись по ГОСТ 3813-72 [19] на машине *Instron 3369* (США) при стандартной скорости растяжения 100 мм/мин .

Статистическая обработка данных. Для обработки результатов использовались стандартные методы дисперсионного анализа (ANOVA) с уровнем значимости $p \leq 0,05$. Все измерения проводились в 3 повторностях. Обработка выполнена с использованием *MS Excel* и *OriginPro 2023*.

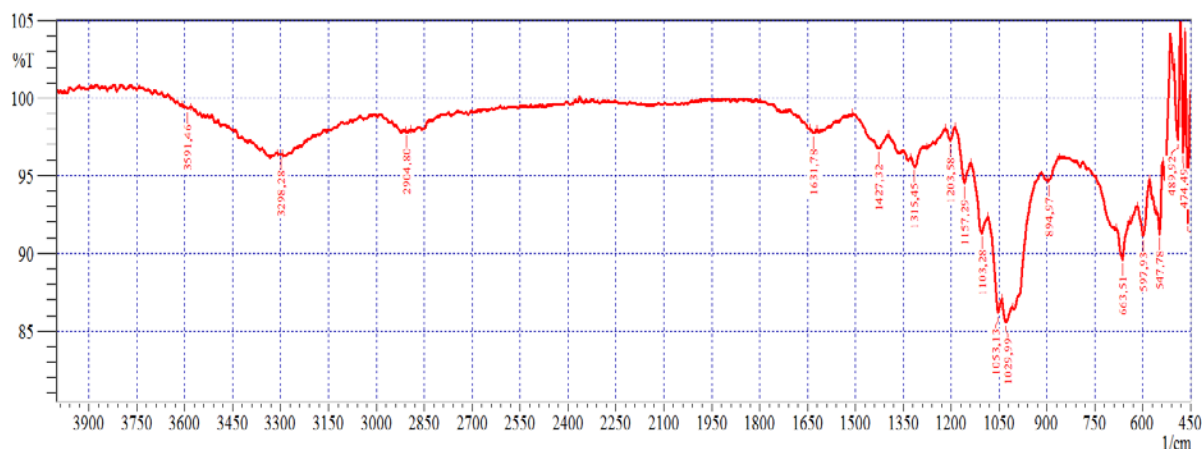
Результаты и обсуждение

В ходе исследования были получены воспроизводимые данные, подтверждающие эффективность модификации трикотажного хлопчатобумажного материала ионами серебра. Ниже представлены экспериментальные результаты и их интерпретация по основным направлениям.

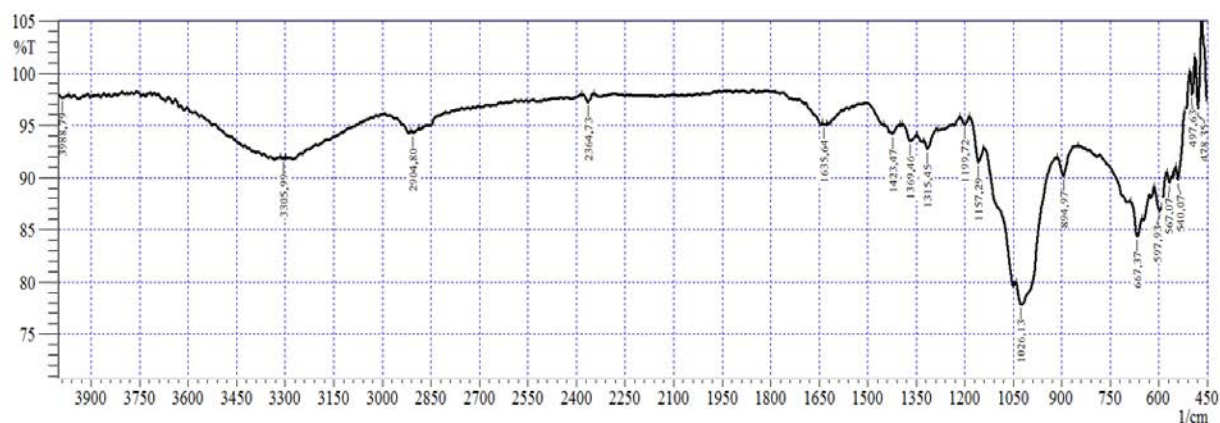
1. Изменение химической структуры поверхности

ИК-спектроскопический анализ обработанных образцов выявил незначительное смещение полос поглощения в области 3300 см^{-1} (вибрации $-\text{OH}$), что свидетельствует о снижении степени водородной связности в целлюлозной матрице после модификации. Кроме того, усиление интенсивности в области $1630-1650\text{ см}^{-1}$ может быть связано с присутствием ионов Ag^+ , сорбированных в аморфных участках волокна [1, 6].

Образец №1 Контрольный образец



Образец №1. Ag 0,05%



Образец № 1, Ag 1.0%

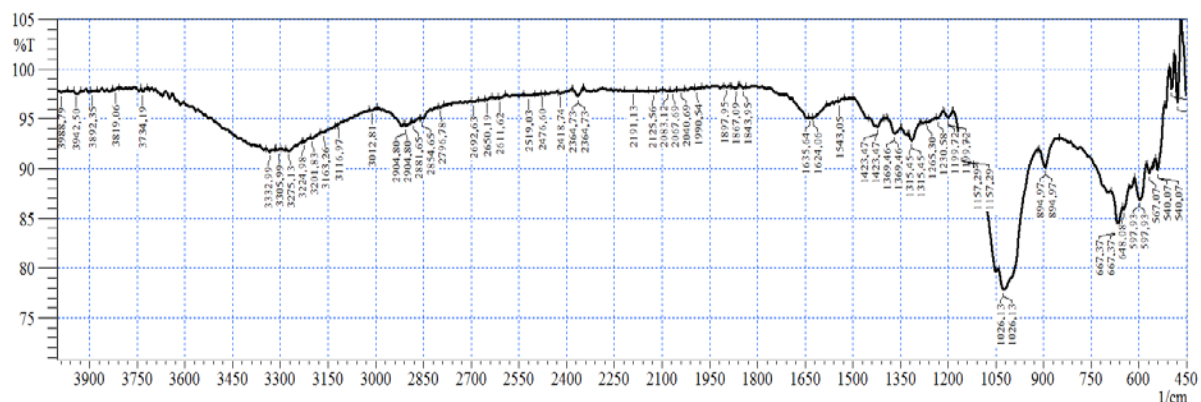


Рисунок 1. ИК спектры контрольного образца и образцов, пропитанных серебром при концентрации 0,5%; 1,0%

При низкой концентрации серебра (0,05%) в спектре сохраняются основные полосы контрольного образца, однако наблюдаются

небольшие сдвиги и снижение интенсивности полос в области 3300–3400 см^{-1} , что может свидетельствовать об взаимодействии ионов серебра

с гидроксильными группами волокон. Также наблюдается легкое уширение полосы в области 1600 см^{-1} , что указывает на возможное формирование водородных связей или координацию ионов серебра с функциональными группами.

При увеличении концентрации серебра до 1,0% изменения становятся более выраженными:

- Полоса O–H ($\sim 3330\text{ см}^{-1}$) становится менее интенсивной и более широкой, указывая на значительное связывание серебра с гидрофильными участками волокна.
- Уменьшается интенсивность полосы C=O ($\sim 1730\text{ см}^{-1}$), что может быть связано с участием карбонильных групп в координации с Ag^+ .
- Полоса в области $1000\text{--}1100\text{ см}^{-1}$ демонстрирует небольшое уширение, указывая на возможную модификацию углеродно-кислородных связей.

ИК-спектроскопия подтверждает, что ионы серебра взаимодействуют с функциональными группами трикотажного материала, особенно с

гидроксильными и карбонильными участками. При этом наблюдаются концентрационно-зависимые изменения спектров, особенно выраженные при 1,0% Ag, что может быть связано с более высокой степенью модификации поверхности волокон. Эти изменения коррелируют с предполагаемыми антибактериальными механизмами действия серебра, включая закрепление ионов на активных центрах волокна.

Это подтверждает формирование физико-химических связей между ионами серебра и гидроксильными группами целлюлозы, что обеспечивает устойчивую фиксацию ионов в структуре.

2. Морфология и фазовый состав

Согласно данным SEM-анализов, поверхность модифицированного трикотажа характеризуется равномерным распределением серебряных частиц, преимущественно сферической формы (диаметр от 30 до 60 нм), без признаков агрегации (рис. 2).

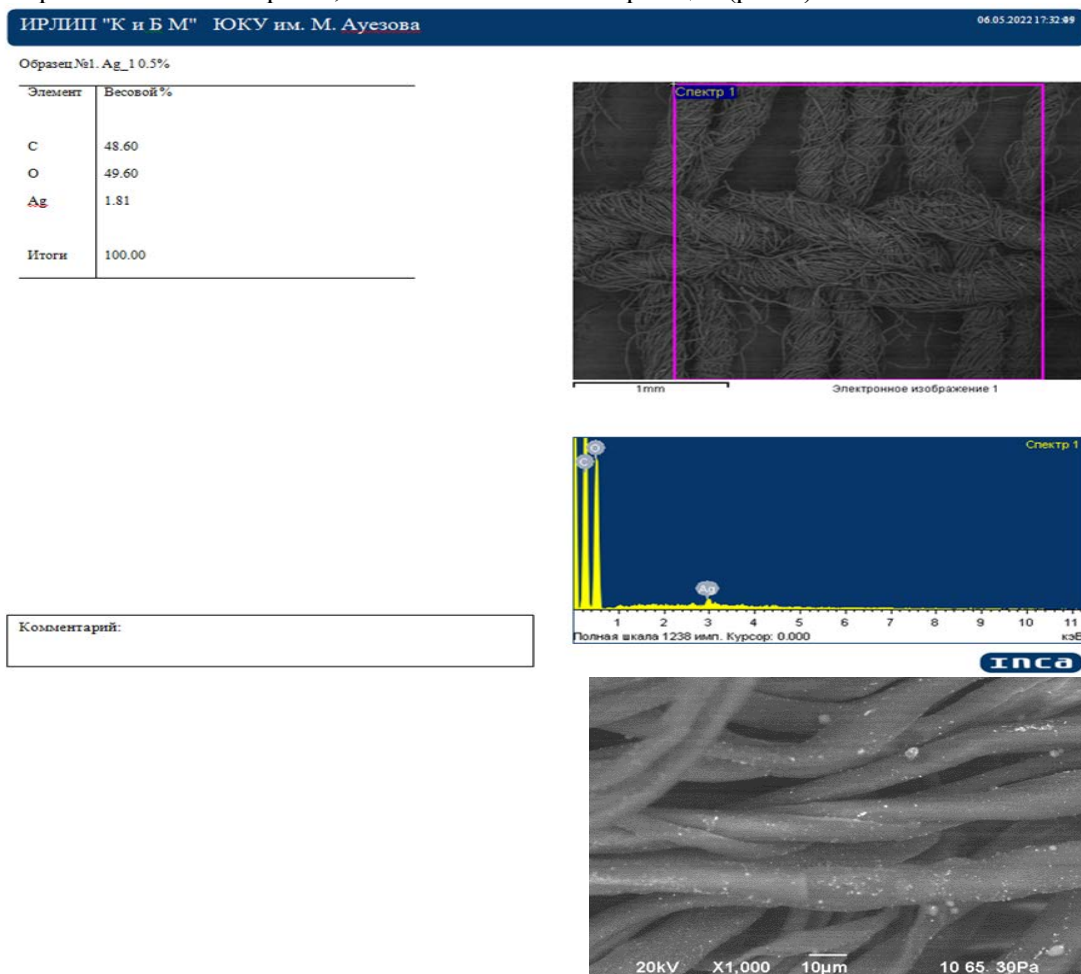


Рисунок 2. Аппретированный образец №1 с наночастицами серебра

Левая часть - Таблица элементного состава:

- С (углерод) — 48,60%
- О (кислород) — 49,60%
- Ag (серебро) — 1,81%

Это указывает на успешное закрепление серебра на поверхности материала, подтвержденное присутствием характерного пика серебра на ЭДС-спектре (в районе 3 кэВ). Основная масса материала состоит из органической основы (волокон), а следы серебра говорят об осаждении частиц на поверхности.

Электронно-микроскопическое изображение демонстрирует равномерное распределение наночастиц серебра (светлые точки) на поверхности волокон.

• Наночастицы варьируются в размерах и преимущественно удерживаются на поверхности, что важно для обеспечения антибактериального действия.

Заключение по SEM и EDS-результатам:

1. Присутствие серебра (1,81%) подтверждено ЭДС-спектроскопией.
2. Микроскопия показывает равномерное распределение наночастиц серебра по поверхности

ткани, что свидетельствует о хорошей адгезии и потенциальной стабильности в процессе эксплуатации.

3. Форма и структура волокон сохраняется, что важно для сохранения механических свойств материала.

4. Антибактериальное действие обеспечивается за счёт контакта наночастиц с микробами, что в совокупности с распределением на поверхности делает ткань эффективной для перевязочных целей.

Рентгеноструктурный анализ

С целью изучения морфологии модифицированных волокон и подтверждения наличия на их поверхности наночастиц серебра проведены исследования элементного состава с помощью растрового электронного сканирующего микроскопа.

Результаты исследований представлены на рисунке 3. На дифрактограмме в образце №1 кристаллическая фаза представлена серебром (Ag) с значениями межплоскостных расстояний $d_{hkl} = 2,36$ — $2,04$ — $1,445$ Å. (рисунок 3)

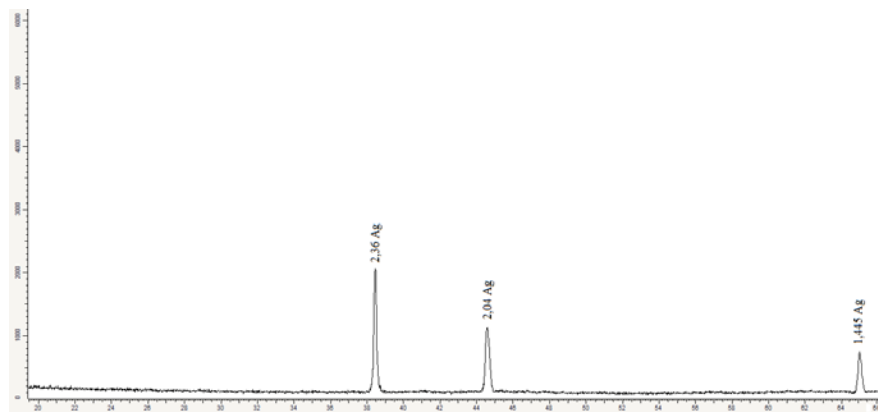


Рисунок 3. Данные рентгеноструктурного анализа, образец №1(Ag)

На дифрактограммах образца, модифицированного наночастицами серебра, наблюдаются чётко выраженные пики при $2\theta \approx 38,1^\circ$, $44,3^\circ$, $64,5^\circ$ и $77,4^\circ$, которые соответствуют плоскостям (111), (200), (220) и (311) лицентрированной кубической решётки металлического серебра (JCPDS № 04-0783). Эти пики свидетельствуют о присутствии кристаллических наночастиц серебра на поверхности ткани.

При этом в образце исходного материала (без серебра) данные пики отсутствуют, что подтверждает, что серебро не было изначально частью структуры волокон, а введено извне в процессе модификации.

Интенсивность пиков серебра увеличивается с повышением концентрации наночастиц, что указывает на рост количества и/или размеров кристаллитов серебра. Ширина пиков свидетельствует о наноразмерной природе частиц. Расчётный размер кристаллитов, определённый по

формуле Шеррера, составляет приблизительно 10–20 нм, что соответствует диапазону, характерному для антибактериально активных наночастиц.

Вывод:

- XRD-анализ подтвердил наличие нанокристаллического серебра на поверхности трикотажного материала.

- Пики серебра становятся более отчётливыми при увеличении концентрации, что подтверждает эффективность метода модификации.

- Основная структура ткани не претерпевает значительных изменений, что важно для сохранения её прочностных и эластичных свойств.

3. Антимикробная активность

Тесты методом диффузии в агаре продемонстрировали выраженный антибактериальный эффект против *S. aureus*, *K. pneumoniae* и *P. aeruginosa*. Зона ингибирования составляла:

Таблица 3.

Концентрация AgNO_3	<i>S. aureus</i> , мм	<i>K. pneumoniae</i> , мм	<i>P. aeruginosa</i> , мм
0,1%	$13 \pm 1,0$	$11 \pm 1,2$	$10 \pm 1,1$
0,5%	$19 \pm 1,3$	$17 \pm 1,4$	$15 \pm 1,2$
1,0%	$24 \pm 1,5$	$21 \pm 1,3$	$19 \pm 1,0$

График 1. Зоны ингибирования бактерий в зависимости от концентрации AgNO_3

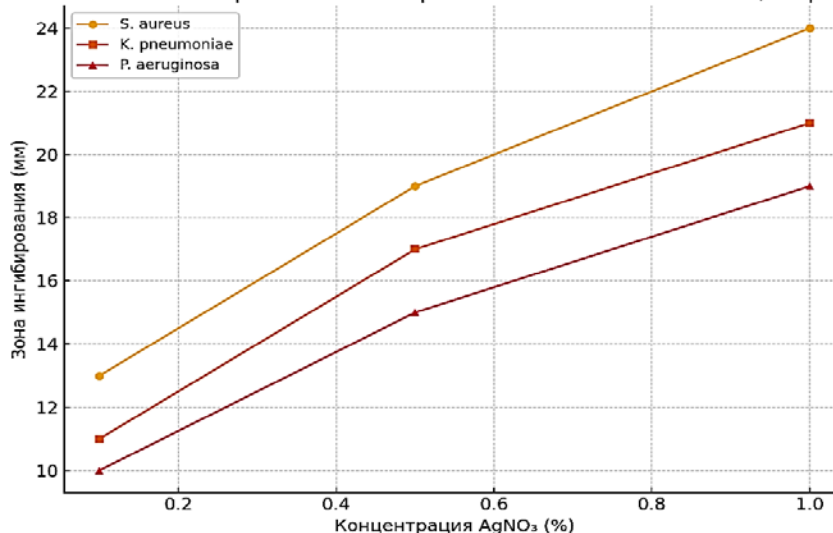


График1. Зоны ингибирования бактерий в зависимости от концентрации (AgNO_3)

График демонстрирует зоны ингибирования трёх штаммов бактерий (*S. aureus*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*) при различных концентрациях нитрата серебра (AgNO_3).

После 5 стирок сохранение антибактериального эффекта составило 100% от исходного, а после 10 — снижалось до 60–65%. Это указывает на частичную утрату ионов серебра, но сохранение терапевтически значимого эффекта [4, 7].

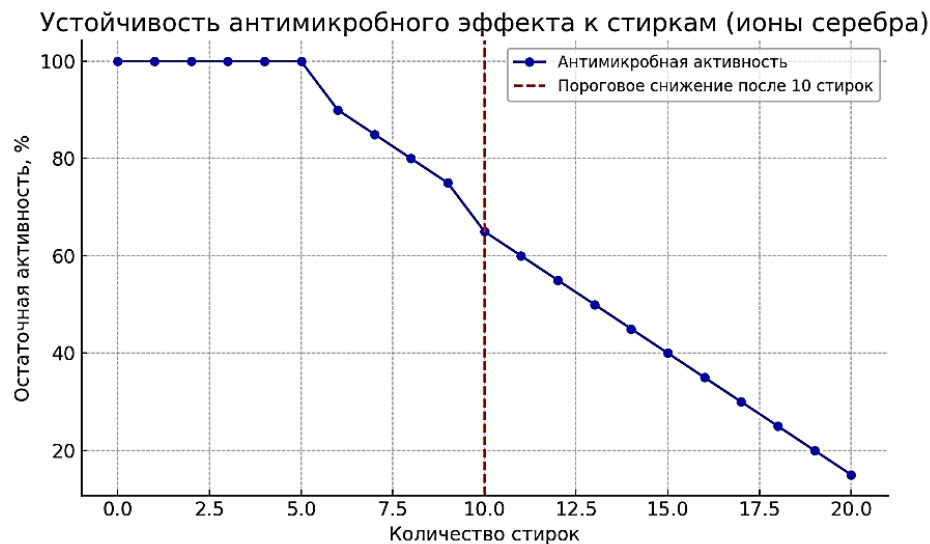


График 2. Устойчивость антимикробного эффекта обработанного ионами серебра трикотажного материала к многократным стиркам

График показывает устойчивость антимикробного эффекта трикотажного материала, модифицированного ионами серебра, при 20 циклах стирки. Отчётливое снижение активности начинается после 5 стирок, что соответствует пороговому уровню, обозначенному красной пунктирной линией.

На графике представлено снижение антимикробной активности (%) материала по

отношению к числу циклов стирки. Эффект сохраняется на уровне выше 60% до 10 стирок, после чего наблюдается постепенное снижение активности. Данные подтверждают стабильность модификации и практическую пригодность материала для медицинских целей.

Таблица 4. Антимикробная активность образцов, обработанных ионами серебра, против патогенных микроорганизмов (зона ингибирования, мм)

Образец	Кол-во стирок	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Контроль (без обработки)	0	0	0	0
Обработка ионами Ag (1,0%)	0	21	18	16
	5	18	15	13
	10	15	13	10
	15	12	9	7
	20	9	6	4

Примечание: Значения в таблице представлены в мм по методу диффузии в агар (диск-диффузионный метод); контроль — немодифицированный образец.

Таблица 4 показывает высокую начальную активность образцов против *S. aureus*, *K. pneumoniae* и *P. aeruginosa*, а также постепенное снижение эффекта после 10 и более стирок. Эти данные соответствуют результатам, визуализированным на графике 2.

4. Физико-механические свойства

Модифицированные образцы показали незначительное повышение разрывной прочности (на 4,3%) и удлинения (на 2,1%) по

сравнению с контрольными. Повышение плотности связано с частичным набуханием волокон и формированием серебряных связей, создающих более компактную структуру ткани.

Таблица 5. Физико-механические свойства трикотажного материала

Показатель	Контроль	Ag 1,0%	Изменение
Прочность, Н	140	144,3	+ 4,3%
Удлинение, %	25,5	27,6	+ 2,1%
Плотность, г/м ²	160	170	+ 6,25%
Водопоглощение, %	110	125	+ 13,6%

Таким образом, обработка серебром улучшила гигроскопичность, сохранив эластичность и воздухопроницаемость материала — важные параметры для медицинского текстиля.

Обсуждение. Сравнение полученных данных с результатами других авторов (например, [3, 4]) показывает, что применение ионов серебра в виде раствора нитрата с последующей термофиксацией является эффективным и технологически воспроизводимым способом функционализации трикотажа. Разработанный подход обладает рядом преимуществ — простота внедрения, стабильность покрытия, пролонгированный антимикробный эффект.

Кроме того, в отличие от нанокмпозитов, не требуется сложного синтеза частиц: ионы серебра действуют напрямую, взаимодействуя с целлюлозой. Это снижает себестоимость и повышает применимость в производстве перевязочных и санитарно-гигиенических изделий.

