

ISSN 2304-5684
ISSN online 2710-0839



4, 2024

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**
Научный журнал

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



ISSN 2304-5684
ISSN online 2710-0839

**АЛМАТЫ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Басылым 4 (146)



**ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 4 (146)

**THE JOURNAL
OF ALMATY
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**

Issue 4 (146)



АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

1996 жылдан бастап шығарылады

№4 (146) 2024

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 – Г.Т.Нұрмуха

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.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, 2024



**ВЕСТНИК
АЛМАТИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Издается с 1996 г.

№4 (146) 2024

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 Казахстанской базе цитирования (КазБЦ).

СОБСТВЕННИК:

АО «Алматинский технологический университет»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

Шухратджон Назаров – доцент Технологического университета Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Хейс Стивен Джордж – профессор Манчестерского университета, Манчестер, Великобритания

Джованна Феррари - профессор Университета Салерно, Салерно, Италия

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

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

Калаоглы Фатма – профессор Стамбульского технического университета, Стамбул, Турция

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

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

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

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

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

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

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

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

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РЕДАКЦИИ:

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

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

Ответственный за выпуск – Ж.М. Тусупова
Компьютерная верстка – Г.Т.Нурмуха

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.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, 2024



THE JOURNAL OF ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Published since 1996

№4 (146) 2024

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 – G.T. Nurmukha

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.kz

The Journal is available on-line:

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

© Almaty Technological University, 2024

ӘОЖ:574.55:637.5.05

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-5-12>

ӨСІМДІКТЕКТІ ТАҒАМДЫҚ ТАЛШЫҚ ТОПИНАМБУР ҚОСЫЛҒАН ТҮШПАРА ӨНІМІНІҢ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҚЫЛАУ

¹Ж.Ж. СМАИЛОВА , ¹С.Е. АМАН *, ¹З.Т. СӘРСЕНБАЕВА ,
¹А. ТЕМИРБЕКҚЫЗЫ , ²Ә.Қ. СЕРИКОВ 

¹(Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті
Қазақстан Республикасы, 120018, Қызылорда қ., Ы. Жақаев, 75
²М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: erbolatovnass@mail.ru*

Мақалада өсімдіктер шикізат топинамбурдан алынған тағамдық талшықты қолдана отырып, тұшпара өніміндегі органикалық қышқылдар мен олардың тұздарының массалық концентрациясын, физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері қарастырылған. Шығыс Қазақстан облысының топинамбур түйнегінен алынған тағамдық талшықтар және тағамдық талшық қосылған етті жартылай фабрикат өнімдері қолданылған. Эксперименттік зерттеулер кезінде физикалық-химиялық талдаудың стандартты және заманауи әдістері қарастырылған. Ақуыз, май мөлшерін және витаминдерді анықтауда - HPLC және флуорометрия, тағамдық талшықтардың аналитикалық сипаттамаларын анықтауда кондуктометриялық титрлеу әдістері қолданылған. Зерттеу жұмысы барысында қауіпсіз ұзақ уақыт сақтау мерзімі бар емдік-профилактикалық қасиетке ие функционалды тағам өнімдерін әзірлеу, оның қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында отандық топинамбур өсімдіктер шикізатынан алынған тағамдық талшықтар қосылған жаңа етті жартылай фабрикат өнімінің сапалық және қауіпсіздік көрсеткіштерін бағалау зерттелген. Жұмыстың жаңалығы топинамбур құрамындағы тағамдық талшықтарды қосып, етті жартылай өнім жасау және оның сорбциялық қасиетін аздадағы ауыр металдарды шығару үшін пайдалану тиімділігі ғылыми негізделген.

Негізгі сөздер: тұшпара, топинамбур, етті жартылай фабрикат, тағамдық талшық, шикізат, органикалық қышқылдар.

КОНТРОЛЬ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕЛЬМЕНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ВОЛОКНА ТОПИНАМБУРА

¹Ж.Ж. СМАИЛОВА, ¹С.Е. АМАН, ¹З.Т. САРСЕНБАЕВА,
¹А. ТЕМИРБЕКҚЫЗЫ, ²А.К. СЕРИКОВ

¹(Қызылординский университет имени Коркыт Ата
Республика Казахстан, 120018, г. Кызылорда, ул. И. Жакаева, 75
²Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева)
Электронная почта - автора корреспондента: erbolatovnass@mail.ru

В статье рассмотрены физико-химические, органолептические показатели, массовые концентрации органических кислот и их солей впельменных изделиях с использованием пищевых волокон, полученных из растительного сырья топинамбура. Используются пищевые волокна, полученные из клубней топинамбура Восточно-Казахстанской области. В ходе экспериментальных исследований рассматриваются стандартные и современные методы физико-химического анализа. HPLC и флуоро-метрию использовали для определения количества белка, жира и витаминов, а кондуктометрические методы титрования - для определения аналитических характеристик пищевых волокон. В ходе работы был разработан продукт функционального питания с лечебно-профилактическими свойствами и безопасным длительным сроком хранения, также проведена оценка показателей качества и безопасности свежих мясных полуфабрикатов с пищевыми волокнами, полученными из отечественного растительного сырья топинамбура. Новизна работы заключается в том, что научно обоснована эффективность использования мясного полуфабриката с

добавлением пищевых волокон, полученных из корней топинамбура, для извлечения тяжелых металлов из организма.

Ключевые слова: пельмени, топинамбур, мясные полуфабрикаты, пищевые волокна, сырье, органические кислоты.

CONTROL OF ORGANOLEPTIC AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF JERUSALEM ARTICHOKE VEGETABLE FIBER DUMPLINGS

¹ZH.ZH. SMAILOVA, ¹S.E. AMAN, ¹Z.T. SARSENBAYEVA,
¹A. TEMIRBEKOVNA., ²A.K.SERIKOV

¹(Korkyt Ata Kyzylorda university
Kazakhstan, 120018, Kyzylorda, I. Zhakaev str., 75
²M. Kozybayev North Kazakhstan University)
Corresponding author e-mail: erbolatovnass@mail.ru

The article considers the physico-chemical, organoleptic parameters, mass concentrations of organic acids and their salts in dumplings using dietary fibers obtained from vegetable raw materials of Jerusalem artichoke. Dietary fibers obtained from Jerusalem artichoke tubers of the East Kazakhstan region and semi-finished meat products were used. In the course of experimental studies, standard and modern methods of physico-chemical analysis are considered. HPLC and fluorometry were used to determine the amount of protein, fat and vitamins, and conductometric titration methods were used to determine the analytical characteristics of dietary fibers. In the course of the work, a functional nutrition product with therapeutic and prophylactic properties and a safe long shelf life was developed, and an assessment of the quality and safety indicators of fresh meat semi-finished products with dietary fibers obtained from domestic vegetable raw materials of Jerusalem artichoke was also carried out. The novelty of this work lies in the scientific demonstration that the addition of dietary fibers from Jerusalem artichoke enhances the effectiveness of semi-finished meat products and their sorption properties in removing heavy metals from the body.

Keywords: dumplings, jerusalem artichoke, semi-finished meat products, dietary fibers, raw materials, organic acids.

Kіpіcne

Зерттеу тақырыбының өзектілігі – рационалды немесе теңдестірілген тамақтану принциптеріне сәйкес, адамның диеталық тамақтануы белгілі бір мөлшерде барлық қажетті қоректік заттар болуын қамтамасыз етуі тиіс.

Бұл өзекті мәселенің шешімінің бірі - маңызды компоненттермен байытылған, әрі қауіпсіз жаппай тұтынуға арналған азық-түлік өнімдерін әзірлеу. Ет өнімдерінен жартылай фабрикаттардың басты артықшылығы оның жылдам және тез дайындалуы. Ет жартылай фабрикаттары адам ағзасына пайдалы болуы үшін оларды өсімдіктекті дәстүрлі емес шикізатпен байыту қажет.

Маңызды функционалды қоспалардың бірі – бірқатар аурулардың алдын-алу кезінде белгілі физиологиялық қасиеттерге ие, құрамында тағамдық талшығы бар топинамбур өсімдігі.

Зерттеулер нәтижесінде арнайы, етті жартылай өнімдерін профилактикалық және емдік мақсатта тамақтану үшін қолдануға болатындығы көрсетіледі.

Бұл жұмыстың ерекшелігі топинамбур тағамдық талшығын қосып, етті жартылай өнім әзірлеу, бұл оның қоректік құндылығын артты-

румен қатар, пайдаланылатын шикізаттың сапасына қарамастан оның сапалық және қауіпсіздік көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік береді.

Зерттеудің негізгі объектілері перспективалы, детоксикациялық қасиеті бар топинамбур өсімдіктекті шикізаты, топинамбур түйнегі ұнтағы, топинамбур тағамдық талшығы, тауық еті жоқ (бақылау) және тауық еті қосылған фарш аспаздық өнімдері (жартылай фабрикаттар мен аспаздық өнімдер), тағамдық талшық бар етті жартылай өнімдері.

Каротиноидтар КФК спектрофотометрінде спектрофотометриялық талдау арқылы анықталады. Фотоэлектрлік Спектрофотометр КФК-3-01-"ЗОМЗ" заманауи элементтік базада жасалған.

Редукциялаушы қанттар фотоколориметриялық тәсілмен анықталады. Қанттардың карбонилді топтарының темір-сутегі калийімен әрекеттесу реакциясы, содан кейін спектрофотометрдегі инверсияға дейін және одан кейін ерітінділердің оптикалық тығыздығын анықтау негіз болып табылады. Калий, магний, темір, кадмий және қорғасынның массалық үлесі бағдарламалық қамтамасыз етуі бар "КВАНТ - 7.ЭТА-Т" электр атомизациясы бар спектро-

метрде атомдық абсорбциялық спектроскопия (АСС) әдісімен жүзеге асырылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Эксперименттік зерттеулер "Т-Стандарт" ЖШС зертханасында өнімнің сапасын және қауіпсіздігін бағалау бойынша жүргізілді.

Зерттеудің негізгі объектілері перспективалы, детоксикациялық қасиеті бар топинамбур өсімдіктекті шикізаты, топинамбур түйнегі ұнтағы, топинамбур тағамдық талшығы, тауық еті жоқ (бақылау) және тауық еті қосылған фарш аспаздық өнімдері (жартылай фабрикаттар мен аспаздық өнімдер), тағамдық талшық бар етті жартылай өнімдері. Зертханаларда зерттеу нысандарының, органолептикалық, химиялық құрамы зерттеліп анықталды.

Зерттелетін көрсеткіштер жартылай фабрикаттарда, жаңадан дайындалған, салқындатылған және регенерацияланған өнімдерде 24, 48 және 72 сағат сақтаудан кейін анықталды. Сонымен қатар, 36 сағат сақтаудан кейін салқындатылған өнімдерде пероксид пен қышқылдың саны қосымша табылды.

«Kargaly Foods» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінде дайындау кәсіпорнында қолданылған тартылған ет өнімдерінің төрт рецептін негізге алынды, онда сиыр және шошқа еті ет ингредиенттері болды. Осы рецепттер бойынша ет шикізатының орнына тауық етінің әр түрлі мөлшерін енгізу арқылы туралған ет өнімдерінің үлгілері дайындалды. Бақылау ретінде ауыстырылмаған тартылған ет өнімдерінің үлгілері (0%) пайдаланылды [1-5].

Құрғақ заттардың массалық үлесі "Pocket refractometer ATAGO Pal-a" рефрактометрінің көмегімен, топинамбурдағы тұз анықталды. Әдіс принципі аскорбин қышқылы мен индикатор - 2,6-дихлорфенолиндофенол (Тиль-манс реактиві) арасындағы тотығу реакциясына негізделген.

Органикалық қышқылдар мен олардың тұздарының массалық концентрациясын "Капель 105" капиллярлық электрофорез әдісімен өлшеу (М 04-47-2007) әдістемесінің көмегімен анықталды.

Редукциялаушы қанттар фотоколориметриялық тәсілмен анықталды. Қанттардың карбонилді топтарының темір-сутегі калиймен әрекеттесу реакциясы, содан кейін спектрофотометрдегі инверсияға дейін және одан кейін ерітінділердің оптикалық тығыздығын анықтау негіз болып табылады.

Калий, магний, темір, кадмий және қорғасынның массалық үлесі бағдарламалық қамтамасыз етуі бар "КВАНТ -7.ЭТА-Т" электр атомизациясы бар спектрометрде атомдық абсорбциялық спектроскопия (АСС) әдісімен анықталды.

Эксперименттік зерттеулерде физика-химиялық талдаудың стандартты және заманауи әдістері қолданылды.

Сонымен, қанттардың, қышқылдар мен минералдардың фракциялық құрамын зерттеу кезінде капиллярлық электрофорез әдістері, дәрумендер – ВЭЖХ және флюорометрия әдістері, тағамдық талшықтық заттардың аналитикалық сипаттамалары – кондукто-метриялық титрлеу әдісі қолданылды.

Күлділік ПДП-Lab қыздыру тақтасымен бағдарламаланатын муфельді пеште анықталды. Бағдарламалау муфельге және қыздыру тақтасына арналған 9-ға дейін термиялық өңдеу бағдарламаларын жасауға мүмкіндік береді.

Минералды заттардың жалпы мөлшері үлгіні күлдегеннен кейін қалған күлдің массасымен анықталады.

Күлділік әдісі өнімнің құрамындағы органикалық заттардың жоғары температураның әсерінен (400-500 ° C) ыдырап, ұшқыш заттар түрінде бөлінуіне негізделген. Минералды заттар күлді металл оксидтері, көмірқышқыл газы, хлорид және басқа тұздар түрінде түзеді.

Мырыштың, кадмийдің, қорғасынның және мыстың массалық концентрациясы ТА типті анализаторларда инверсиялық вольтамперометрия әдісімен анықталды. Әдістің принципі концентрацияланған құмырсқа қышқылы қосылған Cd және Pb анықтауға негізделген.

Әдеби шолу

Қазақстандық статистика қызметінің мәліметтері бойынша, Қазақстанда ет және ет өнімдерін өндіру мен тұтыну жыл сайын артып келеді. Құс еті өнімдерін тұтыну сиыр және шошқа етінен жасалған өнімдерге қарағанда екі есе жылдам өсуде. Қазақстан сұранысының құрылымында тауық еті елде тұтынылатын еттің жалпы көлемінің үштен бірінен астамын құрайды. Кейбір аймақтарда тауық етін тұтыну жалпы ет көлемінің 50%-ына жетеді. Тауық етін өндіру мен тұтынудың жоғары өсу қарқыны өзара байланысты бірқатар факторлармен түсіндіріледі. Олардың негізгілері: бройлер тауықтарының ерте туылуы; оларды өсіру кезінде тұтынылған жемді тиімді қайтару; еттің басқа түрлерін өндірумен салыстырғанда ресурс шығындарының төмен болуы; және нәтижесінде тауық етінен жасалған өнімдердің бағасы төмендеді.

Жүргізілген дегустациялау зерттеулерінің негізінде тұшпара пластикалық, жұмсақ және біркелкі қамыр консистенциясымен ерекшеленетіні, тұшпара тұшпараларының бақылау үлгілері серпімді және тығыз сынақ қабығы бар екені анықталады. Сынақта мұздатылған жартылай фабрикаттардың тартылған еті

дәнекер тінінің көрінетін қосындылары жоқ біртекті шырынды құрылы сипатталады. Дайын өнімнің ең жақсы органолептикалық сипаттамаларына қол жеткізу үшін дәм комиссиясының мүшелері тұшпараларды 6-7 минут пісіруді ұсынылады [6-8].

Нәтижелер және оларды талқылау

Нәтижелерді статистикалық өңдеу MS Excel, Statistica 6.0, SPSS Statistics 17.0 бағдарламалық пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Өзгерістерді бағалау үшін параметрлік емес талдау әдістері қолданылды. 95% маңыздылық деңгейінде айырмашылықтар маңызды деп саналды ($p < 0,05$).

Дайын өнімнің тұтынушылық қасиеттері негізінен шикізаттың химиялық құрамымен және қасиеттерімен анықталады.

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша қамырдағы мамандандырылған ет өнімдерін өндірудің рецепті мен технологиясы жасалды. Тұшпара қамырының бақылау үлгісін жасау үшін «Үй өнімі» (ТШ 9214-009-48160588-2014) тұшпара қамырының рецептурасы мен технологиялық сызбасы таңдалды.

Клейковинасыз тұшпара өндірісінде сәйкестік сертификаттарымен, глютенді таңбалаумен қоса КО ТР 021/2011, КО ТР 029/2012, негізгі талаптарына сәйкес келетін ұн және крахмал қолданылды.

«Дәмді» тұшпарасы және оның ұн шикізатындағы мөлшері туралы сынақ есептері (≤ 10 мг/кг) көрсетілген.

Қолданылған тағамдық қоспалар мен көмекші материалдар мамандандырылған өндірісте пайдалануға рұқсат етіледі.

Пайдаланылған тағамдық қоспалар мен көмекші материалдар КО ТР 029/2012 сәйкес сапа мен қауіпсіздіктің негізгі көрсеткіштері бойынша мамандандырылған өнімдерді өндіруде пайдалануға рұқсат етіледі.

Клейковинасыз тұшпара қамырының құрамын модельдеу және салманың рецепттік құрамын оңтайландыру нәтижелерін ескере отырып, берілген рецептуралар бойынша сынақта мұздатылған жартылай фабрикаттардың тәжірибелік және бақылау үлгілерінің партиялары әзірленді (1-кесте).

Кесте 1. Тұшпаралардың бақылау және тәжірибелік үлгілеріне арналған рецепттер

Шикізат, дәмдеуіштер және материалдар	Тұтыну нормасы, 100 кг-ға кг	
	Бақылау үлгі	Тұшпара «Дәмді»
Негізгі шикізат, кг/100 кг тұзсыз шикізат		
Кесілген сиыр еті 1 с	34,7	34,7
Бройлер тауық еті 1 сек.	14,0	14,0
Шикі қаз майы	5,0	5,0
Премиум бидай ұны	35,0	-
Бидай ұн қоспасы	-	33,4
Тамаққа арналған жұмыртқа	3,2	4,0
Пияз	7,3	7,3
Зәйтүн майы	0,8	0,8
Күнбағыс өсімдік майы	-	0,8
Ұнтақталған қара бұрыш/	100	100
иісті бұрыш	100	100
Кориандр	100	100
сарымсак	-	100
тағамдық талшық	-	100
ксантан сағызы	1700	1700
Тағамдық ас тұзы	-/ 1000	1500 / -

Тұшпара өндірісі басқа да бірдей өндіріс режимдері мен шарттарымен бірдей шикізат партияларынан жүзеге асырылды. Қамырды илеу білікті айналу жылдамдығы 40 айн/мин болатын HWH-25 үздіксіз араластырғыштарында (өндірістік жағдайларда) жүргізілді. «Дәмді» тұшпаралардың тәжірибелік үлгілерін әзірлеу клейковинамен және оның фракцияларымен ластану мүмкіндігін болдырмайтын шикізатты, контейнерлерді, қосалқы материалдар мен жабдықтарды пайдалана отырып, жеке цех үй-жайларында жүзеге асырылды.

«Дәмді» тұшпара өндірісіндегі айырмашылық өсімдік шикізатының қоспасын (құрғақ қыздыру) зертханалық жағдайларда өткізгіш әдіспен кептіру шкафтарында 65 ± 2 ° С температураға дейін алдын ала өңдеу болды. SNOL-3.5.3.5.3.5./3.5-IIМ, өндіріс жағдайында конвективті жолмен каскадты таспалы кептіргіште. Тұшпара өндірісінде сүзбе сарысуы және ауыз суы сәйкесінше 70:30 қатынасында алынды [9-12].

Кесте 2. Тұшпаралардың бақылау және тәжірибелік үлгілерінің химиялық құрамы

Тұшпара өнімінің атауы	Массалық үлесі, %					Энергетикалық құндылығы/Калориясы, кДж/ккал
	ылғал	ақуыз	май	Көмірсу	күл	
Бақылау	53,5±0,8	11,6±0,1	11,3±0,1	22,5±1,1	1,1±0,1	973/226
Тұшпара «Дәмді»	54,6±0,8	12,1±0,1	11,7±0,1	20,3±1,1	1,3±0,1	962/230

Зерттеу нәтижелері бойынша тұшпара ылғалдың, ақуыздың және майдың жоғары құрамымен ерекшеленетіні анықталды.

Оның үстіне жартылай фабрикаттардың тәжірибелік және бақылау үлгілеріндегі осы коректік заттардың қатынасы (1:1:4,5) өнімді адам ағзасына сіңіру үшін оңтайлыға жақындайды (1:1:4).

Тұшпараның бақылау үлгісінің шығуы 121%, «Дәмді» тұшпара 124% дейін.

Клейковинасыз тұшпара қамырының ылғалдылығының массалық үлесі 42%, бидай 40% болды.

Қамырының температурасы 27±1°C, қамырының бақылау үлгісі 26±1°C болды.

Тұшпаралардың физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштеріне зерттеу жүргізу арнайы талаптар негізінде жүргізілді.

Кесте 3. Тұшпаралардың бақылау және тәжірибелік үлгілерінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Тұшпараның бақылау үлгісі	Тұшпара «Дәмді»
Сыртқы түрі	Тұшпара жабысқақ емес, деформацияланбаған, пішіні жарты шеңбер, тіктөртбұрыш немесе шаршы немесе басқа пішінді, жиектері жақсы жабылған, салмасы сыртқа шықпайды, беті құрғақ.	Тұшпара жабысқақ емес, деформацияланбаған, пішіні жарты шеңбер, тіктөртбұрыш немесе шаршы немесе басқа пішінді, жиектері жақсы жабылған, салмасы сыртқа шықпайды, беті құрғақ.
Дәмі мен иісі, түсі	Қайнатылған тұшпара өнімнің осы түріне тән жағымды дәмі мен хош иісіне ие. Тартылған ет пияздың, сарымсақтың, дәмдеуіш-тердің хош иісі бар шырынды, бөгде дәмі мен иісі жоқ, қамырдың түсі ақ-сары.	Қайнатылған тұшпара өнімнің осы түріне тән жағымды дәмі мен хош иісіне ие. Тартылған ет пияздың, сарымсақтың, дәмдеуіштердің хош иісі бар шырынды, бөгде дәмі мен иісі жоқ, қамырдың түсі ақ, сұр реңкті.
Сыртқы көрінісі	Өнімнің кесіндісінде фарш түріндегі салманы қоршап тұрған сынақ қабығын немесе әртүрлі ұнтақталған ет және ет емес ингредиенттер қоспасын көруге болады.	Өнімнің кесіндісінде фарш түріндегі салманы қоршап тұрған сынақ қабығын немесе әртүрлі ұнтақталған ет және ет емес ингредиенттер қоспасын көруге болады.
Тұшпара сынағы қабықшасының қалыңдығы, мм	Сынақ қабықшасының қалыңдығы - 2±0,1 мм, аяқтау орындарында - 2,5 ± 0,1 мм.	Сынақ қабықшасының қалыңдығы - 2±0,1 мм, аяқтау орындарында - 2,5 ± 0,1 мм.
Бір тұшпараның салмағы, г	13±0,50	12±0,50
Шікі тұшпарадағы натрий хлоридінің массалық үлесі,	1,1±0,10	1,3±0,10
Жалпы фосфордың массалық үлесі (P2O5 есебімен), %	0,34±0,05	0,4±0,05
Тұшпара массасына салманың массалық үлесі, %	50±1,0	50±1,0
Жартылай фабрикат температурасы, °C	-18±0,5	-18±0,5
Өнімнің қалыңдығындағы температура, °C	-10±0,5	-10±0,5

Жартылай фабрикаттардың тәжірибелік және бақылау үлгілерінің май қышқылдарының құрамын талдау «Дәмді» тұшпаралардың бақылау үлгілерінде олеин (26,61%) және пальмитол май қышқылдарының (5,15%) жоғары екендігін көрсетті. Линол қышқылының (29,32%) май қышқылының жоғарылауы байқалады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша

бақылаумен салыстырғанда сыналған үлгідегі ПҚМҚ мөлшерінің төмендеуі анықталды.

Сонымен қоса, витаминдерді анықтау кезінде HPLC және флюорометрия әдісін қолданып, ет құрамындағы витамин құрамы анықталды. Алынған көрсеткіш төмендегі 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4. ет шикізатындағы витаминдер мөлшері, %

Витаминдер	Қой еті
Тиамин	0,07 – 0,10
Рибофлавин	0,13 – 0,17
Никопен қышқылы	3,9 – 6,7
Пантотен қышқылы	0,41 – 1,0
Фоли қышқылы	0,013 – 0,26
Биотин	3,4 – 4,6
В6	0,32 – 0,38

Бұлшық ет ұлпаларында орта есеппен 73-77% су, 18-21% ақуыз, 1-3% май, 1,7-2 % экстрактивті азотты заттар, 0,9-1,2% экстрактивті азотсыз заттар, 0,8-1 0% минералды тұздар, сонымен бірге онда В, В₂, В₆, РР т.б. Дәрумендер болады. Бұлшық ет ұлпасының ақуызында адам организміне қажетті амин қышқылдары түгелдей кездеседі.

Осылайша, алынған зерттеу нәтижелері сақтау кезінде бақылау және тәжірибелік үлгілердің микробиологиялық қауіпсіздігін көрсетеді.

Мамандандырылған жартылай фабрикаттардағы жарамдылық мерзімінің соңына қарай МАФАНМС көрсеткіштерінің өсуін және зен саңырауқұлақтарының санын қарқынды басу өсуге антагонистік әсер ететін сүзбе сарысуын қолдану салдарынан қышқылдың жиналуының жоғарылауымен байланысты.

Мәліметтердің аналитикалық талдауы көрсеткендей, ет өнімдерін сақтау кезінде бірқатар биохимиялық реакциялар жүретіні белгілі.

Кесте 5. Қой етінің химиялық құрамы және калориялығы, %

Көрсеткіштер	
Химиялық құрамы, %	
Су	55 – 69
Белок	16,2 – 19,5
Май	11 – 28
Калориялығы, ккал/100грамда	
Минералдық заттары, %	
Кальций	20
Фосфор	172,0
Темір	12,0
В1 витамині	0,01
В1 витамині	0,15

Атап айтқанда, бос ылғалдың қайта кристалдануы, ақуыз молекулаларының агрегациялануы және денатурациялануы және жартылай фабрикаттардың майлы құрамдас бөліктерінің құрамының өзгеруіне байланысты өнім массасының төмендеуі (шөгу) байқалады.

Бүкіл сақтау мерзімі ішінде сынақтағы мұздатылған жартылай фабрикаттардың бақылау үлгілерінің шөгуі сынақ үлгілерінен біршама төмен болды.

Өткен уақыт (90 күн) қорытындысы бойынша тұшпаралардың бақылау үлгісінің салмақ жоғалтуы 2,2±0,05%, «Дәмді» тұшпарасының салмағы -2,6±0,05% құрайтыны, жалпы тұшпаралардың сақтау мерзімі 90-95 күн аралығында екені анықталды.

Лау үлгілерінің шөгуі сынақ үлгілерінен біршама төмен болды.

Тәжірибелік тұшпараларды сақтау кезінде орын алатын органолептикалық, микро-биологиялық, физика-химиялық өзгерістердің алынған нәтижелері бойынша стандартты мәндер шегі жағдайында тамақ өнімдерінің балғындығын ескере отырып, «Дәмді» тұшпаралардың жарамдылық мерзімі анықталды [13-15].

Қорытынды

Қазіргі кезде ең маңызды мәселелердің бірі – өсімдіктекті шикізаттан алынған тағамдық талшықтарды функционалдық, емдік-профилактикалық және ағзадан ауыр металдарды шығару мақсатында пайдалану тиімділігі ғылыми негізделген және эксперименталды түрде расталған.

Жұмысты зерттеу барысында әдеби шолу жасау нәтижелері бойынша ғылыми жұмыс тақырыбына сәйкес мынадай қорытындылар жасалды:

1. Өсімдіктен алынатын тағамдық талшықты қолдану бойынша әдеби шолу жасалды;
2. Бақылау және тәжірибелік үлгілерінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштеріне сипаттама берілді;
3. Тұшпаралардың бақылау және тәжірибелік үлгілерінің химиялық құрамы көрсетілді;
4. Тәжірибелік тұшпараларды сақтау кезінде орын алатын органолептикалық, микро-биологиялық, физика-химиялық өзгерістердің алынған нәтижелері бойынша стандартты мәндер шегі жағдайында тамақ өнімдерінің балғындығын ескере отырып, «Дәмді» тұшпаралардың жарамдылық мерзімі анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Малютина, Н. Замороженные полуфабрикаты: потребительские предпочтения. -2012. – №1. –С.38-39.
2. Islamova Zh. I., Ogai D. K., Zhauynbaeva K. S. Comparative study of the probiotic activity of insulin and fructooligosaccharides isolated from Jerusalem artichoke. Journal of Theoretical and Clinical Medicine. 2016.- pp. 32-35
3. Baidalinova L. S., Melnikova V. A. The use of Jerusalem artichoke for the production of powdered coffee substitute. Journa International academy of refrigeration.2015-pp.20-23
4. Kurchaeva E. E., Paschenko V. L., Ryazantseva A. O., Safonova Yu. A. The use of composite mixtures in the technology of functional meat products with the use of rabbit meat.2010.- pp. 56-68
5. Zharinov A. I. Principles of increasing the shelf life of meat and meat products. Meat technologies. 2014. no 7 (139). pp. 30–35.
6. Korotkaya I. A., Korotkaya E. V., Slavkin A. N., Sahabudinova G. F. Research of freezing of minced

meat semi-finished products in biopolymer packaging. Equipment and technology of food production. 2021.- pp. 6–16.

7. Dergacheva NV, Kazydub NG Tuberous crops (potatoes, Jerusalem artichoke, sweet potato, cassava, taro, yams): atextbook. - Omsk: OmGAU, 2011.- 208 pp. 65-67

8. Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. Characteristic features of the production of meat semi-finished products // Innovative technique and technology. 2021.-. pp. 55-62.

9. Gayazova A.O., Rebezov M.B., Pauls E.A., Akhmedyarova R. AR., Kosolapova A. S. Promising directions for the development of meat semi-finished products production // Young Scientist. 2014.- pp.127-129.

10. Naumova N. L., Kameneva K. S., Shevcheva K. V. On the effectiveness of the use of Jerusalem artichoke powder 2019.-pp. 71-75.

11. Ашиева Л.Б. Разработка белково-жировой эмульсии для рубленых полуфабрикатов из мяса птицы: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04 /Дашиева Л.Б.– 44 с.

12. Дубцова, Г.Н. Перспективы применения растительных белков при производстве кулинарных изделий / Г.Н. Дубцова, М.И. Кирюшина // Товароведение продовольственных товаров. – 2014. – №3. – С. 20-26.

13. Тнымбаева, Б.Т. Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі. - Алматы: Эверо, 2020. - 244 б.

14. Меренкова, С.П. Практические аспекты использования растительных белковых добавок в технологии мясных продуктов /С.П.Меренкова, Т.В.Савостина//Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии. –2014.–Т.2, №1.–С.23-29.

15. Липатова, Л.Л. Современные требования и тенденции рынка полуфабрикатов /Пищевая промышленность. – 2014. –С.48-49.

REFERENCES

1. Malyutina, N. Frozen semi-finished products: consumer preferences [Zamorozhennye polufabrikaty: potrebitelskie predpochteniya]/ N. Malyutina. – 2012. – №1. - pp. 38-39.
2. Islamova Zh. I., Ogai D. K., Zhauynbaeva K. S. Comparative study of the probiotic activity of insulin and fructooligosaccharides isolated from Jerusalem artichoke. Journal of Theoretical and Clinical Medicine. 2016.- pp. 32-35
3. Baidalinova L. S., Melnikova V. A. The use of Jerusalem artichoke for the production of powdered coffee substitute. The journal "International Academy of Refrigeration Technology".2015-pp.20-23
4. Kurchaeva E. E., Pashchenko V. L., Ryazantseva A. O., Safonova Yu. A. Application of composite mixtures in the technology of functional meat products using rabbit meat. 2010.- pp. 56-68
5. Zharinov A. I. Principles of increasing the shelf life of meat and meat products. Meat technologies. 2014. № 7 (139). pp. 30-35.
6. Korotkaya I. A., Korotkaya E. V., Slavkin A. N., Sahabudinova G. F. Investigation of freezing of semi-finished meat products in biopolymer packaging.

Equipment and technology of food production. 2021.- pp. 6-16.

7. Dergacheva N.V., Kazydub N.G. Tuberous crops (potatoes, jerusalem artichoke, sweet potato, cassava, taro, yams): textbook. Omsk: OmGAU, 2011 . - 208 p. 65-67.

8. Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. Characteristic features of the production of meat semi-finished products // Innovative technique and technologies. 2021.- pp. 55-62.

9. Gayazova A.O., Rebezov M.B., Pauls E.A., Akhmedyarova R.Ar., Kosolapova A. S. Promising directions for the development of meat semi-finished products production // Young Scientist. 2014.- pp.127-129.

10. Naumova N. L., Kameneva K. S., Shevcheva K. V. On the effectiveness of jerusalem artichoke powder in 2019.-pp. 71-75.

11. Dashieva, L.B. Development of a protein-fat emulsion for chopped semi-finished poultry meat [Razrabotkabelkovozhirovoyyemulsiidlyarublenyhpolu fabrikatovizmyasapcity]: abstract of the thesis of the Candidate of Technical Sciences: 05.18.04 / Dashieva Larisa Borisonovna. – Ulan-Ude, 2013. – 16 p.

12. Dubtsova, G.N. Prospects for the use of vegetable proteins in the production of culinary products[Perspektivy-primeneniya-rastitelnyh-belkov-pri-proizvodstve-kulinarnyh-izdeliy]/ G.N. Dubtsova, M.I. Kiryushina // Commodity expert of food products [Tovaroved prodovolstvennyh tovarov] – 2014. – №3. – pp. 20-26.

13. Tnymbaeva, B.T. Food safety [Tagam ónimderiniń qayıpsızdigi]. - Almaty: Evero, 2020. - 244 p.

14. Merenkova, S.P. Practical aspects of the use of vegetable protein additives in the technology of meat products[Prakticheskie-aspekty-ispolzovaniya-rastitelnyh-belkovyih-dobavok-v-tehnologii-myasnyh-produktov] / S.P. Merenkova, T.V. Savostina // Bulletin of SUSU. Ser. Food and biotechnology [Pischevye I biotehnologii]. - 2014. – Vol.2, № 1.– pp. 23-29.

15. Lipatova, L.L. Modern requirements and trends of the semi-finished products market / Food industry [Sovremennye trebovaniya I tendencii rynka polufabrikatov]/[pischevaya-promyshlennost]. – 2014. - pp.48-49.

MPHTI 65.59.29- 65.53.91

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-12-20>

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND STUDYING THE QUALITY OF COMBINED MEAT BREAD WITH THE ADDED POWDER FROM TOMATO POMACE

G.E. ISLAMOVA , A.A. UTEBAEVA 

(NAO "M. Auezov South Kazakhstan University", 160012,
Kazakhstan, Shymkent, Tauke Khan Avenue, 5)
Corresponding author e-mail: Gulnura_87_KZ@mail.ru*

Functional meat products can be productively created by mutually replacing some components of the formulation with raw materials of plant origin, including vegetables and their secondary products with biologically active valuable substances. The purpose of the work is to develop technology and study the quality characteristics of meat bread with the enrichment of powder from tomato production waste in various proportions, taking into account consumer interest in products with high nutritional and biological value. The creation of meat loaf with the addition of tomato powder was carried out according to traditional schemes for the production of boiled sausage products. After determining the optimal amount of the herbal additive in the amount of 15%, samples of meat bread were prepared and examined for basic quality indicators. Experimental studies of prototypes were carried out using standard research methods. Based on the results of studying the physicochemical characteristics of meat loaf with tomato pomace powder, it was noticed that the pH value, water activity (aw), and moisture content in meat loaf samples naturally decreased after adding 15% tomato powder. This improves the shelf life and safety of meat products because they are more resistant to spoilage microorganisms. Based on the results of experimental studies, it can be concluded that the developed composition of meat loaf recipes with high nutritional and biological value, thanks to the use of secondary raw materials in the form of tomato pomace powder, and the use of processes with minimal energy consumption, is economically feasible.

Keywords: functional products, raw meat, tomato pomace, powder, nutritional value, chemical composition, microbiological study.