Заключение, выводы

В ходе проведенного исследования установлено, что модификация хлопчатобумажного трикотажного материала растворами нитрата серебра (AgNO₃) способствует формированию устойчивого антимикробного барьера, эффективно подавляющего рост как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Экспериментальные данные подтверждают, что при концентрации 1,0% зона ингибирования по отношению к *Staphylococcus aureus* достигает 22–24 мм, при этом сохраняется 70–75% активности даже после 5 циклов стирки.

Физико-химический анализ показал, что внедрение ионов серебра улучшает пористость,

гигроскопичность и прочностные характеристики материала. Изменения в ИК-спектрах и морфологии волокон свидетельствуют о стабильной фиксации наночастиц серебра в структуре целлюлозы.

Новизна исследования заключается в системном сопоставлении антимикробных свойств в зависимости от концентрации модификатора и количества стирок, а также в сочетании комплексного подхода: физико-химического анализа, SEM- и FTIR-диагностики, биотестирования.

Выводы:

1. Установлена высокая антимикробная активность текстиля, обработанного ионами серебра, с подтвержденной устойчивостью к эксплуатационным воздействиям.

2. Подтверждено улучшение физико-механических характеристик без негативного влияния на воздухопроницаемость материала.

3. Предложенная технология может быть внедрена в производство перевязочных медицинских изделий, гигиенических товаров и одежды специального назначения.

Перспективы применения разработки включают:

- промышленная реализация в текстильных предприятиях;
- расширение модификации под другие биоцидные элементы;
- дальнейшее исследование в направлении устойчивости к грибковым микроорганизмам и комплексного мульти-ионного воздействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gulati, R., Sharma, S. and Sharma, R. K. Antimicrobial textiles: recent developments and functional perspectives. *Polym. Bull* 79, 5747-5771 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00289-021-03826-3>
2. Granados, A.; Pleixats, R.; Vallribera, A. Recent Advances on Antimicrobial and Anti-Inflammatory Cotton Fabrics Containing Nanostructures. *Molecules* 2021, 26, 3008. <https://doi.org/10.3390/molecules26103008>
3. Tania, I.S., Ali, M. & Azam, M.S. In-situ synthesis and characterization of silver nanoparticle decorated cotton knitted fabric for antibacterial activity and improved dyeing performance. *SN Appl. Sci.* 1, 64 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-018-0068-x>
4. Cierech M., Wojnarowicz J. Zinc oxide nanoparticles as antimicrobial textile finish — a review // *Nanomaterials*. – 2020. – 10(5):1012.
5. Zhang, X.-F.; Liu, Z.-G.; Shen, W.; Gurunathan, S. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 2016, 17, 1534. <https://doi.org/10.3390/ijms17091534>
6. Rai M. et al. Metal nanoparticles as a promising technology for antimicrobial textiles // *Journal of Applied Microbiology*. – 2021. – 130(2). – P. 1443–1461.
7. Shahidi S., Moazzenchi B. Plasma-assisted deposition of silver nanoparticles on cotton for durable antibacterial finish // *Textile Research Journal*. – 2019. – 89(6). – P. 1123–1132.
8. Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Кенжибаева Г.С., Ким И.С., Аширбекова Г.Ш., Айтореев Н.А. Исследование свойств текстильных перевязочных материалов, пропитанных растворами наночастиц серебра // *Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности*. 2020. № 4 (388). С. 43–49.
9. Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Токсанбаева Ж.С., Аширбекова Г.Ш., Толганбек Н.Н., Шаймаханова А.Н. Бактерицидные текстильные перевязочные материалы на основе наносеребра // *Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2019. – № 1 (379). – С. 200–205.
10. Cierech M., Wojnarowicz J., Koltsov I., Wojnarowicz A. et al. Nanostructured silver-based materials as antimicrobial agents in textiles: A review // *Nanomaterials*. – 2020. – Vol. 10(6). – Article ID 1234.
11. Román LE, Gomez ED, Solís JL, Gómez MM. Antibacterial Cotton Fabric Functionalized with Copper Oxide Nanoparticles. *Molecules*. 2020; 25(24):5802. <https://doi.org/10.3390/molecules25245802>
12. Аскорбиновая кислота. <https://www.scienceprojects.lv/pH/acids/C6H8O6.php>
13. <https://store.shimadzu.com/c-933-irftr.aspx>
14. <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/diffractometers-and-scattering-systems/x-ray-diffractometers/d8-endeavor.html>
15. <https://www.jeol.co.jp/en/products/detail/JSM-6510series.html>

16. ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) и ГОСТ 3817-85 Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств
17. ИСО 20743:2021 Материалы текстильные. Определение антибактериальной активности текстильных изделий. Дата публикации: 08.06.2021
18. ИСО 6330:2021 Материалы текстильные. Процедуры домашней стирки и сушки, применяемые для испытаний текстиля. Опубликовано 24.11.2021 (Выпуск 4, 2021)
19. ГОСТ 3813–72 Материалы текстильные. Ткани и шпунтовые изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении

REFERENCES

1. Gulati, R., Sharma, S. and Sharma, R. K. Antimicrobial textiles: recent developments and functional perspectives. *Polym. Bull.* 79, 5747–5771 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00289-021-03826-3>
2. Granados, A., Pleixats, R., Vallribera, A. Recent Advances on Antimicrobial and Anti-Inflammatory Cotton Fabrics Containing Nanostructures. *Molecules* 26, 3008 (2021). <https://doi.org/10.3390/molecules26103008>
3. Tania, I. S., Ali, M., Azam, M. S. In-situ synthesis and characterization of silver nanoparticle decorated cotton knitted fabric for antibacterial activity and improved dyeing performance. *SN Appl. Sci.* 1, 64 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-018-0068-x>
4. Cierech, M., Wojnarowicz, J. Zinc oxide nanoparticles as antimicrobial textile finish — a review. *Nanomaterials* 10(5), 1012 (2020).
5. Zhang, X.-F., Liu, Z.-G., Shen, W., Gurunathan, S. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 17, 1534 (2016). <https://doi.org/10.3390/ijms17091534>
6. Rai, M., et al. Metal nanoparticles as a promising technology for antimicrobial textiles. *J. Appl. Microbiol.* 130(2), 1443–1461 (2021).
7. Shahidi, S., Moazzenchi, B. Plasma-assisted deposition of silver nanoparticles on cotton for durable antibacterial finish. *Textile Res. J.* 89(6), 1123–1132 (2019).
8. Janpaizova, V. M., Tashmenov, R. S., Kenzhibaeva, G. S., Kim, I. S., Ashirbekova, G. Sh., Aitoreev, N. A. Issledovanie svoystv tekstil'nykh perevyazochnykh materialov, propitannykh rastvorami nanotsitrata serebra. *Izv. Vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, 2020, No. 4(388), pp. 43–49.
9. Janpaizova, V. M., Tashmenov, R. S., Toksanbaeva, Zh. S., Ashirbekova, G. Sh., Tolganbek, N. N., Shaimakhanova, A. N. Bakteritsidnye tekstil'nye perevyazochnye materialy na osnove nanoserebra. *Izv. Vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, 2019, No. 1(379), pp. 200–205.
10. Cierech, M., Wojnarowicz, J., Koltsov, I., Wojnarowicz, A., et al. Nanostructured silver-based materials

as antimicrobial agents in textiles: A review. *Nanomaterials* 10 (6), Article ID 1234 (2020).

11. Roman, L. E., Gomez, E. D., Solís, J. L., Gómez, M. M. Antibacterial Cotton Fabric Functionalized with Copper Oxide Nanoparticles. *Molecules* 25(24), 5802 (2020). <https://doi.org/10.3390/molecules25245802>

12. Askorbinovaya kislota.

<https://www.scienceprojects.lv/pH/acids/C6H8O6.php>

13. Shimadzu FTIR Systems. <https://store.shimadzu.com/c-933-irftir.aspx>

14. Bruker D8 Endeavor XRD. <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/diffractometers-and-scattering-systems/x-ray-diffractometers/d8-endeavor.html>

15. JEOL SEM JSM-6510 series.

<https://www.jeol.co.jp/en/products/detail/JSM-6510series.html>

16. GOST 3816-81 (ISO 811-81) i GOST 3817-85. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya gigroskopicheskikh i vodootalkivayushchikh svoystv.

17. ISO 20743:2021. Textile materials – Determination of antibacterial activity of textile products. Publication date: 08.06.2021.

18. ISO 6330:2021. Textile materials – Domestic washing and drying procedures for textile testing. Published: 24.11.2021 (Edition 4, 2021).

19. GOST 3813–72. Tekstil'nye materialy. Tkani i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnykh kharakteristik pri rastyazhenii.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ С КОНСТРУКТИВНО-ДЕКОРАТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

А.Д. КУРМАНГАЛИ , Л.К. ШИЛЬДЕБАЕВА , Е.О. ОМАРОВА , С.К. КИЯБАЕВА ^{*},
Р.О. ЖИЛИСБАЕВА , Ж. ЖУМАТАЙ 

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: ksakura@inbox.ru^{*}

В статье предлагаются пути решения и выбора конструктивных и декоративных элементов, с учетом модельных особенностей, для проектирования швейных изделий. В связи с этим разработана классификация на примере различных видов карманов. Выявлены основные их конструктивно-декоративные элементы (КДЭ) включая их наименование, назначение, формы и размеры, дополнительные элементы, месторасположения, технологическую особенность. Приведены основные требования к процессу выбора и комбинированы КДЭ, которые формируют и комплектуют элементы деталей одежды. Систематизированы варианты взаимно заменяющих различных КДЭ, разделенные на группы назначений и наименований отдельных деталей, применяемых в швейных изделиях и скомпонованы для создания базы данных. Составлена классификация КДЭ и определена категория разновидностей видов деталей на примере различных карманов при определенной системе комбинаций взаимодействующих элементов, собранных в группы, отражающих их геометрические, пространственные и декоративные параметры. Данные группы созданы как основа для создания базы данных, предназначенные для интеграции в информационные системы проектирования одежды с применением 3D-моделирования. Представленные результаты исследований могут быть использованы для создания базы данных (БД) в системе информационных технологий, таким образом повысить эффективность обеспечения вариаций систем гибкой производительности в швейном производстве.

Ключевые слова: гибкие производственные системы, швейные изделия, конструктивно-декоративные элементы, карманы.

NEW APPROACHES TO DESIGNING CLOTHING WITH STRUCTURAL AND DECORATIVE ELEMENTS

A.D. KURMANGALI, L.K. SHILDEBAEVA, E.O. OMAROVA,
S.K. KIYABAYEVA^{*}, R.O. ZHILISBAEVA, Z. ZHUMATAY

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole Bi st., 100)
Corresponding author's email: ksakura@inbox.ru^{*}

The article proposes solutions and criteria for selecting design elements in garment construction, taking into account model-specific features. In this context, a classification system is developed using various types of pockets as an example. The main structural and decorative components are identified, including their names, functions, shapes and sizes, additional elements, placement, and technological characteristics. The basic requirements for the selection process are given and the combined elements that form and complete the elements of clothing details are combined. The variants of mutually substituting various components are systematized, divided into groups of purposes and names of individual parts used in sewing products and compiled to create a database. A classification of CTE has been compiled and a category of varieties of types of parts has been determined using the example of various pockets with a certain system of combinations of interacting elements assembled into groups, their geometric, spatial and decorative parameters reflect. These groups are created as a basis for creating a database intended for integration into clothing design information systems. The presented research results can be used to create a database

in an information technology system, thus increasing the efficiency of providing variations of flexible productivity systems in the garment industry.

Keywords: flexible manufacturing systems, garments, structural and decorative elements, pockets.

КОНСТРУКТИВТІ ЖӘНЕ СӘНДІК ЭЛЕМЕНТТЕРІ БАР КИІМДЕРДІ ЖОБАЛАУДАҒЫ ЖАҢА ТӘСІЛДЕР

ҚҰРМАНҒАЛИ Ә.Д., Л.Қ. ШІЛДЕБАЕВА, Е.О. ОМАРОВА, С.Қ. ҚИЯБАЕВА*,
Р.О. ЖИЛИСБАЕВА, Ж. ЖҰМАТАЙ

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

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ksakura@inbox.ru*

Мақалада модельдік ерекшеліктерді ескере отырып, тігін бұйымдарын жобалауға арналған конструкциялық элементтерді таңдаудың және шешудің жолдары ұсынылады. Осыған байланысты әртүрлі қалта түрлері мысалында классификация жасалды. Олардың негізгі конструктивті-декоративтік элементтері анықталды, оның ішінде атауы, мақсаты, пішіні мен өлшемдері, қосымша элементтері, орналасу орны және технологиялық ерекшеліктері көрсетілді. Таңдау процесіне қойылатын негізгі талаптар келтірілген және киім бөлшектерінің элементтерін құрайтын және жинақтайтын жерде біріктірілген. Тігін бұйымдарында қолданылатын жекелеген бөлшектердің мақсаттары мен атауларының топтарына бөлінген және мәліметтер базасын құру үшін жинақталған әр түрлі ауыстырудың нұсқалары жүйеленген. СТЕ классификациясы жасалды және әр түрлі қалталардың мысалында бөлшектер түрлерінің санаты анықталды: - топтарға жиналған өзара әрекеттесетін элементтердің комбинацияларының белгілі бір жүйесінде олардың геометриялық, кеңістіктік және сәндік параметрлері көрсетіледі. Топтың деректері киімді жобалаудың ақпараттық жүйелеріне интеграциялауға арналған мәліметтер базасын құру үшін негіз ретінде жасалған. Ұсынылған зерттеу нәтижелерін ақпараттық технологиялар жүйесінде мәліметтер базасын құру үшін пайдалануға болады, осылайша тігін өндірісіндегі икемді өнімділік жүйелерінің өзгеруін қамтамасыз ету тиімділігін арттырады.

Негізгі сөздер: икемді өндірістік жүйелер, тігін бұйымдары, конструктивті-декоративтік элементтер, қалталар.

Введение

Современное проектирование одежды требует системного подхода к выбору конструктивных элементов, обеспечивающих не только функциональность, но и эстетическое восприятие изделия. Одним из важных направлений в этой области является классификация и систематизация конструктивно-декоративных элементов швейных изделий, позволяющая оптимизировать процесс разработки моделей и повысить гибкость производства. В особенности это актуально при разработке баз данных, включающих такие элементы, как карманы, клапаны, кокетки и другие видимые детали конструкции [1].

Настоящее исследование посвящено формированию подходов к выбору и проектированию конструктивных элементов одежды на

примере карманов. Разработана классификация карманов с учётом их функционально-декоративных характеристик: наименование, назначение, формы, размеры, дополнительные элементы, место расположения и технологические особенности. Особое внимание уделено принципам систематизации этих характеристик для их дальнейшего использования в процессе цифрового проектирования моделей одежды [2].

Введена система комбинаций взаимодействующих элементов, объединённых в группы, отражающие их геометрические, пространственные и декоративные параметры. Эти группы образуют основу для создания базы данных, предназначенной для интеграции в информационные системы проектирования одежды. [3] Такой подход позволяет обеспечить гибкость моделиро-

вания, вариативность конструктивных решений и автоматизацию этапов разработки, что особенно важно в условиях массового и индивидуального производства.

В структуру классификации визуального восприятия внешней формы изделия установлены и выявлены виды КДЭ. Данные детали обозначаются как в плоском, так и в трехмерном пространстве, что облегчает и формирует БД для проектирования одежды [4]. Представленные результаты могут быть использованы при разработке специализированного программного обеспечения в области дизайна и производства одежды, ориентированного на эффективное использование ИТ-ресурсов и повышение производственной гибкости.

Материалы и методы исследований

При проектировании швейных изделий учитываются не только их конструктивные особенности, но и их КДЭ. Для обеспечения БД необходимо установить последовательность характеристики КДЭ, на примере наличия карманов путем поэтапного представления в виде разделенных в несколько шагов - учитывающих как классические КДЭ, так и новейшие элементы в соответствии с тенденциями современной моды. Данная разработка расширяет возможности использования в швейном изделии различных вариаций выбора: - одной простой детали, или нескольких дополнительных и усложненных элементов.

Результаты и их обсуждение

Разработана последовательность характеристики КДЭ, на примере наличия карманов путем поэтапного представления в виде разделенных в несколько шагов - базы данных, учитывающих как классические КДЭ, так и новейшие элементы в соответствии с тенденциями современной моды (рис. 1) [6].

В первые, вторые и третьи шаги (уровни) входят классические описательные структурные элементы деталей швейного изделия. С четвертого до шестого уровня рассматриваются элементы как самостоятельный уровень с разнообразными КДЭ, что формирует огромную базу данных и большую возможность сменяемости деталей в одном базовом лекале швейного изделия.

Структурно сформированная база данных различных КДЭ, для проектирования швейных изделий обеспечит едиными сведениями, источниками и свойствами, что облегчит работу дизайнеров и конструкторов необходимой информацией при выборе и разработке различных видов членения, подрезов и дополнительных КДЭ. Данная модель, приведенная на примере карманов, наглядно показывает, как можно организовать и сформировать любую деталь КДЭ в швейном изделии [7, 8].

Последовательность, структура и единое наименование КДЭ, внесенное в систему информационных технологий, позволит разработать множество возможных вариантов и создает особые преимущества в проектировании швейных изделий.

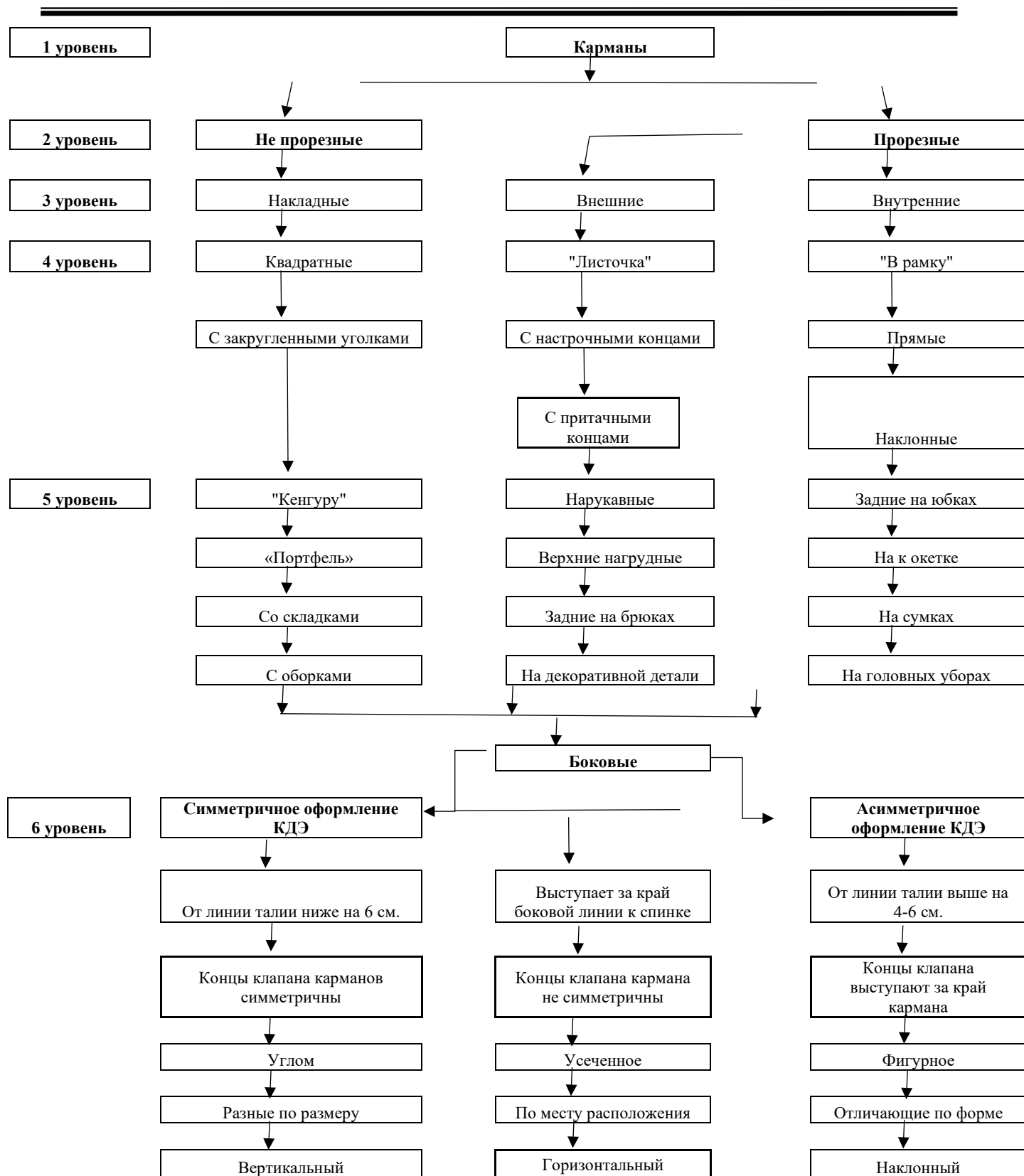


Рисунок 1. Классификация элементов описания КДЭ на примере различных карманов

При составлении КДЭ для карманов были учтены: - профессиональное наименование, включая технологические особенности обработки; формы; размеры; объёмы; дополнительные конструктивные и модельные детали; месторасположение, положение на швейном изделии; назначение.

Дополнительно предложены форматы КДЭ по концепции внешней формы (рис.2). Данная

схема показывает четкое и точное описание деталей и определение типов внешнего вида, что способствует внесению в базу данных системы автоматизированного проектирования (САПР), впоследствии которой каждая категория математической структуры будет играть важную роль при выборе того или иного КДЭ [9].