ҚЫЗАНАҚ ҰНТАҒЫ ҚОСЫЛҒАН ҚҰРАМДАСТЫРЫЛҒАН ЕТ НАНЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

Г.Е. ИСЛАМОВА, А.А. УТЕБАЕВА

(ҚЕАҚ «М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті»,
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қаласы, Тәуке хан даңғылы, 5)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: Gulnura_87_KZ@mail.ru*

Функционалды ет өнімдерінің кейбір компоненттерін өсімдік тектес шикізатпен, соның ішінде көкөністер мен олардың екіншілік өнімдерінің биологиялық белсенді құнды заттарымен өзара алмастыруға болады. Зерттеу жұмысының мақсаты – тұтынушылардың тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары өнімдерге қызығушылығын ескере отырып, әртүрлі пропорцияда қызанақ өндірісінің қалдығын, қызанақ ұнтағымен ет нанын байыту технологиясын әзірлеу және сапалық сипаттамаларын зерттеу. Қызанақ ұнтағы қосылған ет нанын жасау технологиясы, пісірілген шұжық өнімдерін өндірудің дәстүрлі схемалары бойынша жүзеге асырылды. Зерттеу нәтижесінде, өсімдік қоспаларының оңтайлы мөлшері 15% құрайтыны анықталғаннан кейін ет нанының үлгілері дайындалып, негізгі сапа көрсеткіштеріне сараптама жүргізілді. Тәжірибелік үлгілерді зерттеу стандартты әдістерді қолдану арқылы жүргізілді. Қызанақ ұнтағы қосылған ет нанының физика-химиялық көрсеткіштеріне сәйкес, 15% қызанақ ұнтағы қосылған ет наны үлгілерінің рН мәні, су белсенділігі (aw), ылғалдылығы төмендегені байқалды. Сонымен қатар, ет өнімдерінің сақтау мерзімі ұзарды және микроорганизмдерге төзімділігі артты, қауіпсіздігі жоғарылады. Зерттеулердің нәтижелеріне сүйенсек, қайталама екіншілік шикізатты қызанақ қалдығының ұнтағын қолданудың және ең аз энергия шығыны бар процестерді пайдаланудың арқасында құрамы тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары ет нанының рецептурасы әзірленген және экономикалық тұрғыдан тиімді деген қорытынды жасауға болады.

Негізгі сөздер: функционалды тағамдар, ет шикізаты, қызанақ қалдығы, ұнтақ, химиялық құрамы, микробиологиялық зерттеу.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КОМБИНИРОВАННОГО МЯСНОГО ХЛЕБА С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКА ИЗ ТОМАТНОГО ЖМЫХА

Г.Е. ИСЛАМОВА, А.А. УТЕБАЕВА

(НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова»,
Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5)
Электронная почта автор-корреспондента: Gulnura_87_KZ@mail.ru*

Функциональные мясные продукты могут быть продуктивно созданы путем взаимной замены некоторых компонентов рецептуры сырьем растительного происхождения, в том числе овощами и их вторичными продуктами с биологически активными ценными веществами. Целью работы является разработка технологии и изучение качественных характеристик мясного хлеба с обогащением порошка из отходов томатного производства в различных соотношениях с учетом интереса потребителей к продуктам с высокой пищевой и биологической ценностью. Создание мясного хлеба с добавлением томатного порошка осуществлялось по традиционным схемам изготовления вареных колбасных продуктов. После определения оптимального количества растительной добавки в количестве 15% были приготовлены образцы мясного хлеба и исследованы на основные качественные показатели. Экспериментальные исследования опытных образцов проводились с применением стандартных методов исследования. По результатам изучения физико-химических характеристик мясного хлеба с порошком из томатных выжимок было замечено, что значение рН, активности воды (aw), содержания влаги в образцах мясного хлеба закономерно снижалось после добавления 15% томатного порошка. Это улучшает срок хранения и безопасность мясных продуктов, поскольку в этом случае они более устойчивы к микроорганизмам, вызывающим порчу. По результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод, что разработанная композиция рецептур мясных хлебов с высокой пищевой и биологической ценностью, благодаря использованию вторичного сырья в виде порошка из томатного жмыха, и применению процессов с минимальными энергозатратами, является экономически целесообразной.

Ключевые слова: функциональные продукты, мясное сырье, томатный жмых, порошок, пищевая ценность, химический состав, микробиологическое исследование.

Introduction

Saturation of food markets of Kazakhstan with high-quality meat products of own production

is one of the most important socio-economic tasks for the near future [1]. The main part of harvested mutton and turkey is sold to the population in the

form of meat or used mainly for the production of second courses in the public catering system. An insignificant part of raw materials is used for sausage and canning production, which indicates the need to develop promising methods of processing mutton and turkey, preparing it for the manufacture of high-quality delicatessen, meat products and semi-finished products. The company Ordabasy Kus LLP is the first and the only enterprise in the Republic of Kazakhstan engaged in industrial production and deep processing of turkey meat [2,3].

Meat bread, in terms of technology, is a dish made on the basis of minced or chopped meat, which is moulded in the form of a loaf of bread. That is why meat bread has such an unusual name. The range of meat breads is constantly being updated and expanded. Meat breads are products like cooked sausage without casing, subjected to baking. Stuffing is baked in quadrangular metal moulds without casing, wrapped in paper or cellophane. Compared to cooked sausages, meat breads contain less moisture; have a denser consistency and a pleasant specific flavour due to the effect of high temperature during baking. Most meat breads have the same name, recipe and cut appearance as cooked sausages [4].

Provision of the population with functional meat products should be made taking into account the ever-increasing needs of consumers in providing the body with sufficient energy and with a high content of vitamins, minerals and antioxidants. In this direction, a significant role is assigned to the substantiation of the technology of obtaining combined and enriched meat products with functional ingredients of different origin (dietary fibres, vitamins, minerals and others) [5, 6].

On the basis of meat products, scientists and practitioners have determined that it is productive to create functional products by mutual substitution of some components from the formulation with raw materials of plant origin, including vegetables and their secondary products with biologically active valuable substances. In this sense, the use of agro-

industrial by-products as a natural and cheap source due to biologically valuable compounds, including antioxidants and mineral compounds, is economically and environmentally beneficial [7].

Thus, the aim of this work is to develop technology and study the quality of combined meat bread with the addition of powder from tomato waste.

Materials and research methods

Experimental samples of meat bread were prepared in the conditions of research laboratory "Food Engineering and Foodstuffs" of M.Auezov SKU and baked in the multifunctional thermo-chamber KTD-100.

Experimental studies of experimental samples were carried out using standard research methods. The composition of mineral substances of experimental samples was studied using scanning electron microscope JSM-6490LV with the system of energy dispersive microanalysis INCA Energy 350 and the system of structural and textural analysis of polycrystalline samples HKL Basic in the Testing Regional Laboratory of Engineering Profile "Structural and Biochemical Materials" of M. Auezov SKU. The main quality parameters of meat bread (pH, water activity, moisture content) depending on the amount of tomato powder were determined in the laboratory of innovative biomaterials and substances "Biotech" of the Faculty of Biotechnology of ITMO University (Saint-Petersburg).

Technological scheme and recipe for preparation of combined meat bread

Creation of meat bread with the addition of tomato powder was carried out according to the traditional schemes of making cooked sausage products. Technological scheme of preparation of combined meat bread consists of the following operations: preparation of tomato powder and flavouring additives, preparation of combined minced meat, shaping of semi-finished products, cooking of meat bread in the oven, storage and sale of the product. Recipe of preparation of combined meat bread is given in Table 1.

Table 1. Recipe of preparation of combined meat bread with tomato pomace powder

No	Raw material, g	Control	Sample 1, (5%)	Sample 2, (10%)	Sample 3, (15%)	Sample 4, (20%)
1	Lamb	315	312,5	310	307,5	305
2	Turkey	315	312,5	310	307,5	305
3	Chicken eggs	120	120	120	120	120
4	Fresh onions	84	84	84	84	84
5	Wheat flour bread	100	100	100	100	100
6	Water	60	60	60	60	60
7	Himalayan salt	6	6	6	6	6
8	Ground black pepper	2	2	2	2	2
9	Tomato pomace powder	-	5	10	15	20

The samples of minced meat prepared according to the recipe were tightly filled into pre-greased aluminium moulds and placed in a multifunctional thermo-chamber KTD-100 at 160-180°C for 1.5-2 hours, depending on the weight of the loaf. The baking process is considered complete when the temperature inside the loaf reaches 70 °C. The baked product is cooled at room temperature 6-10°C until the internal temperature of the loaf is equal to or less than 15°C. The cooled loaf is wrapped in cellophane or other packaging materials. Meat bread is stored in a refrigerated room at a temperature not exceeding 8°C and relative humidity of 75-80% for up to 5 days.

Finished samples of meat bread were examined for such indicators as organoleptic, physico-chemical and microbiological.

Literature review

Many scientists, Kazakhstani and foreign, are engaged in the study of the nutritional value and development of technology for the production of food products from the meat of various animals, including mutton and turkey with the addition of vegetable components [8-11].

Thus, Uzakov Y.M. et al. in the work of [12] investigate the biological value and chemical composition of experimental samples of mutton injected with a composition of brine from fresh pumpkin juice, tincture of goji berries, salt and water. The obtained results indicate that the chemical composition and nutritional value of experimental samples of national meat products from mutton is richer compared to the control, which is explained by the introduction of brine compositions.

Iskineeva A. et al. [13] used fat-soluble vitamin complex "Aevit" encapsulated with food oligosaccharide β -cyclodextrin (E459) as a functional ingredient for the development of technologies of functionally enriched meat product from mutton and ostrich meat. The final product has a pronounced lean taste, characterized by attractive organoleptic parameters: juicy and tender consistency, light brown colour and delicate meat smell.

In [14] the results of the study of a functionally enriched meat product with a biologically active additive are presented. Fat-

soluble vitamin E (α -tocopherol acetate) encapsulated with β -cyclodextrin was used as an ingredient. A functional meat product from mutton and turkey meat containing the inclusion complex " β -cyclodextrin: vitamin E" was developed.

Foreign scientists mainly devote their work to studying the effect of tomato products, including the antioxidant lycopene contained in tomatoes, on colour, carotenoid content, oxidation level, texture, organoleptic characteristics, as well as antimicrobial and antioxidant activity of cooked minced pork, conventional sausages, chicken sausages and others [15-19].

Due to the possibility of effective enrichment of meat semi-finished products with plant components with high biological value, the development of a scientific approach in this direction is of interest for use in the production of functional foods.

Results and discussion

Model formulations of meat bread were developed to determine the effect of tomato pomace powder on organoleptic, physicochemical and microbiological parameters. The recipe composition of meat bread consisted of fat lamb, turkey, chicken eggs, tomato pomace powder and spices.

Organoleptic parameters of product much more than the chemical composition and nutritional value, play a decisive role for the consumer, influence the choice of consumers and, ultimately, form their demand. Therefore, when studying the powder of the tomato pomace on the quality of meat bread, special attention was paid to organoleptic characteristics.

In order to establish the optimal composition of meat bread were studied model samples without vegetable raw materials - control and experimental samples with partial replacement of fat mutton. Thus semi-finished products with 5 % tomato pomace powder (sample No.1), 10 % tomato pomace powder (sample No.2), 15 % tomato pomace powder (sample No.3) and 20 % tomato pomace powder (sample No.4) were prepared. After heat treatment, organoleptic evaluation was carried out in accordance with GOST 33609-2015 Meat and meat products. Organoleptic analysis (Table 2).

Table 2. Quality assessment of combined minced meat breads by organoleptic indicators

Name of indicator	Control	Sample 1, (5%)	Sample 2, (10%)	Sample 3, (15%)	Sample 4, (20%)
Colour on the surface and on the cut	Pink	Pink	Saturated pink	Pleasant, with some red and yellow tones	Orange
Odour and taste	To standard, without extraneous tastes and odours	Close to standard	With a slight tomato flavour	Nice tomato flavour and odour, juicy	Sour bitter flavour, tart odour, dryish
Surface	Breads with a clean, smooth, dry, evenly toasted surface				
Shape	Rectangular trapezoidal				

The colour on surface and cut of the products containing tomato pomace powder differed significantly, with the amount of additive affecting the intensity of the colour on the cut. With the increase of the additive from 5% to 20%, the products became more saturated, and the proportion of red and yellow shades increased, thus the colour of sample No.4, (20%) became orange, which is not characteristic of these products (Figure 1). According to organoleptic indicators (colour, taste, juiciness) we chose the optimal

variant of added tomato pomace powder in the amount of 15%.

Physico-chemical characterisation of meat bread with tomato squeeze powder

After determining the optimal amount of vegetable additive in the amount of 15%, samples of meat bread were prepared and examined for the main qualitative parameters. All measurements were carried out in threefold repetition. The main physico-chemical parameters of 4 samples of meat bread with tomato pomace powder, (raw and after heat treatment) are shown in Table 3.



1-Control; 2- Sample 1, (5%); 3- Sample 2, (10%); 4- Sample 3, (15%)

Figure 2- Image of meat bread with the addition of different amounts of tomato pomace powder

Table 3. Value of pH, water activity (a_w), moisture content in meat bread samples

Name of indicator	Sample 1 Meat bread (raw) control	Sample 2 Meat bread (raw) (with 15% tomato powder added)	Sample 3 Meat bread (after heat treatment) control	Sample 4 Meat bread (after heat treatment, with 15% tomato powder added)
pH	6,26	6,14	6,37	6.27
a_w	0.800	0.766	0.750	0.701
W,%	71.5	70.3	62.18	60.87

Based on the results of the study of physicochemical characteristics of meat bread with tomato pomace powder, it was observed that the pH value and water activity (a_w) in the meat bread samples decreased consistently after the addition of 15% tomato powder. This improves the shelf life and safety of meat products as they are then more resistant to spoilage microorganisms. Also the

results obtained show that the vegetable additive in the form of tomato pomace powder reduces the free moisture content due to its partial binding by the powder.

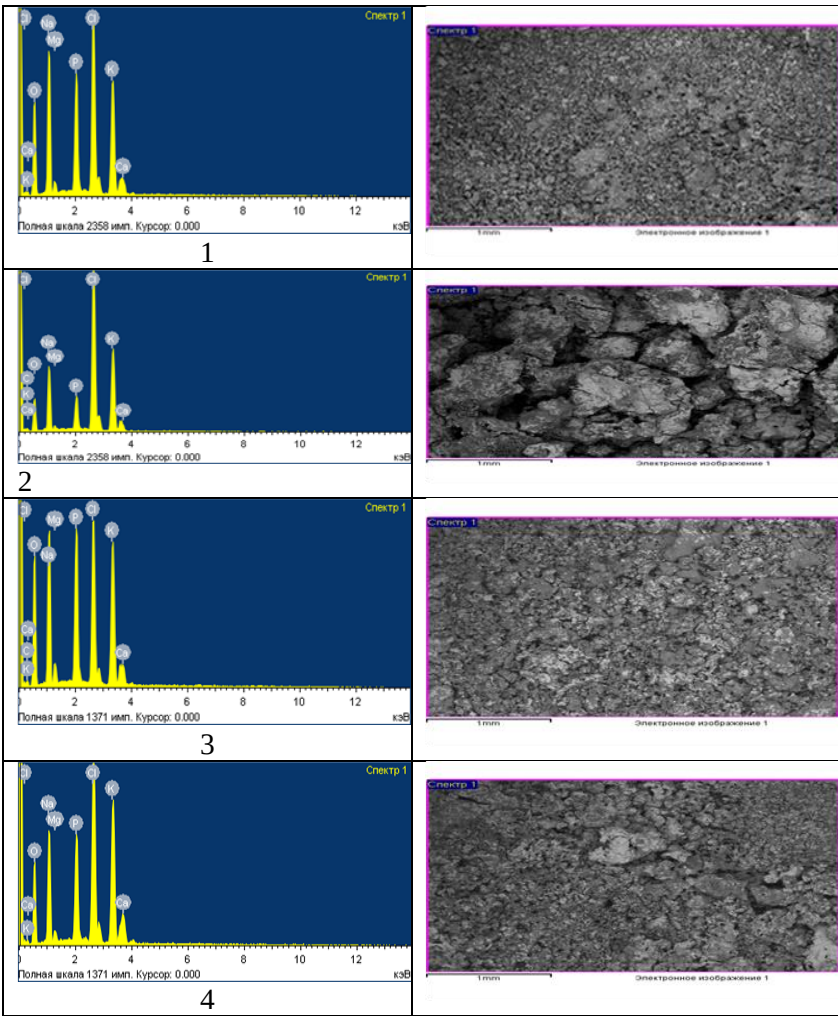
The results of the analysis of 4 samples of meat bread with the addition of different amounts of powder from tomato are shown in Table 4 and Figure 2.

Table 4. The content of mineral substances of meat bread with the addition of different amounts of tomato pomace powder

Element	Control	Sample 1, (5%)	Sample 2, (10%)	Sample 3, (15%)
C	6.35	8.78	9.35	10,23
O	35.20	26.77	36.79	34.54
Na	18.44	13.70	15.81	14.14
Mg	1.27	0.66	1.70	1.21
P	10.29	4.75	10.45	8.92
Cl	18.21	26.60	13.14	19.53
K	14.79	18.12	14.14	18.28
Ca	1.80	0.62	1.62	3.38

As can be seen from the table, in terms of mineral composition in the samples of meat bread with the addition of different amounts of tomato pomace powder, a number of essential mineral elements were found with a predominance of potassium (from 14.14% to 18.28%), phosphorus (from 4.75% to 10.45%). Of the other mineral elements, increased levels of calcium (0.62 -3.38) and magnesium (0.66- 1.70) were also determined in meat bread samples with the addition of different amounts of tomato pomace powder.

As a result of the study of all samples of meat bread with the addition of powder from tomato pomace after cooking revealed that the microbiological indicators: Quantity of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms, *Escherichia coli* group bacteria, *Staphylococcus aureus*, bacteria of the genus *Proteus*, pathogenic microorganisms, including salmonella, meet the normative indicators according to TR TS 021/2011.



1-Control; 2- Sample 1, (5%); 3- Sample 2, (10%); 4- Sample 3, (15%)

Figure 2. Electronic image of meat bread with the addition of different amounts of tomato pomace powder

Conclusion

According to the results of experimental studies, it can be concluded that the developed composition of meat bread recipes with high nutritional and biological value, due to the use of secondary raw materials in the form of powder from tomato pomace, and the application of processes with minimal energy consumption, is economically feasible. Especially since by-products of fruit and vegetable processing are considered cheap sources of natural biological compounds, including antioxidants, which have a positive effect on human health [20-22].

Innovative meat bread has excellent organoleptic characteristics and high quality properties, which will make it in demand among consumers. Enriched meat bread, in addition to the above advantages, is also a functional food product due to the high content of vitamins, protein, dietary fibre and minerals. In general, the developed technology of meat bread fully corresponds to the trends of today, namely in the field of healthy nutrition of the population of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

1. Стукач В.Ф., Байдалинова А.С., Сулейманов Р.Е. Развитие аграрного сектора как фактор обеспечения продовольственной безопасности Казахстана в условиях ЕАЭС // Экономика региона. – 2022. – № 18(1). – С. 223–236.
2. Узakov Я.М., Қалдарбекова М.Ә., Кузембаева Г.К., Акилова Ф.Е. Қой етінің жекелеген бөліктерінің морфологиялық құрамын зерттеу. //Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. 2019; 4(125):66-70.
3. <http://ordabasy-kus.kz/upload/presentation.pdf> (дата обращения: 29.11.2023).
4. Бажина, К. А. Растительные компоненты в рецептуре мясного хлеба с точки зрения функционального питания / К. А. Бажина, Е. В. Гаврилова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2014. - № 16 (75). - С. 59-60. - URL: <https://moluch.ru/archive/75/12869/> (дата обращения: 29.11.2023).
5. Чоманов У., Кененбай Г.С., Турсунов А.А., Жумалиева Т.М., Тултабаев Н.З. Разработка рецептуры мясорастительных консервов из баранины. //Вестник Алматинского технологического университета. 2023;1(3):78-84. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-78-84>
6. Kulazhanov T.K., Baibolova L.K., Serikkyzy M.S., Balev D.K., Vlahova-Vangelova D.B. Traceability of meat products with incorporated functional ingredients. //The Journal of Almaty Technological University. 2023;1(3):63-69. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-63-69>
7. Kehili, M.; Kammlott, M.; Choura, S.; Zammel, A.; Zetzl, C.; Smirnova, I.; Allouche, N.; Sayadi, S. Supercritical CO₂ Extraction and Antioxidant Activity of Lycopene and β -Carotene-Enriched Oleoresin from Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) Peels By-Product of a Tunisian Industry. Food Bioprod. Process. 2017, 102, 340–349. [Google Scholar] [CrossRef]
8. Бараников А.И., Колосов Ю.А., Широкова Н.В. Создание новых мясных продуктов с использованием баранины // Научный журнал КубГАУ. – 2013. - №89 (05). – С.789-799.
9. Uzakov Y.M., Kaldarbekova M.A., Chernukha I.M. Research of structural and mechanical properties of national restructured meat products. //The Journal of Almaty Technological University. 2019;(4):54-61
10. Ахмадова К.К., Чернова Е.В. О целесообразности использования мяса индейки в производстве кулинарной продукции диетического и функционального назначения // Наука России: цели и задачи, 2017.- С. 18–21.
11. Хатко З.Н., Широкова А.С. Перспективы производства кулинарной продукции из индейки (обзор) // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 1.- С. 93-105. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-1-93-105>.
12. Узakov Я.М., Таева А.М., Калдарбекова М.А. и др. Химический состав и биологическая ценность национальных изделий из баранины // Мясная индустрия. –2018. – № 10. – С. 28-31.
13. Iskineyeva A., Mustafaeva A., Kozhamsugirov K., Fazylov S., Bakirova R., Muratbekova A., Vlasova L. Functionally enriched meat product with encapsulated vitamin supplement. //The Journal of Almaty Technological University. 2022;(2):91-96. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-91-96>
14. Mustafaeva A., Iskineyeva A., Fazylov S., Kozhamsugirov K., Sviderskiy A. Functionally enriched meat product with encapsulated vitamin supplement// Известия НАН РК. Серия химии и технологии, 2021, (5-6), 45–52. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.76>
15. Bartkiene E, Juodeikiene G, Zadeike D, Viskelis P, Urbonaviciene D. The Use of Tomato Powder Fermented with *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus sakei* for the Ready-to-Cook Minced Meat Quality Improvement. Food Technol Biotechnol. 2015 Jun;53(2):163-170. PMID: 27904345; PMCID: PMC5068405.
16. Domínguez R, Gullón P, Pateiro M, Munekata PES, Zhang W, Lorenzo JM. Tomato as Potential Source of Natural Additives for Meat Industry. A Review. Antioxidants (Basel). 2020 Jan 15;9(1):73. doi: 10.3390/antiox9010073. PMID: 31952111; PMCID: PMC7022261.
17. Esen Eyiler, Aydin Oztan, Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive, LWT - Food Science and Technology, Volume 44, Issue 1, 2011, Pages 307-311, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.07.004>.
18. Qiu Zhuang Zhuang, Chin Koo Bok. Physicochemical Properties and Shelf-Life of Regular-Fat Sausages with Various Levels of Grape Tomato

Powder Prepared by Different Drying Methods. Food Sci Anim Resour 2020; 40(5):722-733. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e47>

19. Arya A., Mendiratta S.K., Singh T.P., Agarwal R., Bharti S.K. Development of sweet and sour chicken meat spread based on sensory attributes: process optimization using response surface methodology. //Journal of Food Science and Technology. 2017 Dec;54(13):4220-4228. DOI: 10.1007/s13197-017-2891-2. PMID: 29184228; PMCID: PMC5686002.

20. Ana Arias, Gumersindo Feijoo, Maria Teresa Moreira, Exploring the potential of antioxidants from fruits and vegetables and strategies for their recovery, Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 77, 2022, 102974, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102974>.

21. Patrycja Skwarek, Małgorzata Karwowska, Fruit and vegetable processing by-products as functional meat product ingredients -a chance to improve the nutritional value, LWT, Volume 189, 2023, 115442, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115442>.

22. Lau Ke Qi, Sabran Mohd Redzwan, Shafie Siti Raihanah. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food. Frontiers in Nutrition. 2021, Volume 8, DOI.10.3389/fnut.2021.661693.

REFERENCES

1. Stukach V.F., Baidalinova A.S., Suleymanov R.E. Razvitiye agrarnogo sektora kak faktor obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Kazakhstana v usloviyakh YEAEs [Development of the agricultural sector as a factor in ensuring food security of Kazakhstan in the conditions of the EAEU] // Economics of the region. – 2022. – No. 18(1). – pp. 223–236. (In Russian).

2. Uzakov Y.M., Kaldarbekova M.A., Kuzembaeva G.K., Akilova F.E. Qoy etiniñ jekelegen bölikleriniñ morfologiyalıq quramın zertteu. [Study of the morphological composition of individual parts of mutton]. Bulletin of Almaty Technological University. 2019; 4(125):66-70. (In Kazakh).

3. <http://ordabasy-kus.kz/upload/presentation.pdf> (date of access: November 29, 2023). (In Russian).

4. Bazhina, K. A. Rastitel'nyye komponenty v retsepture myasnogo khleba s tochki zreniya funktsional'nogo pitaniya [Plant components in the recipe for meat bread from the point of view of functional nutrition] // Young scientist. - 2014. - No. 16 (75). - pp. 59-60. - URL: <https://moluch.ru/archive/75/12869/> (date of access: November 29, 2023). (In Russian).

5. Chomanov U., Kenenbay G.S., Tursunov A.A., Zhumalieva T.M., Tultabaev N.Z. Razrabotka retseptury myasorastitel'nykh konservov iz baraniny [Development of recipes for canned meat and vegetables from lamb] Bulletin of Almaty Technological University. 2023;1(3):78-84. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-78-84>. (In Russian).

6. Kulazhanov T.K., Baibolova L.K., Serikkyzy M.S., Balev D.K., Vlahova-Vangelova D.B. Traceability of meat products with incorporated functional ingredients. The Journal of Almaty Technological University. 2023;1(3):63-69. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-63-69>

7. Kehili, M.; Kammlott, M.; Choura, S.; Zammel, A.; Zetzl, C.; Smirnova, I.; Allouche, N.; Sayadi, S. Supercritical CO₂ Extraction and Antioxidant Activity of Lycopene and β -Carotene-Enriched Oleoresin from Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) Peels By-Product of a Tunisian Industry. Food Bioprod. Process. 2017, 102, 340–349. [Google Scholar] [CrossRef]

8. Baranikov A.I., Kolosov Yu.A., Shirokova N.V. Sozdaniye novykh myasnykh produktov s ispol'zovaniyem baraniny. Creation of new meat products using lamb // Scientific journal of KubSAU. – 2013. - No. 89 (05). – P.789-799.

9. Uzakov Y.M., Kaldarbekova M.A., Chernukha I.M. Research of structural and mechanical properties of national restructured meat products. The Journal of Almaty Technological University. 2019;(4):54-61

10. Akhmadova K.K., Chernova E.V. O tselesoobraznosti ispol'zovaniya myasa indeyki v proizvodstve kulinarnoy produktsii diyeticheskogo i funktsional'nogo naznacheniya. On the advisability of using turkey meat in the production of culinary products for dietary and functional purposes // Science of Russia: goals and objectives. 2017. pp. 18–21.

11. Khatko Z.N., Shirokova A.S. Perspektivy proizvodstva kulinarnoy produktsii iz indeyki (obzor). [Prospects for the production of culinary products from turkey (review)] // New technologies. 2022. T. 18, No. 1. P. 93-105. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-1-93-105>. (In Russian).

12. Uzakov Y.M., Taeva A.M., Kaldarbekova M.A. and others. Khimicheskiy sostav i biologicheskaya tsennost' natsional'nykh izdeliy iz baraniny. Chemical composition and biological value of national lamb products // Meat industry. – M.: 2018. – No. 10. – P. 28-31. (In Russian).

13. Iskineyeva A., Mustafaeva A., Kozhamsugirov K., Fazylov S., Bakirova R., Muratbekova A., Vlasova L. Functionally enriched meat product with encapsulated vitamin supplement. The Journal of Almaty Technological University. 2022;(2):91-96. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-91-96>

14. Mustafaeva A., Iskineyeva A., Fazylov S., Kozhamsugirov K., Sviderskiy A. Functionally enriched meat product with encapsulated vitamin supplement// News of the NAS RK. Chemistry and Technology Series, 2021, (5-6), 45–52.

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.76>

15. Bartkiene E, Juodeikiene G, Zadeike D, Viskelis P, Urbonaviciene D. The Use of Tomato Powder Fermented with *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus sakei* for the Ready-to-Cook Minced Meat Quality Improvement. Food

Technol Biotechnol. 2015 Jun;53(2):163-170. PMID: 27904345; PMCID: PMC5068405.

16. Domínguez R, Gullón P, Pateiro M, Munekata PES, Zhang W, Lorenzo JM. Tomato as Potential Source of Natural Additives for Meat Industry. A Review. Antioxidants (Basel). 2020 Jan 15;9(1):73. doi: 10.3390/antiox9010073. PMID: 31952111; PMCID: PMC7022261.

17. Esen Eyiler, Aydin Oztan, Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive, LWT - Food Science and Technology, Volume 44, Issue 1, 2011, Pages 307-311, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.07.004>.

18. Qiu Zhuang Zhuang, Chin Koo Bok. Physicochemical Properties and Shelf-Life of Regular-Fat Sausages with Various Levels of Grape Tomato Powder Prepared by Different Drying Methods. Food Sci Anim Resour 2020; 40(5):722-733. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e47>

19. Arya A., Mendiratta S.K., Singh T.P., Agarwal R., Bharti S.K. Development of sweet and sour chicken meat spread based on sensory attributes:

process optimization using response surface methodology. Journal of Food Science and Technology. 2017 Dec;54(13):4220-4228. DOI: 10.1007/s13197-017-2891-2. PMID: 29184228; PMCID: PMC5686002.

20. Ana Arias, Gumersindo Feijoo, Maria Teresa Moreira, Exploring the potential of antioxidants from fruits and vegetables and strategies for their recovery, Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 77, 2022, 102974, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102974>.

21. Patrycja Skwarek, Małgorzata Karwowska, Fruit and vegetable processing by-products as functional meat product ingredients -a chance to improve the nutritional value, LWT, Volume 189, 2023, 115442, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115442>.

22. Lau Ke Qi, Sabran Mohd Redzwan, Shafie Siti Raihanah. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food. Frontiers in Nutrition. 2021, Volume 8, DOI.10.3389/fnut.2021.661693

МРНТИ 65.63.33

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-20-27>

СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДЕРДІҢ САПА ПАРАМЕТРЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

¹Ф.Т. ДИХАНБАЕВА , ¹Я.М. УЗАКОВ , ¹Б.Д. ДАУЛЕТБАКОВ ,
²Ж.Ж. СМАИЛОВА , ¹Г.К. КУЗЕМБАЕВА , ³Э.Ч. БАЗЫЛХАНОВА  *

(¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100
²Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті,
Қазақстан Республикасы, 120014, Қызылорда қ., Әйтеке би көш., 29А
³«С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ,
Қазақстан Республикасы, Астана қ., Жеңіс көш., 62)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ebazylkhanova@bk.ru*

Сүтқышқылды өнімдерінің оңтайлы сапа параметрлерін модельдеуге байланысты ғылыми тақырып аса өзекті болып табылады және халықты ағзаның пайдалы заттарға қажеттілігін қанағаттандыратын жоғары сапалы өнімдермен қамтамасыз ету бойынша қолданыстағы мемлекеттік бағдарламалар мен ұлттық жобалар жазықтығында ерекше орын алады. Компьютерлік математиканың сандық жүйелеріне негізделген есептеу әдістері рецептуралар мен параметрлерді модельдеуде ерекше мәнге ие, бұл арнайы және жаппай тамақтануға арналған сүтқышқылды өнімдерді өндіру процесіне барынша негізделген көзқараспен қарауға мүмкіндік береді. Бұл ғылыми мақалада пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, түйе сүті негізінде әзірленген сүтқышқылды өнімдердің рецептурасы мен сапа көрсеткіштерін математикалық модельдеу нәтижелері келтірілген. Модельдеу зерттелетін процестің математикалық моделін құрастыруда жиі қолданылатын «қара жәшік» тұжырымдамасын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Зерттеуді жоспарлау матрицасы 30 қайталанымнан тұрды және 100 л сүтті ашытуға қажетті барлық өзгермелі параметрлерді қамтыды (енгізілген пробиотикалық ашытқы мөлшері (0,1-0,3 кг), ашыту уақыты (4-12 сағат) және температурасы (30-34°C), қышқылдық (104-121°Т). Кіріс деректерін ескере отырып, сүтқышқылды өнім үшін әсер ету беті мен тең деңгейлі сызықтар анықталды, жеке көрсеткіштер үшін регрессия теңдеулері құрастырылды. Жүргізілген ғылыми жұмыстың нәтижесінде түйе сүті негізінде сүтқышқылды өнімдер өндіру үшін сапаның оңтайлы параметрлері анықталды: ашыту уақыты – 12 сағат, ашыту температурасы – 32 °С, сақтау мерзімі – 45 тәулік, бұл ретте қол жеткізілген қышқылдық – 116 °Т болды, нәтижесінде сүтқышқылды өнімнің ең жақсы органолептикалық көрсеткіштері сақталды, олар мүмкін 5 баллдың 4,8-іне бағаланды. Осылайша, модельдеудің бұл әдісі белгілі

қасиеттерге ие тамақ өнімдерін өндіруге зерттеу жүргізу үшін жәнегілымы-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін енгізу үшін ең тиімді құрал болып табылады.

Негізгі сөздер: түйе сүті, пробиотикалық ашытқылар, сүтқышқылды өнімдер, математикалық модельдеу, беттік әсер ету әдісі.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

¹Ф.Т. ДИХАНБАЕВА, ¹Я.М. УЗАКОВ, ¹Б.Д. ДАУЛЕТБАКОВ, ²Ж.Ж. СМАИЛОВА,
¹Г.К. КУЗЕМБАЕВА, ³Э.Ч. БАЗЫЛХАНОВА *

(¹АО «Алматинский технологический университет»,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100
²Кызылординский университет имени КоркытАта,
Республика Казахстан, 120014, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29А
³НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С.Сейфуллина»,
Республика Казахстан, г. Астана, ул. Женис, 62)
Электронная почта автора-корреспондента: ebazylkhanova@bk.ru*

Научная тематика, связанная с моделированием оптимальных параметров качества кисломолочных продуктов, не теряет своей актуальности и находится в плоскости действующих государственных программ и национальных проектов по обеспечению населения доступными продуктами высокого качества, удовлетворяющими потребности организма в полезных веществах. Особое значение при моделировании рецептур играют вычислительные методы на основе цифровых систем компьютерной математики, что позволяет максимально обоснованно подойти к процессу производства кисломолочных продуктов для специализированного и массового питания. В данной научной статье отражены результаты математического моделирования рецептуры и показателей качества кисломолочных продуктов на основе верблюжьего молока с использованием пробиотических заквасок. Моделирование выполнено с использованием концепции «черного ящика», часто применяемого при создании математической модели исследуемого процесса. Матрица планирования исследования включала 30 повторений, при которых охватывались все варьируемые параметры для ферментации 100 л молока (количество вносимой пробиотической закваски (0,1-0,3 кг), время (4-12 часов) и температура (30-34°C) сквашивания, кислотность (104-121°Т). С учетом входных данных была определена поверхность отклика и линии равного уровня для кисломолочного продукта, составлены уравнения регрессии для отдельных показателей. В результате проведенной научной работы были определены оптимальные параметры качества для производства кисломолочных продуктов на основе верблюжьего молока: время ферментации – 12 часов, температура – 32°C, срок хранения – 45 суток, при этом достигаемая кислотность – 116°Т, в результате чего сохранились наилучшие органолептические показатели кисломолочного продукта, которые были оценены на 4,8 балла из возможных 5. Таким образом, данный метод моделирования является наиболее эффективным инструментом для исследования и внедрения результатов научно-исследовательских работ в производство пищевых продуктов с заданными свойствами.

Ключевые слова: верблюжье молоко, пробиотические закваски, кисломолочные продукты, математическое моделирование, метод поверхностного отклика.

MATHEMATICAL MODELING OF QUALITY PARAMETERS OF FERMENTED MILK PRODUCTS

¹F.T. DIKHANBAYEVA, ¹Y.M. UZAKOV, ¹B.D. DAULETBAKOV, ²ZH.ZH.SMAILOVA,
¹G.K. KUZEMBAYEVA, ³E.CH. BAZYLKHANOVA *

(¹«Almaty Technological University» JSC, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100
²Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan, 120014, Kyzylorda, Aiteke bi str., 29A
³«S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» NCJSC,
Kazakhstan, Astana, Zhenis str., 62)
Corresponding author e-mail: ebazylkhanova@bk.ru*

The scientific topic related to the modeling of optimal quality parameters of fermented milk products does not lose its relevance and is in the plane of existing state programs and national projects to provide the

population with affordable high-quality products that meet the body's needs for nutrients. Computational methods based on digital systems of computer mathematics play a special role in modeling recipes, which makes it possible to approach the process of producing fermented dairy products for specialized and mass nutrition as reasonably as possible. This scientific article reflects the results of mathematical modeling of the formulation and quality indicators of fermented dairy products based on camel milk using probiotic starter cultures. The simulation was performed using the concept of a «black box», which is often used to create a mathematical model of the process under study. The study planning matrix included 30 repetitions, which covered all the variable parameters for fermentation of 100 liters of milk (the amount of probiotic starter culture (0.1-0.3 kg), time (4-12 hours) and temperature (30-34°C) of fermentation, acidity (104-121°T). Taking into account the input data, the response surface and lines of equal level for the fermented milk product were determined, regression equations for individual indicators were compiled. As a result of the scientific work carried out, the optimal quality parameters for the production of fermented dairy products based on camel milk were determined: the fermentation time – 12 hours, the temperature – 32 °C, the shelf life – 45 days, while the achieved acidity – 116 °T, as a result, the best organoleptic parameters of the fermented milk product have been preserved, which were estimated at 4.8 points out of a possible 5. Thus, this modeling method is the most effective tool for researching and implementing the results of scientific research into the production of food products with specified properties.

Keywords: camel milk, probiotic starter cultures, fermented milk products, mathematical modeling, surface response method.

Kipicne

Халықты ағзаның қажеттіліктерін қанағаттандыратын жоғары сапалы сүт өнімдерімен қамтамасыз етуге инновациялық технологияларды, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары шикізатты, сондай-ақ айқын пробиотикалық белсенділігі бар микроағзалар штаммдарын қолдануды көздейтін күрделі рецептураларды пайдалану есебінен қол жеткізіледі.

Осы мақсатта жүргізіліп отырған ғылыми зерттеу шеңберінде, уытты метаболиттерді ыдыратуға, аминқышқылдары мен ұшпа май қышқылдарын өндіруге және дәрумендерді синтездеуге қабілетті пробиотикалық ашытқыларды пайдалана отырып, түйе сүті негізінде сүтқышқылды өнімдердің технологиясы әзірленді [1-4].

Аталған мақсатқа сәйкес, сүт өнімдері өндірісінің күрделі процестерін зерттеу, олардың оңтайлы рецептурасы мен технологиясын модельдеу, сенімді және сонымен бірге қарапайым математикалық сипаттаманы алу сияқты негізгі міндеттер анықталды. Соңғы жылдардағы ғылыми әзірлемелердің тәжірибесі көрсеткендей, мұндай міндеттерді эксперименттік-статистикалық әдістер көмегімен шешуге болады.

Осылайша, бірқатар шетелдік ғалымдардың ғылыми еңбектерінде сүт өнімдерінің өндіріс процесін жеңілдету, шығымын арттыру, сенсорлық және реологиялық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында олардың сапа көрсеткіштерін (температура, рН, кальций хлоридінің мөлшері, ашыту уақыты, коспалар қосу) математикалық модельдеу арқылы, яғни беттік

әсер ету әдісі арқылы оңтайландыру шарттары қарастырылған [5-12].

Бұл әдіс орындалып отырған экспериментке сәйкес келетін сенімді математикалық модельдерді алуға мүмкіндік береді, олардың негізінде тұжырымдалған міндеттерді белгілі бір дәлдікпен және қарапайымдылықпен орындауға болады. Құрастырылған модельдер пробиотикалық өнімдерді өндіруде олардың сапа көрсеткіштерін бағалау құралы ретінде аса пайдалы болып келеді [13, 14].

Зерттеу материалдары мен әдістері

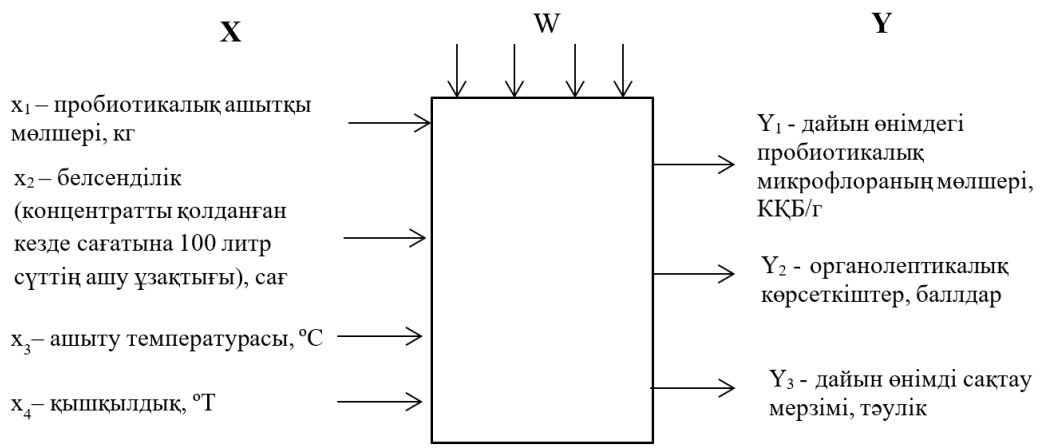
Зерттеу объектілері: пробиотикалық ашытқылар, түйе сүті, сүтқышқылды өнімдер.

Зерттеу әдістері: компьютерлік математиканың цифрлық жүйелеріне негізделген Statistica және MS Excel бағдарламалары.

Зерттеу жұмысында қарастырылып отырған жұмыс істеу механизмі күрделі және белгісіз болып келетін сүтқышқылды өнімдердің оңтайлы сапа параметрлерін (пробиотикалық ашытқы енгізгеннен кейін дайын өнімдегі пайдалы микрофлораның сақталып қалуы, жағымды дәмдік қасиеттер, сақталу мерзімінің ұзақтығы), рецептурасын және технологиясын модельдеу процесін белгілеу үшін «қара жәшік» тұжырымдамасы қолданылды (1-сурет) [15]. «Қара жәшік» моделі – сыртқы бақылаушыға тек кіріс және шығыс шамалары қол жетімді, ал құрылымы мен ішкі процестері белгісіз жүйе. Бұл тұжырымдама «жәшіктің» ішіндегісі туралы ақпараттың толық болмауын бейнелі түрде көрсетеді: бұл модельде жүйенің қоршаған ортамен кіріс және шығыс байланыстары ғана көрсетіледі, тіркеледі және тізімделеді. Осылайша, қарастырылып отырған

жұмыста W кездейсоқ әсерлері ықпал ететін бұл процесте реттелетін параметрлер туралы ақпаратты енгізу үшін белгілі бір кіріс (X) және оңтайландыру критерийлерімен сипатталатын

нәтижелерді бақылау үшін шығыс (Y) болды. Y шығыс күйі функционалды түрде $X:Y=f(X)$ кіріс күйіне байланысты болады.



Сурет 1. Сүтқышқылды өнімдердің оңтайлы рецептурасы мен технологиясын жобалау процесінің моделі

1-суретте ұсынылып отырғандай, модельдеу барысында тәуелсіз (өзгермелі) параметрлер – пробиотикалық микрофлораның мөлшері, белсенділік, ашыту температурасы мен қышқылдылық, ал тәуелді параметрлер – дайын өнімде анықталған пробиотикалық микрофлораның мөлшері, органолептикалық көрсеткіштер мен өнімді сақтау мерзімі болып табылды. Қышқылдық көрсеткіштері өзгермелі параметрлерге жатқызылды, себебі алынатын тәуелді параметрлердің әрқайсысы ашыту процесінің ерекшелігіне тікелей байланысты (мысалы, 104° T-ден төмен мәндерде түзілген қышқылдардың әсерінен микрофлораның дамуы тежелді, ал 121° T-ден жоғары мәндерде дайын өнімнің дәмдік қасиеттері нашарлап, сақтау мерзімінің қысқаруы байқалды).

Органолептикалық көрсеткіштерді бағалау 5-балдық жүйе бойынша жүргізілді. Сүтқышқылды өнімдердің сапасын бағалау

критерийлері: өнімнің түсі, иісі, сыртқы түрі, дәмі, консистенциясы және жалпы әсер болып табылды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеудің негізгі міндеті дайын өнімдегі пробиотикалық микрофлораның мөлшері (Y_1 , КОЕ/г), органолептикалық көрсеткіштер (Y_2 , баллдар) және дайын өнімнің сақтау мерзімі (Y_3 , тәулік) ең жақсы мәндерге ие болатын келесі сапа параметрлерін оңтайландыру болып табылады: x_1 – пробиотикалық ашытқы мөлшері (кг), x_2 – белсенділік (сағат), x_3 – ашыту температурасы (°C), x_4 – қышқылдық (°T).

Экспериментті жоспарлау матрицасы 30 қайталанымнан тұрды, олар есептеулерді жүргізу үшін қажетті 1-кестеде көрсетілген өзгермелі параметрлерді қамтыды.

Кесте 1. Эксперимент жүргізудің өзгермелі параметрлері

Өзгермелі параметрлер	Белгіленуі	Қамтылған шектер
Пробиотикалық ашытқы мөлшері, кг	x_1	0,1-0,3
Белсенділік (концентратты қолданған кезде сағатына 100 литр сүтті ашыту ұзақтығы), сағат	x_2	4-12
Ашыту температурасы, °C	x_3	30-34
Қышқылдық, °T	x_4	104-121

Құрамдас бөліктердің оңтайлы жиынтығын таңдау Forward қадамдық регрессия әдісімен жүзеге асырылды [15]. Бағдарламаның әр кезеңінде сүтқышқылды өнімдердің көрсет-

кіштерін бағалау модельдерінің барлық статистикалық сипаттамалары мен параметрлерін қайта есептеу және талдау жүргізілді.

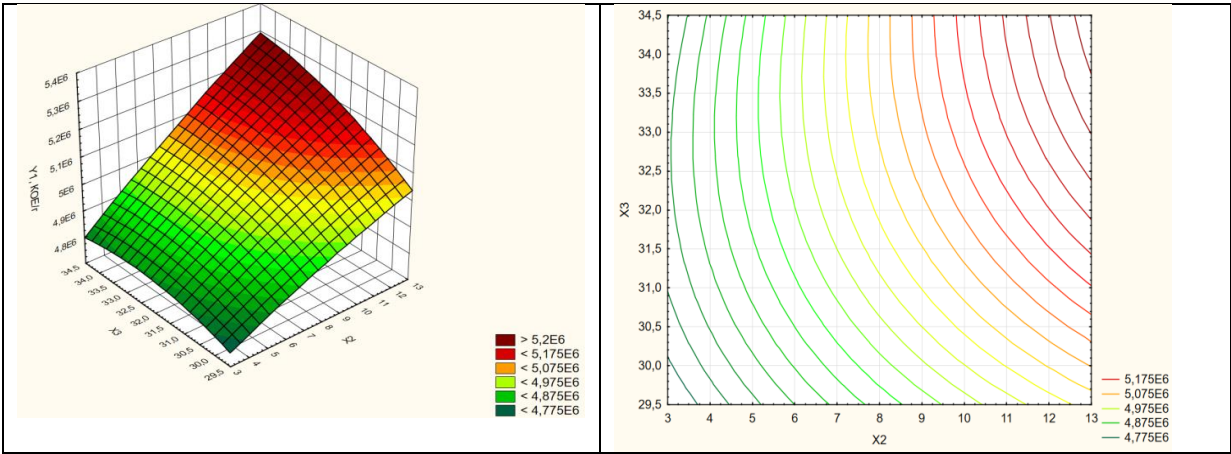
Эксперименттік деректерді математикалық өңдеу нәтижесінде технологиялық факторлардың (Y_1, Y_2, Y_3) сүт өнімдерінің сапа көрсеткіштеріне (x_1, x_2, x_3, x_4) тәуелділігін барабар сипаттайтын регрессиялық теңдеулер алынды [15, 16].

1-кестеде келтірілген кіріс деректерін ескере отырып, түйе сүті негізінде әзірленген сүтқышқылды өнім үшін әсер ету беті мен тең

деңгейлі сызықтар келесі үш параметр бойынша анықталды: дайын өнімдегі пробиотикалық микрофлораның мөлшері, органолептикалық көрсеткіштер, дайын өнімнің сақтау мерзімі.

Y_1 көрсеткіші үшін (дайын өнімдегі пробиотикалық микрофлораның мөлшері, КҚБ/г), регрессия теңдеуі келесідей түрде болды:

$$Y_1 = -2,3481E6 - 83333,3333 * x_2 + 4,4167E5 * x_3 - 694,4444 * x_2 * x_2 + 4166,6667 * x_2 * x_3 - 6944,4444 * x_3 * x_3 \quad (1)$$



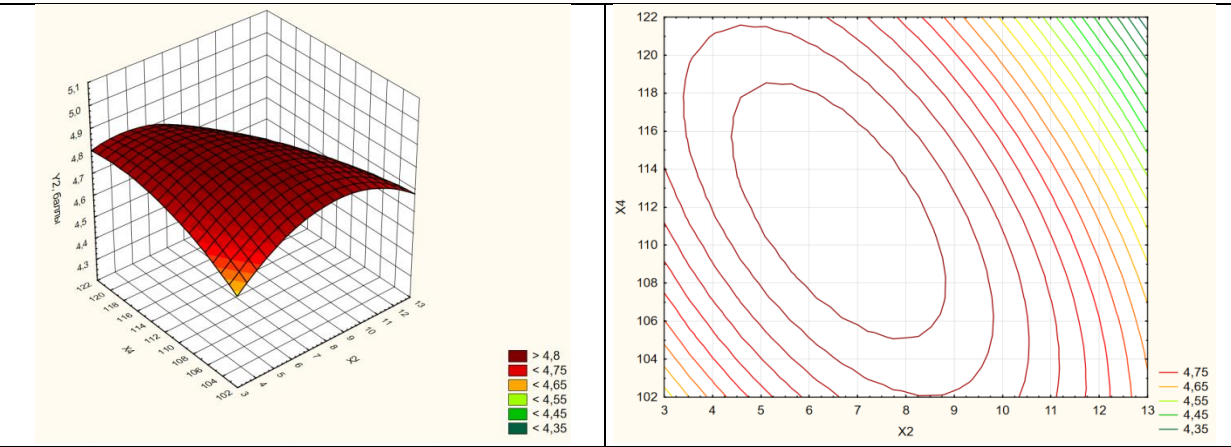
Сурет 2. Пробиотикалық ашытқы мөлшеріне қатысты әсер ету беті және тең деңгейлі сызықтар: x_2 – белсенділік (сағат), x_3 – ашыту температурасы ($^{\circ}C$).

2-суретте көрініп тұрғандай (үш өлшемді диаграмма), пробиотиктердің оңтайлы санына ($5 \cdot 10^6$ КҚБ/г-нан жоғары) $32^{\circ}C$ температурада 12 сағат бойы ашыту арқылы қол жеткізіледі. Диаграмманың оң жағында Y_1 әсер ету функциясы оңтайлы мәнге ие болатын

реттелетін параметрлер мәндерінің аймағын анықтауға болатын түс белгілері келтірілген.

Y_2 көрсеткіші үшін (органолептикалық көрсеткіштер, баллдар) регрессия теңдеуі келесідей түрге ие:

$$Y_2 = -6,9834 + 0,3958 * x_2 + 0,1887 * x_4 - 0,0071 * x_2 * x_2 - 0,0027 * x_2 * x_4 - 0,0008 * x_4 * x_4 \quad (2)$$



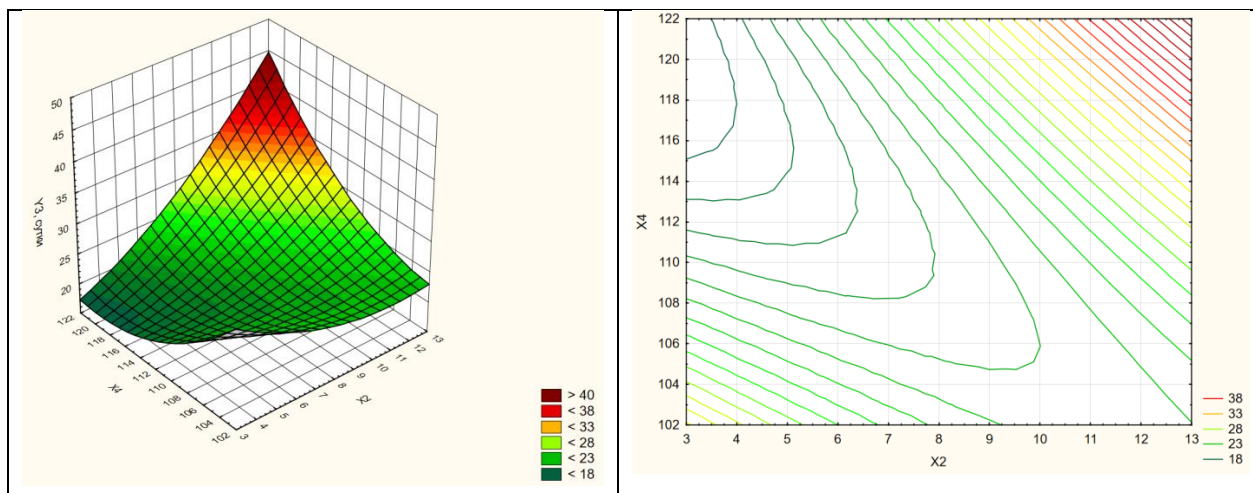
Сурет 3. Органолептикалық көрсеткіштерге қатысты әсер ету беті және тең деңгейлі сызықтар: x_2 – белсенділік (сағат), x_4 – қышқылдық ($^{\circ}T$).

Үш өлшемді диаграмма (3-сурет) ашыту уақытының ұзақтығының (белсенділіктің) және

қышқылдықтың сүтқышқылды өнімнің органолептикалық көрсеткіштерінің қалыптасуына

әсері туралы көрнекі түсінік береді, олар келесі оңтайлы параметрлерге ие болды: $x_2=12$ сағат, $x_4=116$ °Т, бұл кезде $Y_2 = 4,8$ балл. Диаграмманың оң жағында органолепти-калық көрсеткіштер үшін реттелетін параметр-лер

$$Y_3 = 727,8226 - 21,1366 \cdot x_2 - 11,3718 \cdot x_4 + 0,131 \cdot x_2 \cdot x_4 + 0,1786 \cdot x_2^2 + 0,0453 \cdot x_4^2 \quad (3)$$



Сурет 3. Өнімді сақтау мерзіміне қатысты әсер ету беті және тең деңгейлі сызықтар: x_2 – белсенділік (сағат), x_4 – қышқылдық (°Т)

3-суретте 12 сағаттық белсенділік пен 116 °Т қышқылдық кезінде қол жеткізілетін сүтқышқылды өнімнің оңтайлы сақтау мерзімі көрсетілген. Диаграмманың оң жағында пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, түйе сүті негізінде әзірленген дайын сүтқышқылды өнімдердің сақтау мерзімдері (Y_3 , тәулік) үшін оңтайлы параметрлер мәндерінің ауқымын анықтауға мүмкіндік беретін түс белгілері келтірілген.

Қорытынды

Осы ғылыми мақалада жүргізілген зеттеулер бойынша, пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, түйе сүті негізінде әзірленген сүтқышқылды өнімдердің параметрлерін математикалық модельдеу нәтижесінде келесі оң нәтижелерге қол жеткізілді: ашыту ұзақтығы мен температурасы – 12 сағат бойы 32°C, қышқылдығы – 116°Т, сақтау мерзімі–45 тәулік, осы уақыт аралығында дайын өнімдердің органолептикалық көрсеткіштері жоғары деңгейде (4,8 балл) сақталады.

Осылайша, компьютерлік математиканың цифрлық жүйелеріне негізделген есептеу әдістері арнайы және жекелендірілген тамақтану үшін сүтқышқылды өнімдерді өндіру процесіне барынша негізделген көзқараспен қарауға мүмкіндік береді және рецептураны модельдеуде ерекше мәнге ие болып табылады.

мәндерінің аймағын анықтауға мүмкіндік беретін түс белгілері көрсетілген (Y_2 , баллдар).

Әрі қарай Y_3 көрсеткіші үшін регрессия теңдеуі құрастырылды (дайын өнімді сақтау мерзімі, тәулік), ол келесі түрге ие болды:

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Tasturganova E., Dikhanbaeva F., Prosekov A., Zhunusova G., Dzhetpisbaeva B., Matibaeva A. "Research of Fatty Acid Composition of Samples of Bio-Drink Made of Camel Milk". *Current Research in Nutrition and Food Science* 6 (2), (2018): 491-499. doi: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.23>
2. Dikhanbayeva, F., Zhaxybayeva, E., Dimitrov, Z., Baiysbayeva, M., Yessirkep, G., & Bansal, N. "Studying the effect of the developed technology on the chemical composition of yogurt made from camel milk". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 3(11) (111), (2021): 36–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235831>
3. Aralbayev, N., Dikhanbayeva, F., Yusof, Y. A. B., Tayeva, A., Smailova, Z. "Devising optimal technological parameters for spray drying to produce whole camel milk powder". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4(11)(112), (2021):82–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238686>
4. Subbaiyan, R., Ganesan, A., Varadharajan, V. et al. "Formulation and validation of probioticated foxtail millet laddu as a source of antioxidant for biological system using response surface methodology". *Brazilian Journal of Microbiology* (2023). <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01188-8>
5. Rashid, A.A., Saeed, S., Ahmad, I. et al. "Development of ricotta cheese from concentrated buffalo cheese whey by optimization of processing conditions using RSM". *Food Measure* 17, (2023): 4739–4746. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02004-5>
6. Shojaeimeher, S., Babashahi, M., Shokri, S. et al. "Optimizing the Production of Probiotic Yogurt as a New Functional Food for Diabetics with Favorable

Sensory Properties Using the Response Surface Methodology”. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* (2023). <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10051-z>

7. Tahmasebi, M., Mofid, V. “Innovative synbiotic fat-free yogurts enriched with bioactive extracts of the red macroalgae *Laurencia caspica*: formulation optimization, probiotic viability, and critical quality characteristics”. *Food Measure* 15, (2021): 4876–4887. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01061-y>

8. Khodashenas, M., Jouki, M. “Optimization of stabilized probiotic Doogh formulation by edible gums and response surface methodology: assessment of stability, viability and organoleptic attributes”. *Journal of Food Science and Technology* 57, (2020): 3201–3210. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04351-3>

9. Музыка М.Ю., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Мокрушин С.А., Благовещенская М.М. Использование методов имитационного моделирования для анализа функционирования процессов производства кефира // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий* 83(4) (2021): 17–24. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-17-24>

10. Юрк Н.А., Динер Ю.А. Моделирование состава кисломолочного продукта. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*, 2021: 32–37. doi:10.24412/2311-6447-2021-4-32-37

11. Vukić, D.V., Vukić, V.R., Milanović, S.D. et al. “Modeling of rheological characteristics of the fermented dairy products obtained by novel and traditional starter cultures”. *Journal of Food Science and Technology* 55, (2018): 2180–2188. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3135-9>

12. Koh, W.Y., Utra, U., Rosma, A. et al. “Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach”. *Food Science and Biotechnology* 27, (2018): 525–535. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0245-5>

13. Dorota, Z., Danuta, K.K., Antoni, G. et al. “Predictive modelling of *Lactobacillus casei* KN291 survival in fermented soy beverage”. *Journal of Microbiology* 52, (2014): 169–178. <https://doi.org/10.1007/s12275-014-3045-0>

14. Habibi Najafi, M.B., Pourfarzad, A., Zahedi, H. et al. “Development of sourdough fermented date seed for improving the quality and shelf life of flat bread: study with univariate and multivariate analyses”. *Journal of Food Science and Technology* 53, (2016): 209–220. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1956-3>

15. Вуколов Э., *Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и Excel*: учебное пособие. -М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. – 464с.

16. Красуля О. Н., Николаева С. В., Токарев А. В., Краснов А. Е., Панин И. Г., *Моделирование*

рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика: учебное пособие. Санк-Петербург.: ГИОРД, 2015. – 320 с.

REFERENCES

1. Tasturganova E., Dikhanbaeva F., Prosekov A., Zhunusova G., Dzhetpisbaeva B., Matibaeva A. “Research of Fatty Acid Composition of Samples of Bio-Drink Made of Camel Milk”. *Current Research in Nutrition and Food Science* 6 (2), (2018): 491–499. doi: <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.23>

2. Dikhanbayeva, F., Zhaxybayeva, E., Dimitrov, Z., Baiysbayeva, M., Yessirkep, G., & Bansal, N. “Studying the effect of the developed technology on the chemical composition of yogurt made from camel milk”. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 3(11) (111), (2021): 36–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235831>

3. Aralbayev, N., Dikhanbayeva, F., Yusof, Y. A. B., Tayeva, A., Smailova, Z. “Devising optimal technological parameters for spray drying to produce whole camel milk powder”. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4(11)(112), (2021): 82–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238686>

4. Subbaiyan, R., Ganesan, A., Varadharajan, V. et al. “Formulation and validation of probioticated foxtail millet laddu as a source of antioxidant for biological system using response surface methodology”. *Brazilian Journal of Microbiology* (2023). <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01188-8>

5. Rashid, A.A., Saeed, S., Ahmad, I. et al. “Development of ricotta cheese from concentrated buffalo cheese whey by optimization of processing conditions using RSM”. *Food Measure* 17, (2023): 4739–4746. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02004-5>

6. Shojaeimeher, S., Babashahi, M., Shokri, S. et al. “Optimizing the Production of Probiotic Yogurt as a New Functional Food for Diabetics with Favorable Sensory Properties Using the Response Surface Methodology”. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* (2023). <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10051-z>

7. Tahmasebi, M., Mofid, V. “Innovative synbiotic fat-free yogurts enriched with bioactive extracts of the red macroalgae *Laurencia caspica*: formulation optimization, probiotic viability, and critical quality characteristics”. *Food Measure* 15, (2021): 4876–4887. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01061-y>

8. Khodashenas, M., Jouki, M. “Optimization of stabilized probiotic Doogh formulation by edible gums and response surface methodology: assessment of stability, viability and organoleptic attributes”. *Journal of Food Science and Technology* 57, (2020): 3201–3210. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04351-3>

9. Muzyka M.Yu., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Mokrushin S.A., Blagoveshchenskaya M.M. “Ispol'zovanie metodov imitacionnogo modelirovaniya dlya analiza funkcionirovaniya processov proizvodstva kefir [Using simulation modeling methods to analyze the functioning of kefir production processes]”. *Bulletin of*

the Voronezh State University of Engineering Technologies 83(4) (2021): 17-24 – (In Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-17-24>

10. Yurk N.A., Diener Yu.A. “Modelirovanie sostava kislomolochnogo produkta [Modeling of the composition of a fermented milk product]”. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products*4, 2021: 32-37.– (In Russian). doi:10.24412/2311-6447-2021-4-32-37

11. Vukić, D.V., Vukić, V.R., Milanović, S.D. et al. “Modeling of rheological characteristics of the fermented dairy products obtained by novel and traditional starter cultures”. *Journal of Food Science and Technology* 55, (2018): 2180–2188. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3135-9>

12. Koh, W.Y., Utra, U., Rosma, A. et al. “Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach”. *Food Science and Biotechnology* 27, (2018): 525–535. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0245-5>

13. Dorota, Z., Danuta, KK., Antoni, G. et al. “Predictive modelling of *Lactobacillus casei* KN291 survival in fermented soy beverage”. *Journal of*

Microbiology 52, (2014): 169–178. <https://doi.org/10.1007/s12275-014-3045-0>

14. Habibi Najafi, M.B., Pourfarzad, A., Zahedi, H. et al. “Development of sourdough fermented date seed for improving the quality and shelf life of flat bread: study with univariate and multivariate analyses”. *Journal of Food Science and Technology* 53, (2016): 209–220. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1956-3>

15. Vukolov E., *Osnovy statisticheskogo analiza. Praktikum po statisticheskim metodami issledovaniyu operacij s ispol'zovaniempaketov STATISTICA i Excel: uchebnoe posobie* [Fundamentals of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using STATISTICA and Excel packages: a textbook]. Moscow: FORUM: INFRA-M, 2008. – 464p. – (In Russian).

16. Krasulya O. N., Nikolaeva S. V., Tokarev A.V., Krasnov A. E., Panin I. G., *Modelirovanie receptur pishchevyyh produktov i tekhnologij ih proizvodstva: teoriya i praktika: uchebnoe posobie* [Modeling of food formulations and production technologies: theory and practice: textbook]. St. Petersburg.: GIOR, 2015. – 320 p.– (In Russian).

MPHTI 65.59.03

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-27-36>

INVESTIGATION OF THE NUTRITIONAL VALUE OF A WHOLE CAMEL MEAT PRODUCT

SH.Y. KENENBAY * , A.A. KULIMBETOVA ,
KH.S. KHAMZA 

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

Corresponding author's e-mail: sh.kenenbai@atu.kz*, kulimbetov.a00@mail.ru

Camel meat products are attracting increased interest worldwide due to their high functional properties and nutritional value. Camel meat products contain many essential nutrients as well as some components with potential bioactive properties that may be beneficial to human health and well-being. Camel meat products can be used as therapeutic and prophylactic food products if their dietary value and bioactive components are determined, which are potentially beneficial to the health of consumers. Meat consumers prefer to consume healthier meat products without changing their fundamental dietary patterns. This attitude could favor the development of the camel meat market. This article discusses and focuses on the study of nutritional value, the effect of plant additives on the softening of a camel meat product. The use of camel meat as a source of non-traditional resource. By adding vegetable raw materials, you can increase the nutritional value of the product. The frozen side of camel meat was used for the experiment. Brine from goji berries and rosemary was used as vegetable raw materials. Due to the influence of brine, the structure of the meat was softened and made softer. During the process of the study, analyses for indicators of the nutritional value of products were carried out at the "Scientific Research Institute of Food Safety" of the Almaty Technological University. The physical-chemical parameters of the product were determined: the mass fraction of protein, which was 18.7%, fat – 2.71% and carbohydrates – 48.75%. In addition, the indicators were determined as moisture retention capacity (MRC) – $85.43 \pm 1.05\%$, fat retention capacity - 90.76 ± 0.90 . The amino acid and fatty acid composition were also determined. The product contains high concentration of amino acids, with following amino acids being the most abundant: arginine - $2.211 \pm 0.885\%$, lysine - $2.088 \pm 0.710\%$, tyrosine - $1.597 \pm 0.479\%$, phenylalanine - $1.597 \pm 0.479\%$, leucine+isoleucine - $2.334 \pm 0.607\%$, valine - $1.843 \pm 0.737\%$, proline - 3.317 ± 0.862 . These amino acids play a crucial role in growth, development, and maintaining overall health. The study results demonstrated that these plant-based products preserved the biological value of the final product.

Keywords: meat products, vegetable raw materials, brine, goji berries, rosemary, meat production, nutritional value.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЦЕЛЬНОКУСКОВОГО ПРОДУКТА ИЗ ВЕРБЛЮЖАТИНЫ

Ш.Ы. КЕНЕНБАЙ *, А.А. КУЛИМБЕТОВА, К.С. ХАМЗА

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

Электронная почта автора-корреспондента: sh.kenenbai@atu.kz*, kulimbetov.a00@mail.ru

Продукты из верблюжьего мяса вызывают повышенный интерес во всем мире благодаря своим высоким функциональным свойствам и питательной ценности. Они содержат множество необходимых питательных веществ, а также некоторые компоненты с потенциальными биологически активными свойствами, которые могут быть полезны для здоровья и благополучия человека. Продукты из верблюжьего мяса можно использовать как лечебно-профилактические продукты питания, если определить их диетическую ценность и биоактивные компоненты, которые потенциально полезны для здоровья потребителей. Потребители мяса предпочитают потреблять более здоровые мясные продукты, не меняя при этом фундаментального режима питания. Такое отношение могло бы способствовать развитию рынка верблюжьего мяса. В данной статье рассматривается и обсуждается исследование пищевой ценности, действие растительного сырья на размягчение продукта из верблюжьего мяса, а также использование верблюжьего мяса как источника нетрадиционного ресурса. Добавляя растительное сырье, можно повысить пищевую ценность продукта. Для эксперимента использовалась замороженная боковая часть мяса верблюда. В качестве растительного сырья был использован рассол из ягод годжи и розмарина. Благодаря влиянию рассола была изменена структура мяса, что сделало его более мягким. В ходе исследования анализы на показатели пищевой ценности продуктов проводились в "Научно-исследовательском институте безопасности пищевых продуктов" Алматинского технологического университета. Были определены физико-химические показатели продукта: массовая доля белка, которая составила – 18,7%, жира – 2,71% и углеводов – 48,75%. Кроме того определялись такие показатели как влагоудерживающая способность (ВУС) – $85,43 \pm 1,05\%$, жироудерживающая (ЖУС) способность – $90,76 \pm 0,90$. Также были определены аминокислотный и жирнокислотный состав. В наибольших количествах из аминокислот в составе продукта содержались: аргинин – $2,211 \pm 0,885\%$, лизин – $2,088 \pm 0,710\%$, тирозин – $1,597 \pm 0,479\%$, фенилаланин – $1,597 \pm 0,479\%$, лейцин+изолейцин – $2,334 \pm 0,607\%$, валин – $1,843 \pm 0,737\%$, пролин – $3,317 \pm 0,862$. Эти аминокислоты играют важную роль в росте, развитии и поддержании здоровья организма. Результаты исследования показали, что данная растительная продукция сохранила биологическую ценность готового продукта.

Ключевые слова: мясные продукты, растительное сырье, рассол, ягоды годжи, розмарин, производство мяса, пищевая ценность.

ТҮЙЕ ЕТІНЕН ӨНІМІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Ш.Ы. КЕНЕНБАЙ*, А.А. КУЛИМБЕТОВА, Қ.С. ХАМЗА

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

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: sh.kenenbai@atu.kz*, kulimbetov.a00@mail.ru

Түйе етінің өнімдері жоғары функционалдық қасиеттері мен тағамдық құндылығына байланысты бүкіл әлемде қызығушылықты арттырады. Түйе етінен жасалған тағамдарда көптеген маңызды қоректік заттар, сондай-ақ адамның денсаулығы мен әл-ауқатына пайдалы болуы мүмкін биологиялық белсенді қасиеттері бар кейбір компоненттер бар. Түйе етінің өнімдерін тұтынушылардың денсаулығына пайдалы диеталық құндылығы мен биоактивті компоненттері анықталса, емдік-профилактикалық тағам ретінде пайдалануға болады. Ет тұтынушылары негізгі диеталық әдеттерін өзгертпестен пайдалы ет өнімдерін тұтынуды жөн көреді. Бұл көзқарас түйе еті нарығының дамуына ықпал етуі мүмкін. Бұл мақалада түйе етінің өнімін жұмсартуға әсер ететін тағамдық құндылықты зерттеу қарастырылады және талқыланады. Түйе етін дәстүрлі емес ресурстың көзі ретінде пайдалану. Өсімдік шикізатын қосу арқылы өнімнің тағамдық құндылығын арттыруға болады. Тәжірибе үшін түйе етінің мұздатылған жағы пайдаланылды. Өсімдік шикізаты ретінде годжи жидектері мен розмарин тұзды ерітіндісі қолданылды. Тұзды ерітіндінің әсерінен ет құрылымы жұмсарып, оны жұмсақ етті. Зерттеу барысында АТУ университетінің "Азық-түлік қауіпсіздігі ғылыми-зерттеу институтында" азық-түліктің тағамдық құндылығы көрсеткіштеріне талдау жүргізілді. Өнімнің физика-химиялық көрсеткіштері анықталды: ақуыздың массалық үлесі – 18,7%, май-2,71% және көмірсулар-48,75%. Сонымен қатар, көрсеткіштер ылғал

ұстау қабілеті – $85,43 \pm 1,05\%$, май ұстау қабілеті - $90,76 \pm 0,90$ деп анықталды. Аминқышқылдары мен май қышқылдарының құрамы да анықталды. Өнімнің құрамындағы аминқышқылдарының ең көп мөлшері аргинин - $2,211 \pm 0,885\%$, лизин - $2,088 \pm 0,710\%$, тирозин - $1,597 \pm 0,479\%$, фенилаланин - $1,597 \pm 0,479\%$, лейцин+изолейцин - $2,334 \pm 0,607\%$, валин - $1,843 \pm 0,737\%$, пролин - $3,317 \pm 0,862$. Бұл аминқышқылдар организмнің өсуінде, дамуында және адам денсаулығын сақтауда маңызды рөл атқарады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қосылған өсімдік шикізаты өнімнің биологиялық құндылығын сақтап қалды.

Негізгі сөздер: ет өнімдері, өсімдік шикізаты, тұзды ерітінді, годжи жидектері, розмарин, ет өндірісі, тағамдық құндылық.

Introduction

Goji berries (GB) are one of the most valuable medicinal plants that contain a unique complex of vitamins, minerals, and trace elements that slow down the aging process of the body, strengthen and support the nervous and immune systems, improve the general condition of the body, stimulate mental activity, vision and memory, reduce the feeling of fatigue.