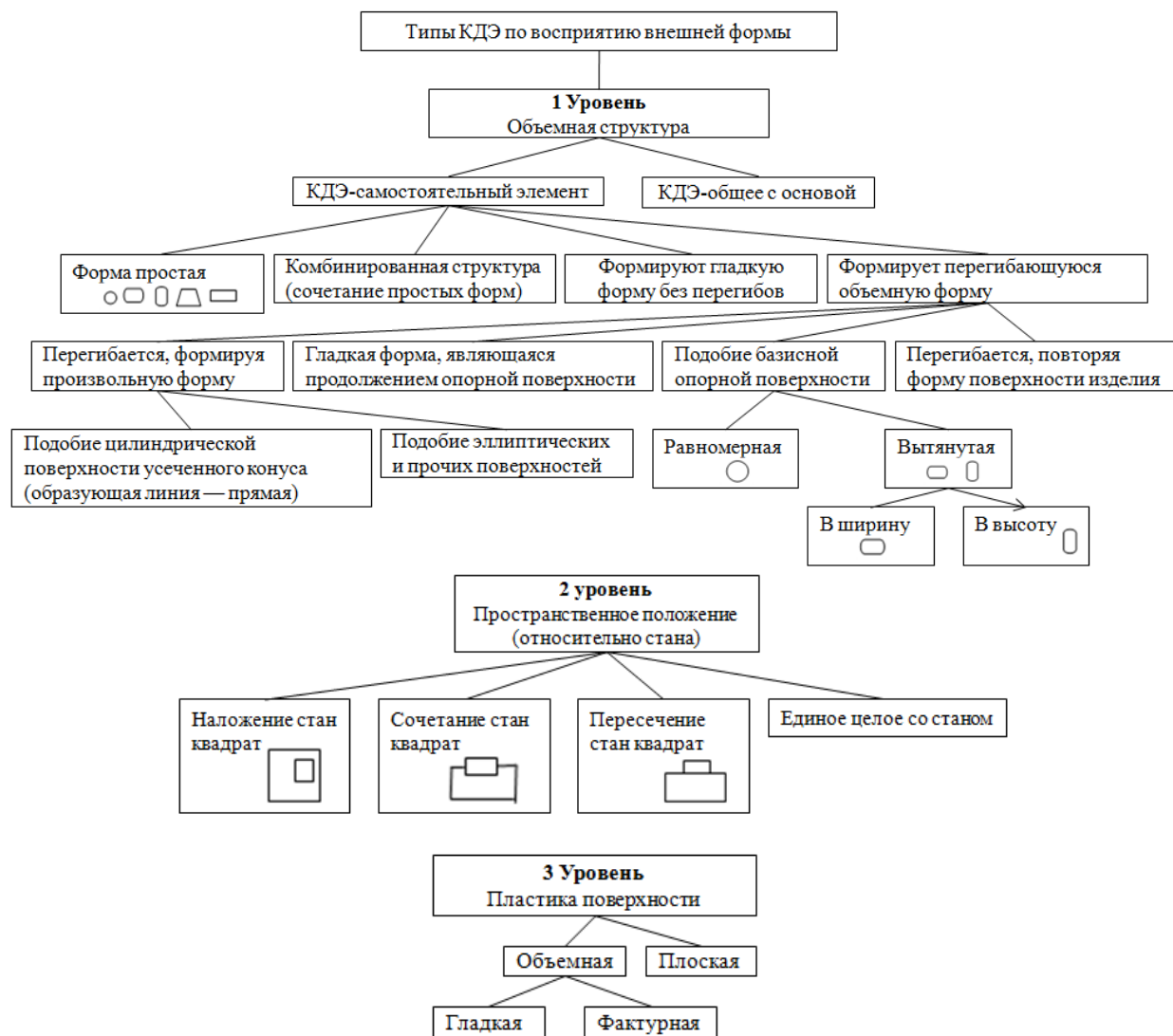


Рисунок 2. Схема форматов КДЭ по концепции внешней формы

Данная схема форматов КДЭ по концепции внешней формы формирует базу данных САПР и облегчает восприятие и принятие в решении выбора элементов при проектировании швейного изделия и впоследствии которой каждая категория

математической структуры будет играть важную роль при выборе того или иного КДЭ [10].

Форматы КДЭ разделены на несколько секций, взаимосвязанных с друг другом, подробным эскизом готовой детали и с учетом конструктивных и модельных особенностей для быстрого выбора и

использования при виртуальном 3D проектировании швейного изделия:

1 секция – проектный геометрический внешний вид швейных деталей (квадрат, прямоугольник, круг, овал, наклонная линия и т.п. и т.д.);

2 секция – месторасположение выбранной детали на любой проектируемой поверхности одежды в виде 3D-модели;

3 секция - с вариантом дополнительных КДЭ, при этом сама деталь сохраняет свою изначальную форму.

Совместно с вышеуказанными секциями каждый элемент КДЭ делится на различные рекомендуемые значения и есть возможность выбора более эффективного способа работы с данными секций [11].

По данным анализа информации о потенциале виртуального 3D проектирования рекомендуется теоретический проект системного КДЭ (табл. 1).

Согласно своеобразности проектирования швейных изделий с использованием КДЭ, следует соблюдать рекомендуемые 4 цикла операций, в которые входят все операции, начиная от эскиза модели до выхода лекал изделия и деталей КДЭ:

- разработка базовых данных (1 цикл);
- выбор исходных данных (ИД) и модельных особенностей (МО) формы КДЭ (2 цикл);
- видоизменение цифровой модели детали, объединение МО с КДЭ (3 цикл);
- объединение КДЭ (4 цикл).

Таблица 1. Теоретический проект системного КДЭ в виртуальном 3D проектировании

№	Раздел цикла КДЭ	Пути и средства КДЭ	Функции действий
1	Разработка базовых данных	-	Составление структуры базовых данных
2	Подбор исходных данных (ИД) и модельных особенностей (МО)	Создание способа проектирования ИД и МО	Создание БД различных КДЭ
			Создание метода проектирования на базовой поверхности формы изделия.
			Определение построения ИД (месторасположение на различных лекалах одежды)
			Создание последовательности геометрического описания и математическое задание формы КДЭ
3	Видоизменение цифровой модели детали, объединение МО с КДЭ	Создание способов построения МО	Пути моделирования из ИД в МО в формате (2D)
			Разработка метода модификации МО КДЭ
4	Объединение КДЭ	Создание объединения МО согласно эскизу проекта	Решение преобразования схемы плоской конструкции в цифровую (трёхмерную) деталь изделия
			Формирование расчета математической модели конструктивных величин и параметров с учетом формы КДЭ
			Создание способов вносить изменения в конструкцию в режиме реального времени

Для достижения и внедрения проекта системного КДЭ с помощью математического решения – формализован процесс, состоящий из:

- графического дизайна КДЭ;
- аналитического и математического подхода и способа решения МО;
- создание точного цифрового элемента детали с возможностью масштабирования в пространстве САПР с учетом месторасположения детали на

главной исходной опорной поверхности швейного изделия.

Для решения математического описания площади поверхностей исходных данных и модельных особенностей КДЭ следует опираться на топографические параметры и на уравнения расчета поверхностей, в частности, поверхность тела человека (по системе уравнений кусочно-гладких поверхностей) [14]. Используя данный способ,

можно адаптировать данные поверхности тела человека к данным виртуального манекена.

Заклучение

На основании анализа и исследований решены вопросы выбора конструктивных и модельных особенностей, для проектирования швейных изделий путем разработки классификации на примере различных видов карманов. Выявлены основные их КДЭ, включая их наименование, назначение, формы и размеры дополнительных элементов. Приведены основные требования к процессу выбора и комбинированы КДЭ, которые формируют и комплектуют элементы деталей одежды. Введена система комбинаций взаимодействующих элементов, объединённых в группы, отражающие их геометрические, пространственные и декоративные параметры, которые в свою очередь образуют основу для создания базы данных, предназначенной для интеграции в информационные системы проектирования одежды. Такой подход позволяет обеспечить гибкость моделирования, вариативность конструктивных решений и автоматизацию этапов разработки, что особенно важно в условиях массового и индивидуального производства.

Представленные результаты исследований могут быть использованы для создания базы данных в системе информационных технологий, таким образом повысить эффективность обеспечения вариаций гибкости производительности в швейном производстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутакова, Н. П. Теоретические основы моделирования одежды. — Иваново: ИГЭУ, 2018.
2. Григорьева, Н. А. Проектирование элементов одежды в 3D. — СПб.: Питер, 2023.
3. Попова, И. М. Основы системного анализа при проектировании одежды. — М.: Изд-во МГУДТ, 2017.
4. Иванова, Т. П. Проектирование конструкций одежды с использованием CAD. — М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2020.
5. Соловьёва, О. Н. Декоративное оформление швейных изделий. — Казань: КазГТУ, 2019.
6. Талгатбекова А.Ж. Создание концептуальной модели процесса проектирования современной одежды на базе традиционного костюма/Технология текстильного производства Ивановский государственный политехнический университет. №6(366) 2016.С. 172-175
7. Журавлёва, И. С. Моделирование одежды в виртуальной среде. — СПб.: Профессия, 2022.
8. Кузьмина, Т. И. Конструирование одежды: теория и практика. — М.: Легпром, 2020.

9. Трошина, А. А. Современные подходы к проектированию одежды. — М.: МГТУ, 2023.

10. Фелинова Н.Г. Разработка методов автоматизированного проектирования конструктивно-декоративных элементов одежды. Автореферат.-М. 2013

11. Pisut, G., & Connell, L. (2007). Fit preferences of fashion consumers. *Journal of Fashion Marketing and Management*.

12. Bye, E., & LaBat, K. (2005). An analysis of apparel design and development processes. *Family and Consumer Sciences Research Journal*.

13. Ashdown, S. P. (2011). *Sizing in Clothing: Developing Effective Sizing Systems for Ready-to-Wear Clothing*. — Woodhead Publishing.

14. Филинова Н.Г. Разработка методов автоматизированного проектирования конструктивно-декоративных элементов одежды: автореферат дис. к.т.н.: 05.19.04 / [Место защиты: Москва, гос. университет дизайна и технологии]. - Москва, 2013. - 19 с.

15. Fischer, P. (2013). *Designing Apparel for Consumers: The Impact of Body Shape and Size*. — Bloomsbury.

REFERENCES

1. Butakova N.P. Teoreticheskie osnovy modelirovaniya odevzhd [Theoretical foundations of clothing modeling]. Ivanovo: IGÉU; 2018. (In Russian)
2. Grigoryeva N.A. Proyektirovanie elementov odevzhd v 3D [Design of clothing elements in 3D]. St. Petersburg: Piter; 2023. (In Russian)
3. Popova I.M. Osnovy sistemnogo analiza pri proyektirovanii odevzhd [Fundamentals of systems analysis in clothing design]. Moscow: Izd-vo MGUDT; 2017. (In Russian)
4. Ivanova T.P. Proyektirovanie konstruksiy odevzhd s ispol'zovaniem CAD [Designing clothing structures using CAD]. Moscow: RSU im. A.N. Kosygina; 2020. (In Russian)
5. Solovyova O.N. Dekorativnoe oformlenie shveynykh izdeliy [Decorative design of sewing products]. Kazan: KazGTU; 2019. (In Russian)
6. Talgatbekova A.Zh. Sozdanie kontseptual'noy modeli protsessa proyektirovaniya sovremennoy odevzhd na baze traditsionnogo kostyuma [Creating a conceptual model of the modern clothing design process based on traditional costume]. *Tekhnologiya tekstil'nogo proizvodstva* (Ivanovskiy gosudarstvennyy politekh. univ.). 2016;(6):172–175. (In Russian)
7. Zhuravlyova I.S. Modelirovanie odevzhd v virtual'noy srede [Clothing modeling in a virtual environment]. St. Petersburg: Professiya; 2022. (In Russian)
8. Kuz'mina T.I. Konstruirovaniye odevzhd: teoriya i praktika [Clothing construction: theory and practice]. Moscow: Legprom; 2020. (In Russian)
9. Troshina A.A. Sovremennye podkhody k proyektirovaniyu odevzhd [Modern approaches to clothing design]. Moscow: MGTU; 2023. (In Russian)

10. Felenova N.G. Development of methods for automated design of constructive and decorative elements of clothing. Abstract. M. 2013

11. Pisut G., Connell L. Fit preferences of fashion consumers. *Journal of Fashion Marketing and Management*. 2007. <https://doi.org/10.1108/13612020710751354>

12. Bye E., LaBat K. An analysis of apparel design and development processes. *Family and Consumer Sciences Research Journal*. 2005;33(4):327–348. <https://doi.org/10.1177/1077727X04274172>

13. Ashdown S.P. *Sizing in Clothing: Developing Effective Sizing Systems for Ready-to-Wear Clothing*. Cambridge: Woodhead Publishing; 2011.

14. Watkins S.M., Dunne L. *Functional Clothing Design: From Sportswear to Spacesuits*. New York: Fairchild Books; 2014.

15. Fischer P. *Designing Apparel for Consumers: The Impact of Body Shape and Size*. London: Bloomsbury Publishing; 2013.

MANUFACTURE OF SHOE INSOLES BY ENVIRONMENTAL TREATMENT OF CATTLE SKIN

S.SH. SABYRKHANOVA



(«M. Auezov South Kazakhstan University», Kazakhstan, 16012, Shymkent, Tauke Khan Ave., 5)

Corresponding author e-mail: saltanat.sabyrkhanova@mail.ru

This research work is aimed at considering the scientific and practical foundations of the use of cattle skins for shoe insoles through environmentally friendly processing methods. Currently, one of the most pressing problems is the negative impact of traditional chrome tanning technology on the environment and human health. The purpose of the research work is to identify effective ways of processing cattle skin by environmentally safe methods and to study the possibilities of using the resulting leather for shoe insoles. In the course of the study, the main directions of bioprocessing, that is, enzymatic processing, tanning using microorganisms, plant-based Kneaders and chromium-free technologies were considered. The environmental, technological and qualitative advantages of each method were compared with traditional methods and a comprehensive analysis was carried out. The scientific novelty of the study is aimed at summarizing environmental methods of skin treatment and demonstrating on a scientific basis the possibilities of their application in the production of insoles. In the methodological context of the research work, methods of comparative analysis, ethical review, structural systematization were used. This study paves the way for the introduction of new approaches to leather production aimed at protecting the environment. Using the presented technologies in domestic production, it is possible to prepare high-quality, safe and durable shoe insoles. The results of the study contribute to the areas of leather processing and light industry.

Keywords: processing, cattle leather, eco-leather, insoles, enzyme, tannin, chromium-free tanning.

ІРІ ҚАРА ТЕРІСІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ АЯҚ КИІМ ҰЛТАРАҒЫН ЖАСАУ

С.Ш. САБЫРХАНОВА

(«М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» Қазақстан, 160012, Шымкент, Тауке хан, 5)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: saltanat.sabyrkhanova@mail.ru

Бұл ғылыми-зерттеу жұмысы ірі қара мал терісін экологиялық таза өңдеу әдістері арқылы аяқ киім ұлтарағына арнап қолданудың ғылыми және практикалық негіздерін қарастыруға бағытталған. Қазіргі уақытта теріні дәстүрлі хроммен илеу технологиясының қоршаған ортаға, адамның денсаулығына кері әсер етуі өзекті мәселенің бірі. Зерттеу жұмысының мақсаты ірі қара терісін экологиялық қауіпсіз әдістермен өңдеудің тиімді тәсілдерін анықтау және алынған былғарыны аяқ киім ұлтарағына қолдану мүмкіндіктерін зерттеу. Зерттеу барысында биоөңдеудің негізгі бағыттары, яғни ферментативті өңдеу, микроорганизмдерді пайдаланып илеу, өсімдік негізіндегі илегіштер мен хромсыз технологиялар қарастырылды. Әр әдістің экологиялық, технологиялық және сапалық артықшылықтары дәстүрлі тәсілдермен салыстырылды және кешенді талдау жүргізілді. Зерттеудің ғылыми жаңалығы тері өңдеудің экологиялық әдістерін жинақтап, олардың ұлтарақ өндірісіндегі қолдану мүмкіндіктерін ғылыми негізде көрсетіге бағытталған. Зерттеу жұмысы методологиялық тұрғыда салыстырмалы талдау, әдібиеттік шолу, құрылымдық жүйелеу әдістері пайдаланылды. Бұл зерттеу қоршаған ортаны қорғауға бағытталған былғары өндірісінің жаңа тәсілдерін енгізуге жол ашады. Ұсынылған технологияларды отандық өндірісте қолдану арқылы сапалы, қауіпсіз және ұзақ мерзімді аяқ киім ұлтарақтарын дайындауға болады. Зерттеу нәтижелері тері өңдеу және жеңіл өнеркәсіп салаларына үлес қосады.

Негізгі сөздер: өңдеу, ірі қара терісі, экологиялық былғары, ұлтарақ, фермент, танин, хромсыз илеу.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕЛКИ ОБУВИ С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ КОЖИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

С.Ш. САБЫРХАНОВА

(«Южно-Казахстанский университет им. М.Ауезова», Казахстан, 160012, Шымкент, пр.Тауке хана, 5)

Электронная почта автора-корреспондента: saltanat.sabyrkhanova@mail.ru

Данная научно-исследовательская работа направлена на рассмотрение научных и практических основ применения шкур крупного рогатого скота для обувной стельки с помощью экологически чистых методов обработки. В настоящее время одним из актуальных вопросов является негативное влияние традиционной технологии дубления кожи хромом на окружающую среду, здоровье человека. Целью исследовательской работы является выявление эффективных способов обработки кожи крупного рогатого скота экологически безопасными методами и изучение возможностей применения полученной кожи на стельках обуви. В ходе исследования были рассмотрены основные направления биообработки, то есть ферментативная обработка, замешивание с использованием микроорганизмов, дубильные вещества на растительной основе и нехроммированные технологии. Экологические, технологические и качественные преимущества каждого метода сравнивались с традиционными подходами и проводился комплексный анализ. Научная новизна исследования направлена на обобщение экологических методов обработки кожи и демонстрацию на научной основе возможностей их применения в межрасовом производстве. В исследовательской работе методологически использованы методы сравнительного анализа, этического обзора, структурной систематизации. Это исследование прокладывает путь к внедрению новых подходов к производству кожи, направленных на защиту окружающей среды. Используя представленные технологии в отечественном производстве, можно изготовить качественные, безопасные и долговечные стельки для обуви. Результаты исследования вносят вклад в области кожевенной и легкой промышленности.

Ключевые слова: обработка, кожа крупного рогатого скота, экокожа, стелька, фермент, танин, дубление без хрома.

Introduction

The use of cattle leather for shoe insoles through environmentally friendly processing methods will focus on the negative impact of traditional chrome tanning technology in leather production on the environment and human health. In the field of leather processing, the requirements for environmental safety have increased in recent years, but there are few widespread research and production solutions for the widespread introduction of leather bio-processing technologies in the Republic of Kazakhstan. Therefore, deep scientific research is becoming more and more important in accordance with the requirements of the present time. The relevance of the research work is directly related to the desire to introduce "green technologies" at the international level, the need to comply with environmental standards and the efficient use of Natural Resources. The theoretical significance of the work is to combine interdisciplinary connections in the fields of Biotechnology, ecology, chemistry, materials science and light industry and to propose scientifically based approaches. With the use of bio-processing technologies in real production, it is possible to obtain high-quality and safe leather products.

The purpose of the work is to scientifically substantiate the possibility of producing high-quality, safe and durable leather shoe insoles by processing cattle leather with environmentally friendly processing methods.

Literature Review

Cattle hides are an important by-product in the meat industry, which can be made useful by processing and making leather. Leather is a high-strength, wear-resistant, breathable valuable material [1]. It is necessary to effectively use large volumes of cattle skins collected after meat production, that is, to make it useful without turning it into waste [2]. But in traditional leather tanning technology, chromium compounds, etc.harmful chemicals are often used. When tanning with chromium, toxic inclusions are released into the environment in large quantities. These substances pollute the soil, water sources and harm the environment [3]. Therefore, at present, the emphasis is placed on environmentally friendly bio-methods of skin treatment. Environmental bioprocessing methods use enzymes, microorganisms, natural reagents to reduce the harmful effects on the environment. The research direction is also important in the production of leather insoles for shoes,

since leather obtained using environmentally friendly methods makes it possible to obtain products that are safe for human health, comfortable for the feet and harmless to natural resources.

Recently, a method of bio-processing alternative to traditional chemical methods has been developing in skin processing. Among them are technologies of enzymatic processing, tanning with the use of microorganisms and chromium-free tanning. In the enzymatic method, special biological enzymes are used instead of chemical reagents at some stages of skin treatment, especially in the hair removal process. Usually, strong alkalis and toxic sodium sulfide are used to remove hair, and in the enzymatic method, enzymes such as protease break down the keratin protein in the skin, softening the fur. As a result, the fur will detach without difficulty, and the skin will be ready for tanning. Since enzymes are biodegradable, it has been reported that chemical oxygen demand (COD) decreases by about 50%, while biological oxygen demand (BOD) decreases by up to 40%, reducing environmental pollution by toxic substances [4]. At the same time, since sulfuric alkali is not used in this method, no toxic gases (H_2S) are released and a safe environment is also created for workers. In this treatment, the structure of the fibers is preserved intact, that is, the surface layer of the skin remains intact and the strength increases. In enzymatic bioprocessing, by-products such as wool and oil are separated intact and turned into useful products as glue, fertilizer or feed for livestock [5]. Currently, companies such as Ultez, Novozymes offer commercial types of enzymes for the leather industry [6].

Tanning of the skin using microorganisms is one of the directions of bio-treatment. In this processing, the vital activity of living microorganisms is used in some stages [7]. The widely used microorganism bacterium *Bacillus subtilis* is known for its ability to produce the enzyme Protease and is used in leather production for skin hair removal [4]. Bacterial fermentation can also be used in other stages of tanning. For pickeling, that is, preparation for tanning, lactic acid can be used instead of mineral acids at the acidification stage, and lactic acid is obtained from sugar in a natural way with the help of lactobacilli. Research is underway to normalize which microorganisms biotransform some tannin and adhere better to the skin fibers. Microbial tanning, although at the stage of scientific research, is distinguished by the transfer of the process to a fully updated biological system, affecting the ecological development of leather production.

Replacing the tanning process with chromium salts with alternative natural or harmless reagents is a major environmental trend in the leather industry. Chromium-free tanning includes ways in which chromium (Cr^{3+}) is not used to stabilize skin collagen.

If bio-processing methods are used in leather processing, the resulting leather will be environmentally safe, high-quality and suitable for shoe insoles. This work contributes to the development of an environmentally friendly production system, the use of domestic scientific potential, which increases the competitiveness of the National Leather Industry.

Chrome-free tanning technologies.

Replacing the tanning process with chromium salts with alternative natural or harmless reagents is a major environmental trend in the leather industry. Chromium-free tanning includes ways in which chromium (Cr^{3+}) is not used to stabilize skin collagen. Types of chromium-free tanning include tanning with plant tannins, that is, a method of tanning with natural extracts from tree bark, plant shrubs and fruits. Plant tannins are obtained from the bark and leaves of plants such as oak, birch, Mulberry, currant, etc. Producers prepare this raw material from wood products grown in a sustainable way or indirectly [8]. The peculiarity of this method lies in the use of a completely renewable natural material and the unique properties of the resulting leather [9]. According to the results of the study, some plants growing in Kazakhstan contain very high amounts of natural tannins. In particular, it was found that the root of the medicinal dandelion (*Sanguisorba officinalis*) contains 21% tannin, and the leaf of the elderberry (*Bergenia crassifolia*) contains 20% tannin [10]. At the moment, 10-20% of world production is tanned leather by plants.

The most commonly used today in tanning leather with aldehydes is glutaraldehyde. The leather semi-finished product tanned by this method is chrome-free and is often used for car interior, children's and medical products. With this method, the tanned leather has a whitish color and low heat resistance. It also creates wastewater treatment problems due to the fact that additional chemical treatments may be required to fix collagen fibers in the tanning process [8]. But, completely eliminates heavy metal residue and serves as a good alternative in certain situations. The leather tanning with this method becomes soft, stretchy, the disadvantage is that over time, the leather tanning with aldehyde turns yellow.

The chemical analogues of tannins are synthetic tannins, that is, synthanes. These include tannins based

on phenolic synthanes, phosphate compounds, aluminum, zirconium and titanium salts. Kazakh scientists have studied complex kneaders with partial replacement of chromium. They proposed a heteropolyader complex of zirconium as an environmentally harmless tannin [11]. In addition, methods of tanning aluminum and vegetable tannins by combining are also known. This can affect the properties of the leather of some when using an alternative reagent. For this reason, research is being done to find an effective composition of alternative tannins.

In recent years, an innovative method of tanning based on zeolite has appeared. Zeolite is the structural name for natural aluminosilicate minerals that have the ability to absorb or release water. This method does not use heavy metals, nor does it require aldehydes, but is implemented using an inorganic mesh structure with the ability to stabilize collagen [8]. Because zeolite tanned leather is able to absorb and reproduce water well and prevent rotting, it is an important property for comfort inside shoes. This technology will also be effective from the point of view of ecology, there will be no heavy metal in the residual water, and the reagent used is a harmless mineral. Zeolite tanning is currently considered a new direction and an innovation that may become widespread in the future.

Comparative advantages of traditional and ecological tanning methods

Bio-processing methods have a number of important advantages when it comes to traditional chrome tanning. The weight on the environment is reduced, that is, the environmental friendliness of waste water and solid waste from production is higher due to the fact that harmful heavy metals and toxic reagents are not used or very little is used. For example, in the enzymatic method, organic wastewater pollution has been reduced, safe for workers health, and hydrogen gas released in the traditional chromium treatment technology is eliminated [4].

In environmental methods, bio-products with renewable raw materials are used, and tibial resources are used effectively. Plant tannins are obtained from renewable plant sources. Therefore, dependence on synthesized substances in the chemical industry is reduced [8]. Processing with the help of enzymes and microorganisms saves energy, since many bioprocesses occur at normal temperature and pressure. Enzymes work effectively at around 37°C, and in some stages of traditional methods, heating or cooling is required to carry out the reaction. One of the advantages of ecological bioprocessing approaches is the ability to use leather waste. Chrome-tanned leather residues are dangerous to soil and water due to their heavy metal content, so they must be buried in the ground or burned. And by recycling the waste of chromium-free biobes, it is possible to obtain products such as fertilizer, glue, collagen hydrolyzate [5]. Wool, fat residues obtained by the enzymatic method are suitable for conversion into animal feed or industrial raw materials, since they do not contain a harmful substance. This corresponds to the principles of closed-cycle industrial ecology [12]. Bioethics have a positive effect on the quality of leather. The traditional whitewashing-sulfidation process damages the skin fibers in a certain amount, breaking down some of the collagen. And enzymatic softening and hair removal gently cleanses the skin structure, and the glossy surface and elasticity of the resulting leather are well preserved. The thermal stability of chrome tanned leather is very high at 100°C, and the stability of vegetable tanned leather is 80°C. Plant-tanned leather has antiseptic properties, because tannins have the effect of inhibiting the growth of bacteria, and the insoles of leather shoes have a less unpleasant odor [13]. Table 1 presents some comparative indicators of traditional and modern methods in leather processing.

Table 1 - Comparative indicators of traditional and modern methods in leather processing

Comparison indicator	Traditional chrome tanning	Environmental bio-processing
Main reagents used	Chromium salts (Cr^{3+}), sodium sulfide, strong acids, formaldehyde, etc.	Enzymes, plant tannins, organic acids, natural polymers, etc.
Impact on the environment	There will be heavy metal and toxic residues, contaminated tap water, require special treatment.	There will be no or little toxic substances, most of the waste can be biodegradable, and cleaning will be easy.
Safety of the working environment	Chemical vapors and gases (Cr , H_2S) are dangerous, workers need special protection.	Bioreagents are relatively safe, there will be less odor and toxic gas in production, and the working conditions will be safe.
Energy and water consumption	Fast process (tanning with Chrome for 1 day), but significant loss in water (requires more rinsing).	Some methods take longer, but the possibility of reusing water is higher, and enzyme processes require less energy.
Leather quality	Very high heat has stability, softness and durability; due to the presence of chromium, which can be an allergen, it is possible to smell in shoes over time.	In terms of quality, some properties are superfluous, natural tannins have antibacterial and odor-repellent properties. High air permeability, does not contain harmful substances.
Waste use	Chrome leather residue is toxic, wool and oil residues are absorbed by the chemical, difficult to use.	Chromium-free waste can be converted into products such as fertilizer, animal feed, glue, collagen. Wool can be dosed and used in the textile industry.

The table provides a comparison of the general leather tanning process. Depending on production technologies, indicators may change. For example, research is currently being done in Chromium tanning methods to save water and reduce the residual chromium content as well [8]. Bio-processing methods are effective in terms of Ecology and Occupational Safety, and in terms of product quality are not inferior to the traditional method.

The quality of the insole material must be very high, as the insole of the shoe is the part that is in direct contact with the sole. Leather has been used for many centuries to make insoles due to its property to provide a comfortable microclimate inside shoes. Eco-friendly leather insoles produced by pure method have such important characteristics as ductility, durability, air permeability, moisture absorption, resistance to abrasion, antibacterial properties. Leather tanned with plant tannins, although dense at first, becomes softer and more comfortable on the feet as it is used. Since such leather insoles are durable to wear for a long time, are able to absorb and evaporate moisture to the outside, the foot does not sweat, a soft dry environment is maintained and the appearance of an unpleasant odor is reduced [13]. It

has been scientifically proven that plant-based tannins are polyphenolic compounds and inhibit the development of microbial cells [14]. For example, tannins from oak and spruce bark reduced the reproduction of bacterial strains such as *Escherichia coli* [15]. The use of natural chitosan biopolymer in leather finishing is widespread because chitosan is a natural substance capable of killing bacteria. It has been established that harmful bacteria such as *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* do not grow on chitosan-coated leather [16].

Results and discussion

Currently, a lot of scientific research and industrial initiatives have been carried out in Kazakhstan on the treatment of skin with environmentally friendly methods. One of them, scientists from Taraz regional university named after M.H. Dulaty, studied the environmental problems of mineral tanning of leather and proposed ways to solve the problem. In 2023, the results of practical testing by members of the group contribute to the development of environmentally friendly leather production [3].

Researchers of the Al-Farabi Kazakh National University found that plants growing in East Kazakhstan

contain tannins necessary for tanning in large quantities and offered opportunities for their use in leather production [10]. This can serve as the basis for the development of plant tanning methods in our country.

The leather industry of light industry in Kazakhstan has passed a difficult period, when many large tanneries have ceased to exist. But now there are attempts to revive the leather industry. In 2021, the Semey leather plant was launched in East Kazakhstan. With the support of investors, the enterprise for the processing of animal skins of the company "KazBeef" produces semi-finished products and exports them to foreign countries such as China, India, Italy [2]. This project in Semey is an example of how to make the agricultural sector of Kazakhstan financially and environmentally efficient, using agricultural products.

In Kazakhstan, a startup called URPAQ to create alternative ecological types of leather produces eco-leather from coffee waste. This material obtained by processing coffee powder is suitable for the production of shoes and accessories, and its use does not harm both animals and ecology and saves water resources [17]. This product is a completely organic composition, that is, it does not contain such a petrochemical derivative as polyurethane.

In general, researchers confirm that Kazakhstan has the potential to transfer the leather industry to a sustainable development channel. Experts point out that it is more effective to treat leather with responsible and clean methods instead of completely disposing of it [5]. This is because animal husbandry produces thousands of tons of skin every year, and if they are not processed, they will rot, damage the environment and cause losses. The transformation of the same raw material into leather will make it possible to create shoes, leather products for the population, as well as a solution to eliminate large amounts of waste. Therefore, the introduction of environmental biotechnologies in the development of domestic leather production will be doubly useful. Firstly, it is environmentally friendly, and secondly, it offers high-quality competitive clean products. With constant research and innovation in this direction, support from the state and business, Kazakhstan has every chance to form not only eco-leather insoles, but also the brand "green leather" as a whole.

Conclusions

In general, summing up, the creation of shoe insoles by environmentally friendly processing of cattle skin is an important scientific and technological direction in accordance with the requirements of our time. These methods reduce the disadvantages of traditional leather

production and allow you to obtain environmentally friendly, high-quality leather products. Enzymatic and microbiological processing, plant-based and other chromium-free tanning technologies together form the concept of "green leather". Insoles made of such leather are distinguished by the properties of pliable, resistant, breathable, odorless and bacteria-free. Kazakhstan's science and industry are taking their first steps in this direction and have the potential for further development. The production of eco-friendly leather is not only a concern for nature, but also an investment in human health and a purely technological legacy that we will leave to future generations.

Acknowledgement, conflict of interest (financing)

This article is published within the framework of intra-university financing of the research project of the South Kazakhstan University of NAO named after M.Auezov "Development of innovative methods of processing domestic skins of the Republic of Kazakhstan for insoles of shoes with the effective use of natural resources that are harmless to the environment. IOKY2024-013".

REFERENCES

1. Tu Y. H. et al. The use of natural products in the leather industry. – 2019.
2. Kusto Group brings the shine back to Kazakhstan's leather industry. <https://www.kustogroup.com>. (accessed February 20, 2025).
3. Сахиев М. С., Бишимбаев В. К. Экологические проблемы минерального дубления кож и пути решения // Гидрометеорология и экология. – 1999. – №. 1. – С. 170-175.
4. Ng T. C. et al. Eco-friendly Enzymatic Dehairing of Cowhide Using Thermostable Alkaline Serine Protease 50a // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 131. – С. 05032.
5. Sundar V. J. Sustainable strategies and wayforward–Kazakhstan leather sector // Механика және технологиялар. – 2024. – №. 4 (86). – С. 357-361.
6. Lasoń-Rydel M. et al. Use of enzymatic processes in the tanning of leather materials // AUTEX Research Journal. – 2024. – Т. 24. – №. 1. – С. 20230012.
7. Лысак В. В. Микробиология. – Белорусский государственный университет, 2008.
8. Leather Tanning - Chemicals & Process - Nera Tanning. <https://www.neratanning.com>. (accessed March 12, 2025).
9. Kavitha V. U., Kandasubramanian B. Tannins for wastewater treatment // SN Applied Sciences. – 2020. – Т. 2. – С. 1-21

10. Satybaldiyeva D. N. et al. Исследование состава и содержания биологически активных веществ бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.) и кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.). *Bergenia crassifolia* (L.) Fitch және *Sanguisorba officinalis* L. өсімдіктері //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2013. – Т. 57. – №. 1. – С. 82-87.

11. Сахы М. Изучение оптимальных условий получения экологически безвредных гетерополиядерных хромалюминиевых комплексных соединений //Гидрометеорология и экология. – 1999. – №. 4. – С. 229-235.

12. Provin A. P. et al. Circular economy for fashion industry: Use of waste from the food industry for the production of biotextiles //Technological Forecasting and Social Change. – 2021. – Т. 169. – С. 120858.

13. The Benefits of Using Vegetable-Tanned Leather Insoles – Handarte Insoles. <https://handarteinsoles.com>. (accessed April 10, 2025).

14. Tannin, effective against bacteria? | Tannins.org. <https://www.tannins.org/tannin-effective-against-bacteria/>. (accessed May 03, 2025).

15. Poles E. et al. Study on the antibacterial properties of leathers tanned with natural tannins and their interactions with shoes inhabiting bacteria. – 2019

16. Barros M. C. et al. Chitosan as an antimicrobial agent for footwear leather components //2nd BIOPOL. – 2009.

17. Экокожу из кофе научились делать в Казахстане – Качественный Казахстан. <https://standard.kz/ru/post/ekokozu-iz-kofe-naucilis-delat-v-kazaxstane>. (accessed May 18, 2025).

REFERENCES

1. Tu Y. H. et al. The use of natural products in the leather industry. – 2019.

2. Kusto Group brings the shine back to Kazakhstan's leather industry. <https://www.kustogroup.com>. (accessed February 20, 2025).

3. Sakhiev M.S., Bishimbayev V.K. Ekologicheskie problemy mineralnogo dubleniya kozh I puti resheniya [Environmental problems of mineral tanning of leather and solutions] *Gidrometeorologiya I ekologiya*. 1999. №1, C. 170-175. (In Russian)

4. Ng T. C. et al. Eco-friendly Enzymatic Dehairing of Cowhide Using Thermostable Alkaline Serine Protease 50a //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 131. – С. 05032.

5. Sundar V. J. Sustainable strategies and wayforward– Kazakhstan leather sector. *Mechanics Technologies*. 2024. 4(86), C.357-361.

6. Lasoń-Rydel M. et al. Use of enzymatic processes in the tanning of leather materials //AUTEX Research Journal. – 2024. – Т. 24. – №. 1. – С. 20230012.

7. Lysak V.V. *Microbiologiya* [Microbiology]. Bekorusskii gosudarstvennyi universitet, 2008.

8. Leather Tanning - Chemicals & Process - Nera Tanning. <https://www.neratanning.com>. (accessed March 12, 2025).

9. Kavitha V. U., Kandasubramanian B. Tannins for wastewater treatment //SN Applied Sciences. – 2020. – Т. 2. – С. 1-21

10. Satybaldiyeva D. N. et al. Issledovanie sostava I soderzhaniya biologicheskii aktivnykh veshstv badana tolstolistnogo (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.) I krovoxlebkii lekarstvennoi (*Sanguisorba officinalis* L.) [Investigation of the composition and content of biologically active substances of thick-leaved badan (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.) and medicinal hemophlebhone (*Sanguisorba officinalis* L.)]. *Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaiya*. 2013. T.57. №1, C.82-87..

11. Sakhy M. Izuchenie optimalnykh uslovii oilucheniya 'kologicheskii bezvrednykh geteropoliyadernykh khromaluminevykh kompleksnykh soedinenii [Study of optimal conditions for the production of environmentally friendly heteropolynuclear chromaluminium complex compounds]. *Gidrometeorologiya I ekologiya*. 1999. № 4, C. 229-235.

12. Provin A. P. et al. Circular economy for fashion industry: Use of waste from the food industry for the production of biotextiles //Technological Forecasting and Social Change. – 2021. – Т. 169. – С. 120858.

13. The Benefits of Using Vegetable-Tanned Leather Insoles – Handarte Insoles. <https://handarteinsoles.com>. (accessed April 10, 2025).

14. Poles E. et al. Study on the antibacterial properties of leathers tanned with natural tannins and their interactions with shoes inhabiting bacteria. – 2019

15. Tannin, effective against bacteria? | Tannins.org. <https://www.tannins.org/tannin-effective-against-bacteria/>. (accessed May 03, 2025).

16. Barros M. C. et al. Chitosan as an antimicrobial agent for footwear leather components //2nd BIOPOL. – 2009.

17. Ekokozhu iz kofe nauchilis' delat' v Kazakhstane – Kachestvennyi Kazakhstan [Eco-leather from coffee was learned to be made in Kazakhstan – Quality Kazakhstan]. Available at: <https://standard.kz/ru/post/ekokozu-iz-kofe-naucilis-delat-v-kazaxstane> (accessed May 18, 2025). (In Russian)

МАҚТА МАТАЛАРЫН МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ АНТИМИКРОБТЫҚ ҚАСИЕТ БЕРУ

¹М.Б. БАЙМАХАНОВА , ¹И.М. ДЖУРИНСКАЯ , ¹Б.Р. ТАУСАРОВА , ²Т. ОҢҒАР 

(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле Би көшесі 100

²Дрезден техникалық университеті, Германия, 01069, Дрезден қ., Хохе көш.6)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: indi_06.79@mail.ru

Мақала «жасыл химия» әдісіне сәйкес алынған мыс нанобөлшектері негізінде антимикробтық қасиеттері бар целлюлоза текстиль материалдарын әзірлеуге арналған. Зерттеудің негізгі мақсаты – мақта маталарын ұзақ мерзімді бактерияға қарсы әсер ететін экологиялық қауіпсіз әдіспен модификациялау. Қалпына келтіргіш ретінде аскорбин қышқылы, ал тұрақтандырғыш ретінде желатин мен глюкоза қолданылды. Мұндай таңдау мыс нанобөлшектерінің тұрақты коллоидтық жүйелерін түзуге және олардың талшықты құрылымда біркелкі таралуына мүмкіндік берді. Нанобөлшектерді бекітуді күшейту үшін қосымша тетраэтоксисилан енгізіліп, кремний диоксиді матрицасы түзілді. Жұмыста мақта маталарын синтездеу мен модификациялау әдістемесі сипатталып, таңдалған тұрақтандырғыштардың қасиеттері талданды. Сканирлеуші электрондық микроскопия нанобөлшектер морфологиясындағы айырмашылықтарды растады: желатин қолданылған жағдайда ұсақ әрі біртекті бөлшектер (30–74 нм) түзілсе, глюкоза ірі агрегаттардың (56–143 нм) түзілуіне әкелді. Бұл деректер микробиологиялық сынақ нәтижелерімен сәйкес келеді: өңделген үлгілер *E. coli* өсуін тежейтін аймақты 0,4 мм-ге дейін көрсетті. Зерттеудің практикалық маңызы антимикробтық және қорғаныштық қасиеттері бар функционалды мақта маталарын өндіруде қолдануға болатын әдісті әзірлеуде жатыр, ол жеңіл өнеркәсіп пен медицина саласында сұранысқа ие.

Негізгі сөздер: целлюлоза текстиль материалдары, модификация, жасыл химия, мыс нанобөлшектері, антимикробтық қасиеттер.

МОДИФИКАЦИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ ДЛЯ ПРИДАНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

¹М.Б. БАЙМАХАНОВА, ¹И.М. ДЖУРИНСКАЯ, ¹Б.Р. ТАУСАРОВА, ²Т. ОНҒАР

(¹Алматинский технологический университет, Казахстан, 050012, г.Алматы, ул.Толле Би 100

²Дрезденский технический университет, Германия, 01069, г.Дрезден, ул.Хохе 6)

Электронная почта автора-корреспондента: indi_06.79@mail.ru

Статья посвящена разработке целлюлозных текстильных материалов с антимикробными свойствами на основе наночастиц меди, полученных по принципам «зелёной химии». Основная цель исследования заключалась в создании экологически безопасного способа модификации хлопчатобумажных тканей, обеспечивающего устойчивый антибактериальный эффект. В качестве восстановителя применялась аскорбиновая кислота, стабилизаторами служили желатин и глюкоза. Такой выбор позволил сформировать стабильные коллоидные системы наночастиц меди и добиться их равномерного распределения в волокнистой структуре. Для усиления закрепления наночастиц дополнительно использовался тетраэтоксисилан, образующий оксидокремниевую матрицу. В работе описана методика синтеза и модификации хлопчатобумажных тканей, а также проанализированы свойства выбранных стабилизаторов. Сканирующая электронная микроскопия подтвердила различия в морфологии наночастиц: при использовании желатина формировались более мелкие и однородные частицы (30–74 нм), тогда как глюкоза приводила к образованию агрегатов увеличенного размера (56–143 нм). Эти данные согласуются с результатами микробиологических испытаний: обработанные образцы показали зону ингибирования роста *E. coli* до 0,4 мм. Практическая ценность исследования заключается в разработке метода, который может быть использован для создания

функциональных хлопчатобумажных тканей с антимикробными и защитными характеристиками, востребованными в лёгкой и медицинской промышленности.

Ключевые слова: целлюлозные текстильные материалы, модификация, зеленая химия, наночастицы меди, антибактериальные свойства.

MODIFYING COTTON FABRICS WITH COPPER NANOPARTICLES TO IMPART ANTIBACTERIAL PROPERTIES

¹M.B. BAIMAKHANOVA, ¹I.M. JURINSKAYA, ¹B.R. TAUSSAROVA, ²T. ONGGAR

(¹Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole Bi st., 100

²Technical University of Dresden, Germany, 01069, Dresden, Hohe st., 6)

Corresponding author e-mail: indi_06.79@mail.ru

*This article is dedicated to the development of antimicrobial cellulose textile materials based on copper nanoparticles, obtained following the principles of «green chemistry». The main goal of the research was to create an environmentally friendly method for modifying cotton fabrics, ensuring a stable antibacterial effect. Ascorbic acid was used as a reducing agent, while gelatin and glucose served as stabilizers. This choice allowed for the formation of stable colloidal systems of copper nanoparticles and their uniform distribution within the fibrous structure. To enhance the fixation of the nanoparticles, tetraethoxysilane was additionally used to form a silicon oxide matrix. The paper describes the synthesis and modification methods for cotton fabrics and analyzes the properties of the selected stabilizers. Scanning electron microscopy confirmed the differences in nanoparticle morphology: using gelatin resulted in smaller and more uniform particles (30–74 nm), whereas glucose led to the formation of larger aggregates (56–143 nm). These data are consistent with the results of microbiological tests: the treated samples showed a zone of inhibition of *E. coli* growth up to 0.4 mm. The practical value of the research lies in the development of a method that can be used to create functional cotton fabrics with antimicrobial and protective properties, which are in demand in the light and medical industries.*

Keywords: cellulose textile materials, modification, green chemistry, copper nanoparticles, antibacterial properties.

Introduction.

In recent years, against the backdrop of the rapid development of nanotechnology, there has been growing interest in creating textile materials modified with metal nanoparticles. Metal nanoparticles possess unique properties that differ from the properties of the bulk metal from which they are derived [1]. Such nanocomposite textile systems combine the physicochemical characteristics of the fibrous structure with the functional properties of the nanoparticles, ensuring their durability and stability within the fabric matrix.

Particular attention is given to copper nanoparticles, which exhibit pronounced biological and antimicrobial activity [2]. As microorganisms develop resistance to traditional antibiotics, the development of alternative antibacterial solutions based on metal nanoparticles is becoming especially relevant. Nanoparticles of copper and copper oxide demonstrate a broad spectrum of action and can complement traditional antimicrobial agents [3, 4]. Modern research increasingly relies on the principles of «green chemistry», which

involve the development of environmentally friendly methods for synthesizing functional nanomaterials [5]. The use of «green» approaches in organic chemistry laboratory practice helps reduce the use of hazardous reagents and lessen the environmental impact.

The implementation of such methods in the textile industry, particularly in the modification of cotton materials, is becoming especially relevant. Cotton was used as the base due to its widespread use and valuable performance properties such as hygroscopicity, softness, and biodegradability. However, it also provides a favorable environment for the growth of pathogenic microorganisms, including bacteria, fungi, and viruses [6]. Therefore, the creation of hygienic antimicrobial fabrics based on cotton is important for preventing the spread of infections.

The proposed method is based on the synthesis of copper nanoparticles using natural stabilizers (gelatin and glucose) and ascorbic acid as a reducing agent. The additional introduction of tetraethoxysilane ensures the formation of a silicon oxide matrix, which contributes to

a stronger fixation of the nanoparticles in the fiber structure and increases the durability of the antimicrobial effect. The novelty of this work lies in combining the green synthesis of copper nanoparticles with the creation of a silicate matrix on the surface of cotton fabrics.