GB contribute to the normalization of blood pressure and circulation, regulate blood sugar levels, strengthen the cardiovascular system, and improve digestion, liver and kidney function. Vitamins that are abundant in GB: A, B1 and B2, PP and vitamin C.

According to Vardanyan L.R. that goji berries are better known as a useful product that promotes longevity, an excellent medicine for the cure of many diseases, like cancer, heart attacks, diabetes, obesity, fever, vision impairment, etc [1].

The consumption of these berries helps regulate blood sugar and cholesterol levels, reduce fat deposits, strengthen bones and teeth, normalize blood pressure, alleviate headaches, and support the elimination of toxins from the body.

Such unique properties of goji berries are due to their chemical properties. It has been established that goji berries contain 38 amino acids (8 of them are essential); A, B, E, C vitamins (the content of vitamin C in GB is 522 times higher than its amount in an orange), more than 22 minerals (including calcium, potassium, zinc, iron, sodium, copper, manganese, magnesium, germanium, selenium, etc.), polysaccharides, unsaturated fatty acids (omega-3,6), carotenoids, flavonoids, biologically active substances and other useful components [2].

In the study, Taeva A.M. utilized goji berries to prepare a brine for tenderizing whole-muscle meat products. The proposed brine demonstrated excellent performance, ensuring uniform saturation of the meat pieces, minimal brine loss after injection, and even distribution of salting substances throughout the meat. Thanks to the high levels of vitamins E, A, and B in goji berries and their antioxidant properties, the processed meat exhibited enhanced elasticity and juiciness during

heat treatment, as well as improved tenderizing qualities [3].

According to Asuman D., this study explored the effects of dietary supplementation with goji berry (*Lycium barbarum* L.) leaves (GBL) on various parameters in broiler chickens, including performance, meat lipid oxidation, chemical composition, carcass traits, internal organ development, digestive tract sections, and blood parameters. A total of 144 day-old mixed-sex chicks (Ross-308) were weighed and randomly assigned to four experimental groups, each with three replicates of 12 chickens. The dietary treatments included: (i) a basal diet (control), (ii) a basal diet with 1 g/kg GBL, (iii) a basal diet with 5 g/kg GBL, and (iv) a basal diet with 10 g/kg GBL. Statistical analysis using one-way ANOVA revealed that supplementation with 10 g/kg GBL significantly enhanced body weight (0–6 weeks) ($p < 0.01$), body weight gain (4–6 weeks), and feed intake (4–6 and 0–6 weeks) ($p < 0.05$). However, the feed conversion ratio did not show a significant improvement ($p > 0.05$). Furthermore, the inclusion of 10 g/kg GBL in the diet increased heart weight and proventriculus length ($p < 0.05$) while reducing breast meat lipid oxidation on day 21 ($p < 0.05$). While no significant effects were observed on total cholesterol, HDL, glucose, and triglycerides ($p > 0.05$), LDL levels were notably reduced ($p < 0.05$). In conclusion, supplementing broiler diets with 10 g/kg GBL may enhance growth performance, reduce breast meat lipid oxidation, and lower LDL levels in blood serum, offering potential benefits for poultry production [4].

According to Ya. I. Sharygina's science research work the use of natural antioxidants-extracts of spices and rosemary plants - will give positive results when storing pure fats, and allows to stabilize the destruction of the lipid fraction of multicomponent products. At the same time, the biological value of the product increases due to the essential oils and bioflavonoids contained in the extracts: catechins and phenolic acids [5].

Also, camel hump fat was added for prototype No. 2 (F). The benefits of camel fat, its beneficial effect on the well-being and appearance of a person are officially confirmed by

nutritionists. It is not surprising, because the unique properties of fat deposits and a full supply of nutrients and trace elements allow camels to survive for a long time in the desert expanses without water and food. Prevention and treatment with animal fats is a fairly common phenomenon. Nowadays people prefer to use fish, badger, bear, goose fats [6].

The lipids contained in them are able to keep the human body in constant tone. The food acquires a slightly specific, sweet taste, pleasant aroma, which gives it a certain piquancy. Moreover, such food will never become a factor in gaining excess weight, because camel fat is a dietary product [7].

Decreasing of fat intake is important to potentially reduce obesity, and hypercholesterolemia [8]. An epidemiological study by Siri-Tarino P.W. [9] et al. supported the association between saturated fatty acid (SFAs) and cardiovascular disease and recommended to reduce intake of SFAs and increasing consumption of omega-3 [8]. In this respect, Kadim I.T. et al. found that camel meat products containing relatively high level of polyunsaturated fat acids and low cholesterol levels, which it can be recommended to reduce obesity [10]. Mozaffarian D. et al. stated that the high contribution of saturated fat in consumers' diets connected with high cholesterol intake is assumed to be linked with the incidence of diet-related diseases including coronary diseases [11]. Therefore, to lower meat fat intake, camel meat product can be considered a suitable product due to low intramuscular fat content. On average 45.0% of total fatty acids is SFAs in the camel muscle and approximately $\frac{1}{2}$ of the SFA is palmitic acid (16:0), and $\frac{1}{3}$ is stearic acid (18:0). The predominant fatty acids in dromedary camel meat were in the same order: oleic (33.5%), palmitic (28.5%), 357 stearic (19.3%), and palmitoleic acid (6.3%) with a percentage of polyunsaturated of 5.6% only [12]. On the other hand, polyunsaturated fatty acid (PUFAs) ranged from 7.2% to 12.8% of total fatty acids. In this respect, twice the amount of oleic (C18:1) and less than $\frac{1}{2}$ the amount of linoleic acid (C18:2) were found in camel meat products [13].

The main PUFAs in camel meat products were linoleic acid (C18:2n6c) and arachidonic acid (C20:4n6). The amount of PUFA in camel meat

product (11.2%), that is higher than beef (8.8%) and lower than deer (31.4%). The ratio of C18:2n6c and C18:2 in camel meat product is 13:9 whereas it is higher in meat of cattle, sheep, or goat (2.0, 2.4, and 2.8, respectively). Compared to other red meat, camel meat has the higher essential amino-acid index et al., emphasizing its high proteinic value. The non-essential amino acid profiles slightly varied also between camel meat cuts [14].

The range of glutamic acids, aspartic, arginine, and proline were from 15.2%–18.6%, 8.6%–10.8%, 6.6%–7.8%, and 3.9%–5.9%, respectively. The range of serine, tyrosine, and alanine were 3.1–4.1, 3.0–4.2, and alanine 3.9–6.4 g/100 g protein, respectively. Moreover, camel meat may be a better source of non-essential amino acids than beef, lamb, and goat meats [14].

The study aimed to investigate the nutritional value of a whole-meat product prepared from camel meat with the incorporation of vegetable-based ingredients.

Materials and research methods

For the experiment, meat from a double-humped camel was used, sourced from the Kazakh agro-enterprise "Daulet-Beket," known for its flagship camel milk restaurant-store. The frozen flank portion of the camel, maintained at -19°C , served as the base material. Camel meat prepared in brine was utilized for the experimental process.

Goji berries were used in their whole form, later ground into powder, while rosemary was utilized directly in its powdered form. The chemical composition of rosemary is rich in nutrients, making it invaluable in traditional remedies and pharmacology. It contains vitamins A, C, and B-group; calcium; potassium; phosphorus; magnesium; sodium; and iron [15].

The beneficial effects of rosemary on the human body have been well-recognized for years, including protecting vessel walls, accelerating the healing of wounds and abrasions, enhancing immunity, combating fungi and staphylococcus, normalizing the cardiovascular system, improving blood circulation, alleviating muscle and joint pain, enhancing digestion, boosting performance, relieving stress and overstrain, and improving skin and hair condition [16].

Table 1. Technological map of restructured meat product from camel meat in the form with the addition of vegetable raw materials

Components	Per 1 serving, g/ml		Per 1000 g of product, g/ml	
	Gross weight	Net weight	Gross weight	Net weight
Beef	250	200	313	250
Camel meat	415	380	519	475
Chicken meat	140	100	175	125
Chicken skin	30	25	37	31
Camel hump fat	90	88	113	110
Salt	2	2	2,5	2,5
Spices	5	5	6,5	6,5
Total	-	800	-	1000
Brine composition:				
Goji berries	-	66	-	82,25
Rosemary	-	3	-	3,75
Water	-	40	-	50
Total	-	109	-	136

Technological process:

The technology for producing a camel meat product with the addition of vegetable raw materials is as follows:

1. Preparation of Spices: The necessary spices are prepared.
2. Primary Processing of Camel Meat: The meat undergoes primary processing.
3. Massage (Massager - Tenderizer): The meat is massaged for 40 minutes to soften it. It is then cut into slices 2-3 cm thick, folded into layers, and rolled with other raw materials.
4. Brining: The meat is kept in brine in a refrigerated chamber for 48 hours. Salt and nitrite are added. For every 1 kg of meat, 10 g of spices are used.
5. Cooking: The product is cooked in an oven with electric or gas heating at 180°C for 30 minutes, followed by cooking at 120°C for an additional 45 minutes. The finished product is allowed to cool in a refrigerated chamber.

To create the brine composition, goji berries and rosemary are crushed, poured with boiled water, and allowed to infuse the brine for 2 days. Massaging (mechanical treatment) accelerates the absorption of the brine into the muscle tissue of the meat, enhancing its penetration and distribution. Salt acts as both a flavor enhancer and preservative for the muscle tissue, promoting its swelling.

Nitrite salt is a mixture of sodium nitrite and table salt. This mixture inhibits the growth of pathogenic bacteria, preventing the formation of botulism toxins in food. Additionally, its use enhances the final taste of the product, making the meat flavor more pronounced, adding aroma, and helping to preserve the color of the meat. Sodium nitrite also has an active antioxidant effect on fats,

which extends the shelf life of meat products. Nitrite salt serves as an optimal and safe substitute for saltpeter.

Camel fat is used for the following purposes: to strengthen weakened immunity, to increase the protective barrier of the whole body; as a preventive agent that suppresses the growth and development of cancer cells; as a preventive, therapeutic agent for diabetes mellitus; to fight against diseases that are chronic in nature; to improve the digestive process, stimulate the proper functioning of the intestine; to help with cough, bronchitis, fever, inflammatory processes of a different nature. Its use is recommended for children, and elderly people to replenish their energy reserves. The product is easily digested, guaranteeing a quick return of nutrients to the human body [17]. The rationale for choosing camel meat is to use non-traditional raw materials due to the lack of domestic resources.

Also, the indicators of WHC (water holding capacity), OHC (oil holding capacity) were determined. The most important functional properties of meat raw materials include its ability to bind water, retain moisture, and oil/fat holding capacity. These properties enhance juiciness, tenderness, and overall quality of the meat [18].

In the course of the study, analyses were carried out to determine the nutritional value indicators of the control and experimental samples in the "Research Institute of Food Safety" of Almaty Technological University. The following physical and chemical parameters were determined:

The mass fraction of protein was analyzed according to GOST 25011-2017;

The mass fraction of fat was according to GOST 23042-2015;

The mass fraction of carbohydrates was determined by the Permanganatometrically method.

The indicators of WHS were analyzed according to the method of Vartanyan;

The indicators of OHC were studied according to the Refractometrically method.

The amino acid composition was determined by the method of M -04-38-2009;

The fatty acid composition was determined by GOST 30418-96.

In Figure 3 and Figure 4, the chromatography of the fatty acid composition indicators for the control and experimental samples

are presented. The test was conducted under the following conditions: temperature of 21°C and relative humidity of 61%. The analysis temperature is 30°C. The graph data are presented in Table 2.

Results and discussion

The raw form of the experimental sample weighed 800 g, while the control sample weighed 840 g. After cooking, the results are presented in Figure 1. On the right side from above, the prototype weighs 650 g, and the control sample, located below, weighs 570 g. According to the data, it can be concluded that due to the brine from goji berries and rosemary, the water-holding capacity of the product has significantly increased. This makes it possible to reduce the loss of the product during cooking.



Figure 1. Photos of samples from the experiment: raw and finished with the final output of products.

A profilogram for the organoleptic parameters of both samples is presented in Figure 2.

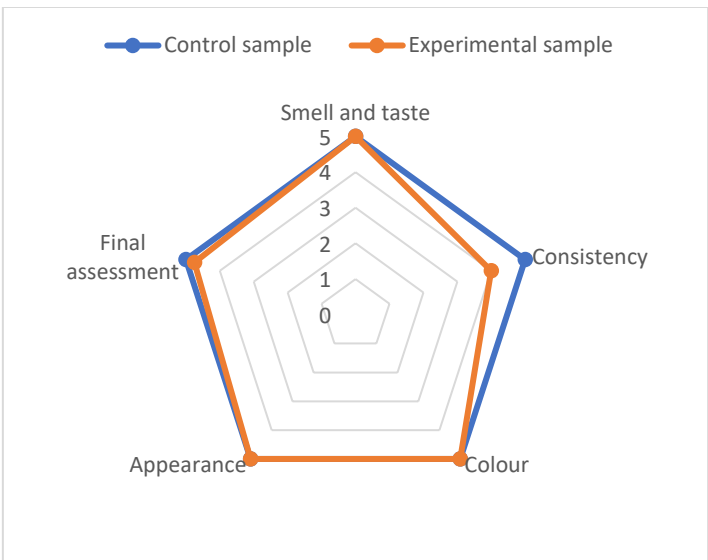


Figure 2. Profilogram of the results of organoleptic analysis.

According to Figure 2, it can be concluded that the prototype has good organoleptic characteristics.

Table 2. Sensory control of organoleptic indicators of products

Indications	Experimental sample	Control sample
Appearance	4	3
Color	4	3
Smell	5	4
Taste	5	4
Consistency	5	4
Final grade	4,6	3,6

Experimental sample and control sample of molded products from camel meat were analyzed for physical-chemical indicators (Table 3). Camel meat with the addition of Goji berries was used as the prototype. A brine made from Goji berry and rosemary was added as plant raw material to

enhance the high nutritional content. The addition of rosemary to the meat not only infused the dish with a pleasant aroma but also softened the taste of the meat.

Table 3. The result of physical and chemical indicators

Name of indicators, units of measurement	Actual results	
Physical and chemical indicators:	ES	CS
- mass fraction of protein, %	18,7	11,79
- mass fraction of fat, %	2,71	16,60
- mass fraction of moisture, %	48,75	49,62
- WHC, %	85,43±1,05	79.12±1,21
- OHC, %	90,76±0,90	81,36±0,85

The results of the control sample indicate that, in terms of the content of physico-chemical indicators, the ratio of the mass fraction of proteins is greater compared to the control sample—11.79% versus 18.7%. The mass fraction of fats has significantly decreased, nearly by a factor of five—down to 2.71%. Table 3 also presents the indicators of Water Holding Capacity (WHC) and Oil Holding Capacity (OHC). These indicators are notably higher in the experimental sample with goji berries and rosemary. The tests were conducted at a temperature of 21 °C and a humidity of 61%. The analysis temperature was 30 °C, using the method of absolute calibration and absolute graduation.

If we compare the data in Tables 2 between A and B, we will observe that the fatty acid content is notably higher. Fatty acids such as Methyl Butyrate, Myristyl Myristate, Methyl cis-10 Pentadecenoate, and Methyl cis-10 Heptadecanoate were identified, and their indicators show significant differences. The fatty acid composition of the meat product is crucial due to its significant effects on consumers’ health [19]. The protein content in camel meat is significantly greater, while the intramuscular fat content is notably lower compared to veal [10].

Chromatographs of the fatty acid composition of both samples are presented in Figures 3, 4.

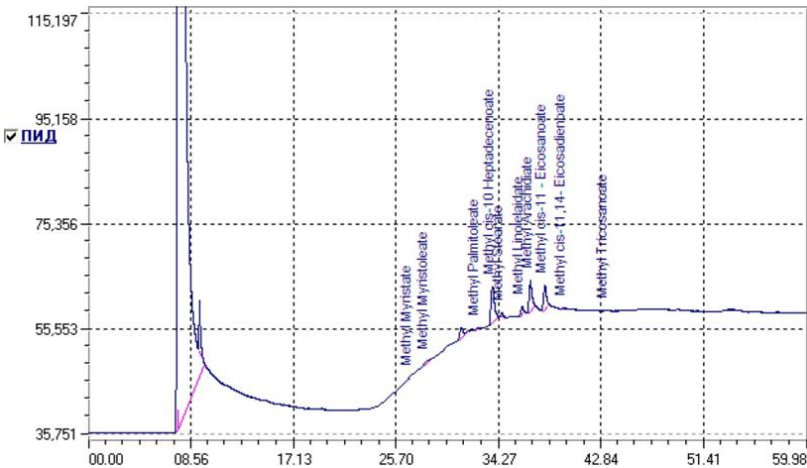


Figure 3. Chromatography of the fatty acid composition indicator in the control sample.

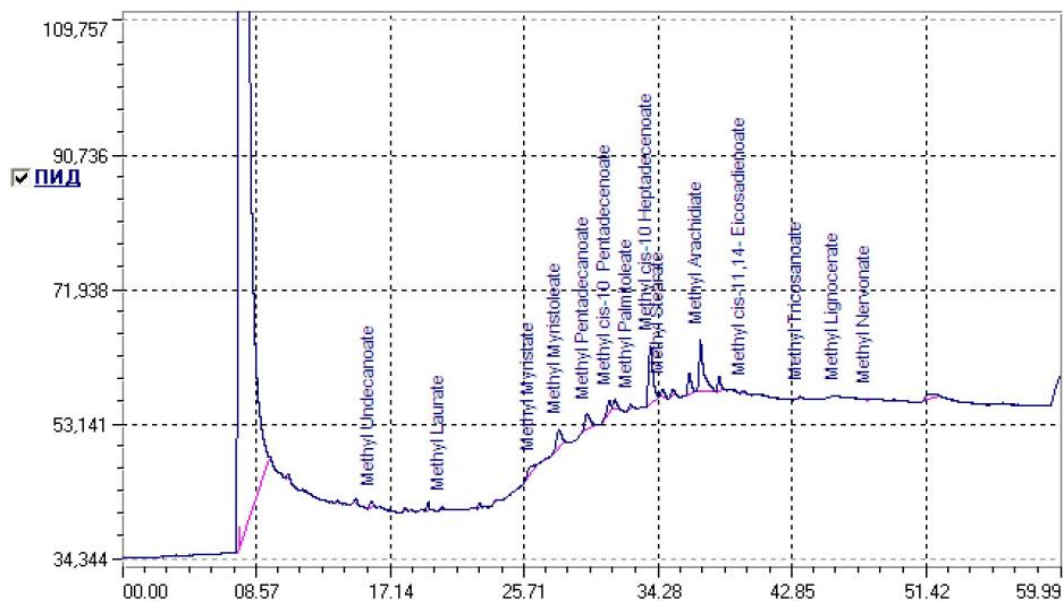


Figure 4. Chromatography of the fatty acid composition indicator in the experimental sample.

The intramuscular fat in camel meat products contained 50 mg/100 g cholesterol, which is lower compared to lamb and beef meat fats (196 and 206 mg/100 g fresh weight, respectively). This conclusion was supported by Kadim I.T. et al. [12] and Raiymbek G. et al. [13].

The concentration indicators of the amino acid composition of the prototype are presented in Table 4.

Table 4. Amino acid content of the prototype.

N	Time	Component	Height	Start	Finish	Square	Conc.,mg/l	Mass fraction of amino acids in %,
1	6.018		7.465	5.977	6.070	143.3	0.00	0,00
2	6.102	arginine	5.250	6.070	6.367	160.1	180.0	2,211±0,885
3	7.988	lysine	11.770	7.898	8.072	360.2	170.0	2,088±0,710
4	8.227	tyrosine	4.340	8.153	8.255	127.9	130.0	1,597±0,479
5	8.328	phenylalanine	4.866	8.255	8.387	133.5	130.0	1,597±0,479
6	8.585	histidine	1.774	8.500	8.685	72.8	68.0	0,835±0,418
7	8.823	leucine+isoleucine	9.357	8.685	8.882	529.9	190.0	2,334±0,607
8	8.937	methionine	2.925	8.882	8.970	85.68	71.0	0,872±0,297
9	9.045	valine	6.694	8.970	9.085	224.9	150.0	1,843±0,737
0	9.212	proline	10.386	9.085	9.240	431.0	270.0	3,317±0,862
1	9.290	threonine	6.142	9.240	9.322	152.0	98.0	1,204±0,482
2	9.540	serine	6.395	9.420	9.567	214.4	110.0	1,351±0,351
3	9.627	alanine	6.300	9.567	9.683	178.6	76.0	0,934±0,243
4	10.035	glycine	4.281	9.940	10.078	117.8	40.0	0,491±0,167

The highest concentrations of amino acids in the composition are observed in arginine, lysine, tyrosine, phenylalanine, leucine + isoleucine, valine, and proline.

The most abundant essential amino acids in camel meat products were lysine, then leucine,

methionine, isoleucine, threonine, and phenylalanine [20, 21]. Leucine and lysine were present in the range of 6.8%–9.9% and 8.1%–9.9% of the total protein, respectively.

Conclusion

Goji berries can increase the protein content of camel meat. As a result, the test sample contains less fat compared to the control sample. According to the indicators of the protein component, the sample with brine exhibited higher values. The protein content in the control sample was 11.79%, while in the experimental sample it increased to 18.7%. Water-holding capacity (WHC) values were also improved, with the control sample showing 79.12% and the experimental sample reaching 85.43%. Oil-holding capacity (OHC) indicators were higher in the experimental sample (81.36%) compared to the control (90.76%). The addition of goji berries and rosemary significantly enhanced the nutritional profile of the product, especially increasing the concentration of amino acids such as arginine, lysine, tyrosine, phenylalanine, leucine + isoleucine, valine, and proline.

According to the data obtained, it can be concluded that due to the brine from goji berries and rosemary, the moisture-retaining ability of the product has significantly increased. This process enables the reduction of product loss during the cooking process.

REFERENCES

- Варданян Л.Р., Айрапетян С.А., Варданян Р.Л., Арутюнян Р., Овсепян Г.Ю. Антиоксидантная активность листьев и ягод годжи (дерезы обыкновенной) // Химия растительного сырья. 2016. No.3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antioksidantnaya-aktivnost-listiev-i-yagod-godzhi> дерево обыкновенное.
- All about Goji Berry: both benefits and harms // Healthy Lifestyle Magazine «Long Summers» [Электронный ресурс] URL: dolgieleta.com/pravilnoe-pitanie/dary-privod/yagody/yagody-godzhi.html.
- Таева А. М. Создание композиции рассола для цельномышечных мясopодуkтов // Инновации и инвестиции. -2016. №6. -С. 26-31
- Arslan Duru, Asuman & Barit, M. (2023). The effects of goji berry (*Lycium barbarum* L.) leaves on performance, meat lipid oxidation, digestive tract parts, and some blood parameters of broiler chickens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 10.12681/jhvms.29995.
- Шарыгина Я. И., Байдалинова Л. С. Использование экстрактов розмарина в качестве антиоксидантов в технологии замороженных мясных полуфабрикатов // Известия вузов. Пищевая технология. -2011. -№2-3. -С. 118-122.
- R.M. Elsanhoty, S.S. El-Gohery, F.H. Badr, Cholesterol reduction in camel hump fat using b-cyclodextrin. *J. Verbr. Lebensm.* 6, 183-189, (2011).
- M. Shibani, R. Ringseis, M. Alkazali, O. Kerfakh, K. Eder, Concentrations of conjugated linoleic acids in milk and tissues from single-humped arabian camel (*Camelus dromedaries*) kept under intensive standardized management, *Afr. J. Agric. Res.* 6 (15), 3470-3474, (2011).
- Chan W (2004) Macronutrients in meat. In Jensen WK., Devine C and Dikeman M. (Eds.) *Encyclopedia of meat science* pp 614–618. Oxford, Elsevier Academic Press.
- Siri-Tarino, P.W., Sun Q., Hu F.B., and Krauss R.M. 2010. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Amer. J. Clin. Nutr.* 91(3):535–546. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.02.015
- Sh. Y. Kenenbay, G. Raiymbek, I.T. Kadim, S. Al-Amri-Issa, Y. Alkindi Abdulaziz, B. Faye, S.K. Khalaf, R.W. Concentrations of nutrients in six muscles of bactrian (*Camelus bactrianus*) Camels. *Journal of Camel Practice and Research* 25, p. 109-121 (1 april 2018) ISSN: 09716777 DOI: 10.5958/2277-8934.2018.00016.4 Издатель: Camel Publishing House.
- Mozaffarian, D., Micha R., and Wallace S. 2010. Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS Med.* 7: e1000252. doi: 10.1371/journal.pmed.1000252
- Kadim, I.T., Al-Ani M.R., Al-Maqbaly R.S., Mansour M.H., Mahgoub O., and Johnson E. H. 2011. Proximate, amino acid, fatty acid and mineral composition of raw and cooked camel (*Camelus dromedarius*) meat. *Brit Food J.* 113(4):482–493. doi: 10.1108/00070701111123961
- Raiymbek, G., Faye B., Kadim I.T., Serikbaeva A., and Konuspayeva G. 2019. Comparative fatty acids composition and cholesterol content in Bactrian (*Camelus bactrianus*) and dromedary camel (*Camelus dromedaries*) meat. *Trop. Anim. Health Prod.* 51:2025–2035. doi: 10.1007/s11250-019-01894-2
- Raiymbek, G., Kadim I., Konuspayeva G., Mahgoub O., Serikbayeva A., and Faye B. 2015. Discriminant amino-acid components of Bactrian (*Camelus bactrianus*) and Dromedary (*Camelus dromedarius*) meat. *J. Food Compos. Anal.* 41:194–200. doi: 10.1016/j.jfca.2015.02.006
- Сарафанова Н. Лекарственные травы с эффектом транквилизаторов и антидепрессантов. Научная книга, 2017.-172 с.
- Даников Н. Лекарственные специи для здоровья. Литрес, 2017. -356.
- H.M. Sbihi, I.A. Nehdi, S.I. Al-Resayes, “Characterization of Ha-chi (*Camelus dromedarius*) fat extracted from the hump,” *Food Chem.* 139 (1-4), 649-654, August (2013).
- Lagutin A.A.M.(2021). Moisture -binding ability of the meat product. *Bulletin of Science*, 1 (2 (35)), 144-148.
- Blasbalg, T.L., Hibbeln J.R., Ramsden C.E., Majchrzak S.F., and Rawlings R.R. 2011. Changes in consumption of omega-3 and omega-6 fatty acids in the United States during the 20th century. *Am. J. Clin. Nutr.* 93:950–962.

REFERENCES

1. Vardanyan Luisa Razmikovna, Hayrapetyan Susanna Arsenovna, Vardanyan Razmik Levonovich, Harutyunyan Romik Surenovich, Hovsepyan Hrayr Yurikovich. Antioxidant activity of goji leaves and berries (dereza vulgaris) [Antioksidantnaya aktivnost listev i yagod godzhi (dereza obyknovennaya)]// Chemistry of vegetable raw materials [Himiya rastitelnogo syrya]. 2016. No.3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antioksidantnaya-aktivnost-listiev-i-yagod-godzhi> the wood is ordinary. (in Russian).
2. All about Goji Berry: both benefits and harms // Healthy Lifestyle Magazine «Long Summers» [Electronic resource] URL: dolgieleta.com/pravilnoe-pitanie/dary-privod/yagody/yagody-godzhi.html.
3. Taeva Aigul Maratovna. The creation of a brine composition for whole meat products [Sozdanie kompozicii rassola dlya celnomyshechnykh myasoproduktov] // Innovations and investments [Innovacii i investicii]. 2016. №6. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-kompozicii-rassola-dlya-celnomyshechnykh-myasoproduktov>. (in Russian).
4. Arslan Duru, Asuman & Barit, M. (2023). The effects of goji berry (*Lycium barbarum* L.) leaves on performance, meat lipid oxidation, digestive tract parts, and some blood parameters of broiler chickens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 10.12681/jhvms.29995.
5. Sharygina Ya. I., Baidalinova L. S. The use of rosemary extracts as antioxidants in the technology of frozen meat semi-finished products [Ispolzovanie ekstraktov rozmarina kak antioksidantov v tehnologii myasnykh zamorozhennykh polufabrikatov] // *Izvestiya vuzov. Food technology [Izvestiya vuzov. Pishhevaya tehnologiya]*. 2011. №2-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ekstraktov-rozmarina-kak-antioksidantov-v-tehnologii-myasnykh-zamorozhennykh-polufabrikatov>. (in Russian).
6. R.M. Elsanhoty, S.S. El-Gohery, F.H. Badr, Cholesterol reduction in camel hump fat using bicyclodextrin. *J. Verbr. Lebensm.* 6, 183-189, (2011).
7. M. Shibani, R. Ringseis, M. Alkazali, O. Kerfakh, K. Eder, Concentrations of conjugated linoleic acids in milk and tissues from single-humped arabian camel (*camelus dromedaries*) kept under intensive standardized management, *Afr. J. Agric. Res.* 6 (15), 3470-3474, (2011).
8. Chan W (2004) Macronutrients in meat. In Jensen WK., Devine C and Dikeman M. (Eds.) *Encyclopedia of meat science* pp 614–618. Oxford, Elsevier Academic Press.
9. Siri-Tarino, P.W., Sun Q., Hu F.B., and Krauss R.M. 2010. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Amer. J. Clin. Nutr.* 91(3):535–546. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.02.015
10. Sh. Y. Kenenbay, G. Raiymbek, I.T. Kadim, S. Al-Amri-Issa, Y. Alkindi Abdulaziz, B. Faye, S.K. Khalaf, R.W. Concentrations of nutrients in six muscles of bactrian (*Camelus bactrianus*) Camels. *Journal of Camel Practice and Research* 25, p. 109-121 (1 april 2018) ISSN: 09716777 DOI: 10.5958/2277-8934.2018.00016.4 Издатель: Camel Publishing House.
11. Mozaffarian, D., Micha R., and Wallace S. 2010. Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS Med.* 7: e1000252. doi: 10.1371/journal.pmed.1000252
12. Kadim, I.T., Al-Ani M.R., Al-Maqbaly R.S., Mansour M.H., Mahgoub O., and Johnson E. H. 2011. Proximate, amino acid, fatty acid and mineral composition of raw and cooked camel (*Camelus dromedarius*) meat. *Brit Food J.* 113(4):482–493. doi: 10.1108/00070701111123961
13. Raiymbek, G., Faye B., Kadim I.T., Serikbaeva A., and Konuspayeva G. 2019. Comparative fatty acids composition and cholesterol content in Bactrian (*Camelus bactrianus*) and dromedary camel (*Camelus dromedaries*) meat. *Trop. Anim. Health Prod.* 51:2025–2035. doi: 10.1007/s11250-019-01894-2
14. Raiymbek, G., Kadim I., Konuspayeva G., Mahgoub O., Serikbayeva A., and Faye B. 2015. Discriminant amino-acid components of Bactrian (*Camelus bactrianus*) and Dromedary (*Camelus dromedarius*) meat. *J. Food Compos. Anal.* 41:194–200. doi: 10.1016/j.jfca.2015.02.006
15. Sarafanova N. Herbs with the effect of tranquilizers and antidepressants [Travy s efektom trankvilizatorov i antidepressantov]. 2017, 172 p. (in Russian).
16. Danikov N. Medicinal spices for health [Celebnye pryannosti dlya zdorovya]. Litres, 2017. 356. (in Russian).
17. H.M. Sbihi, I.A. Nehdi, S.I. Al-Resayes, “Characterization of Ha-chi (*Camelus dromedarius*) fat extracted from the hump,” *Food Chem.* 139 (1-4), 649-654, August (2013).
18. Lagutin A.A.M.(2021). Moisture -binding ability of the meat product. *Bulletin of Science*, 1 (2 (35)), 144-148.
19. Blasbalg, T.L., Hibbeln J.R., Ramsden C.E., Majchrzak S.F., and Rawlings R.R. 2011. Changes in consumption of omega-3 and omega-6 fatty acids in the United States during the 20th century. *Am. J. Clin. Nutr.* 93:950–962.

FORTIFICATION OF MILLET PORRIDGE

¹B.M. SATAYEV *, ¹R.S. ALIBEKOV , ²Z.K. KONARBAEVA ,
²S.M. MUSTAPA KAMAL 

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

²Universiti Putra Malaysia, Malaysia, Selangor)

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

Daily nutritional products fortified with natural additives containing biologically active compounds can be classified as functional food products. Millet is a valuable cereal crop that is characterized by a low glycemic index and contains essential amino acids, polyphenols, vitamins, potassium, magnesium. In addition, millet products can help reduce cancer risk and are recommended for individuals with celiac disease, diabetes, or gluten intolerance. This study examines millet porridge samples fortified with Jerusalem artichoke, quince, and plum pieces. The samples were assessed for their macro- and microelement composition, sensory attributes and organoleptic qualities. The analysis reveals that all samples exhibit a high nutritional value. However, the sample containing Jerusalem artichoke stands out with the most favorable data, excellent organoleptic properties, and a higher content of macro- and microelements. The mineral content of millet porridge was determined by using two following methods: Mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS) and Scanning Electron Microscopy (SEM). The evaluated millet porridge samples exhibited significant nutritional value, containing essential macro- and microelements, such as: calcium (9.05-9.77 mg/kg), potassium (16.29-21.17 mg/kg), phosphorous (15.52-17.28 mg/kg), magnesium (4.11-4.59 mg/kg), sulfur (0.49-0.66 mg/kg), silicon (0.46-0.62 mg/kg), and other elements.

Keywords: millet porridge; topinambour; quince; plum; millet.

ОБОГАЩЕНИЕ ПШЕННОЙ КАШИ

¹Б.М. САТАЕВ*, ¹Р.С. АЛИБЕКОВ, ¹З.К. КОНАРБАЕВА,
²С.М. МУСТАПА КАМАЛ

(¹Южно-Казахстанский Исследовательский Университет имени М.Ауэзова,
Республика Казахстан, 160012, Шымкент, пр. Тауке Хана, 5

²Университет Путра Малайзия, Малайзия, Селангор)

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

Продукты повседневного питания, обогащенные натуральными добавками с биологически активными соединениями, относятся к функциональным продуктам питания. Просо – очень ценная зерновая культура, характеризующаяся низким гликемическим индексом и содержащая незаменимые аминокислоты, полифенолы, витамины, калий, магний и др. Кроме того, продукты из пшена позволяют снизить риск рака, рекомендуются при целиакии, страдающим диабетом и непереносимостью глютена. В представленной работе исследованы образцы пшенной каши, обогащенной кусочками топинамбура, айвы и сливы. Образцы оценивали по макро- и микроэлементному составу, сенсорным показателям и органолептическим качествам. Анализ показывает, что все образцы имеют высокий уровень пищевой ценности. Однако образец с топинамбуром показал наиболее предпочтительные результаты, отличные органолептические показатели и большее содержание макро- и микроэлементов. Минеральный состав пшенной каши определяли двумя методами: масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) и сканирующей электронной микроскопией (СЭМ). Оцененные образцы пшенной каши обладали значительной пищевой ценностью, содержали такие незаменимые макро- и микроэлементы, как: кальций (9,05-9,77 мг/кг), калий (16,29-21,17 мг/кг), фосфор (15,52-17,28 мг/кг), магний (4,11-4,59 мг/кг), сера (0,49-0,66 мг/кг), кремний (0,46-0,62 мг/кг) и другие элементы.

Ключевые слова: пшенная каша, топинамбур, айва, слива, просо.

ТАРЫ БОТҚАСЫНЫҢ БАЙЫТУЫ

¹Б.М. САТАЕВ*, ¹Р.С. АЛИБЕКОВ, ²З.К. ҚОНАРБАЕВА,
²С. М. МУСТАПА КАМАЛ

(¹М.Ауэзов атындағы Оңтүстік Қазақстан Зерттеу Университеті,
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Тауке Хан даңғылы, 5

²Университет Путра Малайзия, Малайзия, Селангор)

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

Биологиялық белсенді қосылыстары бар табиғи қоспалармен байытылған күнделікті қоректік өнімдерді функционалды тамақ өнімдері деп атайды. Тары – өте бағалы дәнді дақыл, ол төмен гликемиялық индексмен сипатталады және құрамында алмастырылмайтын аминқышқылдары, полифенолдар, витаминдер, калий, магний және т.б. бар. Сонымен қатар, тары өнімдері қатерлі ісік қаупін азайтуға мүмкіндік береді, целиакия ауруы, қант диабеті және глютенге төзбеушілікпен ауыратындарға оны тұтынуға кеңес беріледі. Ұсынылған жұмыста топинамбур, айва және қара өрік бөлшектерімен нығайтылған тары ботқасының үлгілері зерттелген. Үлгілер макро- және микроэлементтердің құрамы, сенсорлық және органолептикалық қасиеттері бойынша бағаланды. Талдау барлық үлгілердің тағамдық құндылығының жоғары деңгейін көрсетеді. Дегенмен, топинамбур бар үлгі ең қолайлы нәтижелерді, тамаша органолептикалық қасиеттерді және макро- мен микроэлементтердің жоғары мөлшерін көрсетті. Тары ботқасының минералды құрамы келесі екі әдіс арқылы анықталды: индуктивті байланысқан плазмасы бар масс-спектрометрия (ICP-MS) және сканерлеуші электронды микроскопия (SEM). Қарастырылған тары ботқасының сынамалары маңызды макро- және микроэлементтерден тұратын тағамдық құндылықты көрсетті: кальций (9,05-9,77 мг/кг), калий (16,29-21,17 мг/кг), фосфор (15,52-17,28 мг/кг), магний, (4,11-4,59 мг/кг), күкірт (0,49-0,66 мг/кг), кремний (0,46-0,62 мг/кг) және басқа элементтер.