The aim of the study is to develop an environmentally safe method of modification of cotton fabrics with copper nanoparticles for the formation of stable antimicrobial properties, the objectives include the synthesis of copper nanoparticles using ascorbic acid as a reducing agent and natural stabilisers (gelatin and glucose), the study of the influence of the selected stabilisers on the morphology of particles, the modification of cotton fabrics with the formation of silicate matrix, the assessment of their antibacterial activity, as well as a comparative study of the antibacterial effect of the modified fabrics. The hypothesis of the study is that the use of natural stabilisers will allow to obtain stable copper nanoparticles distributed in the structure of fibres, which will provide long-term antibacterial effect of modified fabrics.

A brief literature review on the development of antibacterial textile materials modified with copper-based nanoparticles. Savelieva Y.I. et al. investigated antibacterial polyurethane composites containing silver and copper nanoparticles, noting their high antimicrobial efficacy and potential application in functional materials [7]. Sheikh A., Nambi R., and Sayeda M.A. (2022) demonstrated that green-synthesized copper nanoparticles from *Cocculus hirsutus* possess pronounced antioxidant, antibacterial, and antidiabetic properties, highlighting the biomedical significance of copper-based nanomaterials [8]. Emrini M.L. and Valiani V. (2021) provided a comprehensive review of copper-containing nanoagents, emphasizing the unique antimicrobial potential of copper and its oxides [9]. Their work traces a growing interest in copper nanostructures, which researchers often characterize as a kind of «copper stage» in the development of antimicrobial nanotechnology.

Recent studies have identified environmentally friendly methods for imparting antibacterial properties to cotton fabrics using copper-based nanoparticles. For example, Mehrabani B. et al. (2022) developed an eco-friendly in situ synthesis of copper nanoparticles on polyester fabrics using chitosan and ascorbic acid, demonstrating effective antimicrobial properties and suitability for use in textiles [10]. Pérez-Álvarez et al. (2022) reported a simple and inexpensive method for synthesizing copper nanoparticles directly from cotton

fibers, avoiding the use of toxic reducing agents and yielding materials with promising antimicrobial properties [11].

Another study in ACS Applied Nano Materials (2022) described coatings of copper nanoparticles (both Cu_2O and metallic Cu, $\approx 50\text{--}150$ nm) on fabrics commonly used in masks and cleaning wipes. These coatings exhibit rapid and stable antibacterial activity, killing pathogens such as *S. aureus*, *K. pneumoniae*, and *P. aeruginosa* in as little as 45 seconds [12].

Textile materials have a wide range of applications in the home, industry, transport and as special protective equipment [13]. Also, it should be noted that the group of cellulose-containing textile materials is of the greatest interest, as these fabrics and fibres have unique properties [14]. On the other hand, natural fibres, polymers and bio-based fillers are fully degradable materials [15].

Evaluating these achievements, it becomes clear that creating durable antimicrobial cotton fabrics requires not only powerful bacterial inactivation but also stable immobilization of nanoparticles and the preservation of fabric integrity. Therefore, key research areas include developing reliable fixation methods, ensuring environmental safety, and assessing the long-term functional stability of modified textiles.

Materials and methods

This study focuses on the development and safety evaluation of textile materials with antimicrobial properties. For this purpose, objects were selected that represent both the base material and the modifying reagents needed to achieve the desired properties, in accordance with current scientific literature.

Objects of Study:

Cotton Fabric - Article 1030. The fabric size used in the experiment was 20×20 cm, with a surface density of 130 g/m^2 . The breaking load was 315 mm (warp) and 346 mm (weft). Cotton fabric was chosen as the main substrate because it is widely used in the light and medical industries due to its hygienic, mechanical, and sorptive properties. However, the natural nature of the fiber makes it vulnerable to microbial degradation.

Copper Sulfate — An inorganic compound with the formula CuSO_4 . The anhydrous form is a colorless, odorless, and highly hygroscopic substance that is readily soluble in water. Its molar mass is 159.60 g/mol and its density is 3.64 g/cm^3 . It possesses disinfectant and antiseptic properties

Gelatin — A natural polymer that acts as a biocompatible stabilizer in nanoparticle synthesis reactions.

Ascorbic Acid (C₆H₈O₆) A white, crystalline powder with a sour taste, easily soluble in water and alcohol.

Glucose (C₆ H₁₂ O₆) – an organic compound, a colorless, odorless crystalline substance that also has reducing properties.

The synthesis of copper nanoparticles was performed using a «green chemistry» method, incorporating naturally derived reducing agents and stabilizers. Two different formulations were used, distinguished by the type of stabilizer: gelatin and glucose. Ascorbic acid served as the reducing agent, and copper (II) sulfate pentahydrate (CuSO₄·5H₂O) was the source of copper ions.

Synthesis with Gelatin:

An aqueous solution of CuSO₄·5H₂O was mixed with a gelatin solution, which acted as a stabilizer to prevent nanoparticle agglomeration. A solution of ascorbic acid was added to this mixture, which led to the reduction of Cu²⁺ ions to metallic copper. To create the alkaline environment necessary to activate the reduction process, a sodium hydroxide (NaOH) solution was introduced into the system. The reaction was carried out at a temperature of approximately 50 °C with constant stirring for 40-50 minutes until a stable colloid formed. A change in the reaction was indicated by a color change of the solution: the appearance of an intense dark reddish hue signaled the formation of copper nanoparticles.

Synthesis with Glucose:

Under similar conditions, a second series of reactions was conducted, using glucose as the stabilizer.

Before starting the second phase of the experimental research, a bleached cotton fabric was washed in distilled water to remove potential contaminants and impurities. After drying the fabric at room temperature, the samples were kept in a desiccator

to stabilize their moisture content, which allowed for a more accurate mass measurement on an analytical balance.

Cotton fabric samples, each measuring 200 x 200 mm, were treated with a solution containing copper nanoparticles synthesized using the two different formulations:

- Sample No. 1 was treated with the *gelatin*-based formulation;
- Sample No. 2 was treated with the *glucose*-based formulation.

The fabrics were impregnated using a laboratory two-roll padding machine with a pressing level of 90%. This was followed by drying at 110 °C, and then heat treatment at 120 °C on pin frames in a thermostated drying oven. After this, the samples were additionally rinsed with distilled water to remove any unfixed residues of the formulation and dried at room temperature.

The antimicrobial properties of the cotton fabric were tested using a laboratory method for resistance to microbial degradation.

Research and discussion

In the course of this study, two methods for the synthesis of copper nanoparticles based on «green chemistry» principles were developed and comparatively evaluated. Gelatin and glucose were chosen as stabilizers because both substances have high biocompatibility and contribute to the formation of stable colloidal systems.

The synthesis of copper nanoparticles was carried out by reducing an aqueous solution of copper sulfate. Ascorbic acid was used as the reducing agent, and gelatin as the stabilizer. To determine the optimal concentrations of the starting components, a series of experiments was conducted (Table 1).

Table 1. Concentrations of Starting Components

Sample number	Concentration, g/mol		
	CuSO ₄ 5 H ₂ O	C ₆ H ₈ O ₆	Gelatin
1	0,006	0,05	0,01
2	0,0125	0,1	0,01
3	0,0175	0,4	0,01

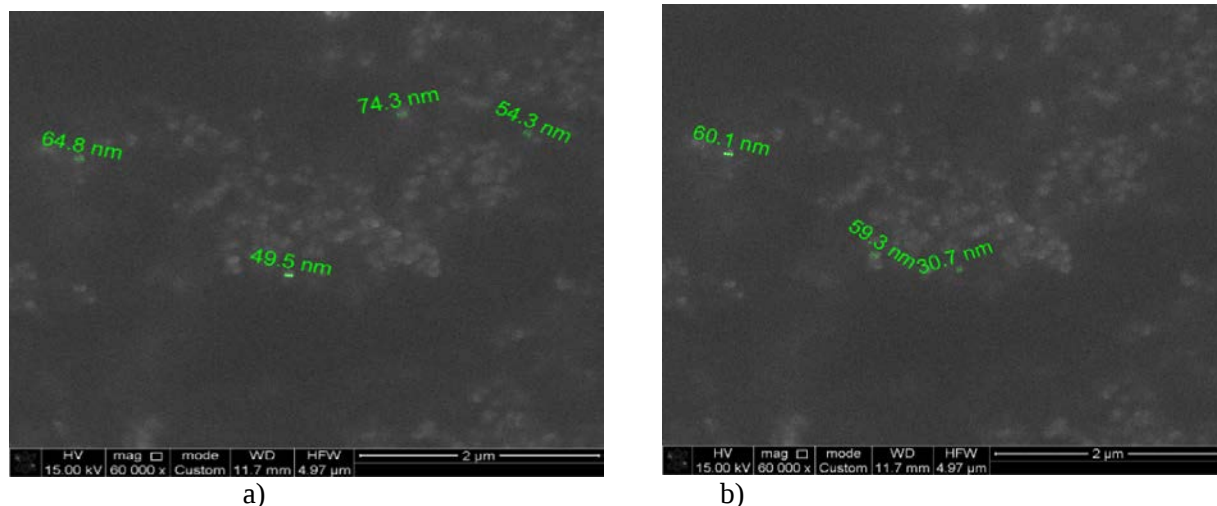


Figure 1. Photographs of copper nanoparticles from Sample 1 (a), 1 (b) in the presence of a gelatin stabilizer ensuring a uniform distribution of particles and preventing excessive clumping in the initial stages. However, despite the stabilizing effect, some of the nanoparticles tend to form loose aggregates. Such clusters do not completely disrupt the nanoscale nature but increase the average size of the observed particles. To determine the optimal concentrations of the starting components, a series of experiments was conducted (Table 2).

Table 2. Concentrations of initial components

Sample number	Concentration, g/mol		
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	Glucose
1	0.006	0.03	0,005
2	0,0125	0.03	0,011
3	0,0175	0.03	0,016

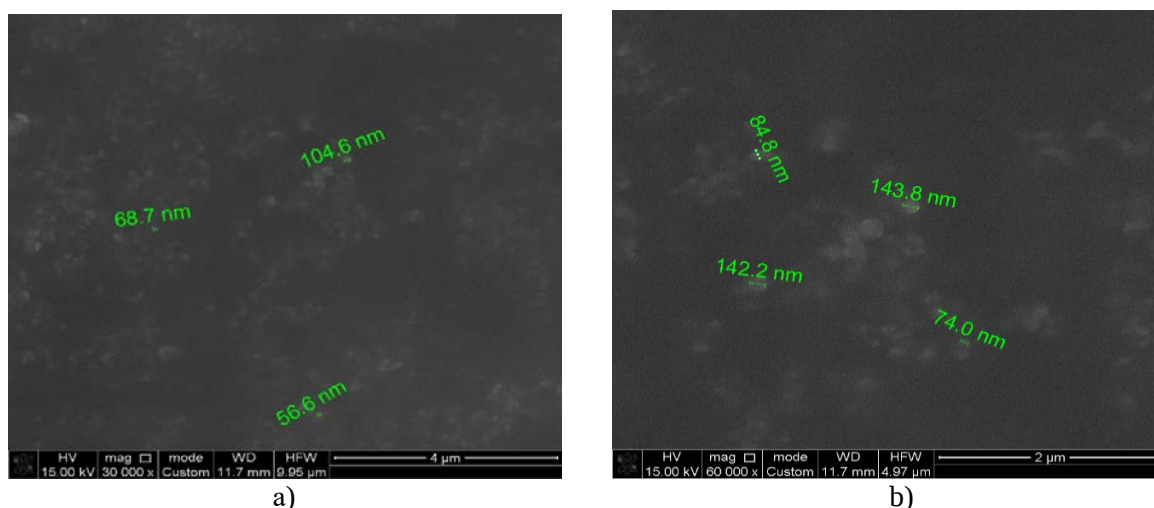
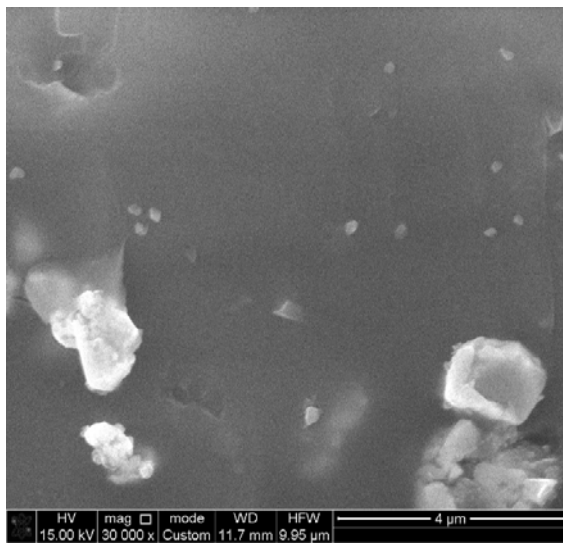


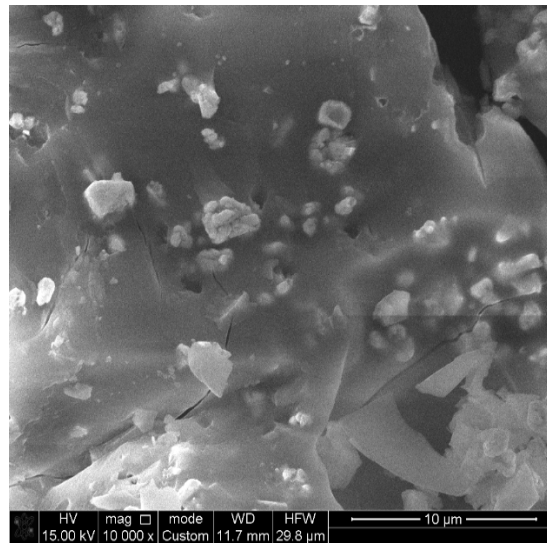
Figure 2. Photographs of copper nanoparticles from Sample 1 (a) and Sample 2 (b) in the presence of a glucose stabilizer

The results from the scanning electron microscopy (SEM) micrographs showed that when glucose was used as a stabilizer, the nanoparticle

sizes varied in the range of 56 to 143 nm. This indicates a lower degree of stabilization and possible particle aggregation.



a)



b)

Figure 3. Micrographs of copper nanoparticles obtained by scanning electron microscopy (SEM) at various magnifications in the presence of a gelatin stabilizer

As a result of the scanning electron microscopy (SEM) micrographs obtained, it was shown that when glucose was used as a stabilizer, the nanoparticle sizes varied in the range of 56 to 143 nm. This indicates a lower degree of stabilization and possible particle aggregation.

To prepare the biocidal composition, tetraethoxysilane (TEOS) was used as a structure-forming matrix, with ethyl alcohol as the solvent in a water-to-alcohol ratio of 4:1. Then, copper(II) sulfate pentahydrate and ascorbic acid as a reducing agent were added. Gelatin was used as the stabilizer in the first formulation, and glucose in the second. The preparation time was 40–50 minutes at a temperature of 50 °C.

Testing conducted at the Research Laboratory for the Assessment of Food Product Quality and Safety at Almaty Technological University JSC established that the samples demonstrated a zone of inhibition of *E. coli* growth in the range of 0.2–0.4 mm (when gelatin was used as a stabilizer) and 0.2–0.3 mm (when glucose was used), which indicates pronounced antimicrobial activity. The introduction of TEOS into the impregnation solution contributed to the formation of a silicate matrix on the fiber surface, ensuring a stronger fixation and stabilization of the copper nanoparticles, thereby increasing the effectiveness of the antimicrobial action..

Table 3. Preparation of solution based on stabilisers (gelatin/glucose) and tetraethylorthosilicate

Name of reagents	Sample No.1 (g/mol)	Sample No.2 (g/mol)	Sample No.3 (g/mol)
	temperature $t^{\circ} - 50^{\circ} \text{C}$		
CuSO ₄ 5 H ₂ O	0,006	0,0125	0,0175
C ₆ H ₈ O ₆	0,03	0,03	0,03
Gelatin	0,01	0,01	0,01
Glucose	0,005	0,011	0,016
Tetraethylorthosilicate (TEOS)	0,03	0,03	0,03

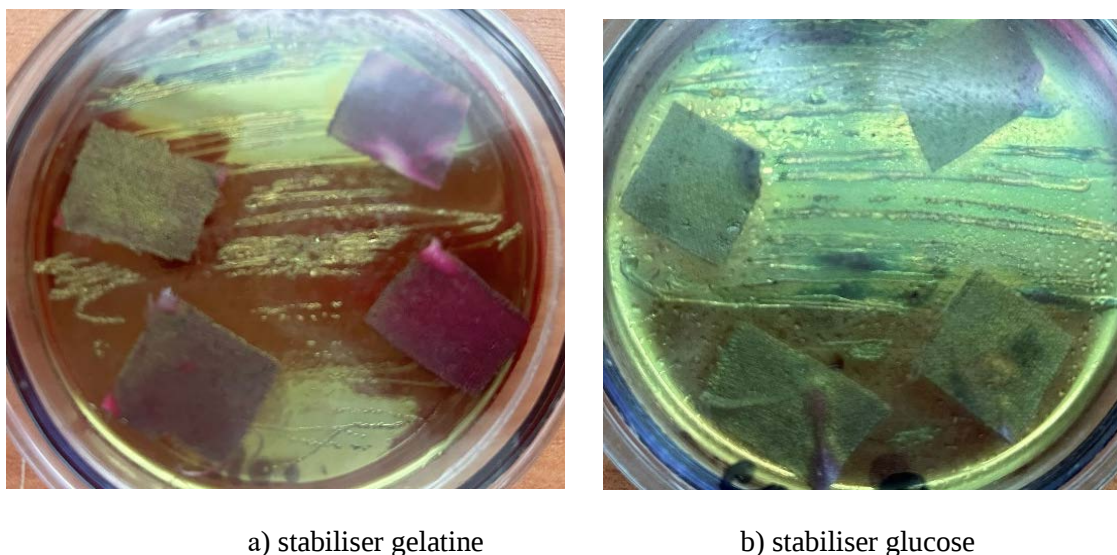


Figure 4. Treated samples with the addition of tetraethyl orthosilicate and stabilizers: (a) gelatin, (b) glucose

Thus, the addition of TEOS to the impregnation solution allowed for partial antibacterial activity against *E. coli*. This confirms the feasibility of further research into the effect of TEOS on nanoparticle stabilization and the enhancement of the antimicrobial effect.

Scanning electron microscopy (JET 6300) revealed a change in the morphological surface of the treated samples compared to the untreated ones (Fig. 5). The presence of a silicon oxide matrix is observed on the surface of the treated fabrics. The proposed method

ensures the fixation of copper sulfate nanoparticles on the surface of the cotton fabric. Elemental analysis confirmed the presence of substances on the fabric surface. It can also be noted from the results of the elemental analysis that in the antimicrobial cotton fiber of the first sample, where gelatin is the stabilizer (Fig. 6), the structure contains 1.9% Si and 0.93% Cu. In the case of the second sample (Fig. 7), where glucose is the stabilizer, the composition is 1.73% Si and 0.93% Cu.

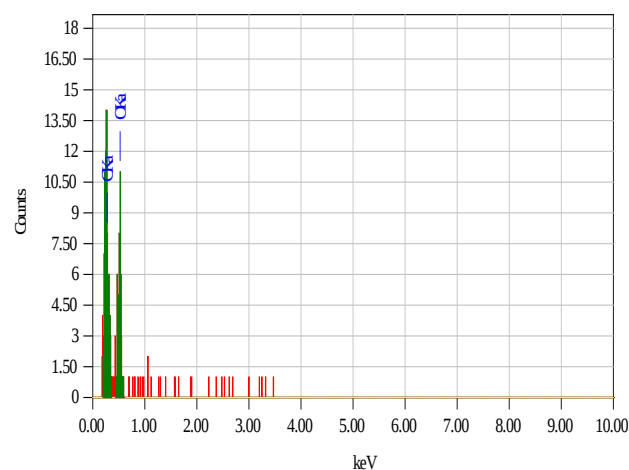
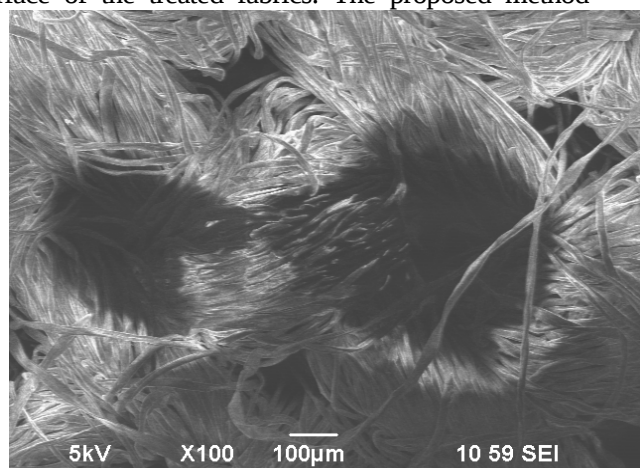


Fig. 5 - Electron scanning microscopy image of an untreated sample

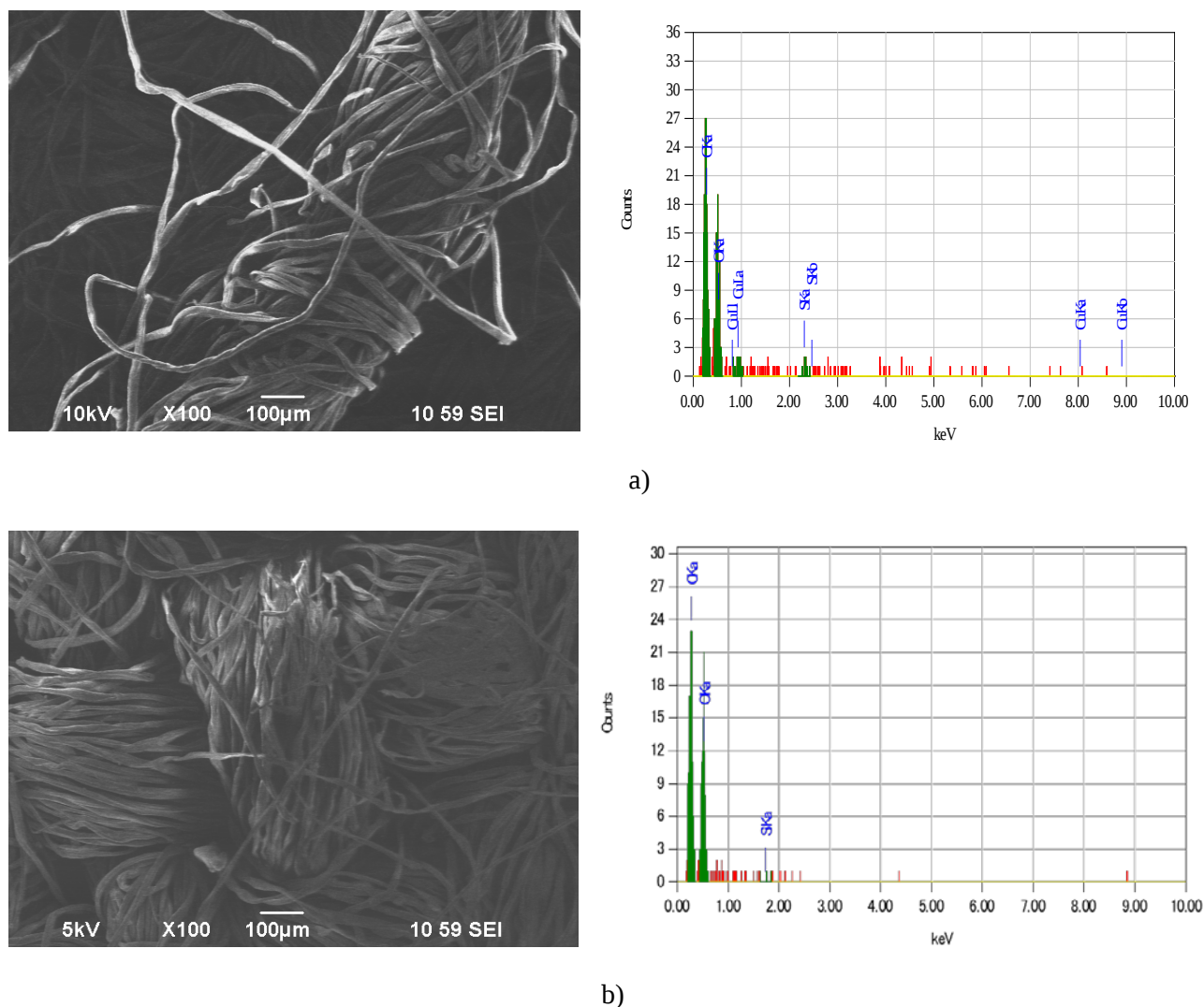


Fig. 6. Electron-scanning microscopy image of treated samples (a- stabiliser glucose; b) stabiliser gelatin).