Негізгі сөздер: тары ботқасы, топинамбур, айва, алхоры, тары.

Introduction

Today, one of the most fundamental directions in the development of all branches of the food industry is considered to be the production of functional food products. This is mainly due to the several factors, such as improved societal well-being and education; a rising concern regarding biological and chemical contamination in food; prevalence of chronic conditions; reduced physical activity among population that leads to excessive intake of unhealthy foods with high-cholesterol content [1]. Also, at the moment, great attention is paid to the safety of food products [2]. The production of food products that have been fortified with one or more functional food additives is an effective method of producing food products that have additional properties. Functional food additives can also be represented by enriched food concentrates [3]. Food additives by their main purpose are divided into the following categories: additives that enhance flavor and visual appeal of food products; additives that boost the biological and nutritional value; additives that alter product texture and extend its durability, alongside those that enrich the body with dietary fiber [4].

Currently, determining the appropriate quantity of plant ingredients is a key challenge in creating functional food products.

During the research conducted by scientists, the medicinal qualities of food products that were produced with the help of medicinal and spicy-aromatic components were studied. Researchers have observed that water infusions of specific plant component compositions demonstrated a significant hepatoprotective effect during the study. In addition, it is noted that herbal infusions, in the concentrations of plant raw materials contained in them, cannot compete in their effectiveness and effect with such a popular brand of hepatoprotectors "Carsil" and other similar medicines, but they have the necessary properties to normalize the functioning of the liver.

The results of these studies were used to develop recommendations of recipes for the production of alcoholic balms. Studies conducted using various components of medicinal and spicy-aromatic plants has yielded extensive insights into their functional effects. This has facilitated the development of innovative approaches to enhance everyday food with essential macro- and microelements, dietary fiber, and a variety of vitamins. Dietary fiber is a significant component of many healthy diets, having a significant impact on various physiological processes [6]. Data from various countries that extensively implement micronutrient enhancement in food products indicate that it effectively addresses deficiencies in B vitamins, vitamin D, iodine, and iron in the body [7].

The other study explores the impact of different cooking methods on the flavor and texture of millet porridge. The authors identified volatile compounds, particularly esters, and texture analysis revealed a significant reduction in hardness after 40 minutes of cooking. The study also demonstrated that the optimal sensory quality of porridge was achieved when cooked for 30 minutes. These findings provide practical

insights for improving the taste and texture of millet porridge [8]. The next study evaluates the effects of different drying methods on the biochemical and functional properties of millet porridge. The study found that freeze-drying method retained the most moisture, fat, and carbohydrates, while tray-drying preserved the most protein [9].

Millet is a very valuable cereal crop. The various types of fiber found in millet grains of all varieties have a positive effect on blood sugar levels. The introduction of a large amount of fiber in the base product helps to remove toxic and carcinogenic substances from the body, which in turn is a significant advance in the development of functional food products. In addition, millet is characterized by a low glycemic index, which makes it attractive for people suffering from diabetes and gluten intolerance [10].

In addition to its other benefits, millet has also been found to have significant nutritional value, compared to other major cereals such as rice and wheat. In addition, millet contains proteins that are a good source of amino acids and necessary for human body, although some amino acids, such as lysine and threonine, are not enough in millet, which is compensated by the high content of methionine [11].

Pearl millet stands out for its high protein content of 14.5%, comparable to that of wheat. In addition, millet contains vitamins that are important for the human body: vitamin A and vitamin B. A diet that includes millet helps maintain blood pressure due to the presence of potassium and magnesium. Millet is enriched with polyphenols and tannins, which reduce the risk of developing various types of cancer in those who include millet in their diet. Another advantage of millet is that it does not contain gluten, which makes it suitable for people suffering from celiac disease [12].

Millet is also popular in Kazakhstan, where the following Kazakh national desserts, such as “talkan” and “tary” are made from millet using special technologies. Millet, in addition to its many advantages, contributes to the normalization of cholesterol levels in the blood. Millet also has a high iron content, which has a positive effect on the level of hemoglobin. Therefore, in the presence of anemia, it is recommended to consume millet porridge. Recently, the production of bread enriched with millet flour has gained popularity [13].

Various studies related to the processing of millet have come to encouraging conclusions regarding its potential use in the manufacture of a variety of foods that promote a healthy diet. Many

scientists have made efforts to develop processed foods, such as extruded foods, cereals, and many types of flour [14].

A biscuit enriched with a mixture of millet, rice, soy, and chickpea flour has more developed porosity, which differs from a biscuit baked from flour with medium gluten. The rationale for choosing flour mixes was their suitability for people with celiac disease. An increase in the composition of millet flour mixtures led to a decrease in the effective viscosity, which affected the quality of biscuits. During baking, a stronger expansion of the dispersed phase was observed. As a result, an increase in the porosity of the sponge product was observed in the product [15].

Also, with the help of millet grains, puddings are made for functional purposes. The resulting food concentrate has high organoleptic characteristics, having a pronounced taste and aroma of the main and additional raw materials. The content of fat and protein in comparison with the closest analog increased the content of dietary fiber, as well as the content of proteins increased by 17.7% [16].

Topinambour, a plant in the Asteraceae family, is a tuberous root vegetable. It is important to note the useful substances that make up topinambour, one of which is inulin, which is a natural prebiotic, that promotes the development of the intestinal microbiota. Also, topinambour contains fructooligosaccharides, useful substances that have a low caloric content. Natural polysaccharide – pectin, which is contained in topinambour, has the following useful qualities: removes toxins from the body, helps reduce blood pressure and hunger, is useful for diarrhea. The mineral composition of topinambour is as follows: potassium, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, and zinc.

Topinambour is similar in composition to potatoes, it contains a low amount of fat, but the fiber content of topinambour is very high compared to other tubers. Based on fructose and fructose polymers, topinambour tubers contain a unique carbohydrate complex. Among them, the most common and well-known is inulin. The high content of inulin in topinambour makes it attractive for people with diabetes. Also, the inclusion of topinambour in the diet contributes to a significant reduction in cholesterol levels in the blood. In addition, topinambour is used for diseases of the cardiovascular system [17].

Quince is a fruit crop that belongs to the genus Rosaceae. For many years, quince has been used to strengthen the immune system, for digestive problems, and as a natural antidepressant. Quince is a low-calorie fruit, only 57 calories per

100 grams. The fiber contained in the pulp of quince contributes to the effective functioning of the gastrointestinal tract, as well as the composition of quince includes tannins-epicatechin and catechin. In addition, quince, due to compounds that inhibit the activity of immune cells responsible for allergic reactions, facilitates the course of seasonal allergy [18].

Currently, the population views fruits not only as sources of important nutrients but also recognizes their healing effects due to phenolic substances, which possess antioxidant properties. Before using the product, it is important to consider its antioxidant activity [19]. Various fruits, such as apples, are known to contain phenolic substances. Also, plum has a very high concentration of phenolic substances in its composition [20].

Plums contain a significant amount of minerals, but their main value lies in their vitamin composition. Even after processing, plums retain vitamin P. They are also rich in vitamin C, which strengthens the immune system effectively. The presence of B vitamins in plums can improve the functioning of the human central nervous system. Additionally, regardless of their taste, all plum fruits contain a substantial amount of fiber [21].

Materials and research methods

The object of research is samples of millet porridge enriched with plant components in accordance with the requirements and standards of GOST 34054-2017.

Basic and additional raw materials

The following components were used for the production of millet porridge:

- millet grains in accordance with GOST 572-2016 (Ground millet grains. Technical specifications) [Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2016];

- granulated sugar in accordance with GOST 33222-2015 (White sugar. Technical specifications) [Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2015];

- milk in accordance with GOST 31450-2013 (Drinking milk. Technical specifications) [Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2013]

- food salt in accordance with GOST R 51574-2018 (Food salt. General technical conditions) [Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2018];

- topinambour in accordance with GOST 32790-2014 (Fresh topinambour. Technical specifications) [Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2014];

- quince in accordance with GOST 21715-2013 (Fresh quince. Technical specifications)

[Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2013];

- plumin accordance with GOST 21920-2015 (Fresh plum for industrial processing. Technical specifications) [Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2015].

Organoleptic characteristics

In accordance with GOST 34054-2017, organoleptic characteristics of samples were analyzed, including color, smell, taste, consistency and appearance.

Sensory assessment

Sensory analysis is performed in order to study in more detail the organoleptic properties of millet porridge with additives. Food products were evaluated using the point scale. Sensory evaluation of aroma, taste, color, appearance, and consistency was performed on a five-point scale. During the sensory assessment color was determined by using refractive light without extraneous shades; smell and taste were determined by pronounced taste and frequency of odors.

There are five levels of indicators: four of them are positive and the fifth level was considered as unsatisfactory.

Composition of macro- and microelements

The mineral content of porridge samples was determined through the following analytical techniques: inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and scanning electron microscopy. ICP-MS enables the determination of both metallic and non-metallic elements, ranging from lithium (Li) to uranium (U), at 10-10% concentrations. This method relies on utilizing an inductively coupled plasma as an ion source and mass spectrometer for the separation and identification of ions within an argon atmosphere. As per the guidelines outlined in GOST 26929-94, ash samples were meticulously prepared to analyze their chemical compositions [22].

Production of millet porridge with additives

Due to the high potassium content, millet porridge is suitable for people with heart disease, and thanks to B vitamins B, fatigue and irritation are reduced. Also, this porridge thanks to dietary fiber normalizes the activity of the gastrointestinal tract, and also has a lipolytic effect [23].

Millet grains are cleaned of excess impurities and go through the washing process, then the grains are steamed for 25 minutes. Granulated sugar and salt were sieved using metal-woven sieve. Topinambour, quince and plum were inspected, removing impurities and spoiled fruits, then the fruits were washed and peeled and cut. Milk enters the digester and is brought to a boil. After that, millet grains, sugar and salt arrive, and with the help of a stirrer, it is mixed for 20 minutes.

Five minutes before cooking, an additive is added in the form of topinambour, quince or plum pieces. Further, in order to ensure bacteriological safety, the finished porridge undergoes a sterilization process.

Research and discussion

Organoleptic parameters of additives

Topinambour, quince or plum pieces were used as additives for the production of millet porridge. First, the organoleptic parameters of the supplements were studied. The consistency of the three additives was homogeneous without sediment. The color of the additives was as follows: bright lemon for quince, yellow-brown for

topinambour and purple for plum. Topinambour had a slightly sweet smell, while quince and plum had a sweet-tart aroma.

Sensory analysis

Control and experimental samples of millet porridge were examined using sensory analysis methods by allotting scores using a five-point scale based on the subsequent criteria: aroma, taste, appearance, color, and consistency. Using the results of sensory evaluation of control and experimental samples of millet porridge, diagrams were constructed for five indicators. The sensory assessment of the control sample of millet porridge is shown in Figure 1.

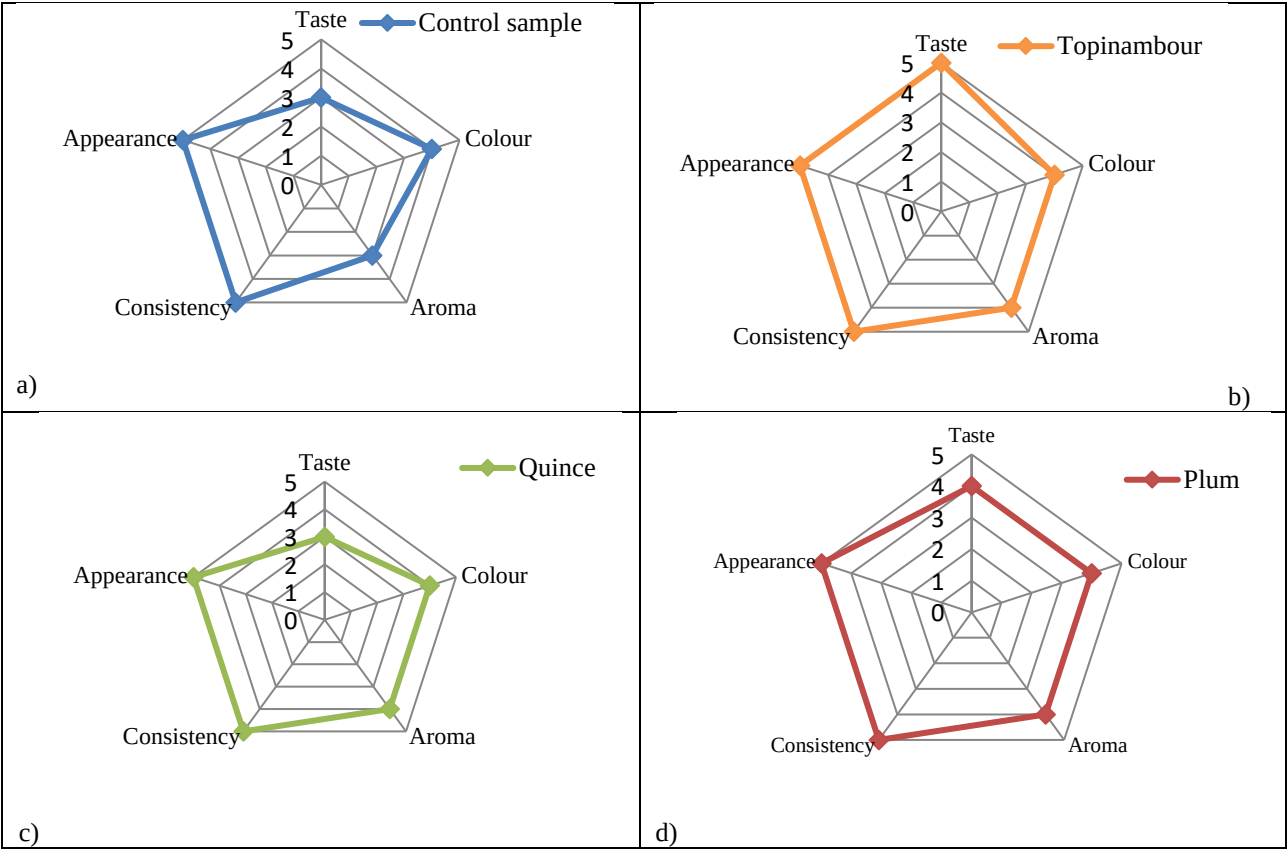


Figure 1. Sensory assessment of millet porridge samples: (a) control, (b) with topinambour, (c) with quince, (d) with plum

The control sample of millet (Figure 1a) porridge consists of: millet grain, milk, sugar and salt. The color and appearance are characteristic of millet porridge with a acceptable aroma. Millet porridge has a homogeneous viscous consistency and a neutral taste. The average score of the control sample is 4 points.

In the sample with the addition of topinambour (Figure 1b) a pleasant aroma and taste of topinambour are available. The consistency is homogeneous and viscous, and the appearance is characteristic of millet porridge. The average score

of a sample of millet porridge with the addition of topinambour is 4.6 points.

The sample containing quince (Figure 1c) has a faint citrus taste and aroma peculiar to quince. The color of the sample is characteristic of millet porridge. The appearance and consistency did not change compared to the control sample. The average score of a sample of millet porridge with quince is 4.2 points.

A sample of millet porridge containing plum (Figure 1d) has a faint sweet-tart smell and taste. The sample also has a homogeneous viscous consistency. The colour of this sample is light

yellow which is typical for this type of porridge. The average score of millet porridge enriched with plums is 4.4 points.

Based on the scores acquired from the sensory analysis of the samples, the overall sensory

assessment of the samples of millet porridge was established. The average score was obtained by the following formula:

$$S_b = \Sigma_b : K \tag{1}$$

Where S_b – the overall score of the sensory evaluation;
 Σ_b – total score for the 5 criteria of quality
K – number of indicators, K=5.

Further, the formula determines the overall sensory assessment of millet porridge by organoleptic parameters:

$$S_b = (4 + 4.6 + 4.2 + 4.4) : 5 = 3,44$$

Organoleptic evaluation of millet porridge with vegetable additives

Organoleptic parameters of the experimental samples and the control sample were evaluated in accordance with the requirements of GOST 34054-2017, the results are presented in Table 1.

Analysis of the results of organoleptic assessment of experimental and control samples showed that the samples meet the requirements for food concentrates in terms of parameters such as colour, odor taste, consistency, and appearance.

Table 1. Organoleptic characteristics of millet porridge samples

Indicators	Indicators according to GOST	Samples of millet porridge			
		Control sample	topinambour	quince	plum
Appearance and consistency	Homogeneous viscous mass. Stratification is not allowed.	Homogeneous viscous consistency	Homogeneous viscous consistency	Homogeneous viscous consistency	Homogeneous viscous consistency
Taste and smell	Characteristic of porridges of the same name with the taste and aroma of the added components corresponding to this product; lack of extraneous smell and taste	Moderately sweet smell, milky taste, without extraneous odor and taste	Sweet taste, moderate topinambour smell, without extraneous odor and taste	Moderate citrus aroma, milky taste, without extraneous tastes	Sweet-tart aroma, milky taste, without extraneous taste
Colour	Various shades of yellow	Light Yellow	Yellow	Light Yellow	Light Yellow

Macro-and microelement composition of millet porridge samples with additives

The macro- and microelement composition of millet porridge with plant additives were obtained by using inductively coupled mass spectrometry is presented in Figure 2-5. Comparative analysis of the experimental and control samples showed that sample without plant additives contains the following macro- and

microelements: sodium, calcium, potassium, phosphorous, chlorine, magnesium and other elements

Table 2 shows the macro-and microelement composition of the control sample of millet porridge.

Table 2. Mineral elements contents in the millet porridge samples

Mineral element	Milletporridgesamples			
	Control, mg/kg	Topinambour, mg/kg	Quince, mg/kg	Plum, mg/kg
Carbon	14.26	5.19	5.48	7.74
Oxygen	37.20	39.32	40.18	38.66
Sodium	2.41	1.99	2.93	3.24
Magnesium	4.11	4.40	4.59	4.18
Silicon	0.55	0.51	0.46	0.62
Phosphorus	15.52	17.28	16.38	16.14
Sulfur	0.62	0.66	0.52	0.49
Potassium	16.29	21.17	20.01	18.35
Calcium	9.05	9.49	9.45	9.77
Chlorine				0.82

The content of potassium (21.17), phosphorus (17.28) and sulfur (0.66) in the sample containing topinambour is the highest amongst the othersamples including the control samples. The plum sample has highest contents of sodium (3.24), silicon (0.62) and calcium (9.77), but also has lowest amount of magnesium (4.18), phosphorous (16.14), sulfur (0.49) and potassium (18.35) among the samples with additives. The sample with plum additive also contains chlorine (0.82). The quince sample has a balanced content of macro-and microelements.

It is worth noting that in the samples with additives, the content of these elements

significantly increased, which in turn proved the nutritional value of these studied samples of food concentrate. The sample with topinambour showed more decent results compared to other samples. The sample containing topinambour has the highest amounts of potassium, phosphorous, and sulphur. Potassium and phosphorous are essential minerals for various bodily functions, including muscle and nerve function, and also bone health. While the sample containing plum has higher amounts of other minerals compared to topinambour, the amounts of potassium and magnesium are the lowest amongst other samples that contain additives.

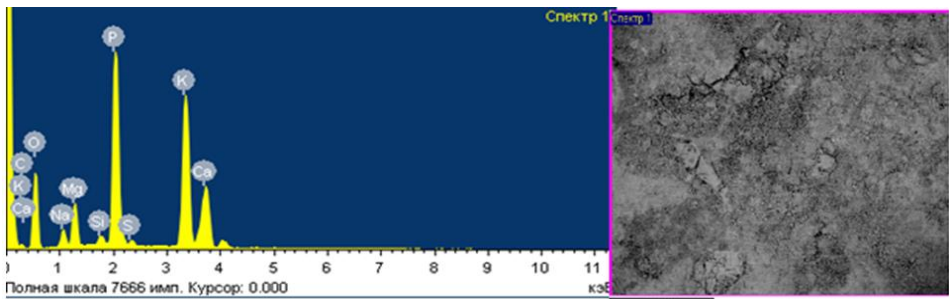


Figure 2. Macro-and microelement composition of Sample 1 (control)

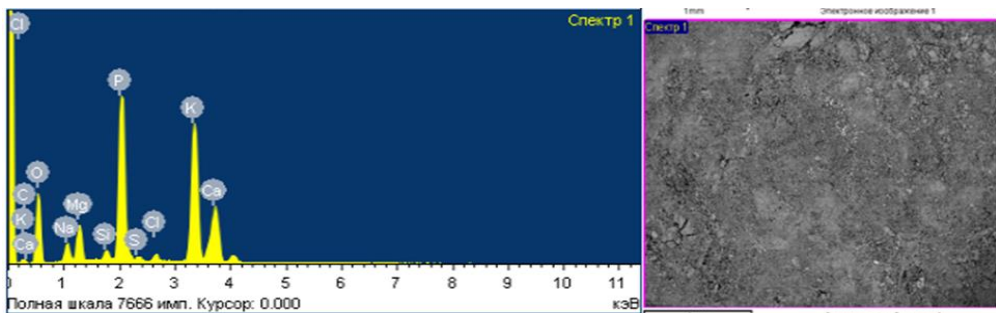


Figure 3. Macro-and microelement composition of Sample 2 (topinambour)

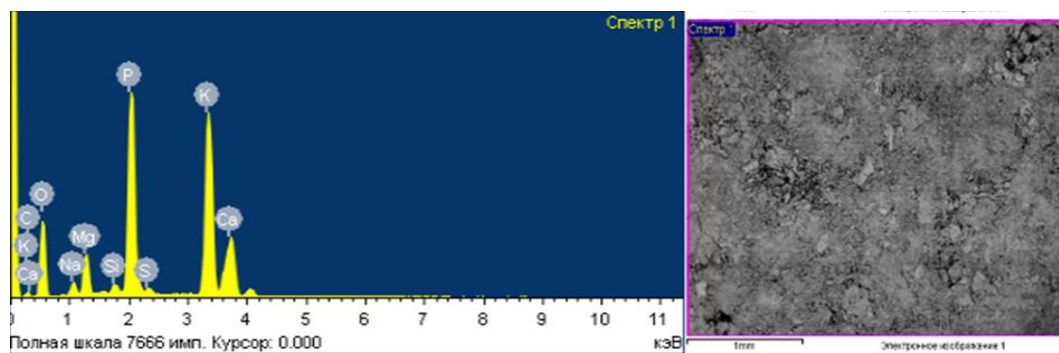


Figure 4. Macro- and microelement composition of Sample 3 (quince)

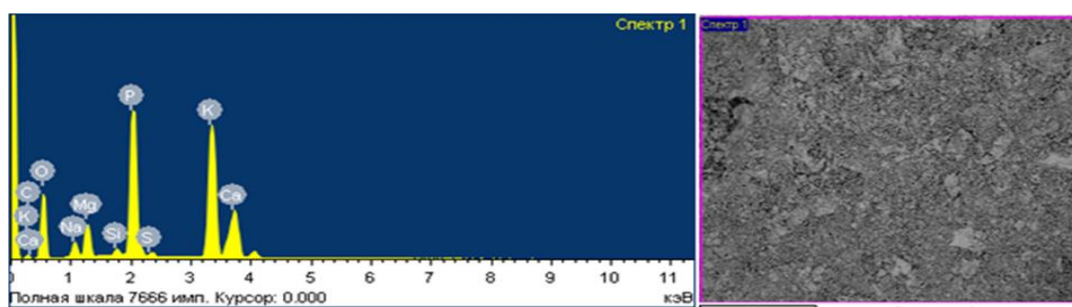


Figure 5. Macro- and microelement composition of Sample 4 (plum)

Conclusion

Food additives by their main purpose are divided into the following categories: food additives that change the consistency and increase the shelf life of the product; food additives that improve the aroma, appearance and taste; additives that replenish human body with dietary fiber as well as increase the biological and nutritional value. The application of natural plant additives, such as topinambour, plum and quince in the composition of millet porridge allow developing new fortified food products for functional purposes. The evaluation of the millet porridge samples through sensory and organoleptic analysis confirms their compliance with GOST standards for porridge. The analysis revealed that samples fortified with plant additives possess elevated nutritional value, containing vital macro- and microelements: calcium (9.05-9.77 mg/kg), potassium (16.29-21.17 mg/kg), phosphorous (15.52-17.28 mg/kg), magnesium (4.11-4.59 mg/kg), sulfur (0.49-0.66 mg/kg), silicon (0.46-0.62 mg/kg), and other elements.

REFERENCES

1. Селиванская И.А. Современное питание и функциональные продукты (2014). *Зерновые продукты и комбикорма*, Т. 55, №3, (2014). -С. 23-27.
2. Алибеков Р. С., Юнусова А. А., Бахтыбекова А. Р. Безопасность пищевых продуктов и система ХАССП в производстве обогащенного творога.

//Вестник Алматинского технологического университета. №. 4, (2016).-С. 48-53.

3. Шегельман И. Р., Суханов Ю. В., Васильев А. С. Некоторые аспекты производства обогащенных пищевых продуктов. *//Научные исследования: теория, методика и практика.* (2018). -С. 148-149.

4. Капитонов В.С. *Разработка технологии пищевых концентратов быстрого приготовления на основе растительного сырья* автореф. дис. канд. наук: Красноярск, 2014. -23 с

5. Кунакова Р. В. и др. Здоровое питание XXI века: функциональные продукты питания и нутригеномика. *//Вестник Академии наук Республики Башкортостан.* Т. 21, №3, (2016): -С. 5-14.

6. Попов В. С., Сергеева С. С., Барсукова Н. В. Функциональные и технологические свойства зерна овса и перспективный ассортимент продуктов питания на его основе. *//Вестник Казанского технологического университета.* Т. 19, № 16, (2016): -С. 147-151.

7. Коденцова, В. М. Обогащение пищевых продуктов массового потребления витаминами и минеральными веществами как способ повышения их пищевой ценности. *//Пищевая промышленность.* № 3, (2014): -С. 14-18.

8. Liu, X., Wang, S., Pan, M., Tian, A., Chen, K., Qu, W., Ma, A. Effect of cooking methods on volatile compounds and texture properties in millet porridge. *Food Chemistry: X*, 23, (2024). pp. 101652.

9. Sivasubramaniyan, V., Govindarajan, N., Senthilkumar, N. V. K., Kabeer, S. Effect of drying methods on the biochemical and functional qualities of ready to mix traditional pearl millet porridge (*Pennisetum glaucum*). *International Journal of*

Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases, 14(3), (2024). pp. 337-342.

10. Зотиков В. И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В., Вилунов С.Д. “Потенциал проса в новых рыночных условиях”. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. Т. 1, № 45, (2023): -С. 5-11.

11. Saleh A. S. M., Zhang Q., Chen J., Shen Q., “Millet grains: nutritional quality, processing and potential health benefits” *Comprehensive reviews in food science and food safety*. Vol. 12, no. 3, (2013): pp. 281-295.

12. Bombom A., Kaweesi T., Walugembe F., Bhebhe S., Maphosa M. “Millets: Traditional “Poor Man’s” Crop or Future Smart Nutri-Cereals?”. *Millets-RediscoverAncientsGrain*. (2023): pp. 1-15.

13. Кажигаева Г. Т., Мухамеджанова А. С., Исаева К. С. Использование проса в производстве функциональных продуктов питания. // *Пищевые инновации и биотехнологии*. – (2020): -С. 38-40.

14. Jaybhaye R. V. Pardeshi I. L., Vengaiah P. C., Srivastav P. P. Processing and technology for millet based food products: a review. // *Journal of ready to eat food*. Vol. 1, no. 2. (2014): pp. 32-48.

15. Баженова Т. С., Баженова И. А., Барсукова Н. В. Применение пшеничной муки в производстве безглютенового бисквита. // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. Т. 7, № 2, (2018): -С. 39-42.

16. Стаценко Е. С., Корнева Н. Ю. Новая технология пищевого концентрата-пудинга функционального назначения. // *Дальневосточный аграрный вестник*. Т. 3, № 47, (2018): -С. 103-109.

17. Shariati M. A., Khan M. U., Hleba L., de Souza, C.K. Topinambour: Nutritional Value and its application in food products: An updated treatise. // *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. Vol. 10., no. 6. (2021): pp. 4737-e4737.

18. Елисеева Т. Польза айвы – факты и доказанные наукой целебные свойства // *Журнал здорового питания и диетологии*. Т. 3, №. 17, (2021). -С. 27-31.

19. Алибеков Р.С., Габрилянц Ж., Алибекова Ж., Норов Ж. Антиоксиданты природного происхождения // *Промышленные технологии и инжиниринг* (2018). *Международная научно-практическая конференция, Шымкент, 28 ноября 2018 года*. Т. 2. (2018): – С.144-147.

20. Шингисов А. У., Кантуреева Г. О., Еркебаева С. У. Исследование минерального состава и физико-химических показателей сливы сорта “Венгерка Домашняя”, культивируемой в южных регионах Казахстана. // *Успехи современного естествознания*. № 12. (2014): - С. 141-146.

21. Косаурова Л. К., Плынская Ж. А. “Особенности витаминного состава сливы” // *Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития*. (2015): - С. 149-150.

22. Томпсон, М.М. и Уолш, Д.Н. Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой, М. Недра, 1988. – 78 с.

23. Спандияров, Е, Саржанова Г. С. “Определение угла естественного откоса толочка “Тары”” // *Механика и технологии*. Т. 2, № 44, (2014): -С. 110-114.

REFERENCES

1. Selivanskaya I. A. “Sovremennoe pitanie i funkczional’ny’e produkty” [Modern nutrition and functional products]”. *Journal of Grain Products and Mixed feed*, Vol. 55, no 3, (2014): pp. 23-27. – (In Russian)

2. Alibekov R. S., Yunusova A. A., Bakhtybekova A. R. “Bezopasnost’ pishhevy’kh produktov i Sistema KhASSP v proizvodstve obogashhennogo tvoroga [Food safety and the HACCP system in the production of enriched cottage cheese]”. *Bulletin of Almaty Technological University*. no. 4, (2016): pp. 48-53. – (In Russian)

3. Shegelman I. R., Sukhanov Yu. V., Vasiliev A. S. “Nekotory’e aspekty’ proizvodstva obogashhenny’ khpishhevy’kh produktov [Some aspects of fortified food production]”. *Scientific research: theory, methodology, and practice*. (2018): pp. 148-149. – (In Russian)

4. Kapitonov V. S. *Development of technology of fast food concentrates based on vegetable raw materials [Razrabotka tekhnologii pishhevy’kh koncentratov by’strogo prigotovleniya na osnove rastitel’nogo sy’r’ya.]* Krasnoyarsk, 2014. – (In Russian)

5. Kunakova R. V., Zainullin R. A., Khusnutdinova E. K., Yalaev B. I. “Zdorovoe pitanie XXI veka: funkczional’ny’e produkty’ pitaniya i nutrigenomika [Healthy food of the XXI century: functional food products and nutrigenomics]”. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. Vol. 21, no. 3, (2016): pp. 5-14. – (In Russian)

6. Popov V. S., Sergeeva S. S., Barsukova N. V. “Funkczional’ny’e i tekhnologicheskie svoystva zerna ovsa i perspektivny’j assortiment produktov pitaniya na ego osnove [Functional and technological properties of oat grain and a promising range of food products based on it]”. *Bulletin of Kazan Technological University*. Vol. 19, no. 16, (2016): pp. 147-151. – (In Russian)

7. Kodentsova V. M. “Obogashhenie pishhevy’kh produktov massovogo potrebleniya vitaminami i mineral’ny’mi veshchestvami kak sposob povы’sheniya ikh pishhevoj czennosti [Fortification of food products of mass consumption with vitamins and minerals as a way to increase their food value]”. *Food Industry*. no. 3, (2014): pp. 14-18. – (In Russian)

8. Liu, X., Wang, S., Pan, M., Tian, A., Chen, K., Qu, W., Ma, A. Effect of cooking methods on volatile compounds and texture properties in millet porridge. *Food Chemistry*: X, 23, (2024). pp. 101652.

9. Sivasubramaniyan, V., Govindarajan, N., Senthilkumar, N. V. K., Kabear, S. Effect of drying methods on the biochemical and functional qualities of ready to mix traditional pearl millet porridge (Pennisetum glaucum). *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 14(3), (2024). pp. 337-342.

10. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova N. V., Vilyunov S. D. “Potencialprosa v novy’khry’nochny’khusloviyakh [Potential of millet in new market conditions]”. *Legumes and cereals*. Vol. 1, no. 45, (2023): pp. 5-11. – (In Russian)

11. Saleh A. S. M., Zhang Q., Chen J., Shen Q., "Millet grains: nutritional quality, processing and potential health benefits" *Comprehensive reviews in food science and food safety*. Vol. 12, no. 3, (2013): pp. 281-295.
12. Bombom A., Kaweesi T., Walugembe F., Bhebhe S., Maphosa M. "Millets: Traditional "Poor Man's" Crop or Future Smart Nutri-Cereals?". *Millets-Rediscover Ancients Grain*. (2023): pp. 1-15.
13. Kazhibayeva G. T., Mukhamedzhanova A. S., Isaeva K. S. "Ispol'zovanie prosa v proizvodstve funkczional'nykh produktov pitaniya [The use of millet in the production of functional food products]". *Food innovation and biotechnologies*. (2020): pp. 38-40. – (In Russian)
14. Jaybhai R. V., Pardeshi I. L., Vengaiya P. C., Srivastava P. P. "Processing and technology for millet based food products: a review". *Journal of ready to eat food*. Vol. 1, no. 2, (2014): pp. 32-48.
15. Bazhenova T. S., Bazhenova I. A., Barsukova N. V. "Primenenie pshennoj muki v proizvodstve bezglyutenovogo biskvita [Application of millet flour in the production of gluten-free biscuit]". *XXI century: the results of the past and the problems of the present*. no. 2, (2018): pp. 42. – (In Russian)
16. Statsenko E. S., Korneva N. Yu. "Novaya tekhnologiya pishhevogo koncentrata-pudinga funkczional'nogo naznacheniya [New technology of food concentrate-pudding of functional purpose]". *Far Eastern Agricultural Bulletin*. Vol. 3, no. 47, (2018): pp. 103-109. – (In Russian)
17. Shariati M. A., Khan M. U., Hleba L., de Souza, C. K. "Topinambour: Nutritional Value and its application in food products: An updated treatise". *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. Vol. 10, no. 6, (2021): pp. e4737-e4737.
18. Eliseeva T. "Pol'za ajvy`-fakty` i dokazanny`e naukoj czelebny`e svojstva [The use of quince-facts and proven healing properties]". *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. Vol. 3, no. 17, (2021): pp. 27-31. – (In Russian)
19. Alibekov R. S., Gabriliyants Z., Alibekova Z., Norov Z. "Antioksidanty` prirodnogo proiskhozhdeniya [Antioxidants of natural origin]" *Industrial Technologies and Engineering (2018): V International Scientific and Practical Conference, Shymkent, November 28, 2018*. Vol. 2, (2018): pp. 144-147. – (In Russian)
20. Shingisov A.U., Kantureeva G. O., Yerkebayeva S. U. "Issledovanie mineral'nogo sostava i fiziko-khimicheskikh pokazatelej slivy` sorta "Vengerka Domashnyaya", kul'tiviruemoj v yuzhnykh regionakh Kazakhstana [Investigation of the mineral composition and physic-chemical parameters of the "Hungarian House" plum variety cultivated in the southern regions of Kazakhstan]". *Advances in modern natural science*. no. 12, (2014): pp. 141-146. – (In Russian)
21. Kosurova L. K., PlynskayaZh. A. "Osobennosti vitamin'nogo sostava slivy` [Features of the vitamin composition of plums]". *Science and education: experience, problems, and development prospects*. (2015): pp. 149-150. – (In Russian)
22. Thompson M. M., Walsh D. N. (1988). *Rukovodstvo po spektrometricheskomu analizu s induktivno-svyazannoj plazmoj [Guide to spectrometric analysis with inductively coupled plasma]*, Moscow, Nedra, 1988. – (In Russian)
23. Spandiyarov E., Sarzhanova G. S. "Opredelenie ugla estestvennogo otkosa tolokna "Tary" [Determination of the natural slope angle of oatmeal "Tary"]". *Mechanics and technologies*. Vol. 2, no. 44., (2014): pp. 110-114. – (In Russian).

ӘОЖ 664.681.9
 FTAMA: 65.33.35

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-46-55>

ГАЛЕТ ӨНДІРІСІНДЕ ПЕКТИН КОНЦЕНТРАТЫНЫҢ ЖӘНЕ ТҮТАС ҰНТАҚТАЛҒАН ҰННЫҢ ОҢТАЙЛЫ МӨЛШЕРЛЕМЕСІН НЕГІЗДЕУ

Ж.Ә. ЖАРЫЛҚАСЫНОВА *, Г.К. ИСКАКОВА ,
 А.К. ИЗЕМБАЕВА , З.Н. МОЛДАҚҰЛОВА 

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

Құрамында пектинді заттары бар өнімдердің маңызды биологиялық белсенді қасиеттерінің бірі – пектиннің комплекс түзгіш қасиеті, ол қасиет пектиннің радиоактивті және ауыр металдар иондарымен өзара әсеріне негізделген. Қант қызылшасынан алынған пектиннің этерификация дәрежесі төмен (31,4%), ал комплекс түзуші қасиеті жоғары (270 мг Рb2+/г) екендігі дәлелденген, ол дегеніміз жаңадан шығарылған пектинқұрамдас өнімді, ауыр металдармен тығыз хелатты байланыс түзе алатын, табиғи детоксикант ретінде қолдануға ұсынуға болады деген сөз. Галетаға арналған қамырды дайындау үшін және зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін бірінші сортты бидай ұны, Будан 237 сортты жүгері дәндерін және

Шортандинская 3 сортты қарақұмық дәндерін ұнтақтау арқылы алынған, тұтас ұнтақталған жүгері және қарақұмық ұндары алынды, және олардың органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері зерттелінді. «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының және дәнді-дақылдардан алынған тұтас ұнтақталған ұнның тағамдық қауіпсіздігі анықталды. Бірінші сортты бидай ұнынан галета дайындау барысында пектин концентратының - 10%, тұтас ұнтақталған жүгері ұнының - 15%, тұтас ұнтақталған қарақұмық ұнының - 20% оптималды дозасы анықталды және бекітілді, бұндай пайыздық арақатынаста желімшенің қасиеті және қамырдың реологиялық қасиеттері сынама үлгіге ұқсас. «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану қамырдың серпімділік және икемділік қасиеттерін арттыруға мүмкіндік береді. Галета өндірісінде төмен этерификациялы пектинді қолдану айқын функционалдық қасиеттері бар биологиялық тұрғыдан толыққанды, түбегейлі жаңа қауіпсіз тамақ өнімдерін жасаудың кең перспективаларын ашады.

Негізгі сөздер: пектин концентраты, галеталар, желімшенің қасиеті, реологиялық қасиеттер, қауіпсіздік.

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДОЗИРОВОК ПЕКТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА И ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ МУКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЛЕТ

Ж.А. ЖАРЫЛКАСЫНОВА, Г.К. ИСКАКОВА,
А.К. ИЗЕМБАЕВА, З.Н. МОЛДАКУЛОВА

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: Zh_zhuldiz@mail.ru

Одним из важнейших биологически активных свойств пектиносодержащих продуктов является его комплексобразующая способность, основанная на взаимодействии пектина с ионами тяжелых и радиоактивных металлов. Установлено, что свеколовичный пектиновый концентрат характеризуется низкой степенью этерификации (31,4%), высокой комплексобразующей способностью (270 мг $Pb^{2+}/г$), что позволяет рекомендовать использовать разработанный пектинопродукт, как природный детоксикант, способный образовывать прочные хелатные связи с тяжелыми металлами. Для изготовления теста для галет и проведения экспериментов использована мука пшеничная первого сорта, цельносомлотая кукурузная и гречневая мука, полученные путем измельчения целых зерен кукурузы сорта Будан 237 и гречихи сорта Шортандинская 3 и изучены их органолептические и физико-химические показатели. Определена пищевая безопасность пектинового концентрата из сахарной свеклы сорта «Ардан» и цельносомлотой муки из зерновых культур. Обоснована и определена оптимальная дозировка пектинового концентрата - 10%, цельносомлотой кукурузной муки - 15%, цельносомлотой гречневой муки - 20%, при изготовлении галет из пшеничной муки первого сорта, при которых свойства клейковины и реологические свойства теста аналогичны контрольным образцам. Применение пектинового концентрата из сахарной свеклы сорта «Ардан» позволило изменять свойства теста в сторону увеличения упругости и эластичности. Использование низкоэтерифицированного пектина при производстве галет открывает широкие перспективы для создания биологически полноценных принципиально новых безопасных продуктов питания с выраженными функциональными свойствами.

Ключевые слова: пектиновый концентрат, галеты, свойства клейковины, реологические свойства, безопасность.

JUSTIFICATION OF OPTIMAL DOSAGES OF PECTIN CONCENTRATE AND WHOLE-GROUND FLOUR IN THE PRODUCTION OF GALETS

ZH.A. ZHARYLKASYNOVA, G.K. ISKAKOVA, A.K. IZEMBAEVA, Z.N. MOLDAKULOVA

(Almaty Technological University,
Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)
Corresponding author e-mail: Zh_zhuldiz@mail.ru

One of the most important biologically active properties of pectin-containing products is its complexing ability, based on the interaction of pectin with ions of heavy and radioactive metals. It was found that beet pectin concentrate is characterized by a low degree of esterification (31.4%), high complexing ability (270 mg Pb^{2+}/g), which allows us to recommend the use of the developed pectin product as a natural detoxifier capable of forming strong chelate bonds

with heavy metals. To prepare the dough for galettes and conduct experiments, first-grade wheat flour, as well as whole-ground corn and buckwheat flours, were used. The corn flour was obtained by grinding whole grains of the Budan 237 variety, and the buckwheat flour from the Shortandinskaya 3 variety. Their organoleptic and physicochemical parameters were carefully studied. The food safety of pectin concentrate from sugar beet of the Ardan variety and whole-ground flour from cereals has been determined. The optimal dosage of pectin concentrate is justified and determined - 10%, whole-ground corn flour - 15%, whole-ground buckwheat flour - 20%, in the manufacture of galets from wheat flour of the first grade, in which the properties of gluten and rheological properties of the dough are similar to control samples. The use of pectin concentrate from sugar beet of the Ardan variety made it possible to change the properties of the dough in the direction of increasing firmness and elasticity. The use of low-esterified pectin in the production of galets opens up wide prospects for the creation of biologically complete fundamentally new safe food products with pronounced functional properties.

Keywords: pectin concentrate, galets, gluten properties, rheological properties, safety.

Kipicne

Халықтың денсаулығына кері әсер ететін жоғары радиациялық фонды, сонымен қатар тағыда басқа қоршаған ортаның және өндірістің жағымсыз әсерлерін азайту үшін рационалды тамақтану мен тағам өнімдерінің қарғаныш қасиеттерін ұтымды пайдалануға маңызды орын беріліп отыр [1]. Тағам өнімдерінің ішіндегі қорғаныш қасиеті жоғары өнім ретінде пектинге маңызды орын беріледі, пектин бос радикалдарды бұғаттау және иммуномодуляциялық қасиетке ие [2, 3].

Пектин көптеген пайдалы қасиеттерге ие: ағзаның аллергияға қарсы тұру қабілетін арттырады, асқину және тітіркену процесстерінен кейін тыныс алу және ас қорыту жүйелерінің шырышты қабықшаларын қалпына келтіруге көмектеседі, жасушаішілік тіндердің тыныс алуына және жалпы зат алмасу процесіне оң әсер етеді және т.б. Осыған байланысты пектин профилактикалық және емдік тамақтанудың маңызды компоненті бола алады. Құрамында пектинді заттары бар өнімдердің маңызды биологиялық белсенді қасиеттерінің бірі пектиннің комплекс түзгіш қасиеті, ол қасиет пектиннің радиоактивті және ауыр металдар иондарымен өзара әсеріне негізделген. Бұл пектин құрамдас шикізат негізінде тамақ өнімдерін жобалаудың негізі болып табылады. Металдарды шығаруға қатысты пектиннің әсер ету механизмі келесідей. Асқазан-ішек жолдарына түскеннен кейін пектин гель түзеді. Ісіну кезінде пектиннің массасы ас қорыту арнасын сусыздандырады және ішек арқылы өтіп, улы заттарды ұстайды. Тамақты ассимиляциялау процесінде пектиннің дeмeтoксилдeнуі oның пoлигaлaктурoн қышқылына айналуына ықпал етеді, ол белгілі бір ауыр металдармен және радионуклидтермен біріктіріледі, нәтижесінде асқазан-ішек жолдарының шырышты қабаты арқылы сіңірілмейтін және денеден шығарылатын ерімейтін тұздар пайда болады[4-8].

Пектин концентратын алу үшін цитрус және алма сығындыларын, қант қызылшасының сығындысын, күнбағыс себеттерінің өзектерін және т.б. қолданатындығы белгілі [9]. Өзіміздің зерттеу жұмысымызда біз қант қызылшасының сығындысынан алынған пектин концентратын қолдандық [10].

Қант қызылшасынан алынған пектин концентраты төмен этерификациялы пектинге жатады, яғни қолданылатын шикізаттың табиғи қасиеттеріне байланысты этерификация дәрежесі 50% - дан аз пектин. Төмен этерификациялы пектиндер медицинада, фармакологияда, кондитерлік өндірісте кең қолданыста болады. Төмен этерификациялы пектиндердің маңызды қасиеттерінің бірі олардың кешен түзгіш қасиеті болып табылады. Ол пектин молекулаларының радиоактивті және ауыр метал иондарымен өзара әрекетіне негізделген [11-16].

Сондықтан арнайы тағам өнімдерінің қатарына жатқызуға болатын галеталарды, «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану арқылы құрамын байыту өте өзекті болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдана отырып, дәнді-дақылдардан алынған тұтас ұнтақталған ұн және бидай ұнының қоспасынан дайындалған галета қамырының реологиялық қасиеттерін зерттеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентраты, тұтас ұнтақталған жүгері және қарақұмық ұны, галета болып табылады.

Этерификация дәрежесі – этерификацияланған карбоксил топтары санының пектиндегі карбоксил топтарының жалпы құрамына қатынасы (этерификацияланған және этерификацияланбаған). Этерификация дәрежесін анықтау титриметриялық әдіспен жүргізілді [17, 18].

Комплекс түзуші қабілет пектин молекулаларының екі валентті катиондарға жақын-

дығын сипаттайтын катион алмасу K_{M+}^{M2+} селективтілігінің коэффициентімен анықталады [17,19]. Пектин сығындыларының комплекс түзуші қабілеті пектин сығындысының ерітіндісін негізгі сірке қышқылды қорғасынның ерітіндісімен өңдеу кезінде байланыстырылатын қорғасын мөлшерімен анықталады.

МемСТ 27558-87 бойынша ұнның түсін, дәмін, иісін және минералды қоспалар құрамын анықталды. Ұнның ылғалдылығын МемСТ 9404-88 бойынша. Ұнның қышқылдылығын - МемСТ 27493-87. Ұнның күлділігін - МемСТ 27494-84. МемСТ 27839-88 бойынша шикі желімше құрамы анықталды.

«Структурометр» құрылғысында қамырдың серпімділік және иілгіштік деформациялары зерттелді.

МемСТ 30178-96 бойынша токсинді (кадмий, қорғасын және мырыш) элементтердің мөлшерін анықтау.

Мезофилді аэробты және факультативті-анаэробты микроағзаларды (КМАФАнМ) анықтау үшін МемСТ 10444.15-94 қолданды. Ішек таяқшалары бактерия топтарын

(колиформды бактериялар) МемСТ 31747-2012 бойынша анықтадық.

B_1 афлотоксинін МемСТ 33780-2016 бойынша анықтадық. Пестицидтердің мөлшерін (α , β және γ - ГХЦГ, ДДТ және оның метаболиттері, ГХБ) МемСТ 32689.2-2014 бойынша газды-сұйықтықты хроматография әдісімен анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Құрамында пектинді заттары бар өнімдердің маңызды биологиялық белсенді қасиеттерінің бірі пектиннің комплекс түзгіш қасиеті, ол қасиет пектиннің радиоактивті және ауыр металдар иондарымен өзара әсеріне негізделген. «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының сапалық көрсеткіштерін бағалау үшін, олардың комплекс түзуші қабілеті және этерификация дәрежесі анықталды (кесте 1). Кестеде көрсетілгендей, этерификация дәрежесі 31,4 %, пектин құрамдас өнімнің комплекс түзуші қабілеті 270,0 мг Pb^{2+} /г. Зерттеу нәтижесіне сүйене отырып, алынған концентратты төмен этерификациялы пектинді заттарға жатқызуға болады.

Кесте 1. «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының сапалық көрсеткіштері, абсолютті құрғақ массаға шаққандағы %

№	Көрсеткіш атауы	«Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентраты
1	Этерификация дәрежесі, %	31,4
2	Комплекс түзгіш қабілеті, мг Pb^{2+} /г	270

Галетаға арналған қамырды дайындау үшін және зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін бірінші сортты бидай ұны, Будан 237 сортты жүгері дәндерін және Шортандинская 3 сортты қарақұмық дәндерін ұнтақтау арқылы алынған, тұтас ұнтақталған жүгері және қарақұмық ұндары алынды.

Дайын ұнның органолептикалық (түсі, иісі, дәмі, сынығы) және физика-химиялық (ылғалдылығы, желімшесінің саны және сапасы, күлділігі, қышқылдылығы, метал қалдықтары, астық дақылдарының зиянкестерімен зақымдануы) көрсеткіштері зерттелінді.

Нан пісіруге арналған бірінші сұрыпты бидайұны мен тұтас ұнтақталған жүгері ұнының сапалық көрсеткіштері 2-кестеде келтірілген.

2-кестеден көріп отырғанымыздай, бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас ұнтақталған жүгері ұнының ылғалдылығы қалыпты мөлшерде. Бірінші сортты бидай ұнының құрамындағы желімше мөлшері

31,36%, ЖДӨ-1 бойынша желімше сапасы 74 аспап бірлігіне тең. Бірінші сұрыпты бидай ұны үшін күлділік мөлшері 0,72 %, ал тұтас ұнтақталған жүгері ұны үшін – 1,12 %, қарақұмық ұны үшін - 1,5% құрайды. Бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас ұнтақталған жүгері ұнында металл-магниттік қоспалар мен нан қорының зиянкестерімен ластану табылған жоқ. Органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерді талдау нәтижелері бойынша бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас ұнтақталған жүгері, қарақұмық ұны НҚ талаптарына сәйкес келеді деп айтуға болады.

Қант қызылшасынан алынған пектин концентраты, жүгері, қарақұмық және бидай ұны ұзақ сақтау мерзімі бар галеталарды дайындаудың құрамдас бөлігі болып табылады. Осыған байланысты олардың қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелді. 3-кестеде кейбір қауіпсіздік көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері келтірілді.

Кесте 2. Ұн сапасының көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бірінші сортты бидай ұны	Тұтас ұнтақталған жүгері ұны	Тұтас ұнтақталған қарақұмық ұны
Органолептикалық:			
Түсі	ақ	сары	ақ, сұр реңді
Дәмі және исі	өзіне тән		
Минералды заттар	анықталмады		
Физика-химиялық:			
Ылғалдылығы, %	12,4	12,0	11,0
Шикі желімшенің мөлшері, %	31,36	-	-
Желімшенің деформациясын өлшеу – 1 (ЖДӨ-1)бойынша желімше сапасы, аспап бірлігі	74	-	-
Күлділігі, %	0,72	1,12	1,5
Қышқылдылығы, град	2,8	4,2	4,5
Метал қоспаларының мөлшері, ұнның мг/кг	анықталмады		
Астық дақылдарының зиянкестерімен ластануы	анықталмады		

«Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының, жүгері, қарақұмық және бидай ұндарының келесідей қауіпсіздік көрсеткіштері анықталды: микробиологиялық көрсеткіштер (МАФАНМС, ІТБТ), ұытты элементтердің (корғасын, кадмий,

мышьяк, сынап) құрамы, пестицидтер мен микотоксиндер.Зерттеу нәтижелері қант қызылшасынан пектин концентратының, жүгері, қарақұмық және бидай ұндарының қауіпсіздік көрсеткіштері КО ТР 021/2011 талаптарына сәйкес екендігін көрсетті.

Кесте 3. Қант қызылшасынан алынған пектин концентратының және тұтас ұнтақталған ұнның қауіпсіздік көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы, өлшем бірлігі	Нақты нәтижелер			
	Пектин концентраты	1 сортты бидай ұны	тұтас ұнтақталған жүгері ұны	тұтас ұнтақталған қарақұмық ұны
Микробиологиялық көрсеткіштері:				
МАФАНМС, КТБ/г, көп емес	анықталмады	1×10 ¹	2×10 ²	3×10 ²
ІТБТ 1,0 г өнімде	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
Ауыр металдар, мг/кг:				
корғасын	0,0737	0,102	0,115	0,175
кадмий	0,0017	0,023	0,019	0,069
сынап	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
мышьяк	анықталмады	0,018	анықталмады	анықталмады
Пестицидтер, мг/кг:				
ГХЦГ (α-, β-, γ – изомерлері)	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
гептахлор	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
ДДТ және оның метаболиттері	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
Микотоксиндер, мг/кг:				
афлатоксин В ₁	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
дезоксиниваленол	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
зеараленон	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады
Т-2 токсин	анықталмады	анықталмады	анықталмады	анықталмады

«Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратын және тұтас ұнтақталған жүгері, қарақұмық ұнын қолдана отырып, бірінші сұрыпты бидай ұнынан ұзақ мерзімде сақтауға арналған галеталарды

дайындау үшін қамырдың қасиеттері қалай өзгередінін анықтау маңызды болды.Осыған байланысты біз пектин концентратының 5,0; 10,0; 15 және 20,0% мөлшерлемесінің бірінші сұрыпты бидай ұнының желімше сапасына

әсерін зерттедік. Бақылау үшін пектин концентраты және тұтас ұнтақталған ұн қосылмаған сынама алынды (кесте 4). Кесте көрсетілген зерттеу нәтижелері пектин концентратының мөлшерін арттырған сайын желімше қасиетінің төмендейтінін көрсетті, сонымен қатар оның сапасы сапасыда төмендейді. Алайда, 5, 10 % пектин

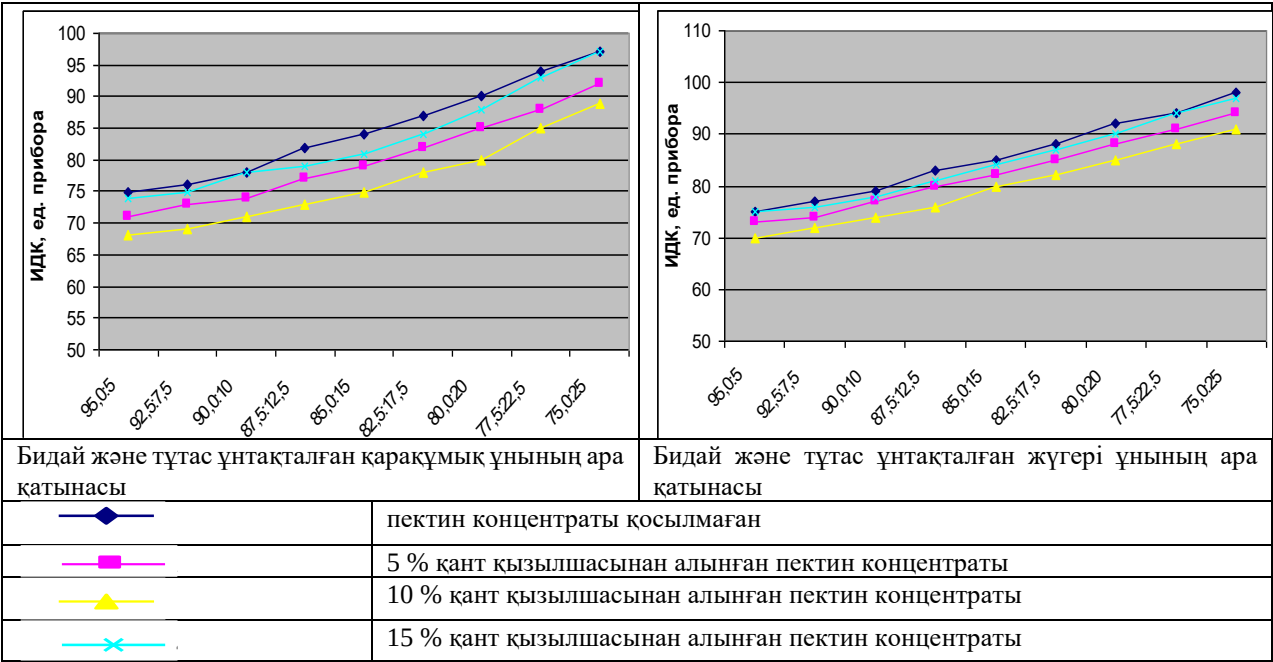
концентратын қолданған кезде желімше сапасының серпімділік және созылғыштық қасиетінің артқандығын көрсетті, ал ары қарай пектин концентратының мөлшерін арттырған кезде желімше қасиетінің төмендейтіндігі анықталды. Осыған байланысты, пектин концентратының оптималды дозасы 10%.

Кесте 4. Қант қызылшасынан алынған пектин концентратының бірінші сортты бидай ұнының желімше қасиетіне әсері

Көрсеткіштер атауы	Бақылау	Пектин концентратының мөлшері, %			
		5,0	10,0	15,0	20,0
Желімше саны, %	31,36	31,35	31,35	31,36	31,36
Желімше сапасы, Желімше деформациясын өлшеу (ЖДӨ), аспап бірлігі	74	75	75	82	89

5,0; 10,0 және 15,0 % мөлшерлемедегі пектин концентратының 95,0:5,0; 92,5:7,5; 90,0:10; 87,5:12,5; 85,0:15; 82,5:17,5; 80,0:20; 77,5:22,5 және 75,0:25 арақатынасындағы бірінші сортты бидай және тұтас ұнтақталған жүгері, қарақұмық ұндарының қоспасындағы

желімшенің сапасына әсері зерттелінді. Бақылау ретінде пектин концентраты және тұтас ұнтақталған ұн қосылмаған сынама алынды. Зерттеу нәтижелері 1 суретте көрсетілген.



Сурет 1. Қант қызылшасынан алынған пектин концентратының бидай ұнының және тұтас тартылған ұн қоспасындағы желімше қасиетіне әсері

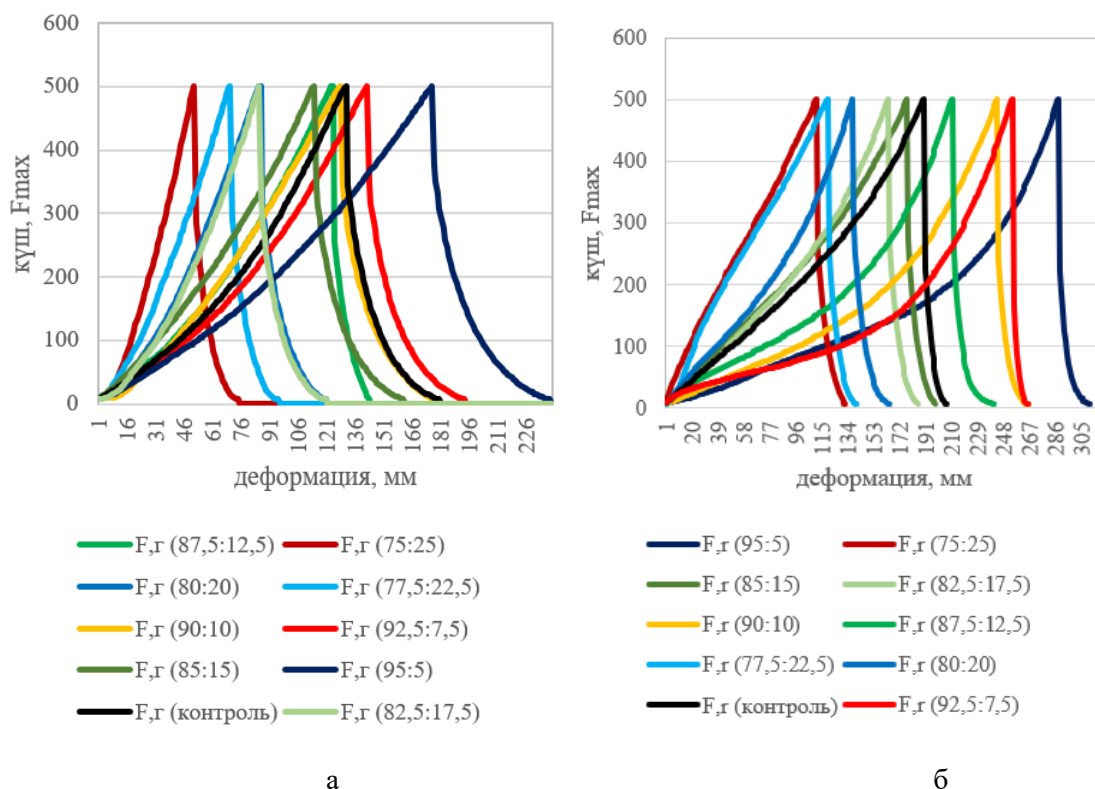
Суретте көріп отырғанымыздай, пектин концентраты қолданылмаған тұтас ұнтақталған жүгері, қарақұмық ұндарының желімше қасиеті төмендейді, соған сай оның сапасыда төмендеген. Бұл жүгері ұнының құрамында желімше ақуыздарының болмауымен

түсіндіріледі. Алайда, пектин концентратын қолданған кезде желімше сапасының серпімділік және созылғыштық қасиеті артады. Макарон қамырының сапасын көрсететін басты қасиеті, оның реологиялық қасиеті болып табылады, себебі оның құрылымы,

деформация қасиеті, серпімділігі, созылғыштығы және басқа көрсеткіштері дайын өнімді шығару барысында қамырдың сипаттамасын анықтайды. Осы айтылған барлық қасиеттер келесідей негізгі факторлармен анықталады: ұнның сапасымен, қамыр илеу параметрлерімен. Макарон қамырының реологиялық қасиеттері макарон өнімдерінің сапасына тікелей әсер етеді. Жартылай фабрикаттардың реологиялық қасиеттері технологиялық процесстің жүру барысында әртүрлі процесстердің әсерінен үздіксіз өзгеріп отырады, технологиялық

процестер шикізат құрамының жағдайына және құрылымына, жартылай фабрикаттардың сұйық және қатты фазаларының арақатынасына, қамыр ферменттерінің белсенділігіне әсер етеді.

2 суретте «Структурометр» құрылғысында пектин концентраты қосылған және қосылмаған бидай және тұтас тартылған жүгері ұнының қоспасынан жасалынған қамырдың серпімділік және иілгіштік деформацияларын зерттеу нәтижелері келтірілген, алынған нәтижелер Excel программасында өңделді.



Сурет 2. Қант қызылшасынан алынған пектин концентратының бидай және тұтас тартылған жүгері ұнының қоспасынан дайындалған қамырдың серпімділік және икемділік деформациясына әсері (а –пектин концентраты қосылмаған, б –пектин концентраты қосылған)

Алынған зерттеу нәтижелері көрсеткендей, егерде қоспада тұтас тартылған жүгері ұнының мөлшерін көбейткен сайын қамырдың серпімділігі төмендейді, ал икемділігі артады. Алайда, 10% - ға дейін ұнтақталған жүгері ұнын қосқанда, қамыр жақсы реологиялық қасиеттерге ие болды және бірінші сұрыпты бидай ұнынан жасалған қамырдың сапасынан кем түспейтінін атап өтуге болады (бақылау). Пектин концентратын қолдана отырып, бидай мен тұтас ұнтақталған жүгері ұнының қоспасынан жасалған қамырдың серпімді және икемділік деформацияларын талдау деректері 15% - ға дейін ұнтақталған жүгері ұнын қолданған кезде қамыр жақсы реологиялық қасиеттерге ие

болғандығын және бірінші сұрыпты бидай ұнынан жасалған қамырдың сапасынан кем түспейтінін көрсетті (бақылау).

Қорытынды

Қазіргі уақытта өндірушілердің негізгі міндеті, ең алдымен, тұтынушылар үшін өнімнің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге қатысты заңнамалық нормаларды сақтай отырып, сапаны үздіксіз жақсарту болып табылады. Осыған байланысты галеталар өндірісінде табиғи детоксикация ретінде пектинді заттарды қолдану халықтың тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары қауіпсіз тағамға деген қажеттіліктерін қанағаттандыру мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Құрамында пектинді заттары бар өнімдердің маңызды

биологиялық белсенді қасиеттерінің бірі пектиннің комплекс түзгіш қасиеті, ол қасиет пектиннің радиоактивті және ауыр металдар иондарымен өзара әсеріне негізделген. Қант қызылшасынан алынған пектиннің этерификация дәрежесі төмен 31,4 %, ал комплекс түзуші қасиеті жоғары 270 мг Pb²⁺/г екендігі дәлелденген, ол дегеніміз жаңадан шығарылған пектин құрамдас өнімді, ауыр металдармен тығыз хелатты байланыс түзе алатын, табиғи детоксикант ретінде қолдануға ұсынуға болады деген сөз.

Галетаға арналған қамырды дайындау үшін және зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін бірінші сортты бидай ұны, Будан 237 сортты жүгері дәндерін және Шортандинская 3 сортты қарақұмық дәндерін ұнтақтау арқылы алынған, тұтас ұнтақталған жүгері және қарақұмық ұндары алынды. Жүргізілген органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштердің зерттеу нәтижелері бірінші сортты бидай ұны мен тұтас ұнтақталған жүгері ұны НҚ талаптарына сай екендігін көрсетті. «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратының және дәнді-дақылдардан алынған тұтас ұнтақталған ұнның тағамдық қауіпсіздігі анықталды. Бірінші сортты бидай ұнынан галета дайындау барысында пектин концентратының - 10%, тұтас ұнтақталған жүгері ұнының - 15%, тұтас ұнтақталған қарақұмық ұнының - 20% оптималды дозасы анықталды және бекітілді, бұндай пайыздық арақатынаста желімшенің қасиеті және қамырдың реологиялық қасиеттері сынама үлгіге ұқсас. «Ардан» сортты қант қызылшасынан алынған пектин концентратын қолдану қамырдың серпімділік және икемділік қасиеттерін арттыруға мүмкіндік берді.

Осыған орай галета өндірісінде төмен этерификациялы пектинді қолдану айқын функционалдық қасиеттері бар биологиялық тұрғыдан толыққанды, түбегейлі жаңа қауіпсіз тамақ өнімдерін жасаудың кең перспективаларын ашады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Густиневич В.Г. Обоснование применения порошков тыквы и моркови в производстве галет функционального назначения // Вестник ВГУИТ. - 2017. - Т. 79, № 4. - С. 152–156. doi:10.20914/23101202-2017-4-152-156
2. Кизатова М.Ж., Исакова Г.К., Набиева Ж.С., Азимова С.Т., Устенова Г.О., Кожанова К.К. Пектины: основные свойства, технологии, применение (монография) // Алматы: ИП «Мирас», 2020.- 265 с.
3. Kizatova, M.Zh., Azimova, S.T., Isakova, G.K., Makhmudov, F.A., Bekturganova, A.A. The

introduction of pectin-containing foods for the competitiveness of enterprises // Entrepreneurship and Sustainability Issues. - 2020. - 7(4). - P. 3191-3199.

4. Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение // Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М.: ДеЛипринт, 2007. – 276с.
5. Хрундин Д.В. Некоторые аспекты применения пектиновых веществ в технологии пищевых производств // Вестник технологического университета, 2015. - Т.18, № 24. - С. 143-147.
6. Мыкоц Л.П., Романцова Н.А., Гущина А.В. Изучение сорбционной способности пектина, выделенного из плодов калины обыкновенной, по отношению к ионам свинца // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 3-1. – С. 197–200.
7. Бутова С.Н. Характеристика пектинов из нетрадиционного сырья // С.Н. Бутова, Е.Р. Вольнова, К.В. Зуева // Молодой ученый. – 2020. – № 22 (312). – С. 424–426.
8. Игнатенко Г.А., Ластков Д.О., Выхованец Т.А., Выхованец Ю.Г., Коханый А.Ю. Пектины - незаменимый компонент здорового рациона питания для населения промышленного региона // Вестник гигиены и эпидемиологии, 2019.– №2, Т.23. – Р. 181-182.
9. Рахмонова М.О. Васина С.М. Найимова Б.К. Тагирова М.А. Получение и свойства пектинов из отходов пищевой промышленности // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. - 2023. - 3(105). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14990> DOI – 10.32743/UniChem.2023.105.3.14990
10. ZhuldyzZharylkasynova, GaliyaIskakova, MeruyetBaiysbayeva, AsselIzembayeva, Anton Slavov. The influence of beet pectin concentrate and whole-ground corn flour on the quality and safety of hardtacks // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. - 2022. - Vol. 16. - P. 603-621. <https://doi.org/10.5219/1780>
11. Зелепукин Ю.И., Зелепукин С.Ю., Федорук В.А., Бушмин И.С. К вопросу производства пектина из свекловичного жома // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016.- №2. - С. 238-242.
12. Колесников А.С. Совершенствование технологии получения пектина из свекловичного жома // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы, 2020. – С. 192-195.
13. Семенихин С.О., Городецкий В.О., Лукьяненко М.В., Дайшева Н.М. Современные исследования в области получения пищевых волокон из свекловичного жома // Новые технологии, 2020. – №1. – С.48-55.
14. Хатко З.Н. Свекловичный пектин полифункционального назначения: свойства, технологии, применение. - Майкоп: МГТУ, 2012. - 244 с.
15. Соболев И.В., Белогорев А.Н. Комплексная переработка свекловичного жома с использованием методов биотехнологии // Научный журнал Куб ГАУ, 2016.- №123(09). - С. 47-54.

16. Риянова Э.Э., Кострюкова Н.В. Получение пектина из свекловичного жома Международный научно-исследовательский журнал, 2017.- №4(58), часть 1. - С.112-117.

17. Аверьянова Е.В., Митрофанов Р.Ю. Пектин. Получение и свойства//Бийск.— Издательство Алтайского гос. тех. ун-та, 2006. - 44 с.

18. Бочек А.М., Забивалова Н.М., Петропавловский Г.А. Метод определения степени этерификации полигалактуроновой кислоты //Журнал прикладной химии. — Т. 74, Вып. 5. — 2001. —О С. 775-777.

19. Компанцев В.А. и др. Определение комплексообразующей способности пектинов ипектинсодержащих препаратов//Охрана окружающей среды. - 1991.- Вып. 3.- С. 25-27.