Based on what has been said, it can be concluded that the proposed method of antimicrobial treatment based on copper sulfate with the addition of tetraethoxysilane provides pronounced antimicrobial activity to textile materials.

The difference in morphological characteristics directly impacted how the solutions interacted with the cotton fabric. Treating the textile with the solution containing gelatin-stabilized particles resulted in a more uniform distribution on the fabric surface, which could potentially increase the modified material's resistance to biological influences. Samples treated with the glucose-based formulation showed a less homogeneous distribution, which is also confirmed by SEM analysis.

Thus, the choice of stabilizer plays a key role not only in the nanoparticle synthesis process but also in the

effectiveness of the subsequent modification of textile materials.

Conclusion

An environmentally friendly method for synthesizing copper nanoparticles using ascorbic acid as a reducing agent and gelatin and glucose as stabilizers was successfully developed through experimental research. It was established that gelatin promoted the formation of smaller, more uniform nanoparticles (30–74 nm), while glucose resulted in significantly larger particles (56–143 nm).

Treated fabrics using copper sulfate with ascorbic acid and a stabilizer (gelatin or glucose), along with the addition of tetraethoxysilane (TEOS), formed a silicate matrix. This matrix led to better fixation and stabilization of the copper nanoparticles on the fibers and achieved a

positive antimicrobial effect. The zones of inhibition for *E. coli* growth were 0.2–0.4 mm for samples with gelatin and 0.2–0.3 mm for samples with glucose.

Scanning electron microscopy analysis confirmed the effectiveness of the proposed method for modifying cotton fabrics. The samples treated with the silicon oxide matrix ensured the fixation of copper sulfate nanoparticles on the fiber surface, which contributed to the formation of antimicrobial properties. It was determined that the sample with the gelatin stabilizer had a silicon content of 1.9% and a copper content of 0.93%, while the sample with the glucose stabilizer had 1.73% silicon and 0.93% copper. This shows stable fixation of the functional components regardless of the stabilizer type.

In conclusion, the developed TEOS-based compositions can be considered promising for creating functional textile materials with antimicrobial and protective properties. The data presented can be used to optimize synthesis parameters and improve the effectiveness of nanostructured coatings in the textile industry.

Funding

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP26195961, «Development of technology for obtaining new textile materials with special properties»).

REFERENCES

1. Dovnar I., Smotryn M., Anufrik S. - Antibacterial and physico-chemical properties of silver and zinc oxide nanoparticles. *Journal of the Grodno State Medical University*, №20 (1), 2022: 98-107 <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2022-20-1-98-107>
2. Markovic D., Zille A., Ribeiro A. Antibacterial Bio - Nanocomposite Textile Material Produced from Natural Resources. *National Library of Medicine*, №12 (15), 2022: 2339 <https://doi.org/10.3390/nano12152539>
3. Inkhonova A., Eshtursunov D., Botirov S. Antibacterial properties of copper-polymer complex. *International scientific journal*, №10 (112), 2023: 39-44 <https://doi.org/10.32743/UniChem.2023.112.10.16057>
4. Gudkov S., Burmistrov D., Fomina P. Antibacterial Properties of Copper Oxide Nanoparticles. *National Library of Medicine*, № 25 (21), 2024:11563 <https://doi.org/10.3390/ijms252111563>
5. Saxena R., Kotnala Sh., Bhatt S.C. A review on green synthesis of nanoparticles toward sustainable environment. *Sustainable Chemistry for Climate Action*, №6, 2025:100071 <https://doi.org/10.1016/j.scca.2025.100071>
6. Kim J., Hyun Kang S., Choi Y. Antibacterial and biofilm-inhibiting cotton fabrics decorated with copper

nanoparticles grown on graphene nanosheets. *Scientific Reports*, №13, 2023:11947 <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38723-4>

7. Savelyeva Y., Gonchara A., Movchanb B. Antibacterial polyurethane materials with silver and copper nanoparticles. *Materials Today: Proceedings: Letters in Applied Microbiology*, №4, 2017: 87–94 <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.196>

8. Shaik A., Nambi R., Syeda M.A. Antioxidant, Antibacterial, and Anti-diabetic Activity of Green Synthesized Copper Nanoparticles of *Cocculus hirsutus* (Menispermaceae). *National Library of Medicine*, №194 (10), 2022: 4424 – 4438 <https://doi.org/10.1007/s12010-022-03899-4>

9. Ermini M.L., Voliani V. Antimicrobial Nano-Agents: The Copper Age. *Pub Med: National Library of Medicine*, №15 (4), 2021:6008 – 6029 <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c10756>

10. Mehravani B., Ribeiro A.I., Montazer M., Zille A. Development of Antimicrobial Polyester Fabric by a Green in Situ Synthesis of Copper Nanoparticles Mediated from Chitosan and Ascorbic Acid. *Scientific.Net: Materials Science Forum*, №1063, 2022:83–90. <https://doi.org/10.4028/p-xa1m7m>

11. Perez-Alvarez L., Cadenas-Pliego G., Perez-Camacho O. Green Synthesis of Copper Nanoparticles Using Cotton. *Polymers*, №13 (12), 2021: 1906 <https://doi.org/10.3390/polym13121906>

12. Goncalves R.A., Ku J.W.K., Zhang H. Copper-Nanoparticle-Coated Fabrics for Rapid and Sustained Antibacterial Activity Applications. *ACS Applied Nano Materials*, № 5 (9), 2022:12876 –12886 <https://doi.org/10.1021/acsnm.2c02736>

13. Смирнов Н.В. Комплексная оценка пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов: рекомендации. Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной защиты, 2014: 28

14. Спиридонова В.Г., Сорокин Д.В., Никифоров В.Г. Циркина О.Г. Обоснование актуальных подходов к оценке пожароопасных свойств текстильных материалов и способов огнезащиты тканей различного функционального назначения. *Современные проблемы гражданской защиты*, № 2 (47) 2023:125-132.

15. Shah A.U.R., Prabhakar M.N., Song J. Current Advances in the Fire Retardancy of Natural Fiber and Bio-Based Composites – A Review. *International journal of precision engineering and manufacturing-green technology*, 2017: 242–262 <https://doi.org/10.1007/s40684-017-0030-1>

REFERENCES

1. Dovnar I., Smotryn M., Anufrik S. - Antibacterial and physico-chemical properties of silver and zinc oxide nanoparticles. *Journal of the Grodno State Medical University*, №20 (1), 2022: 98-107 <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2022-20-1-98-107>
2. Markovic D., Zille A., Ribeiro A. Antibacterial Bio - Nanocomposite Textile Material Produced from Natural

Resources. National Library of Medicine, №12 (15), 2022: 2339 <https://doi.org/10.3390/nano12152539>

3. Inkhonova A., Eshtursunov D., Botirov S. Antibacterial properties of copper-polymer complex. International scientific journal, №10 (112), 2023: 39-44 <https://doi.org/10.32743/UniChem.2023.112.10.16057>

4. Gudkov S., Burmistrov D., Fomina P. Antibacterial Properties of Copper Oxide Nanoparticles. National Library of Medicine, № 25 (21), 2024:11563 <https://doi.org/10.3390/ijms252111563>

5. Saxena R., Kotnala Sh., Bhatt S.C. A review on green synthesis of nanoparticles toward sustainable environment. Sustainable Chemistry for Climate Action, №6, 2025:100071 <https://doi.org/10.1016/j.scca.2025.100071>

6. Kim J., Hyun Kang S., Choi Y. Antibacterial and biofilm-inhibiting cotton fabrics decorated with copper nanoparticles grown on graphene nanosheets. Scientific Reports, №13, 2023:11947 <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38723-4>

7. Savelyeva Y., Gonchara A., Movchanb B. Antibacterial polyurethane materials with silver and copper nanoparticles. Materials Today: Proceedings: Letters in Applied Microbiology, №4, 2017: 87-94 <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.196>

8. Shaik A., Nambi R., Syeda M.A. Antioxidant, Antibacterial, and Anti-diabetic Activity of Green Synthesized Copper Nanoparticles of *Cocculus hirsutus* (Menispermaceae). National Library of Medicine, №194 (10), 2022: 4424 – 4438 <https://doi.org/10.1007/s12010-022-03899-4>

9. Ermini M.L., Voliani V. Antimicrobial Nano-Agents: The Copper Age. Pub Med: National Library of Medicine, №15 (4), 2021:6008 – 6029 <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c10756>

10. Mehravani B., Ribeiro A.I., Montazer M., Zille A. Development of Antimicrobial Polyester Fabric by a Green in Situ Synthesis of Copper Nanoparticles Mediated from Chitosan and Ascorbic Acid. Scientific.Net: Materials Science Forum, №1063, 2022:83-90. <https://doi.org/10.4028/p-xa1m7m>

11. Perez-Alvarez L., Cadenas-Pliego G., Perez-Camacho O. Green Synthesis of Copper Nanoparticles Using Cotton. *Polymers*, №13 (12), 2021: 1906 <https://doi.org/10.3390/polym13121906>

12. Goncalves R.A., Ku J.W.K., Zhang H. Copper-Nanoparticle-Coated Fabrics for Rapid and Sustained Antibacterial Activity Applications. *ACS Applied Nano Materials*, № 5 (9), 2022:12876 –12886 <https://doi.org/10.1021/acsanm.2c02736>

13. Smirnova N.V. Kompleksnaya otsenka pojamoi opasnosti tekstilnih i kojavennih materialov: rekomendasii [Evaluation of the fire properties of textile materials from natural fibers]. All-Russian Scientific Research Institute of Fire Protection, 2014:28

14. Spiridonova V.G., Sorokin D.V., Nikifirov A.L., Tsirikina O.G. Obosnovanie aktualnih podhodov k otsenke pojarnoopasnih svoystv tekstilnih materialov i sposobov

ognezashity tkani razlichnogo funktsionalnogo naznachenia [Substantiation of current approaches to assessing the fire-hazardous properties of textile materials and methods of fire protection of fabrics of various functional purposes]. Modern problems of civil protection, no 2 (47), 2023:125-132 https://doi.org/10.47367/0021-3497_2021_4_75

15. Shah A.U.R., Prabhakar M.N., Song J. Current Advances in the Fire Retardancy of Natural Fiber and Bio-Based Composites – A Review. International journal of precision engineering and manufacturing-green technology, 2017: 242-262 <https://doi.org/10.1007/s40684-017-0030-1>

ОКРАШИВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ХЛОПКА С УЧЕТОМ ИХ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

С.А. МАМАДЖАНОВА



(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, 100100,
Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Шохжахон, 5.)

Электронная почта автора- корреспондента: surayyoxon91@mail.ru

В данной работе представлены результаты комплексного исследования процессов окрашивания генетически модифицированных сортов хлопка — Порлок-1 (П-1), Порлок-2 (П-2) и Порлок-4 (П-4) — с учетом их морфологических и структурных особенностей. Особое внимание уделено сравнительному анализу нового районированного сорта С-6524, полученного с применением РНК-интерференционной технологии и гибридизации с различными реципиентными генотипами. Установлено, что химический состав волокон по основным компонентам (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) существенно не отличается, однако наблюдаются значимые различия по содержанию α-целлюлозы, степени полимеризации, прочности, длине штапель и объемно-структурным характеристикам. Методы рентгенодифракционного анализа и сканирующей электронной микроскопии позволили выявить изменения в степени кристалличности, размерах кристаллитов и межплоскостных расстояниях, что напрямую влияет на сорбционные свойства волокон. Количество сорбированного и фиксированного красителя зависит от микро- и макроструктуры волокон, включая общий объем пор, число волокон в пряже, площадь пустот в поперечном сечении и степень ориентации макромолекул. Полученные результаты демонстрируют, что структурные особенности генетически модифицированных волокон способствуют повышению эффективности и качества процесса окрашивания, обеспечивая более равномерное распределение красителя, устойчивость к внешним воздействиям и улучшенные эстетические характеристики текстильных материалов. Работа открывает перспективы для дальнейшего совершенствования технологий окрашивания текстильных материалов.

Ключевые слова: генетически модифицированный хлопок, окрашивание, структурные свойства, α-целлюлоза, кристалличность, РНК-интерференция, сорбция, фиксация красителя.

ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН МАҚТА СОРТТАРЫН ОЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП БОЯУ

С.А. МАМАДЖАНОВА

(Ташкент текстиль және жеңіл өнеркәсіп институты, 100100, Өзбекстан Республикасы,
Ташкент қаласы, Шохжахон көшесі № 5)

Автор- корреспонденттің электрондық поштасы: surayyoxon91@mail.ru

Бұл зерттеуде генетикалық түрлендірілген мақта сорттарының — Порлок-1 (П-1), Порлок-2 (П-2) және Порлок-4 (П-4) — бояу процесі олардың морфологиялық және құрылымдық ерекшеліктерін ескере отырып жан-жақты қарастырылған. Ерекше назар РНК-интерференциялық технология және әртүрлі генотиптермен гибридтеу арқылы алынған жаңа аймақтық С-6524 сортына аударылды. Талиықтардың химиялық құрамы (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) айтарлықтай өзгермегенімен, α-целлюлоза мөлшері, полимерлену дәрежесі, беріктігі, штапель ұзындығы және көлемдік-құрылымдық параметрлер бойынша елеулі айырмашылықтар анықталды. Рентгендік дифракциялық талдау мен сканерлеуші электрондық микроскопия талиықтардың кристалдылық дәрежесі, кристаллит өлшемі және жазықаралық қашықтықтарындағы өзгерістерді көрсетті, бұл олардың сорбциялық қасиеттеріне тікелей әсер етеді. Бояғыштың сіңірілуі мен бекітілуі талиықтардың микро- және макроқұрылымына, соның ішінде жалпы кеуек көлеміне, иірімдегі талиық санына, көлденең қимадағы бос кеңістік ауданына және макромолекулалардың бағытталуына байланысты. Зерттеу нәтижелері генетикалық түрлендірілген талиықтардың құрылымдық ерекшеліктері бояу процесінің тиімділігі мен сапасын арттыратынын көрсетті. Бұл біркелкі бояу, сыртқы әсерлерге төзімділік және текстиль өнімдерінің эстетикалық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді. Жұмыс тоқыма бояу технологияларын одан әрі жетілдіру перспективаларын ашады.

Негізгі сөздер: генетикалық түрлендірілген мақта, бояу, құрылымдық қасиеттер, α-целлюлоза, кристалдылық, РНК-интерференция, сорбция, бояғышты бекіту.

DYEING OF GENETICALLY MODIFIED COTTON VARIETIES CONSIDERING THEIR STRUCTURAL CHARACTERISTICS

S.A. MAMADJANOVA

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Tashkent City, Shokhzhakhon street No. 5)

Corresponding author email: surayyoxon91@mail.ru

This study presents the results of a comprehensive investigation into the dyeing processes of genetically modified cotton varieties—Porlok-1 (P-1), Porlok-2 (P-2), and Porlok-4 (P-4)—with consideration of their morphological and structural characteristics. Particular attention is given to the comparative analysis of the newly zoned variety C-6524, developed through RNA interference technology and hybridization with various recipient genotypes. It was found that the chemical composition of the fibers in terms of cellulose, hemicellulose, and lignin does not differ significantly; however, notable variations were observed in α -cellulose content, degree of polymerization, fiber strength, staple length, and volumetric-structural parameters. X-ray diffraction analysis and scanning electron microscopy revealed changes in crystallinity, crystallite size, and interplanar spacing, which directly affect the sorption properties of the fibers. The amount of absorbed and fixed dye depends on the micro- and macrostructure of the fibers, including total pore volume, number of fibers in the yarn, cross-sectional void area, and macromolecular orientation. The findings demonstrate that the structural features of genetically modified fibers enhance the efficiency and quality of the dyeing process, ensuring more uniform dye distribution, improved resistance to external factors, and better aesthetic properties of textile materials. The work opens up prospects for further improvement of textile dyeing technologies.

Keywords: genetically modified cotton, dyeing, structural properties, α -cellulose, crystallinity, RNA interference, sorption, dye fixation

Введение

Хлопковое волокно является одним из важнейших видов сырья в текстильной промышленности. Оно также представляет собой возобновляемый природный ресурс, благодаря чему хлопок широко культивируется во многих регионах мира. В данной работе рассматриваются классификация, рост и развитие волокна, а также урожайность и качество рассматриваются в соответствии с общими и специфическими агротехническими подходами [1].

Индексы STI, GMP и MP эффективно применяются для идентификации сортов хлопка, устойчивых к дефициту влаги, поскольку они позволяют отбирать генотипы, способные сохранять высокий уровень урожайности в условиях орошения и/или водного стресса. Индексы STI и MP дают возможность дифференцировать сорта по их потенциалу продуктивности как в условиях водного дефицита, так и вне его. Авторы не изучали влияние особенностей роста хлопка в условиях засухи на основные качественные показатели волокнистого сырья [2].

В [3] изучена роль ген – сигнального пути SL хлопка GhMAX2 в росте хлопчатника на высоту и формирование формы растения. Согласно приведенным результатам, GhMAX2 может выполнять важные функции в росте хлопка, формирование формы растения и удлинении

волокон. Это исследование, в основном, раскрывает функцию GhMAX2 в процессе передачи сигналов SL/KAR в хлопке и обеспечивает теоретическую основу для выращивания новых сортов хлопчатника в будущем.

Авторы отмечают, что различия между генотипами и технологическими подходами к производству волокна могут быть компенсированы в процессе переработки. Однако дефекты, связанные со степенью зрелости волокна невозможно предотвратить или минимизировать в процессе окрашивания и печати без предварительной информации о зрелости волокна. Данные, представленные в литературе по оценке качества волокна, свидетельствуют о том, что стремление удовлетворить потребности промышленности в более прочном и тонком хлопковом волокне тесно связано с его химической обработкой и свойствами текстильных материалов, полученных из него [4].

Степень кристалличности хлопковой целлюлозы в среднем составляет около 70 %. Функциональные гидроксильные группы (–OH) в кристаллической области находятся под воздействием водородных связей и межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса, что делает их химически неактивными. Это оказывает отрицательное влияние на протекание реакций в процессе химической обработки. Элементарные

звенья целлюлозы соединены между собой гликозидными связями, образованными между атомами С-1 и С-4 соседних глюкозных остатков. Каждое звено содержит три гидроксильные группы, расположенные в позициях С-2, С-3 и С-6. Гидроксильные группы, находящиеся на концах целлюлозного фрагмента целлюлозной молекулы, существенно различаются. На одном конце фрагмента гидроксильная группа при С-1 образует менее активную альдегидную структуру [5].

Целлюлоза как природный полимер рассматривается как материал с макроструктурой, состоящей из двухфазной аморфно-кристаллической системы. Аморфная часть целлюлозы характеризуется ориентацией функциональных групп, закрученностью макромолекулы и разветвлённостью структурных элементов в определённых участках между кристаллитами. Указанные дефекты имеют статистическую природу и обусловлены условиями биологического синтеза и роста хлопчатника.

В последние годы было проведено множество экспериментальных и теоретических исследований, направленных на изучение структурных характеристик упорядоченных кристаллических фаз целлюлозы. Для анализа аморфного состояния использовались порошковые образцы, приготовленные из измельчённой целлюлозы [6].

Целлюлоза, полученная из различных источников, отличается физическими свойствами, такими как молекулярная масса, соотношение кристаллических и аморфных участков. Пространственное расположение глюкозных цепей в элементарной ячейке определяет кристаллическое состояние целлюлозы. В данной работе рассматриваются переменные параметры, влияющие на свойства пряжи. Степень зрелости волокон оказывает влияние на их неоднородность. В исследовании приведены экспериментальные результаты, полученные с использованием диэлектрического сепаратора для сортировки волокон по степени зрелости. Механические и физические характеристики волокон классифицированы в зависимости от их зрелости [7–8].

Химическое взаимодействие красителя с волокнистым материалом обеспечивает прочность окраски, растворимость в воде, широкий спектр цветов и относительную технологическую простоту процесса. Одним из ключевых преимуществ является высокий спрос на активные красители для окрашивания текстильных

материалов, изготовленных из целлюлозных волокон [9].

Основными процессами, обеспечивающими фиксацию красителя, являются его диффузия и сорбция на поверхности волокна. Конечная цель окрашивания — это закрепление красителя в волокне, происходящее в результате межфазного массопереноса посредством сорбции. Это взаимодействие реализуется через переход ионов окрашенного красителя в твёрдую фазу волокна, их проникновение во внутреннюю структуру волокна и образование прочных связей различной природы [10, 11–13].

Форма красителя, которая была сорбирована, но не закреплена, требует интенсивной промывки окрашенных текстильных материалов. Это увеличивает продолжительность технологического процесса, повышает расход водных и энергетических ресурсов, а также усиливает загрязнение сточных вод красителями. В процессе эксплуатации наблюдается снижение стойкости окраски, что негативно влияет на потребительские свойства готовой текстильной продукции. С целью снижения загрязнения сточных вод и уменьшения водопотребления предложен ряд методов промывки и очистки отходов, образующихся при окрашивании текстильных материалов активными красителями [14–16].