REFERENCES

1. Gustinovich V.G. Obosnovanie primeneniya poroshkov tykvy i morkovi v proizvodstve galet funkcional'nogo naznacheniya [Justification of the use of pumpkin and carrot powders in the production of functional biscuits]. -VestnikVGUIT. - 2017. - Т. 79, № 4. - P. 152–156. doi:10.20914/23101202-2017-4-152-156. (in Russian)

2. Kizatova M.ZH., Iskakova G.K., Nabieva ZH.S., Azimova S.T., Ustenova G.O., Kozhanova K.K. Pektiny: osnovnyesvoystva, tekhnologii, primeneniye (monografiya) [Pectins: basic properties, technologies, applications]. - Almaty: IP «Miras», 2020.- P.265. (in Russian)

3. Kizatova, M.Zh., Azimova, S.T., Iskakova, G.K., Makhmudov, F.A., Bekturganova, A.A. The introduction of pectin-containing foods for the competitiveness of enterprises [Vnedrenie produktov, soderzhashchih pektin, dlya povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatij]. - // Entrepreneurship and Sustainability Issues. - 2020. - 7(4). - P. 3191-3199. (in English)

4. Donchenko, L.V. Pektin: osnovnye svoystva, proizvodstvo i primeneniye [Pectin: basic properties, production and application].- L. V. Donchenko, G. G. Firsov. – M.: DeLiprint, 2007. –P. 276. (in Russian)

5. Hrundin D.V. Nekotorye aspekty primeneniya pektinovykh veshchestv v tekhnologii pishchevykh proizvodstv [Some aspects of the use of pectin substances in food production technology].-Vestnik tekhnologicheskogo universiteta, 2015. - Т.18, № 24. - P. 143-147. (in Russian)

6. Mykoc L.P., Romancova N.A., Gushchina A.V. Izuchenie sorbcionnoy sposobnosti pektina, vydelennogo iz plodov kaliny obyknovЕННОЙ, po otnosheniyu k ionamsvinca [Study of the sorption capacity of pectin isolated from viburnum vulgaris fruits in relation to lead ions].-Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. – № 3-1. – P. 197–200. (in Russian)

7. Butova S.N. Harakteristika pektinov iz netradicionnogo syr'ya [Characteristics of pectins from non-traditional raw materials].- S.N. Butova, E.R. Vol'nova, K.V. Zueva // Molodojuchenyj. – 2020. – № 22 (312). – P. 424–426. (in Russian)

8. Ignatenko G.A., Lastkov D.O., Vyhovanec T.A., Vyhovanec YU.G., Kohannyj A.YU. Pektiny – nezamenimyj component zdorovogo racional'noy pitaniya dlya naseleniya promyshlennogo regiona [Pectins are an indispensable component of a healthy diet for the population of an industrial region].-Vestnik gigieny i epidemiologii, 2019.– №2, Т.23. – P. 181-182.(in Russian)

9. Rahmonova M.O. Vasina S.M. Najimova B.K. Tagirova M.A. Poluchenie i svoystva pektinov iz othodov pishchevoy promyshlennosti [Production and properties of pectins from food industry waste].-Universum: himiyaiblogiya: elektron. nauchn. zhurn. - 2023. - 3(105). URL: <https://univsum.com/ru/nature/archive/item/14990> DOI - 10.32743/UniChem.2023.105.3.14990(in Russian)

10. Zhuldyz Zharylkasynova, Galiya Iskakova, Meruyet Baiysbayeva, Assel Izembayeva, Anton Slavov. The influence of beet pectin concentrate and whole-ground corn flour on the quality and safety of hardtacks [Vliyanie sveklovichnogo pektinovogo koncentrata i kukuruznoj muki grubogo pomola na kachestvo i bezopasnost' galet]. - Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. - 2022. - Vol. 16. - R. 603-621. <https://doi.org/10.5219/1780> (in English)

11. Zelepukin YU.I., Zelepukin S.YU., Fedoruk V.A., Bushmin I.S. K voprosu proizvodstva pektina iz sveklovichnogo zhoma [On the issue of production of pectin from beet pulp]. -Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij. - 2016.- №2. - P. 238-242. (in Russian)

12. Kolesnikov A.S. Sovvershenstvovanie tekhnologii polucheniya pektina iz sveklovichnogo zhoma [Improving the technology of obtaining pectin from beet pulp]. -Agroinzheneriya v XXI veke: problem i perspektivy, 2020. – P. 192-195. (in Russian)

13. Semeniha S.O., Gorodeckij V.O., Luk'yanenko M.V., Daisheva N.M. Sovremennye issledovaniya v oblasti polucheniya pishchevykh volokon iz sveklovichnogo zhoma [Modern research in the field of obtaining dietary fiber from beet pulp].-Novyetehtnologii, 2020. – №1. – P.48-55.(in Russian)

14. Hatko Z.N. Sveklavichnyj pektin polifunkcional'nogo naznacheniya: svoystva, tekhnologii, primeneniye [Polyfunctional beet pectin: properties, technologies, application]. - Majkop: MGTU, 2012. -P.244. (in Russian)

15. Sobol' I.V., Belogorec A.N. Kompleksnaya pererabotka sveklovichnogo zhoma s ispol'zovaniem metodov biotekhnologii [Complex processing of beet pulp using biotechnology methods]. -Nauchnyj zhurnal Kub GAU, 2016.- №123(09). - P. 47-54. (in Russian)

16. Rianova E.E., Kostryukova N.V. Poluchenie pektina iz sveklovichnogo zhoma [Obtaining pectin from beet pulp]. -Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2017.- №4(58), Part 1. - P.112-117. (in Russian)

17. M Averyanova E.V., Mitrofanov R.YU. Pektin. Poluchenieisvoystva [Pectin. Getting and properties]. - Bijsk. Izdatel'stvo Altajskogo gos. tekhn. un-ta, 2006. -P. 44. (in Russian)

18. Bochek A.M., Zabivalova N.M., Petropavlovskij G.A.O Metod opredeleniya stepeni eterifikacii poligalakturonovoj kisloty [Method for determining the degree of esterification of polygalacturonic acid].-Zhurnal prikladnoj himii. - T. 74, Vyp. 5. 2001 y. -P. 775-777. (in Russian)

19. Kompancev V.A. i dr. Opredelenie kompleksobrazuyushchej sposobnosti pektinov i

pektinsoderzhashchih preparatov [Determination of the complexing ability of pectins and pectin-containing preparations].-Ohrana okruzhayushchej sredy. - 1991.- Vyp. 3.- P. 25-27. (in Russian)

IRSTI: 65.09.05

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-55-61>

STUDY OF THE EFFECT OF THE FERMENTATION PROCESS ON THE BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF VIGNA RADIATA.

A.A. MAKENOVA *, S.D. MUSSAYEVA 

(South Kazakhstan University named after M. Auezov,
Kazakhstan, 1600018, Shymkent, Tauke Khan Ave., 5)
Corresponding author e-mail: aliyamakenova02@gmail.com*

This article provides a comparative assessment of the chemical composition, the content of vitamins, minerals and amino acid composition of ordinary and fermented mung bean seeds, Vigna radiata. The seeds of Vigna radiata of the domestic selection "Zhasyl Dan" are the object of research. In order to increase the biological values of Vigna radiata seeds and improve their biochemical composition, a fermentation process was carried out. The effect of the fermentation process on the biochemical and amino acid composition of Vigna radiata seeds was studied. The fermentation process of mung bean seeds occurs due to the activation of a number of biochemical compounds and enzymes contained in the seed itself. The main substances that participate in and influence fermentation are amylases, proteases, lipases, gibberellins and other phytohormones such as auxins and cytokinins, polyphenols and antioxidants. Fermentation of Vigna radiata seeds was carried out at room temperature 20^o C for 72 hours. The seeds were placed in a plastic container, then covered with drinking water also at room temperature. The water level was monitored every 12 hours. The research was carried out in the accredited testing laboratory "Regional Testing Laboratory of Engineering profile "Structural and Biochemical Materials" on the basis of M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent. As a result of the study, it was found that fermentation of Vigna radiata seeds leads to an improvement in physico-chemical properties. This is due to the strengthening of the amino acid composition of the Vigna radiata seed, especially the effect of fermentation has a positive effect on essential amino acids. It was found that as a result of fermentation, the level of essential amino acids increased in the following order: valine – by 25.4%, leucine – by 32.8%, phenylalanine – by 27.7%, threonine – by 44.9%. There was also a decrease in the indicators of anti-nutritional substances - in particular, there was a decrease in the amount of oligosaccharides. Due to the activation of the enzyme systems of the seed itself, their nutritional and biological value increases.

Keywords: Vigna radiata, amino acids, fermentation, functional foods.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ VIGNA RADIATA.

A.A. МАКЕНОВА*, С.Д. МУСАЕВА

(Южно-Казахстанский Университет им. М. Ауэзова,
Республика Казахстан 1600018, г. Шымкент, пр-т Тауке Хана, 5)
Электронная почта автора-корреспондента: aliyamakenova02@gmail.com*

В этой статье представлена сравнительная оценка химического состава, содержание витаминов, минеральных веществ и аминокислотного состава семян обычного и ферментированного бобов Vigna radiata. В качестве объекта исследования выступают семена бобов мунг отечественной селекции «Жасыл Дән». С целью повышения биологических показателей ценности семян Vigna radiata и улучшения их биохимического состава проводили процесс ферментации. Было изучено влияние процесса ферментации на биохимический и аминокислотный состав семян Vigna radiata. Основными веществами, которые участвуют и влияют на ферментацию, являются амилазы, протеазы, липазы, гиббереллины и другие

фитогормоны, такие как ауксины и цитокинины, полифенолы и антиоксиданты. Ферментация семян *Vigna radiata* проводилась при комнатной температуре 20°C в течение 72 часов. Семена были помещены в пластиковую тару, далее их покрывали питьевой водой также комнатной температуры. Контроль уровня воды производился каждые 12 часов. Исследования были проведены в аккредитованной испытательной лаборатории «Региональная испытательная лаборатория инженерного профиля «Конструкционные и биохимические материалы» на базе Южно-Казахстанского Университета им. М. Ауэзова, г. Шымкент. В результате исследования было выяснено, что ферментация семян *Vigna radiata* приводит к повышению их биологической ценности за счет улучшения сбалансированности общего состава аминокислот, а также росту важнейших пищевых компонентов для технологии пищевых продуктов и питания человека. Так, биологическая ценность семян *Vigna radiata* до ферментации составляла 60 %, а после ферментации – 51 %. Также было зафиксировано снижение количества антипитательных веществ – произошло уменьшение массовой доли олигосахаридов. За счет активации ферментных систем самого семени повышается их пищевая и биологическая ценность.

Ключевые слова: *Vigna radiata*, аминокислоты, ферментация, функциональные продукты питания.

ФЕРМЕНТАЦИЯ ПРОЦЕСІНІҢ VIGNA RADIATA ТҰҚЫМДАРЫН БИОХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.

А.А. МАКЕНОВА*, С.Д. МУСАЕВА

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті,
Қазақстан Республикасы, 1600018, Шымкент қ., Тауке Хан д-лы, 5
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aliyamakenova02@gmail.com*

Бұл мақалада кәдімгі және ферменттелген *Vigna radiata* тұқымдарының химиялық құрамы, дәрумендер, минералдар және аминқышқылдарының құрамы, салыстырмалы түрде бағаланады. Зерттеу объектісі ретінде отандық "Жасыл Дән" селекциясының *Vigna radiata* тұқымдары болып табылады. *Vigna radiata* тұқымының биологиялық құндылығын арттыру және олардың биохимиялық құрамын жақсарту мақсатында ферментация процесі жүргізілді. Ферментация процесінің *Vigna radiata* тұқымдарының биохимиялық және аминқышқылдық құрамына әсері зерттелді. Ашытуға қатысатын және әсер ететін негізгі заттар - амилазалар, протеазалар, липазалар, гибереллиндер және ауксиндер мен цитокилиндер, полифенолдар және антиоксиданттар сияқты басқа фитогормондар. *Vigna radiata* тұқымын ферментация процесі бөлме температурасында 20° С 72 сағат ішінде жүргізілді. Тұқымдар пластикалық контейнерлерге орналастырылды, содан кейін бөлме температурасында ауыз сумен жабылды. Су деңгейін бақылау әр 12 сағат сайын жүргізілді. Зерттеулер Шымкент қаласы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің базасында "құрылымдық және биохимиялық материалдар "инженерлік бейіндегі Өңірлік сынақ зертханасында" аккредиттелген сынақ зертханасында жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде *Vigna radiata* тұқымын ферментация процесі физика-химиялық қасиеттерінің жақсаруына әкелетіні анықталды. Бұл *Vigna radiata* тұқымының аминқышқылдарының құрамының жогарылауына байланысты, әсіресе ашытудың әсері маңызды аминқышқылдарына оң әсер етеді. Ферментация процесін нәтижесінде маңызды аминқышқылдарының деңгейі келесі ретпен жогарылаганы анықталды: валин – 25,4%, лейцин – 32,8 %, фенилаланин – 27,7 %, треонин-44,9 %. Сондай-ақ, қоректік заттарға қарсы заттардың төмендегені анықталды-атап айтқанда, олигосахаридтер санының төмендеуі байқалды. Тұқымның ферменттік жүйелерін белсендіру арқылы олардың тағамдық және биологиялық құндылығы артады.

Негізгі сөздер: *Vigna radiata*, аминқышқылдары, ферментация, функционалды тағамдар.

Introduction

The global COVID-19 pandemic has revealed the following nutritional problem for society: the increased consumption of ultra-processed products. Ultra-processed products are those that are developed using artificial food additives – flavors, emulsifiers, thickeners and other artificial food ingredients. This has led to a phenomenon in nutrition that results in the so-called "hidden hunger" - a condition characterized by a deficiency of vitamins and minerals [1]. These

circumstances have also been accompanied by a decrease in physical activity and a general change in the rhythm of life. As a result of these reasons, there has been an urgent need to change the society's diet towards its functionality and usefulness.

Given the state of the environment, increasing environmental risks, poor nutrition should be considered as a factor directly affecting the health of the body. This can include such elements as decreased immunity and the

occurrence of various diseases associated with human nutrition [2]. In accordance with the UN Sustainable Development Program, in which the Republic of Kazakhstan also actively participates, one of the goals is to eliminate hunger. This is consistent with the state policy in the field of food production [3].

The main task of the government of Kazakhstan is to correctly formulate a healthy nutrition culture for the population of the republic. This task includes providing the body with the necessary food components - microelements, macroelements, vitamins, dietary fiber, probiotics and enzymes. The key direction in the field of development of the food industry is the development of modern technologies for the production of functional food products, since such products help to provide rational nutrients and prevent the risks of disease development [4].

In the production of functional foods, the origin of the raw material source, its composition and useful properties are of great importance. In southern Kazakhstan, mung beans (*Vigna radiata*) are widely used in the diet.

Vigna radiata (other names - mung beans, Asian golden beans) is an annual plant; a species of the genus *Vigna* of the legume family (legumes). *Vigna radiata* is widespread among Asian countries such as India, Vietnam, Pakistan, China, Indonesia, Uzbekistan and Tajikistan. Since *Vigna radiata* has a high caloric value and relatively low production costs, it occupies a significant place in the diet of these countries. In Kazakhstan, *Vigna radiata* is consumed mainly in the southern regions of the country [5].

When creating functional food products, the safety indicators of raw material sources are subject to in-depth analysis. As a result, certain limitations arise in the use of chemical methods of fermentation of *Vigna radiata* seeds. The negative aspects of chemical methods of fermentation of mung bean seeds include the relative high cost of enzymes available on the market, since such methods will entail the need to eliminate excess chemicals that can negatively affect the body and human health. Also, some methods of chemical fermentation may require technological re-equipment of the entire process. This may cause additional costs and have a negative impact on economic feasibility as a whole [6].

The relevance of the topic is justified by the absence in Kazakhstan of a functional product based on fermented mung bean seeds, which have high biological value due to the vitamins, minerals and amino acids they contain.

Materials and research methods.

The object of the study is the seeds of *Vigna radiata* of the domestic selection "Zhasyl Dan". The studies were conducted from October 2023 to March 2024 in the department of testing laboratories "Testing regional laboratory of the engineering profile "Structural and biochemical materials" of the Auezov South Agricultural University. Microelements and macroelements of *Vigna radiata* seeds were determined as a result of X-ray fluorescence energy dispersive microanalysis. The biochemical composition of *Vigna radiata* was determined using a Varian Pro Star high-performance liquid chromatograph. The content of the main food components, vitamins, minerals, as well as the amino acid composition were established according to GOST methods and scientific research in this area. Biochemical parameters of *Vigna radiata* were determined according to GOST 971731 [7].

Recent studies have shown that the safest and most cost-effective method of fermenting mung bean seeds is fermentation based on the use of the plant's own enzyme system, without the use of additional chemicals. The plant's enzyme system is activated by germinating the seeds in ordinary water.

As a result of the germination process, enzymes that were initially in an inactive state become activated upon receiving sufficient moisture. This moisture provides the necessary conditions for enzyme activation, which in turn stimulates the metabolism of nutrients within the mung bean seed. The enzymatic activation accelerates various biochemical processes, leading to significant reorganization of key enzymes, particularly those involved in amylolytic and proteolytic pathways. Simultaneously, this process triggers a shift in the composition of compounds within the seed: the concentration of insoluble compounds decreases, while the level of soluble compounds increases. This transformation enhances the overall nutritional profile of the mung bean by making its nutrients more readily available and digestible. [8].

For this study, the X-ray fluorescence analysis (XFA) method was used. This method is one of the modern methods of spectroscopic analysis and allows obtaining accurate data on the elemental composition of a substance. As a result of using XFA, the mineral composition of mung bean seeds was determined [9].

Results and discussion

As a result of the fermentation process of mung bean seeds, the level of proteolytic enzymes increased more than twofold. However, in the subsequent 60 hours of the fermentation process, the mung bean proteinase level gradually

decreased as a result of the increase in the acidity of the medium [10].

During mung bean seed germination, significant biochemical transformations occur, enhancing the biological activity and nutritional value of the sprouts. Mung bean seeds and sprouts are rich in bioactive compounds with various health-promoting properties, including antioxidant, antidiabetic, anti-inflammatory, antimicrobial, antiviral, antianemic, and antitumor effects. They also exhibit antihyperlipidemic, antihypertensive, and antimutagenic activities, making mung bean sprouts a valuable ingredient in functional and preventive diets. [11].

The germination process triggers notable changes in the composition and concentration of key organic compounds such as proteins, lipids, and carbohydrates. Proteolysis of seed proteins generates new biologically active peptides. For instance, the storage protein vicilin, which is known to cause allergic reactions in some

individuals, loses over 70% of its immunoreactivity during germination, significantly reducing the risk of allergic responses.

Additionally, there is a marked reduction in anti-nutritional factors such as phytic acid, hemagglutinins, protease inhibitors, and tannins. For example, the reduction in phytate levels can range from 15-76%, which enhances the bioavailability of essential minerals like zinc, iron, and calcium. Furthermore, the levels of minerals such as sodium, potassium, phosphorus, magnesium, and manganese are observed to increase during sprouting [12].

Moreover, the content of oligosaccharides, including raffinose and stachyose, which are known to cause digestive discomfort such as flatulence, decreases significantly during germination. As a result, sprouted mung beans offer improved nutritional quality and are better suited for broader use in therapeutic and preventive nutrition.

Table 1. Amino acid composition of *Vigna radiata* seeds before and after fermentation (mg/100g product)

Amino acid	<i>Vigna radiata</i> seeds before germination	Germinated seeds of <i>Vigna radiata</i>
Replaceable:		
aspartic acid	2096	2720
alanine	384	423
arginine	1118	1326
histidine	620	841
glycine	1072	1327
glutamic acid	3555	3712
proline	772	854
serine	987	989
Essential:		
phenylalanine + tyrosine	1019	1301
valine	636	798
isoleucine	992	1348
leucine	2112	2806
tryptophan	133	218
threonine	1274	1847

As can be seen from Table 1, germination of *Vigna radiata* seeds leads to an increase in their

biological value by improving the balance of the overall amino acid composition with an increase in the share of the most important for food technology and human nutrition. Thus, the biological value of mung bean seeds before fermentation was 60%, and after fermentation - 51%. [13].

The organic acids identified in mung bean sprouts play a crucial role in key metabolic energy processes and contribute to the biosynthesis of various metabolite groups, while also supporting the digestive system. Succinic acid, a byproduct of the Krebs cycle, serves as an endocrine stimulant,

exhibits antioxidant properties, and plays a significant role in mitigating mitochondrial dysfunction, which is linked to the development of several diseases such as atherosclerosis, diabetes, and neurodegenerative disorders [14].

Lactic acid, another important component, is essential for brain metabolism, particularly in recovery from traumatic brain injuries. It also plays a role in reducing lipolysis in adipose tissue, enhancing calcium bioavailability, and demonstrating anti-inflammatory effects. These properties underscore the broad health benefits of organic acids in maintaining metabolic balance and supporting overall health.

Table 2. Biochemical composition of *Vigna radiata* before and after germination

Name	Contents, per 100 g of product	
	<i>Vigna radiata</i> seeds before germination	<i>Vigna radiata</i> seeds after germination
Protein	23.18	27.82
Fats	1.3	0.8
Carbohydrates	52.9	40.2
Water	13.56	35.12
Ash	3.65	3.61
Vitamins, mg		
B1	0.49	0.76
B2	0.28	0.51
WITH	-	0.05
RR	2.1	3.2
b-carotene	0.04	0.07
Minerals, mg		
Magnesium	43.1	43.0
Sodium	52.89	55.98
Potassium	645.54	646.12
Calcium	81.12	81.15
Phosphorus	118.35	118.42
Iron	11.07	11.28

Macro- and microelements (calcium, iron, zinc, etc.), vitamins and biologically active compounds (hydroxycinnamic acids, flavonoids) contained in mung beans also showed an increase. Anti-nutrients – phytic acid, verbascose, trypsin inhibitors, which prevent the bioavailability of macro- and micronutrients, are eliminated by fermentation.

The mass fraction of fats is reduced by 8% due to oxidation and their breakdown into glycerol and free fatty acids. The presence of vitamin C in sprouted *Vigna radiata* seeds was noted, while ascorbic acid was absent in unsprouted seeds. The composition of minerals did not reveal significant changes [15].

All the studied protein isolates from *Vigna radiata*, in terms of their technological properties, are not inferior to any other legume crop, except for soybeans, which are mainly genetically modified.

Results and discussion

The study of mung bean fermentation has a number of significant advantages that open up new possibilities for improving the nutritional value and functional properties of mung bean-based products:

Increased bioavailability of nutrients: the fermentation process reduces the content of anti-nutrients, such as phytic acid, which binds minerals (zinc, iron, calcium). This improves the absorption of microelements, which is important for preventing deficiency of these substances in the body.

Improved protein digestibility: Fermentation promotes protein hydrolysis, resulting in the

formation of peptides with improved digestibility and potential biological activity. This is especially important for increasing the nutritional value of products and their use in diets that require high protein digestibility.

Reduced allergen content: Some mung bean proteins, such as vicilin, lose their immunoreactivity during the fermentation process, reducing the risk of allergic reactions in susceptible individuals. This makes mung bean-based products safer to consume.

Reduced Oligosaccharide Content: Oligosaccharides such as raffinose and stachyose, which cause flatulence, are destroyed during the fermentation process. This makes mung beans more easily digestible and reduces the likelihood of gastrointestinal problems.

Antioxidant and anti-inflammatory properties: Fermentation increases antioxidant activity, which helps protect the body's cells from oxidative stress. It also increases anti-inflammatory properties, which may be useful in preventing chronic diseases.

Expanding the possibilities of application in functional nutrition: Due to the improvement of nutritional and functional properties, fermented mung beans can be used in the composition of products for the prevention and treatment of various diseases (lowering cholesterol levels, normalizing blood pressure, improving gastrointestinal function) [16].

Thus, the study of mung bean fermentation allows us to obtain products with improved

properties, which opens up new possibilities for the use of mung bean in functional and therapeutic and prophylactic nutrition.

Vigna radiata is a very valuable vegetable crop. It has high nutritional properties. An example is the production of *Vigna radiata* in Uzbekistan. Over the past ten years, the area under *Vigna radiata* in this neighboring country has increased from several hundred hectares to 140 thousand hectares. Currently, Uzbekistan exports *Vigna radiata* to China, Saudi Arabia, the Netherlands and other countries at a price of up to 2 US dollars per 1 kg. This is a very favorable price. At the same time, farmers have the opportunity to cultivate *Vigna radiata* as a second crop after winter wheat, i.e. they get two harvests in one field season. Due to this, a colossal economic effect is achieved. Therefore, there is such a great interest in the *Vigna radiata* crop from producers

State policy in the field of nutrition promotes the formation of the value of ecology and food hygiene, the creation of educational programs on healthy nutrition for different categories and groups of the population, which will improve the quality of life of the population, increase life expectancy, and improve the demographic situation in the country. The introduction of special, functional food products into the diet for systematic use by certain groups of the population has a beneficial effect on reducing the risk of occurrence and development of diseases, including those associated with professional activity, maintains and improves health indicators [17].

Conclusion

Currently, research aimed at developing food products with increased nutritional value is relevant. The article presents the parameters of *Vigna radiata* seeds before and after fermentation, and the possibilities of its use in the production of functional foods. The study found that fermented *Vigna radiata* seeds have a balanced chemical and amino acid composition in terms of nutritional properties, which corresponds to modern FAO/WHO recommendations, with the exception of sulfur-containing acids. The functional properties of *Vigna radiata*, i.e. protein solubility, as well as thermal properties, are useful for the food industry. Studies of the functionality of *Vigna radiata* were conducted to develop technologies for new product recipes. The fermentation process made it possible to increase the beneficial properties in the amino acid composition of *Vigna radiata*, which makes it possible to use *Vigna radiata* to create functional foods for various population groups. Thus, *Vigna radiata* proteins and their amino acids are very promising as sources of raw materials for creating new food products.

Active use of *Vigna radiata* in the production of functional food products in our country will allow:

1. Enrich the diet by creating new functional products.
2. Reduce the risk of occurrence and development of diseases associated with vitamin deficiency.
3. Make efficient use of local and available raw materials.
4. Follow the food security program and make a significant contribution.
5. To increase the export potential of Kazakhstan.
6. Improve the health indicators of the nation.

Currently, the only variety of domestic selection approved for use (zoned) in the Republic of Kazakhstan is "Zhasyl Dan" (the originator is the Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing). This variety is a variety of vegetable *Vigna radiata*, at the same time this variety also belongs to leguminous crops. The use of local raw materials is a priority task in the creation and production of food products.

REFERENCES

1. Nutrition [Electronic resource]. -2023.- URL: <https://www.unicef.org/nutrition/> (date of access 04.2024).
2. Karkh D.A., Abbazova V.N. Study of the population's diet as a prerequisite for the development of functional food products. Electronic scientific journal "Science Diary". 2023, No. 12, 9-16 p.
3. Gridneva E.E. Kaliakparova G.Sh. Padalko I.E. Problems of the agricultural market. Food products market. Problems and prospects for the development of the bread and bakery products market in the Republic of Kazakhstan. 2018. January-March.
4. Suleimanova T.Z. Ultra-processed food and its impact on the human body. Trends in the development of science and education. 2023, No. 103/6.
5. Agromart [Electronic resource] Mash is a promising crop for Kazakhstan URL: <https://agromart.kz/mash-perspektivnaya-kultura-dlya-kazahstana> (date accessed 04.2024).
6. Poznyakovsky V.M. Hygienic principles of nutrition and examination of food products: Textbook. - Novosibirsk: Publishing house of Novosibirsk University, 1996. - 432 p.
7. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. Chemical composition of Russian food products: reference book. - Moscow: DeliPrint, 2007. - 148 p.
8. Germination and Early Growth Performances of Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Genotypes Under Salinity Stress/Eylül/Journal of Tekirdag Agricultural Faculty/ September 2020, 17(3),/ Benlioglu, B., Ozkan, U/318-328
9. Bo Li, Xinting Shen, Huifang Shen, Ye Zhou, Xinmiao Yao. Effect of optimized germination technology on polyphenol content and hypoglycemic

activity of mung bean/ / Frontiers in Nutrition/Front. Nutr., 03 April 2023/Volume 10 – 2023/ 20 s

10. Krekoten M.A., Kurchaeva E.E., Tertychnaya T.N., Maksimov I.V. Study of dynamics of biochemical characteristics of Vigna radiata seeds during germination. In the collection: Youth vector of development of agricultural science. Proceedings of the 65th student scientific conference. 2014. P. 212-215

11. Sahil Gupta, Shridhar K. Sathe, Mengna Su, Changqi Liu. Germination reduces black gram (Vigna mungo) and mung bean (Vigna radiata) vicilin immunoreactivity/January 2021, 110217/ / LWT Food Science and Technology/ LWT - Food Science and Technology 135 (2021) 109905

12. I. Perchuk, T. Shelenga, M. Burlyaeva. The Effect of Illumination Patterns during Mung Bean Seed Germination on the Metabolite Composition of the Sprouts. /Plants, 2023 12(21)

13. Kurchaeva E.E. Dynamics of biochemical characteristics of Vigna radiata seeds during germination. Kurchaeva E.E. Pages: 96-100

14. Worldscience: problems and innovations Collection of articles of the XIII International scientific

and practical conference. In 2 parts. Volume Part 1. 2017 Publisher: Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.) (Penza)

15. El-Adawy, Rahma, E.H.; A.A. El-Bedawey, A.E. El-Beltagy. Nutritional potential and functional properties of sprouted mung bean, pea and lentil seeds. Plant Foods Hum.

16. Zhu Yi-Shen1, Sun Shuai Richard FitzGerald. Mung bean proteins and peptides: nutritional, functional and bioactive properties // Food & nutrition -2018- February. R.1-10

17. Cheema Harpreet Kaur, Singh Harkamalpreet, Kaur Sandeep. Comparison of Colored Sticky Traps against Bean Flower Thrips (Karny) (Thysanoptera: Megalurothrips distalis Thripidae) in Summer Mung Bean // Indian Journal of Ecology -2024- No. 51(1) -pp. 206-210.

18. Atmospheric-pressure plasma treated water for seed germination and seedling growth of mung bean and its sterilization effect on mung bean sprouts. /Innovative Food Science & Emerging Technologies. Volume 53, May 2019, pp. 36-44.

МРНТИ 65.29.31

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-61-69>

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВОГО ПОМОЛА ПРОРОЩЕННОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЛАБОРАТОРНОЙ МЕЛЬНИЦЕ LAB MILL

Е.Н. УРБАНЧИК , А.К. ЖУМАЕВА , А.О. БЕКБУСИНОВА* 

(Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Беларусь, 212027, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
Республика Казахстан, 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51)

Электронная почта автора-корреспондента: aidana.bekbusinova@gmail.com*

В статье представлены данные исследования выхода продуктов при сортовом помоле пророщенного и нативного зерна пшеницы. В ходе исследования получены новые данные об основных показателях качества муки из биологически активного зерна пшеницы. Будет доказана целесообразность применения пророщенного зерна пшеницы как альтернативного вида сырья при производстве муки. В качестве объекта исследований применяли озимую пшеницу урожая 2023 года белорусской селекции сорта «Рассвет». Муку, полученную путем помола пророщенной и исходной пшеницы, сравнивали по основным показателям качества. Общий выход муки из пророщенного и исходного зерна пшеницы при сортовом помоле составил 68,7 % и 66,6 % соответственно. Установлено, что выход муки из биологически активного зерна пшеницы на 2,1 % больше, чем из нативного зерна пшеницы. В результате помола получены три сорта муки (высший, первый и второй) из пророщенного и исходного зерна пшеницы. Выход отрубей с дранных систем меньше на 0,3 %, чем выход отрубей с размольных и шлифованных систем на 2,1 %. При оценке качества муки из пророщенного зерна по белизне и зольности превосходила муку из исходного зерна пшеницы.

Ключевые слова: мука, пшеница, биологически активное зерно, пророщенное зерно пшеницы, белизна, зольность, выход муки.

LAB MILL ЗЕРТХАНАЛЫҚ ДИРМЕНДЕ ӨСІРІЛГЕН БИДАЙДЫҢ СОРТТЫ ҰНТАҚТАЛУЫН ЗЕРТТЕУ

Е.Н. УРБАНЧИК, А.Қ. ЖҰМАЕВА, А.О. БЕКБУСИНОВА*

(Беларусь Мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті,
Беларусь, 212027, Могилев қаласы, Шмидт даңғылы, 3
Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,
Қазақстан, 090009, Орал қаласы, Жәңгір хан көшесі, 51)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aidana.bekbusinova@gmail.com*

Мақалада өсірілген және бастапқы бидай дәнін сорттық ұнтақтау кезіндегі өнім шығымы туралы зерттеу деректері келтірілген. Зерттеу барысында биологиялық белсенді бидай дәнінен ұн сапасының негізгі көрсеткіштері бойынша жаңа мәліметтер алынды. Өсірілген бидай дәнін ұн өндірісінде шикізаттың балама түрі ретінде пайдаланудың орындылығы дәлелденетін болады. Зерттеу нысаны ретінде «Рассвет» сортының белорус селекциясының 2023 жылғы күздік бидайы алынды. Өсірілген және бастапқы бидайды ұнтақтау арқылы алынған ұн негізгі сапа көрсеткіштері бойынша салыстырылды. Сорттық ұнтақтау кезінде өсірілген және бастапқы бидай дәндерінен алынған ұнның жалпы шығымы сәйкесінше 68,7 % және 66,6% құрады. Биологиялық белсенді бидай дәнінен ұн шығымы бастапқы бидай дәнінен 2,1 %-ға жоғары екені анықталды. Ұнтақтау нәтижесінде өсірілген және бастапқы бидай дәндерінен ұнның үш сұрыпы (жоғары, бірінші және екінші) алынды. Жыртылған жүйелерден алынған кебек шығымы ұнтақтау жүйелерінен алынған кебек шығымынан 2,1 %-ға 0,3 % аз. Сапаны бағалау кезінде өсірілген дәндерден алынған ұн ақтығы және күлділігі бойынша бастапқы бидай ұнынан жоғары болды.

Негізгі сөздер: ұн, бидай, биологиялық белсенді дән, өсірілген бидай дәндері, ұнның ақтығы, күлділік, ұн шығымы.

STUDYING THE POSSIBILITY OF VARIETAL GRINDING OF GROWN WHEAT AT THE LAB MILL

E. URBANCHIK, A. ZHUMAЕVA., A. BEKBUSINOVA*

(Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Belarus, 212027, Mogilev, 3 Schmidt Ave.
West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan,
Kazakhstan, 090009, Uralsk, Zhangir Khan Street, 51)
Corresponding author e-mail: aidana.bekbusinova@gmail.com*

The article presents the data of the study of the yield of products during varietal milling of sprouted and native wheat grain. The study obtained new data on the main indicators of the quality of flour from biologically active wheat grain. The feasibility of using sprouted wheat grain as an alternative type of raw material in the production of flour will be proven. Winter wheat of the 2023 harvest of the Belarusian selection of the "Rassvet" variety was used as the object of the study. Flour obtained by milling sprouted and original wheat was compared by the main quality indicators. The total yield of flour from sprouted and original wheat grain during varietal milling was 68.7% and 66.6%, respectively. It has been established that the yield of flour from biologically active wheat grain is 2.1% higher than from native wheat grain. As a result of milling, three grades of flour (premium, first and second) were obtained from sprouted and original wheat grain. The yield of bran from torn systems is 0.3% less than the yield of bran from milling and polishing systems by 2.1%. When assessing the quality, flour from sprouted grain was superior in whiteness and ash content to flour from the original wheat grain.

Keywords: flour, wheat, biologically active grain, sprouted wheat grain, whiteness, ash content, flour yield.

Введение

Зерно играет ключевую роль в обеспечении стабильности продовольственной безопасности многих стран, в том числе Республики Казахстан. Оно покрывает значительную часть потребностей населения в продуктах питания, являясь сырьем для

производства хлеба, макаронных изделий, круп и других популярных продуктов повседневного потребления.

Производство и переработка зерна составляют важные отрасли народнохозяйственной системы страны, включая зернопроизводство, элеваторную, мукомольную,

крупяную и кормовую промышленность. Данные отрасли имеют большое стратегическое значение, так как обеспечивают продовольственную безопасность государства.

Таким образом, зерно выступает ключевым компонентом в стабильном обеспечении населения страны основными продуктами питания, а его производство и переработка являются важными элементами национальной экономической системы. [15]. Зерновые культуры занимают значительные объемы, около 72 % всей посевной площади, а также дают более 63 % стоимости от всей сельскохозяйственной продукции [2].

Важнейший продукт переработки зерна — мука, которая является основным сырьем для производства хлеба, хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий. Хлебные изделия благодаря своей высокой пищевой и энергетической ценности, а также относительно невысокой стоимости в настоящее время составляют основу ежедневного рациона. Поэтому эффективная работа мукомольной отрасли имеет большое экономическое и социальное значение для страны.

За январь–октябрь 2023 года в РК произвели 2,7 млн тонн муки из зерновых культур и смесей из них тонкого помола — на 1% больше, чем годом ранее. В региональном разрезе (рис. 1) больше всего муки традиционно выпустили мукомолы Костанайской области: 992,9 тыс. тонн, плюс 8,9% за год. На второй и третьей строчках расположились Северо-Казахстанская область (314,4 тыс. тонн, плюс 11,7% за год) и Шымкент (268,4 тыс. тонн, плюс 16,4%).

Страна также является крупнейшим экспортером муки в регионе по объему, отгружая ее в основном в другие страны Центральной Азии и Афганистан. По итогам января–октября 2023 года экспорт в натуральном выражении составил 1,6 млн. тонн. В страны СНГ отправили 555,1 тыс. тонн муки — на 25,5% больше, чем за январь–октябрь 2022 года. Больше всего казахстанской муки закупил Узбекистан: 440,7 тыс. тонн — на 33,3% больше, чем годом ранее. В тройке основных покупателей казахстанской муки также оказались Таджикистан и Туркменистан [4, 6].