Как указано в монографии [17], структурные особенности волокон сортов «Порлок» оказывают влияние на эффективность отделки текстильных материалов.

Настоящая статья посвящена изучению взаимосвязи между структурой генетически модифицированного хлопкового волокна и процессом его окрашивания, а также внедрению данных сортов в текстильную промышленность.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования были выбраны генетически модифицированные сорта хлопка: Порлок-1 (П-1), Порлок-2 (П-2) и Порлок-4 (П-4). Для сравнительного анализа использовался районированный сорт С-6524.

Параметры волокна — длина, тонкость, зрелость, прочность, цвет и степень загрязнённости — определялись с использованием современной системы USTER HVI-1000 в соответствии с американскими стандартами.

Содержание жировых веществ в волокне определялось методом экстракции. Связанные липидные компоненты извлекались с помощью устройства SOKSLET SOX406 с применением органических растворителей.

Сорбция водяного пара проводилась на высоковакуумных весах Мак-Вен. Оценка радиуса пор осуществлялась согласно методологии, описанной в источнике [18].

Микроскопические изображения получены с использованием сканирующего электронного микроскопа SEM ZEISS SIGMA.

Рентгенографический структурный анализ образцов проводился на рентгеновском дифрактометре DRON-3М.

Цветовые характеристики образцов определялись в научной лаборатории «Kor Uz Textile Technopark» с применением спектроколориметра X-Rite Ci7800.

Результаты и их обсуждение

В качестве экспериментального материала были выбраны волокна хлопка сортов «Порлок». Сорт Порлок-1 получен путём скрещивания линии Koker-312, модифицированной методом РНК-интерференции, с сортом АН-Боявут-2. Сорт Порлок-2 — результат скрещивания той же линии Koker-312 с сортом С-6524. Сорт Порлок-4 создан на основе скрещивания линии Koker-312 с сортом Наманган-77, с последующим многократным отбором перспективных линий. Анализ характеристик хлопкового волокна различных селекционных сортов представлен в таблице 1, где приведены ключевые показатели, отражающие качество волокна.

Таблица. Характеристики хлопкового волокна разного селекционного сорта

Показатели хлопкового волокна	П-1	П-2	П-4	С-6524
Зрелость, %	76,7	86,4	80,7	80,7
Верхняя средняя длина (UHML), мм	31,5	30,9	31,0	28,2
Индекс равномерности по длине, %	83,5	83,1	82,9	82,3
Удельная разрывная нагрузка, гс/текс	29,5	28,9	29,4	28,4
Удлинение при разрыве, %	7,4	6,3	6,5	6,8
Индекс коротких волокон, %	6,4	6,7	7,6	8,0
Содержание жира, %	0,65	0,67	0,59	0,69
Белизна, %	64,4	69,1	71,6	69,0
Зольность, %	0,35	0,30	0,06	0,49
Содержание α -целлюлозы, %	98,7	98,6	98,8	98,3
Степень желтизны	4,5	4,2	4,2	4,6
Степень полимеризации (СП)	3300	3300	3800	2900

Поверхностные и объёмные параметры сырья рассчитывались на основе данных изотерм сорбции водяного пара. Исследование этих характеристик показало, что новые сорта

хлопкового волокна обладают более высокими поверхностными и объёмными свойствами по сравнению с широко культивируемыми сортами табл. 2.

Таблица 2. Поверхностные и объёмные свойства хлопковых волокон различных селекционных сортов

Показатели качества	Сорт хлопкового волокна			
	П-1	П-2	П-4	С-6524
Емкость моно слоя X_m , г/г	0,0219	0,0118	0,0109	0,0105
Удельная поверхность $S_{уд}$, м ² /г	76,98	41,52	70,97	36,75
Суммарный объем пор W_0 , см ³ /г	0,072	0,058	0,077	0,048
Радиус капилляров R_k , Å	28,18	18,71	21,91	26,12
Степень кристалличности, %	84	86	85	84

Для более глубокого изучения структурных характеристик генетически модифицированных сортов хлопка «Порлок» был проведён рентгеноструктурный анализ исследуемых образцов. Степень кристалличности хлопковой целлюлозы составляет около 70 %. В кристаллических областях функциональные

гидроксильные группы (–ОН) либо отсутствуют, либо обладают низкой реакционной способностью. Этот фактор в значительной степени определяет особенности протекания диффузионных процессов при химической обработке текстильных материалов табл. 3.

Таблица 3. Межплоскостные расстояния и размеры кристаллитов различных селекционных сортов хлопковых волокон

Сорт х/в	Межплоскостные расстояния d (Å)					Размеры кристаллитов (Å)			
	$d_{(101)}$	$d_{(101)^{-}}$	$d_{(002)}$	$d_{(040)}$	λ	L3	L4	L5	L7
П-1	6,026	5,539	3,952	2,578	1,5418	80,163	80,286	115,803	83,317
П-2	6,026	5,539	3,892	2,571	1,5418	80,163	80,286	115,874	119,057
П-4	6,326	8,043	3,986	2,622	1,5418	20,025	26,624	115,763	83,182
С-6524	6,109	5,47	3,892	2,564	1,5418	80,146	80,306	135,187	83,363

В процессе раскрытия коробочки волокно, соприкасаясь с воздухом, высыхает и закручивается в S или Z направлениях вокруг своей оси. Результаты микроскопических

исследований образцов хлопкового волокна, проведенных с помощью сканирующего электронного микроскопа марки “SEM ZEISS SIGMA”, приведены на рисунке 1.

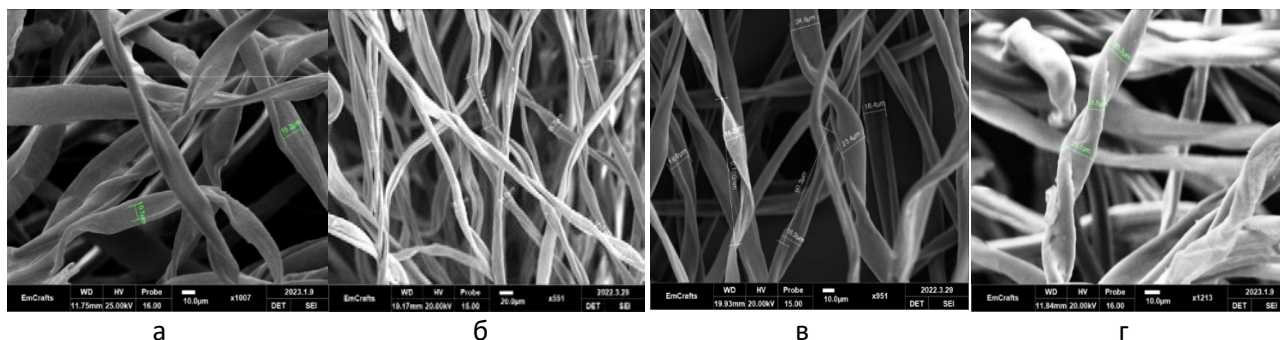


Рисунок 1. СЭМ фотографии образцов хлопковых волокон: а– П-1; б– П-2; в– П-4; г– С-6524

Анализ фотографии образцов хлопковых волокон, полученных с помощью СЭМ, также подтверждает отличия геометрических

показателей хлопковых волокон разного селекционного сорта таблица 4

Таблица 4. Средние геометрические показатели хлопковых волокон разного селекционного сорта

Сорт х/в	Ширина, мм	Длина извитка, мм	Толщина, мм
Порлок-1	0,0464	0,07135	0,005
Порлок-2	0,0179	0,0662	0,0002
Порлок-4	0,0328	0,0813	0,002
С-6524	0,0217	0,0835	0,0146

Проведены расчеты площади поперечных сечений исследуемых пряж, площадь занятых элементарными волокнами и пустоты пряж с разными структурно-объемными свойствами. Данные исследования необходимы для выявления влияния структурно-сорбционных свойств волокнистого сырья на количество фиксированного красителя.

Следует отметить, что пряжа из хлопкового волокна имеет характерную структуру. Сравниваемые хлопковые пряжи: П-1, П-2, П-4 и С-6524.

Результаты микроскопических исследований образцов поперечного сечения пряжи, проведенных с помощью сканирующего электронного микроскопа марки “SEM ZEISS SIGMA”, приведены на рисунке 2.

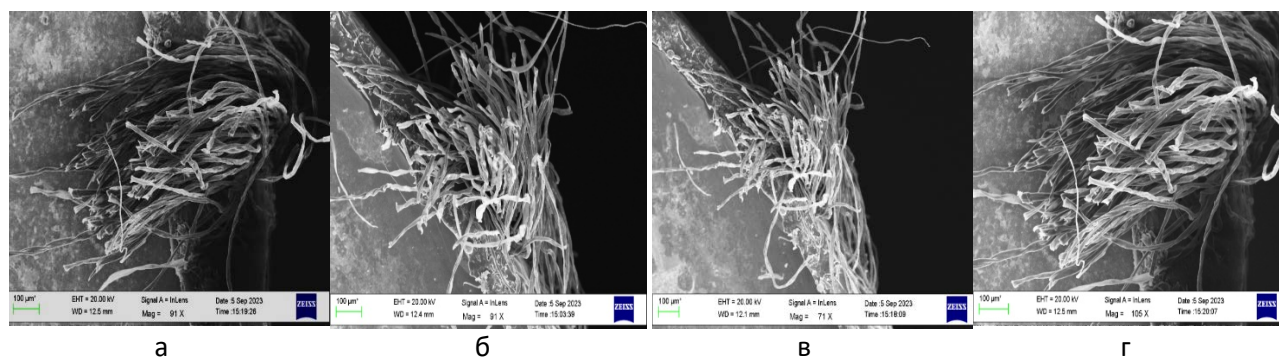


Рисунок 2. СЭМ фотографии поперечного сечения пряжи: а– П-1; б– П-2; в– П-4; г– С-6524

В результате проведённых экспериментов в таблице 5 представлены данные по структурно-объёмным и геометрическим характеристикам

хлопкового волокна селекционных сортов «Порлок» и пряжи, изготовленной на их основе, а также количественные показатели волокон.

Таблица 5. Структурно-объёмные, геометрические характеристики хлопкового волокна и количество волокон и пряжи селекционных сортов “Порлок”

№	Сорт хлопка	Удельная поверхность, $S_{уд}$, м ² /г	Суммарный объем пор W_0 , см ³ /г	Радиус капилляров, R_k , Å	Диаметр волокна	
					микрометр μm	мм
1.	Порлок-1	76,98	0,072	28,18	12,8	0,0128
2.	Порлок-2	41,52	0,058	18,71	10,21	0,0102
3.	Порлок-4	70,97	0,077	21,91	8,88	0,0088
4.	С-6524	36,75	0,048	26,12	13,5	0,0135

На рисунке 3 и в таблице 6 представлены показатели площади поперечного сечения различных сортов хлопка, а также расчётные

значения количества сорбированного и фиксированного красителя.

Таблица 6. Значения показателей площади сечения по сортам хлопчатника

Сорт хлопчатника	Площадь поперечного сечения пряжи S_k , мм ²	Площадь поперечного сечения волокна S_T , мм ²	Площадь поперечного сечения пряжи, занятого волокном S_k^1 , м ²	Площадь пустот в поперечном сечении пряжи S_n , м ²	Относительная площадь пустот в поперечном сечении пряжи, δ , %
Порлок-1	0,01838	0,0000999	0,005794	0,012586	68,50
Порлок-2	0,015828	0,000081672	0,006370	0,009458	59,75
Порлок-4	0,015828	0,00006079	0,004437	0,011391	71,90
С-6524	0,01886	0,0001431	0,006438	0,01242	65,86

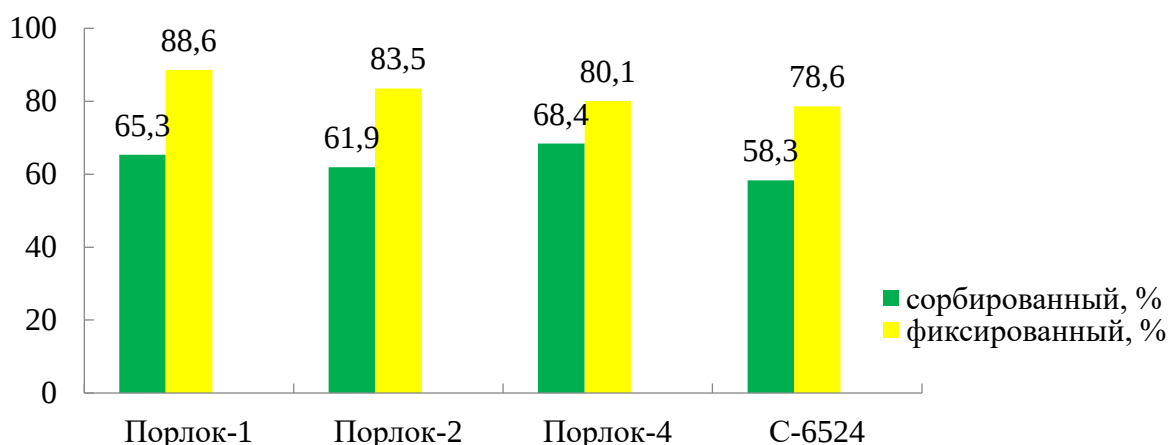


Рисунок 3. Количество сорбированного и фиксированного красителя в образцах хлопкового волокна различных сортов

На рисунке 3 представлены процентные значения сорбированного и фиксированного красителя в образцах хлопкового волокна различных сортов. Более высокая степень фиксации указывает на прочную химическую связь красителя с волокном, что способствует устойчивости окраски при эксплуатации.

Заключение

Проведён сравнительный анализ волокон генетически модифицированных сортов хлопка П-1, П-2 и П-4 с районированным сортом С-6524. Новые селекционные сорта «Порлок» отличаются от районированного сорта по ряду качественных показателей, связанных с их структурными характеристиками.

По результатам анализа сорбционных характеристик волокон, сорта П-1 и П-4 имеют удельную поверхность в 2 и 1,9 раза больше соответственно, а общий объем пор в 1,5, 1,2 и 1,6 раза больше, чем у хлопкового волокна сорта «С-6524». Структура волокна сорта П-2 по сравнению с другими образцами имеет меньшие размеры пор.

Выявлены различия между сортами «Порлок» и С-6524 по геометрическим характеристикам волокна. Новые сорта относятся к более высокому типу, характеризуются меньшим диаметром и большей длиной волокон.

По данным результатов анализа наименьшее значение площади поперечного сечения пряжи составило 0,015828 мм² у сортов

П-2 и П-4. Однако с учетом значения пустоты на поверхности поперечного сечения пряжи у сорта хлопка П-2 $S_b=59,75\%$, а у сорта хлопка П-4 – 71,9%.

Установлено, среди сравниваемых сортов хлопчатника самые тонкие волокна выявлены у сорта П-4 с диаметром волокна, равным 0,0088 мм. В случае, когда диаметр полученной из него пряжи составит 0,142 мм, количество волокон достигнет 73, а промежутки между волокнами – максимально суммарное значение, равное 0,077 см³/г. При этом радиус капилляров в волокне невелик и равен $21,91 \cdot 10^{-4}$ мм. Аналогичные показатели также остаются невысокими у других сортов хлопко-сырца.

Изучено влияние микро- и макроструктурных характеристик волокон различных селекционных сортов на количество сорбированного и фиксированного красителя. Установлено, что степень фиксации красителя зависит от общего объема пор в волокне, количества волокон в пряже и площади пустот в поперечном сечении пряжи.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Работа выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhang Yanjun, Dong Hezhong. Yield and Fiber Quality of Cotton // Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials. – 2020. – Т. 2. – С. 356–364. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11166-X>

2. Quevedo Yeison M., Moreno Liz P. Predictive models of drought tolerance indices based on physiological, morphological and biochemical markers for the selection of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties // Journal of

Integrative Agriculture. – 2022. – № 21(5). – С. 1310–1320. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63596-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63596-1)

3. He Peng, Zhang Hui-zhi. The GhMAX2 gene regulates plant growth and fiber development in cotton // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2022. – № 21(6). – С. 1563–1575. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63603-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63603-1)

4. Худайбердиева Д.Б., Содикова Г.К., Мамаджанова С.А. Structural and performance properties of new Varieties of cotton fiber // *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities*. – 2022. – Т. 12. – 3 март. DOI: 10.5958/2249-7315.2022.00122.8

5. Иоселович М. Я. Модели надмолекулярной структуры и свойства целлюлозы // *Высокомолекулярные соединения. Серия А*. – 2016. – Т. 58. – № 6. – С. 604–624. <https://doi.org/10.1134/S0965545X16060109>

6. Якунин Н.А. Изменение надмолекулярной структуры хлопковых волокон при сорбции паров воды // *Высокомолекулярные соединения. Серия А*. – 2003. – Т. 45. – № 5. – С. 767–772. <https://doi.org/10.1007/s10692-005-0038-0>

7. Saxena Inder M., Brown Malcolm R. Cellulose Biosynthesis: Current Views and Evolving Concepts // *Annals of Botany*. – 2005. – Т. 96(1). – С. 9–21. <https://doi.org/10.1093/aob/mci155>

8. Рахматуллинов Ф.Ф., Матисмаилов С.Л. и др. Рассортировка волокон по степени зрелости и ее влияние на показатели качества пряжи // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2019. – № 6 (384). – С. 121–125. https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2020/07/384_23.pdf

9. Измайлов Б.И., Шарипов Р.М., Валеева Л.Д., Гадельшина Э.А., Вильданова А.И. Ассортимент применяемых красителей для текстильных материалов // *Вестник технологического университета*. – 2015. – Т. 18. – № 15. – С. 180–182. <https://cyberleninka.ru/article/n/assortiment-primeniyaemyh-krasiteley-dlya-tekstilnyh-materialov>

10. Карпов В.В., Пачева Н.А. Активные красители сегодня // *Текстильная промышленность*. – 2002. – № 10. – С. 16–18.

11. Nikolaeva N.V. Analysis of the properties of active dyes // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – Т. 677(5). – DOI:10.1088/1755-1315/677/5/052046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052046>

12. Arifuzzaman Khan G.M. Dyeing of Cotton Fabric with Reactive Dyes and Their Physico-Chemical Properties // *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. – 2008. – январь. <https://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/372>

13. Broadbent A.D. Basic Principle of Textile Coloration. – ASTM, 2001. – Т. 1. – С. 337. https://books.google.co.uz/books/about/Basic_Principles_of_Textile_Coloration.html?id=p0j8NAAACA&redir_esc=y

14. Burkinshaw S., Kabambe O. Attempts to reduce water and chemical usage in the removal of reactive dyes: Part 1 bis (aminochlorotriazine) dyes // *Dyes and*

Pigments. – 2009. – Т. 83. – № 3. – С. 363–374. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dyepig.2009.06.003>

15. Cai Y., Su S., Navik R., Zhang P., Lin L. Reactive dyeing of ramie yarn washed by liquid ammonia // *Cellulose*. – 2018. – Т. 25. – С. 1463–1481. <https://doi.org/10.1007/s10570-017-1645-7>

16. Yin C., Zhang L.-P., Zhong Y., Mao Z.-P. Washing-off of unfixed reactive dyes on cotton fabrics using Fe-TAML/H₂O₂ catalyzed oxidation system // *Journal of Donghua University (English Edition)*. – 2015. https://www.researchgate.net/publication/305537098_Washing-off_of_unfixed_reactive_dyes_on_cotton_fabrics_using_Fe-TAMLH2O2_catalyzed_oxidation_system

17. Mamadjanova, S. A., Sodikova, G. K., Khudaiberdieva, D. B. (2025). The Effective Method for Preparing Textile Materials from “Porlok” Cotton Fiber Varieties. *J of Electron Sci and Electrical Res* 2(3), 01-10. <https://doi.org/10.63620/MKJESER.2025>

18. The Kubelka-Munk Theory and K/S. Applications note. – 2018. – Т. 18. – № 7. – С. 3–8. https://measurecolour.com.my/wp-content/uploads/2019/02/The-Kubelka-Munk-Theory-and-KS-an07_06.pdf

REFERENCES

1. Zhang, Yanjun, and Hezhong Dong. “Yield and Fiber Quality of Cotton.” *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* 2 (2020): 356–364. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11166-X>

2. Quevedo, Yeison M., and Liz P. Moreno. “Predictive Models of Drought Tolerance Indices Based on Physiological, Morphological and Biochemical Markers for the Selection of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties.” *Journal of Integrative Agriculture* 21, no. 5 (2022): 1310–1320. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63596-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63596-1)

3. He, Peng, and Hui-zhi Zhang. “The GhMAX2 Gene Regulates Plant Growth and Fiber Development in Cotton.” *Journal of Integrative Agriculture* 21, no. 6 (2022): 1563–1575. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63603-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63603-1)

4. Khudaiberdieva, D.B., G.K. Sodikova, and S.A. Mamadzhanova. “Structural and Performance Properties of New Varieties of Cotton Fiber.” *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities* 12 (2022), March 3. DOI: 10.5958/2249-7315.2022.00122.8

5. Ioelovich, M.Ya. “Modeli nadmolekulyarnoi struktury i svoistva tsellyulozy” [Models of Supramolecular Structure and Properties of Cellulose]. *Vysokomolekulyarnye Soedineniya. Seriya A* 58, no. 6 (2016): 604–624. (In Russian) <https://doi.org/10.1134/S0965545X16060109>

6. Yakunin, N.A. “Izmenenie nadmolekulyarnoi struktury khlopkovykh volokon pri sorbsii parov vody” [Changes in Supramolecular Structure of Cotton Fibers During Water Vapor Sorption]. *Vysokomolekulyarnye Soedineniya. Seriya A* 45, no. 5 (2003): 767–772. (In Russian) <https://doi.org/10.1007/s10692-005-0038-0>

7. Saxena, Inder M., and Malcolm R. Brown Jr. “Cellulose Biosynthesis: Current Views and Evolving

Concepts.” *Annals of Botany* 96, no. 1 (2005): 9–21.
<https://doi.org/10.1093/aob/mci155>

8. Rakhmatullinov, F.F., S.L. Matismailov, et al. “Rassortirovka volokon po stepeni zrelosti i ee vliyanie na pokazateli kachestva pryazhi” [Sorting of Fibers by Maturity and Its Influence on Yarn Quality Indicators]. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* 6 (384) (2019): 121–125. (In Russian)
https://tpp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2020/07/384_23.pdf

9. Izmailov, B.I., R.M. Sharipov, L.D. Valeeva, E.A. Gadel'shina, and A.I. Vildanova. “Assortiment primenyaemykh krasitelei dlya tekstil'nykh materialov” [Assortment of Dyes Used for Textile Materials]. *Vestnik Tekhnologicheskogo Universiteta* 18, no. 15 (2015): 180–182. (In Russian)
<https://cyberleninka.ru/article/n/assortiment-primenyaemykh-krasiteley-dlya-tekstilnykh-materialov>

10. Karpov, V.V., and N.A. Pacheva. “Aktivnye krasiteli segodnya” [Reactive Dyes Today]. *Tekstil'naya Promyshlennost'* no. 10 (2002): 16–18. (In Russian)

11. Nikolaeva, N.V. “Analysis of the Properties of Active Dyes.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 677, no. 5 (2021): 052046.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052046>

12. Khan, G.M. Arifuzzaman. “Dyeing of Cotton Fabric with Reactive Dyes and Their Physico-Chemical Properties.” *Indian Journal of Fibre & Textile Research* (January 2008).
<https://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/372>

13. Broadbent, A.D. *Basic Principle of Textile Coloration*. ASTM, 2001.

https://books.google.co.uz/books/about/Basic_Principles_of_Textile_Coloration.html?id=p0j8NAAACAAJ&redir_esc=y

14. Burkinshaw, S., and O. Kabambe. “Attempts to Reduce Water and Chemical Usage in the Removal of Reactive Dyes: Part 1 bis (Aminochlorotriazine) Dyes.” *Dyes and Pigments* 83, no. 3 (2009): 363–374.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dyepig.2009.06.003>

15. Cai, Y., S. Su, R. Navik, P. Zhang, and L. Lin. “Reactive Dyeing of Ramie Yarn Washed by Liquid Ammonia.” *Cellulose* 25 (2018): 1463–1481.
<https://doi.org/10.1007/s10570-017-1645-7>

16. Yin, C., L.-P. Zhang, Y. Zhong, and Z.-P. Mao. “Washing-Off of Unfixed Reactive Dyes on Cotton Fabrics Using Fe-TAML/H₂O₂ Catalyzed Oxidation System.” *Journal of Donghua University (English Edition)* (2015).
https://www.researchgate.net/publication/305537098_Washing-off_of_unfixed_reactive_dyes_on_cotton_fabrics_using_Fe-TAMLH2O2_catalyzed_oxidation_system

17. Mamadjanova, S. A., Sodikova, G. K., Khudaiberdieva, D. B. (2025). The Effective Method for Preparing Textile Materials from “Porlok” Cotton Fiber Varieties. *J of Electron Sci and Electrical Res* 2(3), 01-10.
<https://doi.org/10.63620/MKJESER.2025>

18. “The Kubelka-Monk Theory and K/S.” *Applications Note* 18, no. 7 (2018): 3–8.
https://measurecolour.com.my/wp-content/uploads/2019/02/The-Kubelka-Monk-Theory-and-KS-an07_06.pdf

МАЗМҰНЫ

Тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібінің технологиясы

<i>А.Т. Кожабергенов, В.С. Жамурова, Д.Ж. Қонысбекова</i> Сүт негізінде әзірленген функционалды өнімнің сапасы мен қауіпсіздік көрсеткіштерін зерттеу.....	5
<i>Д.А. Рахмонова, Н.А. Тошходжаев, А.Р. Рахимова</i> Биологиялық белсенді нан-тоқаш өнімдерінің технологиясын әзірлеу және оларды өндірудің тиімділігі.....	14
<i>А.Қ. Базанова, А.Қ. Кәкімов, Б.А. Лобасенко, Н.Қ. Ибрагимов, М.М. Ташыбаева</i> Сүт құрамындағы зиянды заттардың мөлшерін төмендету үшін қондырғыны жетілдіру.....	19
<i>Л.Б. Умиралиева, М.А. Дибирасулаев, Д.М. Дибирасулаев, Л.Г. Стоянова, И.Д. Филатов, М.Х. Искаков, Т.Жомартқызы</i> Сақтау кезінде салқындатылған құс етінің сапасын сақтауға тағамдық жабындардың әсері.....	27
<i>З.Н. Молдақұлова, М. Байғайытқызы, А.А. Керімбаева, А.С. Серікова, Д.А. Сабитова</i> Гранола өндірісінде өсімдік шикізатын қолданудың негіздемесі.....	38
<i>Т.Б. Ахлан, А.К. Изембаева, А.С. Абдреева, М.П. Байысбаева, Э.Б. Аскарбеков, Қ.С. Қойланов</i> Жүгері слайстарының функционалды қасиеттерін арттыруда долана концентратының әсері.....	49
<i>А.Т. Койшыбаева, М. Коржениовска, Я.М. Узаков, Л.А. Каймбаева, А.К. Смагулова</i> Шұжықтардың түс параметрлерін статистикалық талдау: spss бағдарламасында бір факторлы дисперсиялық талдау (one-way ANOVA) және Tukey тестімен өңдеу.....	59
<i>Г.Е. Сыдыкова, З.Т. Смагулова, Е.Н. Моисеева</i> Ақуыз гидролизатын алу үшін ферменттердің ақуыз гидролизіне әсерін зерттеу.....	71
<i>М.К. Алимарданова, Ш.Ы. Кененбай, Л.А. Каимбаева, И.Т. Кадим, Ж.К. Набиева</i> Бактриан тұқымды түйелердің өркеш майының қасиеттерін зерттеу.....	80
<i>Н. Онгарбаева, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Якияева, А.Т. Киябаева, Ш.А. Турсунбаева</i> Қазақстандық селекциядағы тритикале дәнінің фракциялық құрамы оның ұн тарту қасиеттерін факторы ретінде қалыптастыру	90
<i>С.У. Еркебаева, М.Ж. Бекбол</i> Функционалды ірімшік өндіру үшін пектинді таңдаудың негіздемесі	100
<i>Г.Т. Юсупова, А.Ж. Нургазиева, Ж.К. Шадьярова, Б.Калемшиарив, М.К. Изтилеуов</i> Табиғи тәттілендіргіш қосылған сүтқышқылды өнімнің технологиясы мен сапасы.....	109
<i>А. Б. Тапалова, Т.Ч. Тултабаева, Ж.К. Иманғалиева, А. Досумбаева</i> Сиыр және тары сүтінің қоспасы негізінде йогурт технологиясын әзірлеу.....	121
<i>Э.У. Майлыбаева, А.У. Шингисов, Қ.С. Садибаев, У.У. Тастемирова</i> Нан өндіруге арналған өсімдік шикізатынан алынған аралас сығындының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.....	129
<i>Р.У. Уажанова, Ж.С. Набиева, И.В. Данько, Ш.С. Аманова, Г.Р. Куртибаева</i> Тамыр дақылдары мен түйнекті ауылшаруашылық өнімдеріндегі нитриттер мен нитраттардың төмендеуіне радиациялық тежегіш сәулеленудің әсері.....	138
<i>Б.Б. Кабулов, Г.Б. Абдилова, А.Б. Бакиева, Г.А. Жумадилова, А.Б. Қасен</i> Ет ұсақтауға арналған құрамалы куттерлік пышақтарды зерттеу.....	151
<i>А.А. Мирзакулова, Т.Е. Сарсембаева, Б. Калемшиарив</i> Итмұрынмен байытылған функционалды сарысу сусынының рецептурасын әзірлеу.....	160
<i>Н.А. Умбаталиев, Г.К. Күзембаева, Қ.Күзембаев</i> Қауыннан кептірілген –қақталған өнімдерді әзірлеу үдерісін зерттеу	169
<i>Р.Б. Аюпова, Ж.А. Кемелхан, Л.Н. Кукбаева, М.А. Жандабаева, Ғ.С. Ибадуллаева, Н.К. Омирзакова, А.Б. Жанаева</i> Үлкен сүйелшөп (<i>Chelidonium majus</i> L.) майлы экстрактымен спрейдің оңтайлы құрамын таңдау.....	178
<i>А.Б. Омархан, Г.Т. Жумашова, З.Б. Сакипова, М.Б. Ибраева, Д.Б. Нұрахметова</i> <i>Linum pallescens</i> және <i>Linum heterosepalum</i> шөбін жинау, дайындау технологиясын әзірлеу...	188

Ришав Кумар, Анкит Шарма

Үй жануарларына арналған азықтардың жаңа инновациялары (2023–2025): балама ақуыздар, микробиомға бағытталған тамақтану және қауіпсіздікті ескере отырып азықты өңдеу..... 199

М.Ф. Масимова, А.К. Кекибаева, Г.И. Байгазиева, С.М. Шинтасова, А.А. Керимбаева

Жидек шырындарының жас сыраның профилі мен органолептикалық сипаттамасына әсері.... 205

МАЗМҰНЫ

Тоқыма және киім технологиясы, дизайн

А.К. Абдикаева, Р.Ш.Мирзамуратова

Тігін бұйымдарының динамикалық сәйкестігін эргономикалық бағалау..... 215

Қ. Бектаев, Б. Абзалбекұлы, Г.Т. Ораз

Текстиль материалдарын әрлеуге қазақстанның оңтүстік өңірлерінде өсетін жүзгін өсімдігін қолдану..... 223

М.Е.Жангужина, А.М. Талгатбекова, И.А. Рысбаева, К.Д. Кожаберженова

«Сәукеле» - киімдер коллекциясы: slow fashion контекстіндегі дәстүрлер интеграциясы..... 231

В.М. Джанпаизова

Исследование антимикробной активности и физико-химических свойств трикотажного материала, модифицированного ионами серебра..... 242

А.Д. Курмангали, Л.К. Шильдебаева, Е.О. Омарова, С.К. Киябаева, Р.О. Жилисбаева,

Ж. Жуматай

Конструктивті және сәндік элементтері бар киімдерді жобалаудағы жаңа тәсілдер..... 254

С.Ш. Сабырханова

Ірі қара терісін экологиялық өңдеу арқылы аяқ киім ұлтарағын жасау..... 262

М.Б. Баймаханова, И.М. Джурунская, Б.Р. Таусарова, Т.Оңғар

Мақта маталарын мыс нанобөлшектерімен модификациялау арқылы антимикробтық қасиет беру..... 269

С.А. Мамаджанова

Генетикалық түрлендірілген мақта сорттарын олардың құрылымдық ерекшеліктерін ескере отырып бояу..... 279

СОДЕРЖАНИЕ

Технология пищевой перерабатывающей промышленности

<i>А.Т. Кожабергенов, В.С. Жамурова, Д.Ж. Конысбекова</i> Исследование показателей качества и безопасности функциональной продукции, разработанной на основе молока.....	5
<i>Рахмонова Д.А., Тошходжаев Н.А., Рахимова А.Р</i> Разработка технологии биологически активных хлебобулочных изделий и эффективность их производства.....	14
<i>А.К. Базанова, А.К. Какимов, Б.А. Лобасенко, Н.К. Ибрагимов, М.М. Ташибаева</i> Совершенствование установки для снижения содержания токсичных веществ в молоке.....	19
<i>Л.Б. Умиралиева, М.А. Дибирасулаев, Д.М. Дибирасулаев, Л.Г. Стоянова, И.Д. Филатов, М.Х. Искаков, Т. Жомарткызы</i> Влияние пищевых покрытий на сохранение качества охлажденного мяса птицы при хранении.....	27
<i>З.Н. Молдақұлова, М. Байғайытқызы, А.А Керімбаева, А.С. Серікова, Д.А. Сабитова</i> Обоснование применения растительного сырья в производстве гранолы.....	38
<i>Т.Б.Ахлан, А.К.Изембаева, А.С.Абдреева, М.П.Байысбаева, Э.Б.Аскарбеков, Қ.С.Қойланов</i> Влияние концентрата боярышника на повышение функциональных свойств кукурузных слайсов.....	49
<i>А.Т. Койшыбаева, М. Коржениовска, Я.М. Узаков, Л.А. Каймбаева, А.К. Смагулова</i> Статистический анализ цветовых параметров колбас: обработка с использованием однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA) и теста Тьюки в spss.....	59
<i>Г.Е. Сыдыкова, З.Т. Смагулова, Е.Н. Моисеева</i> Исследование влияния ферментов на гидролиз белков для получения белкового гидролизата.....	71
<i>М.К. Алимарданов, Ш.Ы.Кененбай, Л.А. Каимбаева, И.Т.Кадим, Ж.К. Набиева</i> Исследование свойств горбового жира верблюдов породы Бактриан.....	80
<i>Н. Онгарбаева, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Якияева, А.Т. Киябаева, Ш.А.Турсунбаева</i> Фракционный состав зерна тритикале казахстанской селекции как фактор формирования его мукомольных свойств.....	90
<i>С.У.Еркебаева, М.Ж.Бекбол</i> Обоснование выбора пектина для производства сыра функционального назначения.....	100
<i>Г.Т. Юсупова, А.Ж. Нургазиева, Ж.К. Шадьярова, Б.Калемшиарив, М.К. Изтилеуов</i> Технология и качество кисломолочного продукта с добавлением натурального подсластителя.....	109
<i>А.Б. Тапалова, Т.Ч. Тултабаева, Ж.К. Имангалиева, А. Досумбаева</i> Разработка технологии йогурта на основе смеси коровьего и просового молока.....	121
<i>Э.У. Майлыбаева, А.У. Шингисов, Қ.С. Садибаев, У.У. Тастемирова</i> Исследование физико-химических свойств комбинированного экстракта из растительного сырья для производства хлеба.....	129
<i>Р.У. Уажанова, Ж.С. Набиева, И.В. Данько, Ш.С. Аманова, Г.Р. Куртибаева</i> Влияние радиационной обработки тормозным излучением на снижение нитритов и нитратов в корнеплодах и клубневой сельскохозяйственной продукции.....	138
<i>Б.Б. Кабулов, Г.Б. Абдилова, А.Б. Бакиева, Г.А. Жумадилова, А.Б. Қасен</i> Исследование составных куттерных ножей для измельчения мяса.....	151
<i>А.А. Мирзакулова, Т.Е. Сарсембаева, Б. Калемшиарив</i> Разработка рецепта функционального сывороточного напитка, обогащенного шиповником..	160
<i>Н.А.Умбаталиев, Г.К. Күзембаева, К. Күзембаев</i> Исследование процесса разработки вялено-сушеных изделий из дыни.....	169
<i>Р.Б.Аюпова, Ж.А.Кемелхан, Л.Н.Киекбаева, М.А.Жандабаева, Ғ.С.Ибадуллаева, Н.К.Омирзакова, А.Б.Жанаева</i> Подбор оптимального состава спрея с масляным экстрактом чистотела большого (Chelidonium majus l.).....	178

<i>А.Б. Омархан, Г.Т. Жумашиова, З.Б. Сакипова, М.Б. Ибраева, Д.Б. Нұрахметова</i>	
Разработка технологии сбора, заготовки травы <i>Linum pallescens</i> и <i>Linum heterosepalum</i>	188
<i>Ришав Кумар, Анкит Шарма</i>	
Новые инновации в области кормов для домашних животных (2023–2025): альтернативные белки, питание, ориентированное на микробиом, и обработка с учетом безопасности.....	199
<i>М.Ф. Масимова, А.К. Кекибаева, Г.И. Байгазиева, С.М. Шинтасова, А.А. Керимбаева</i>	
Влияние ягодных соков на профиль и органолептические характеристики молодого пива.....	205

СОДЕРЖАНИЕ

Технология текстиля и одежды, дизайн

<i>А.К. Абдикаева, Р.Ш. Мирзамуратова</i>	
Эргономическая оценка динамического соответствия швейных изделий.....	215
<i>Қ. Бектаев, Б. Абзалбекұлы, Г.Т. Ораз</i>	
Применение в отделке текстильных материалов натурального красителя из растения Жузгин, произрастающего в южных регионах Казахстана.....	223
<i>М.Е. Жангужина, А.М. Талгатбекова, И.А. Рысбаева, К.Д. Кожабергенова</i>	
Коллекция одежды - «Саукеле»: интеграция традиций в контексте slow fashion.....	231
<i>В.М. Джанпаизова</i>	
Исследование антимикробной активности и физико-химических свойств трикотажного материала, модифицированного ионами серебра.....	242
<i>А.Д. Курмангали, Л.К. Шильдебаева, Е.О. Омарова, С.К. Киябаева, Р.О. Жилисбаева, Ж. Жуматай</i>	
Новые подходы при проектировании одежды с конструктивно-декоративными элементами...	254
<i>С.Ш. Сабырханова</i>	
Изготовление стельки обуви с экологической обработкой кожи крупного рогатого скота	262
<i>М.Б. Баймаханова, И.М. Джурунская, Б.Р. Таусарова, Т.Оңғар</i>	
Модификация хлопчатобумажных тканей наночастицами меди для придания антибактериальных свойств.....	269
<i>С.А. Мамаджанова</i>	
Окрашивание генетически модифицированных сортов хлопка с учетом их структурных особенностей.....	279

CONTENTS

Food and processing industry technology

<i>A.T. Kozhabergenov, V.S. Zhamurova, D.J. Konisbekova</i> Study of quality and safety indicators of a functional product developed on the basis of milk	5
<i>D.A. Rakhmonova, N.A. Toshkhodjaev, A.R. Rahimova</i> Development of technology for biologically active bakery products and their production efficiency	14
<i>A.K. Bazanova, A.K. Kakimov, B.A. Lobasenko, N.K. Ibragimov, M.M. Tashybayeva</i> Improvement of the system for reducing the content of toxic substances in milk.....	19
<i>L.B. Umiraliyeva, M.A. Dibirasulayev, D.M. Dibirasulayev, L.G. Stoyanova, I.D. Filatov, M.KH. Iskakov, T. Zhomartkyzy</i> Influence of food coatings on preserving the quality of chilled poultry meat during storage.....	27
<i>Z.N. Moldakulova, M. Baigaiypkyzy, A.A. Kerimbaeva, A.S. Serikova, D.A. Sabitova</i> Substantiation of the use of vegetable raw materials in granola production.....	38
<i>T. Akhlan, A. Izembayeva, A. Abdreeva, M. Bayisbayeva, E. Askarbekov, K. Koilanov</i> The effect of hawthorn concentrate on improving the functional properties of corn slices.....	49
<i>A. Koishybayeva, M. Korzeniowska, Y. Uzakov, L. Kaimbayeva, A. Smagulova</i> Statistical analysis of color parameters of sausages: processing with one-way ANOVA and Tukey test in spss.....	59
<i>G.E. Sydykova, Z.T. Smagulova, E.N. Moiseeva</i> Study of the effect of enzymes on protein hydrolysis to obtain protein hydrolysate.....	71
<i>M.K. Alimardanova, Sh.Y. Kenenbay, L.A. Kaimbaeva, I.T. Kadim, Zh.K. Nabieva</i> Investigation of the properties of camel hump fat Bactrian breed.....	80
<i>N. Ongarbayeva, A.I. Iztayev, T.K. Kulazhanov, M.A. Yakiyayeva, A.T. Kiyabayeva, Sh.A. Tursunbayeva</i> Fractional composition of Kazakhstan-breed triticale grain as a factor in the formation of its flour-milling properties.....	90
<i>S.U. Yerkebayeva, M.Zh. Bekbol</i> Justification of the choice of pectin for the production of functional cheese.....	100
<i>G.T. Yussupova, A.ZH. Nurgazieva, J.K. Shadyarova, B. Kalemshariv, M. Iztileuov</i> Technology and quality of a fermented milk product with natural sweetener addition.....	109
<i>A. B. Tapalov., T.Ch. Tultabayeva, Zh.K. Imangaliyeva, A. Dosumbayeva</i> Development of yogurt technology based on a mixture of cow's and millet milk.....	121
<i>E.U. Mailybaeva, A.U. Shingisov, K.S. Sadibaev, U.U. Tastemirova</i> Investigation of physico-chemical properties of a combined extract from vegetable raw materials for bread production.....	129
<i>R.U. Uazhanova, J.S. Nabieva, I.V. Danko, S.S. Amanova, G.R. Kurtibayeva</i> The effect of radiation treatment with braking radiation on the reduction of nitrites and nitrates in root crops and tuberous agricultural products.....	138
<i>B.B. Kabulov, G.B. Abdilova, A.B. Bakiyeva, G.A. Zhumadilova, A. Kassen</i> Research of composite cutter knives for meat grinding.....	151
<i>A.A. MirzakulovA, T.E. Sarsembaeva, B. Kalemshariv</i> Development of a recipe for a functional whey drink enriched with rose hips.....	160
<i>N.A. Umbataliev, G.K. Kuzembaeva, K. Kuzembayev</i> Research of the development process of dried-melon products.....	169
<i>R.B. Ayupova, ZH.A. Kemelkhan, L.N. Kieksbaeva, M.A. Zhandabaeva, G.S. Ibadullaeva, N. Omirzakova, A.B. Zhanayeva</i> Choosing the optimal composition of the spray with the oil extract of <i>Chelidonium majus</i> l.....	178
<i>A.B. Omarkhan, G.T. Zhumashova, Z.B. Sakipova, M.B. Ibrayeva, D.B. Nurakhmetova</i> Development of technology for collecting and harvesting the herb of <i>Linum pallescens</i> and <i>Linum heterosepalum</i>	188
<i>Rishav Kumar, Ankit Sharma</i> Emerging innovations in pet food (2023–2025): alternative proteins, microbiome-targeted nutrition, and safety-by-design processing.....	199

<i>M.F. Massimova, A.K. Kekibaeva, G.I. Baygazieva, S.M. Shintassova, A.A. Kerimbayeva</i> Influence of berry juices on the profile and organoleptic characteristics of young beer.....	205
--	-----

CONTENTS

Textile and clothing technology. Design

<i>A.K. Abdikayeva, R.Sh.Mirzamuratova</i> The effect of natural dyes on the strength of the leather.....	215
<i>K. Bektayev, B. Abzalbekuly, G.T. Oraz</i> The use of natural dye from zhuzgin plants growing in the southern regions of Kazakhstan in the decoration of textile materials.....	223
<i>M.Ye. Zhanguzhinova, A.M. Talgatbekova, I.A. Rysbaeva, K.D. Kozhabergenova</i> "Saukele"- clothing collection: integration of traditions in the context of slow fashion.....	231
<i>V.M. Janpaizova</i> Study of antimicrobial activity and physico-chemical properties of knitted fabric modified with silver ions.....	242
<i>A.D. Kurmangali, L.K. Shildebaeva, E.O. Omarova, S.K.Kiyabayeva, R.O. Zhilisbaeva, Z. Zhumatay</i> New approaches to designing clothing with structural and decorative elements.....	254
<i>S.SH. Sabyrkhanova</i> Manufacture of shoe insoles by environmental treatment of cattle skin.....	262
<i>M.B. Baimakhanova, I.M. Jurinskaya, B.R. Taussarova, T. Onggar</i> Modifying cotton fabrics with copper nanoparticles to impart antibacterial properties.....	269
<i>S.A. Mamadjanova</i> Dyeing of genetically modified cotton varieties considering their structural characteristics.....	279

Сдано в набор 12.09.2025. Подписано в печать 19.09.2025
Формат 60х84 1/18. Бумага офсетная. Печать RISO.
Объем 17,0 у.п.л. Тираж 50 экз. Заказ № 477

Отпечатано в издательском отделе АТУ
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100