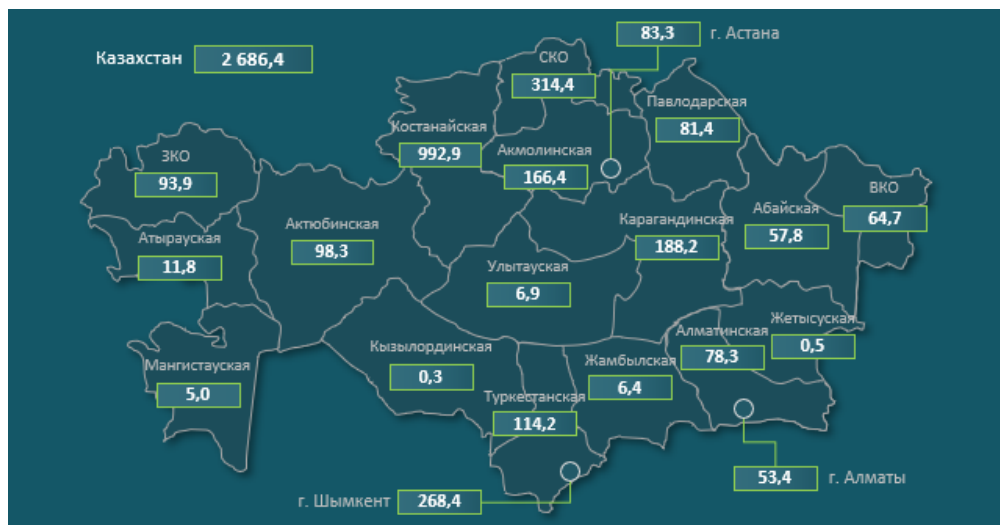


Рисунок 1. Производство муки по регионам за январь–октябрь 2023 г.

Для получения муки в процессе помола применяются преимущественно зерна пшеницы, ржи, тритикале, а также в некоторых странах используются семена кукурузы. В мукомольном производстве эти сырьевые продукты считаются традиционными. [11].

Использование нетрадиционного сырья в производстве продуктов питания является важным аспектом современных тенденций и инноваций.

В последние годы проращивание зерновых культур активно используется для

получения нового сырья, используемого при производстве пищевых продуктов. Это связано с увеличением их пищевой ценности и улучшением усвоения питательных веществ [8, 13, 14].

При проращивании зерен содержание каждого биологически активного вещества значительно увеличивается, так как многие из них необходимы для развития и формирования новых растений. Пищевая ценность пророщенного зерна значительно выше, чем продуктов его переработки, поскольку большая

часть полезных веществ содержится в зерне [10, 12], содержащем витамины группы В, витамин Е, белки с полным аминокислотным составом и жиры. Клетчатка улучшает работу кишечника и нормализует процесс пищеварения. Диетологи рекомендуют употреблять в пищу зерна пшеницы с размером ростка не более 2 мм. Использование пророщенного зерна позволяет разнообразить ассортимент продукции, придать продукту оригинальную палитру вкусов и обогатить их биологически активными веществами, играющими важную роль в профилактике заболеваний [3, 7, 5].

В ходе изучения и анализа научно-технической литературы и патентной информации по теме исследования, выявлено, что при производстве муки из биологически активного зерна пшеницы большинство используют технологию грубого помола.

Целью данной работы является изучение возможности сортового помола пророщенной пшеницы и получение муки.

Задачи – реализовать сортовой помол пророщенной пшеницы на лабораторной мельнице Lab Mill, получить и определить качество муки из биологически активного зерна пшеницы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в лаборатории на базе научно-технологического центра «Техностарт» и научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий.

Для исследования использовалось зерно озимой пшеницы белорусской селекции сорта «Рассвет» урожая 2023 г.

На первом этапе исследования определяли органолептические и физико-химические свойства зерна пшеницы по ГОСТ 9353-2016. Затем исследуемое зерно пшеницы предварительно очищали на сепараторе QUATUOR 2 Chopin.

На втором этапе зерно пшеницы замачивали и проращивали поэтапным водно-воздушным методом. В качестве дезинфицирующих средств применяли марганцовокислый калий (KMgO_4). Проращивали зерно 48 часов с водно-воздушными паузами 8/8. По истечении 48 часов пророщенное зерно отправили на сушку. Сушили зерно 6 часов при температуре 55°C .

На третьем этапе осуществлялся процесс подготовки к помолу пророщенного зерна пшеницы. Гидротермическая обработка зерна – один из основных процессов подготовки его к помолу. Цель гидротермической обработки – повышение выхода и качества готовой продукции на основе оптимизации технологических свойств поступающего в переработку зерна [1]. На данном этапе исследуемое зерно увлажняли до оптимального значения влажности – 15 %.

Следующий этап – помол зерна пшеницы осуществлялся на мельнице Lab-Mill, предназначенной для лабораторного размола зерна мягкой и твердой пшеницы и получения муки и других продуктов размола производственного качества по следующей схеме, которая включает 5 последовательных этапов: 2 этапа дробления, 1 этап шлифования 2 этапа размола (Рис.2) [9].

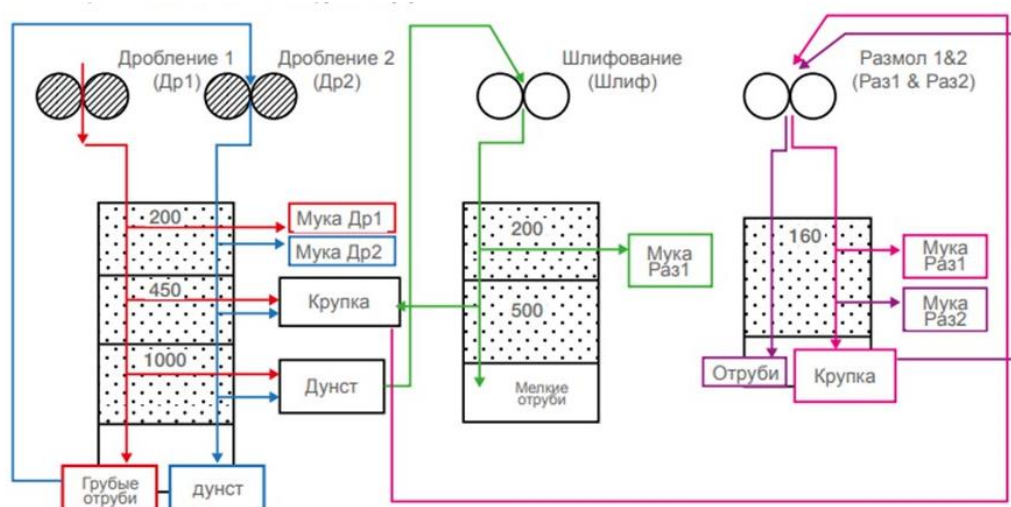


Рисунок 2. Схема помола зерна пшеницы на лабораторной мельнице Lab-Mill

Для сравнения и контроля использовали исходное зерно пшеницы белорусской селекции сорта «Рассвет» урожая 2023 г.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования выхода отдельных фракций продуктов I дранной

системы показали, что выход сростков из биологически активного зерна пшеницы на 3,4 % выше, чем при помоле нативного зерна пшеницы, тем временем снижается количество дунста, крупки и муки на 0,9–1,5 % соответственно (рис.3).

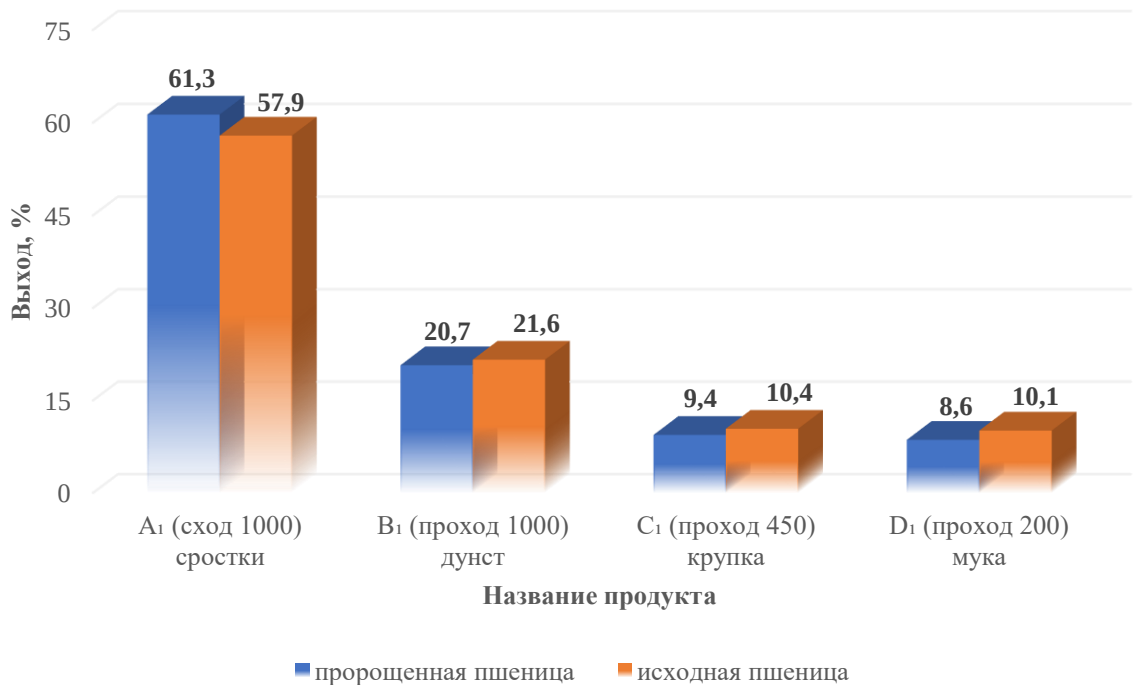


Рисунок 3. Выходы продуктов (I драная система)

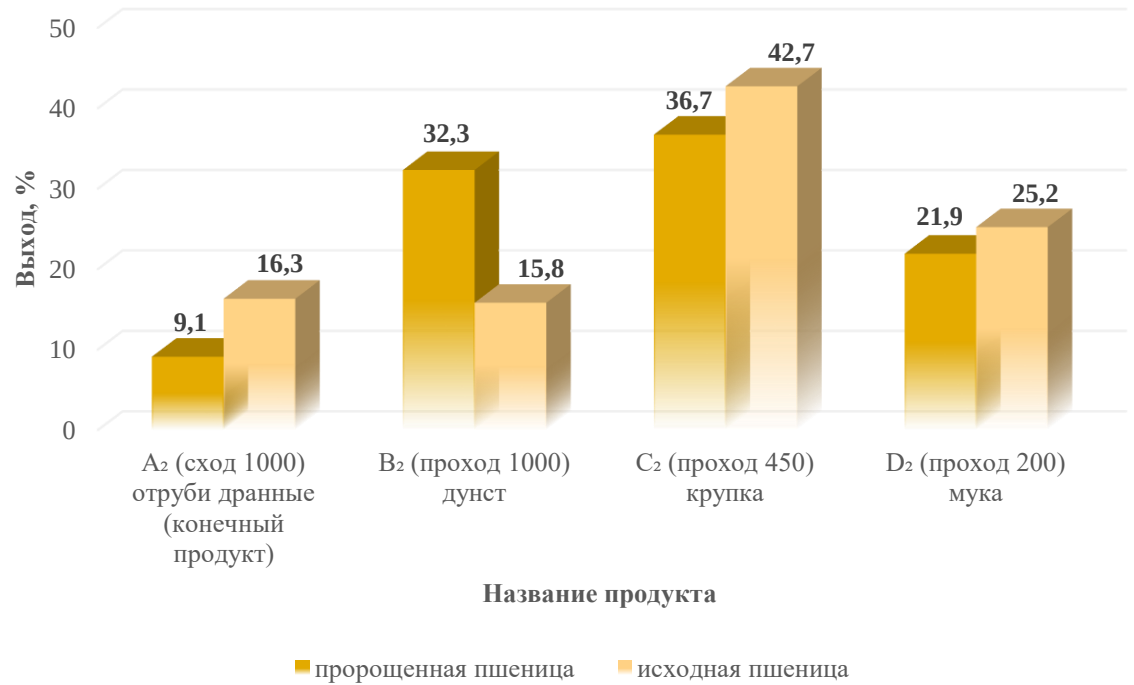


Рисунок 4. Выходы продуктов (II драная система)

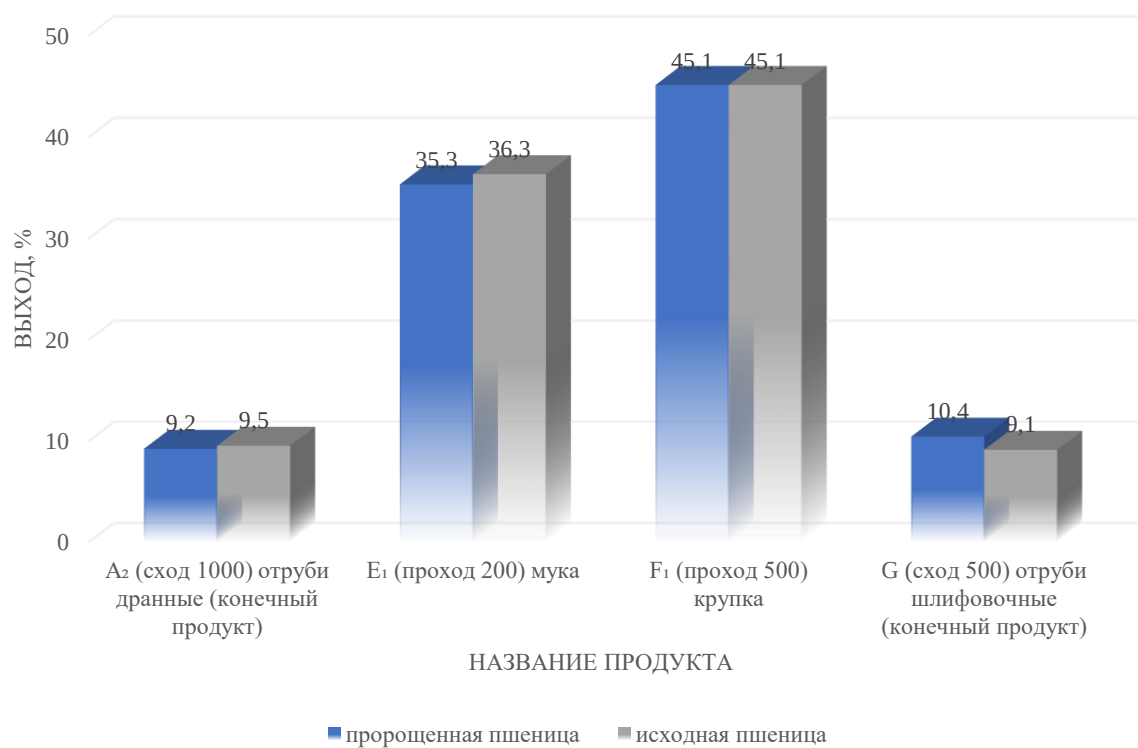


Рисунок 5. Выходы продуктов (I шлифованная система)

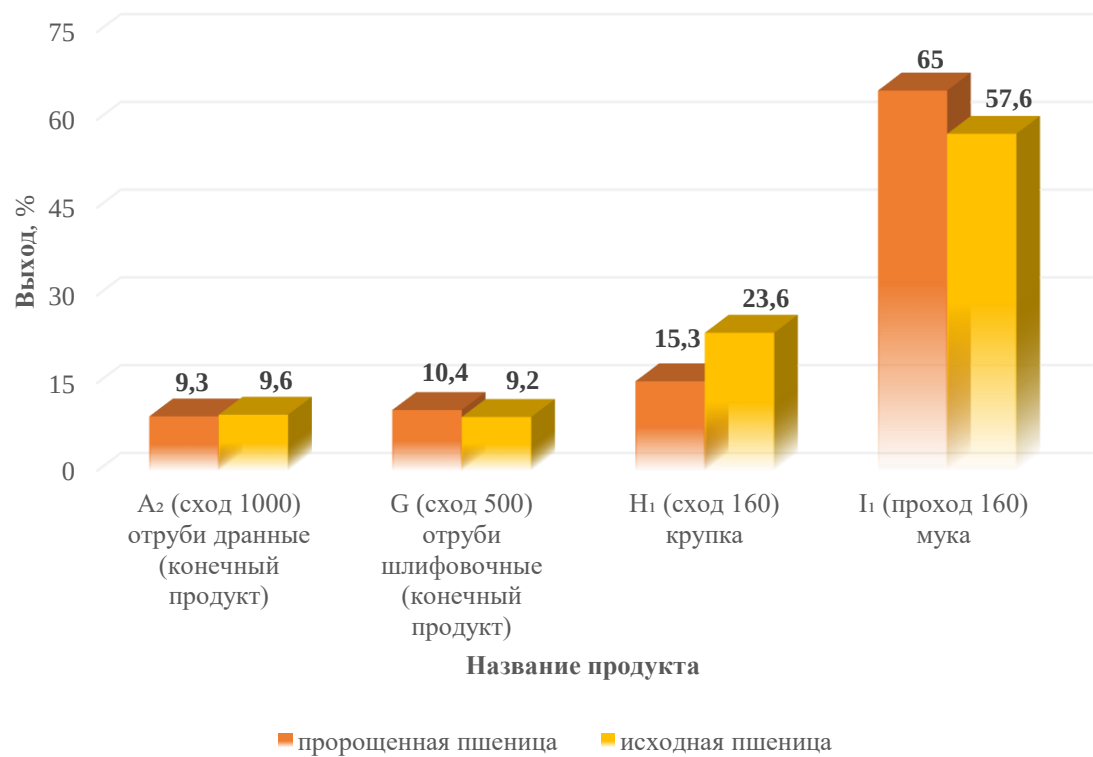


Рисунок 6. Выходы продуктов (I размольная система)

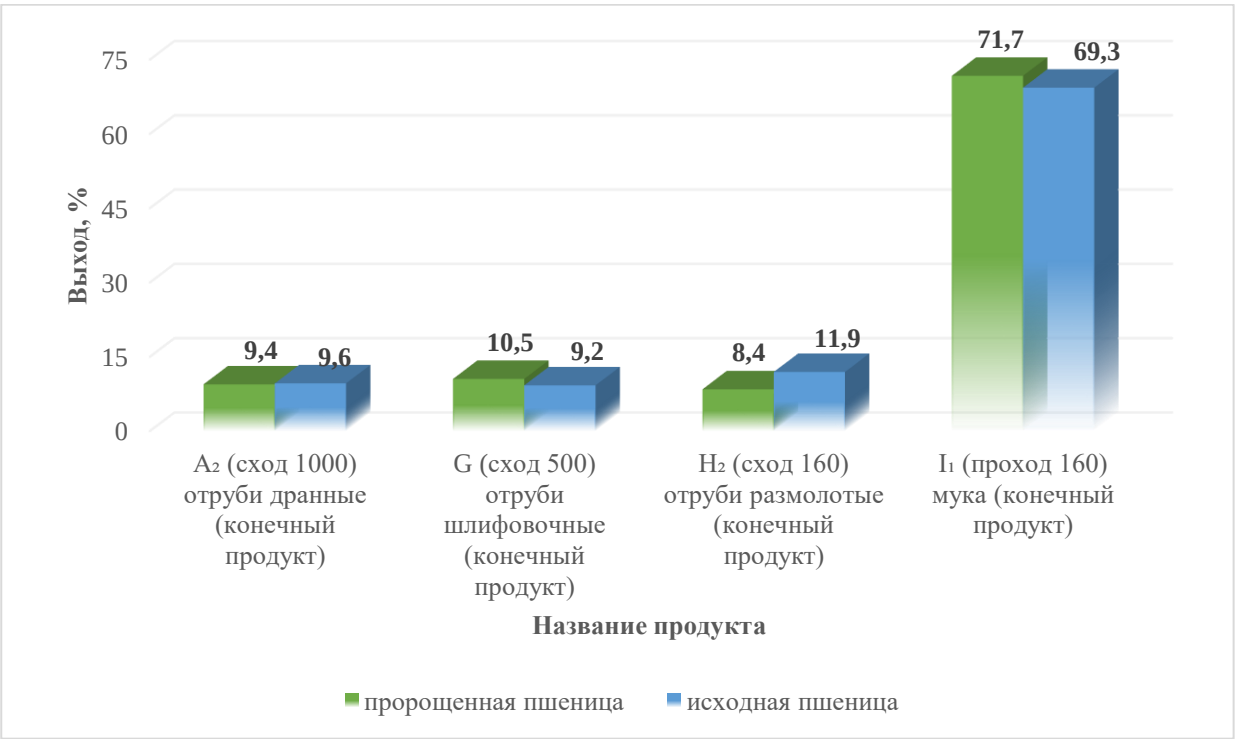


Рисунок 7. Выходы продуктов (II размольная система)

При помоле нативного зерна пшеницы на II дранной системе выход отрубей дранных систем составляет 7,1 %, крупки – 6 % и муки – 3,3 % больше, чем при помоле пророщенного зерна. Однако выход дунста значительно уменьшается по сравнению с пророщенным зерном пшеницы. На этой системе получаем отруби, дранные как конечный продукт.

На II шлифованной системе получаем 3 вида продуктов: муку, крупку и отруби шлифованные. Здесь наблюдается большое количество муки и крупки. Выходы крупки из пророщенного и нативного зерна пшеницы одинаковы – 45,1 %, выход муки из пророщенного зерна ниже на 1 %, а отрубей шлифованных систем больше на 1,3 %, чем из нативного зерна.

На II размольной системе получили 2 продукта – крупку и муку. Выход крупки из пророщенного зерна составил 15,3 %, из нативного зерна – 23,6 %. Выход муки из пророщенного зерна – 65,0 %, из нативного зерна – 57,6 %, то есть больше на 7,4 %.

В процессе дальнейшей переработки продуктов на II размольной системе получили конечный продукт – отруби размолотые и муку. Выход отрубей из пророщенного зерна меньше, чем из нативного на 3,5 %, а выход муки больше на 2,4 %.

Общий выход муки из пророщенного зерна составляет 67,8 %, из нативного – 66,6 %, выход отрубей на драных системах – 8,9 и 9,2 %, выход отрубей на размольных и шлифованных системах – 18,2 и 20,3 % соответственно.

В результате ступенчатого сортового помола пшеницы получили муку из 5 систем, которую объединили в 3 соответствующих сорта по основным качественным показателям. Значения основных показателей качества муки представлены в таблице 1. Муку, полученную из I драной системы, отнесли к 2 сорту, из II драной и II размольных систем к 1 сорту, а муку из I шлифованной и I размольной систем объединили в высший сорт.

Таблица 1. Результаты анализа основных показателей качества муки из пророщенного и исходного зерна пшеницы

Название продукта	Влажность, %		Протеин, %		Зольность, %		ВПС		Белизна, ед. пр.		ЧП, с	
	Исходное зерно	Пророщенное зерно	Исходное зерно	Пророщенное зерно	Исходное зерно	Пророщенное зерно	Исходное зерно	Пророщенное зерно	Исходное зерно	Пророщенное зерно	Исходное зерно	Пророщенное зерно
I драная система	14,5	13,3	19,2	14,8	0,6	0,85	56,1	59,5	29,3	31,8	65	63
II драная система	14,6	13,6	19	17,4	0,7	0,6	53	52,4	36,6	41,6	65	62
I шлифованная система	14,3	13,4	14,9	15,2	0,6	0,5	55,2	53,6	47,4	49,7	95	85
I размольная система	14,3	13,4	16,1	18,5	0,7	0,8	58,8	55,3	45,5	50,7	102	90
II размольная система	14,1	12,8	16	16,2	0,6	0,5	54,8	56,7	48,4	36,8	70	65

Заклучение, выводы

Проведенные исследования позволили определить возможность сортового помола пророщенной пшеницы на лабораторной мельнице Lab Mill, получить новые данные о мукомольных свойствах пророщенного зерна пшеницы. В результате помола из 1000 г пророщенной пшеницы получено 687 г. муки, 89 г. крупных и 182 г. мелких отрубей, а также 666 г муки, 92 г крупных отрубей и 203 г мелких отрубей из 1000 г исходной пшеницы.

Установлено, что выход муки из биологически активного зерна пшеницы больше, чем из исходного зерна пшеницы, а выход отрубей меньше. Проведенный сравнительный анализ показателей качества муки из пророщенного и исходного зерна пшеницы позволяет сделать вывод о том, что мука, полученная из пророщенной пшеницы, лучше по белизне и зольности, чем мука, полученная из исходной пшеницы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асмаев М. П., Марков Ю.Ф., Подгорный С.А. Автоматическое увлажнение зерна на предприятиях мукомольной промышленности // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskoe-uvlazhnenie-zerna-na-predpriyatiyah-mukomolnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 05.06.2024).

2. Бюро национальной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stat.gov.kz/> – Дата доступа: 08.03.2024.

3. Бережная О.В., Дубцов Г.Г., Войно Л.И. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания // Продукция АПК – от поля до прилавка. – 2015. – № 5. – С. 26–29.

4. Главный аграрный сайт Казахстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eldala.kz/novosti/muka/16130-kazakhstan-eksportiroval-bolee-1-mln-tonn-muki#>: – Дата доступа: 08.03.2024.

5. Najafabadi L.I., Le-Bail A., Hamdami N., Monteauet JY. Impact of bacing conditions and storage temperature on staling of fully and part-baked Sangak bread // Journal of cereal science. – 2014. – № 60. – P. 151-156.

6. Мониторинговое агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energyprom.kz/ru/articles-ru/markets-ru/v-kakie-strany-kazakhstan-eksportiruet-bolshe-vsego-muki/> – Дата доступа: 08.03.2024.

7. Матвеева Т. В., Корячкина С.Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения // Научные основы, технологии, рецептуры: учебное пособие. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2016. – 360 с. – ISBN 978-5-98879-186-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/69879> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Naumenko N., Potoroko I., Kalinina I., Fatkullin R., Ivanisova E. The Influence of the Use of Whole Grain Flour from Sprouted Wheat Grain on the Rheological and Microstructural Properties of Dough and Bread // Int J Food Sci. – 2021. doi: 10.1155/2021/7548759. PMID: 34368343; PMCID: PMC8337106.

9. Отраслевые лаборатории / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2021. – 430 с.

10. Оболенский Н.В., Веселова А.Ю., Гусева А.О. Натуральные пищевые обогатители – средство повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий // Вестник НГИЭИ. – 2012. – №4. – С. 92-100.

11. Сеит А.С., Ермекбаев С.Б. Производство муки из нетрадиционного сырья // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017034912> (дата обращения: 02.06.2024).

12. Убанчик Е.Н., Шаршунова В.А., Галдова М.Н., Шустова Л.В. Динамика свойств зерна овса и гречихи в технологии проращивания // Вестник АТУ. – 2022. – № 4. – С. 106–114.

13. Hidalgo A., Brandolini A. Bread from wheat flour // Reference module in food science. –2014. – P. 303-308.

14. Хузин Ф.К., Канарская З.А., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного пророщенного зерна пшеницы // Вестник ВГУИТ. – 2017. – № 1. – С. 178–187.

15. Экономика производства зерна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.net/1501643/ekonomika/ekonomika_proizvodstva_zerna#google_vignette – Дата доступа 04.06.2024.

REFERENCES

1. Asmaev M. P., Markov YU.F., Podgorniy S.A. Avtomaticheskoe uvlazhnenie zerna na predpriyatiyah mukomol'noj promyshlennosti [Automatic grain moistening in flour milling industry]. Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2005, no 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskoe-uvlazhnenie-zerna-na-predpriyatiyah-mukomolnoy-promyshlennosti> (data obrashcheniya: 05.06.2024).

2. Byuro nacional'noj statistiki [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://stat.gov.kz/> – Data dostupa: 08.03.2024.

3. Berezhnaya O.V., Dubcov G.G., Vojno L.I. Prorostki pshenicy – ingredient dlya produktov pitaniya [Wheat sprouts - food ingredient]. Produkciya APK – ot polya do prilavka–Russia. 2015, no 5, pp. 26–29.

4. Glavnyj agrarnyj sayt Kazahstana [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://eldala.kz/novosti/muka/16130-kazahstan-eksportiroval-bolee-1-mln-tonn-muki#>: – Data dostupa: 08.03.2024.

5. Najafabadi L.I., Le-Bail A., Hamdami N., Monteauet JY. Impact of bacing conditions and storage temperature on staling of fully and part-baked Sangak bread // Journal of cereal science. – 2014. – № 60. – P. 151-156.

6. Monitoringovoe agentstvo [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://energyprom.kz/ru/articles-ru/markets-ru/v-kakie-strany-kazahstan-eksportiruet-bolshe-vsego-muki/> – Data dostupa: 08.03.2024.

7. Matveeva T. V., Koryachkina S.YA. Muchnye konditerskie izdeliya funkcional'nogo naznacheniya

[Functional flour confectionery products]. Nauchnye osnovy, tekhnologii, receptury: uchebnoe posobie–Russian. – Sankt-Peterburg: GIOR, 2016. – 360 s. – ISBN 978-5-98879-186-7. – Tekst: elektronnyj // Lan': elektronno-bibliotecnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/69879> (data obrashcheniya: 06.06.2024). – Rezhim dostupa: dlya avtoriz. pol'zovatelej.

8. Naumenko N., Potoroko I., Kalinina I., Fatkullin R., Ivanisova E. The Influence of the Use of Whole Grain Flour from Sprouted Wheat Grain on the Rheological and Microstructural Properties of Dough and Bread // Int J Food Sci. – 2021. doi: 10.1155/2021/7548759. PMID: 34368343; PMCID: PMC8337106.

9. Otrasleye laboratorii [Электронный ресурс]. pod red. A. G. SHumilina. – Minsk: GU «BelISA», 2021. – 430 s.

10. Obolenskij N.V., Veselova A.YU., Guseva A.O. Natural'nye pishchevye obogatiteli – sredstvo povysheniya pishchevoj i biologicheskoy cennosti hlebobulochnyh izdelij [Natural food fortifiers – a means of increasing the nutritional and biological value of bakery products]. Vestnik NGIEI–Russian. 2012, no 4, pp. 92-100.

11. Seit A.S., Ermekbaev S.B. Proizvodstvo muki iz netradicionnogo syr'ya [Production of flour from non-traditional raw materials]. Materialy IX Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum»–Russian. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017034912> (data obrashcheniya: 02.06.2024).

12. Ubanchik E.N., SHarshunova V.A., Galdova M.N., SHustova L.V. Dinamika svojstv zerna ovsa i grechihy v tekhnologii prorashchivaniya [Dynamics of properties of oat and buckwheat grains in germination technology]. Vestnik ATU–Russian. – 2022. – № 4. – S. 106–114.

13. Hidalgo A., Brandolini A. Bread from wheat flour // Reference module in food science. –2014. – P. 303-308.

14. Huzin F.K., Kanarskaya Z.A., Ivleva A.R., Gematdinova V.M. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva hlebobulochnogo izdeliya na osnove izmel'chennogo proroshego zerna pshenicy [Improving the technology of production of bakery products based on crushed sprouted wheat grain]. Vestnik VGUIT–Russian. 2017, no 1, pp. 178–187.

15. Ekonomika proizvodstva zerna [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://studwood.net/1501643/ekonomika/ekonomika_proizvodstva_zerna#google_vignette – Data dostupa 04.06.2024.

ВЛИЯНИЕ ЛЬНЯНОГО ЖМЫХА И ПИВНОЙ ДРОБИНЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

М.Е. БЕКБОЛАТОВА *, Н.С. МАШАНОВА 

(Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62)
Электронная почта автора-корреспондента: m.bekbolatova@kipd.kz*

Использование вторичных растительных ресурсов, таких как жмыхи и выжимки растений является актуальной задачей в пищевой промышленности. Пивная дробина является одним из основных отходов пивоваренной промышленности. Льняной жмых получают путем выжимки льняного семени при производстве масла. Оба сырья отличаются тем, что содержат высокое количество белка, клетчатки и витаминов, и не содержат антипитательных веществ, таких как фитаты или ингибиторы трипсина, например, как у соевого жмыха. Целью исследования является изучение воздействия льняного жмыха и пивной дробины на органолептические и физико-химические показатели пшеничного хлеба. Применение вторичного растительного сырья в производстве хлеба позволяет создать продукт с высокими органолептическими свойствами и обогатить пшеничный хлеб питательными веществами. В процессе исследования влияния пивной дробины и льняного жмыха было испечено 2 партии по 7 образцов с добавлением вторичного растительного сырья от 5 до 30 %. Посредством органолептической и физико-химической оценки были выбраны образцы, параметры которых соответствуют ГОСТ. Определены параметры технологического процесса для приготовления формового хлеба с использованием пара. Результаты исследования указывают на значительное влияние добавок на внешний вид, цвет и текстуру мякиша хлеба, сохраняя при этом его вкусовые и ароматические характеристики. Эти результаты позволяют предположить о возможности оптимизации состава хлеба с использованием экономически выгодных вторичных сырьевых компонентов, что представляет интерес для производителей и исследователей в области пищевой промышленности

Ключевые слова: хлеб пшеничный, льняной жмых, пивная дробина, качественные показатели.

ЗЫҒЫР ЖМЫХ ПЕН СЫРА ҚАЛДЫҒЫ БИДАЙ НАНЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІ

М.Е. БЕКБОЛАТОВА*, Н.С. МАШАНОВА

(С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті КеАҚ, 010000,
Қазақстан Республикасы, Астана қ., Жеңіс д-лы, 62)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: m.bekbolatova@kipd.kz*

Екіншілік өсімдік ресурстарын, мысалы, өсімдік жмыхтарын және сығындыларды пайдалану азық-түлік өнеркәсібінде өзекті мәселе болып табылады. Сыра өндірісінің қалдықтарының бірі болып табылатын сыра қалдығы, ал зығыр жмыхы май өндіру кезінде зығыр тұқымын сығу арқылы алынады. Бұл шикізаттың екеуі де ақуыз, талшық және витаминдердің көп мөлшерін қамтиды және соя жмыхында кездесетін фитаттар немесе ингибиторы трипсина сияқты анти-питательдік заттарды құрамайды. Зерттеудің мақсаты – зығыр жмыхы мен сыра қалдығының бидай нанның органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу. Екіншілік өсімдік шикізатын нан өндірісінде пайдалану өнімнің жоғары органолептикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді және бидай нанын қоректік заттармен байытады. Зерттеу барысында екіншілік өсімдік шикізатымен 5%-дан 30%-ға дейінгі қосылымдарымен екі партия нан пісірілді, әр партияда жеті үлгіден болды. Органолептикалық және физико-химиялық бағалау арқылы ГОСТ стандарттарына сәйкес келетін үлгілер таңдалды. Бу қолданып қалыпты нанды дайындау технологиялық процестің параметрлері анықталды. Зерттеу нәтижелері қоспалардың нанның сыртқы түріне, түсіне және құрылымына айтарлықтай әсер ететінін, дәмдік және ароматтық сипаттамаларын сақтай отырып көрсетеді. Бұл нәтижелер нан құрамын экономикалық жағынан тиімді екіншілік шикізат компоненттерін пайдалану арқылы оңтайландыру мүмкіндігін көрсетеді, бұл азық-түлік өнеркәсібіндегі өндірушілер мен зерттеушілер үшін қызығушылық тудырады.

Негізгі сөздер: бидай наны, зығыр жмых, сыра ұнтағы, сапа көрсеткіштері.

INFLUENCE OF FLAXSEED CAKE AND BREWER'S GRAIN ON THE CHARACTERISTICS OF WHEAT BREAD

M.Y. BEKBOLATOVA*, N.S. MASHANOVA

(Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Ave., 62)

Corresponding author e-mail: m.bekbolatova@kipd.kz*

The utilization of secondary plant resources, such as plant cakes and press residues, is a pressing issue in the food industry. Brewers' spent grain is one of the main by-products of the brewing industry, while flaxseed meal is obtained by pressing flaxseed during oil production. Both materials are distinguished by their high content of protein, fiber, and vitamins, and they do not contain anti-nutritional substances such as phytates or antitrypsin, which are found in soybean meal. The aim of this study is to examine the impact of flaxseed meal and brewers' spent grain on the organoleptic and physicochemical properties of wheat bread. The application of secondary plant raw materials in bread production allows the creation of a product with high organoleptic qualities and enriches wheat bread with nutrients. During the research, two batches of bread were baked, each with seven samples containing secondary plant raw materials in concentrations ranging from 5% to 30%. Organoleptic and physicochemical evaluations were used to select samples whose parameters meet GOST standards. The technological process parameters for preparing pan bread with the use of steam were determined. The study results indicate a significant impact of the additives on the appearance, color, and texture of the bread crumb while maintaining its taste and aromatic characteristics. These results suggest the possibility of optimizing bread composition using cost-effective secondary raw material components, which is of interest to producers and researchers in the food industry.

Keywords: wheat bread, flaxseed meal, brewer's spent grain, quality indicators.

Введение

В последние годы в Казахстане наблюдается рост интереса к функциональному питанию, параллельно с мировыми тенденциями, где потребители все более осознанно подходят к вопросам здоровья и питания.

Функциональное питание, развиваемое с конца 20 века, представляет собой продукты естественного происхождения, которые способствуют улучшению физического здоровья и общего благополучия. Они не только вкусны, но и обладают полезными свойствами [1].

Однако, несмотря на растущий интерес к такому питанию, цены на функциональные продукты в Казахстане обычно значительно выше, что создает препятствия для их доступности, особенно для социально уязвимых групп. Поэтому разработка более доступных вариантов функциональных продуктов, включая хлеб, является ключевым вопросом для рынка питания в стране.

Хлеб занимает третье место по уровню потребления среди населения Казахстана. Поэтому создание доступного функционального хлеба становится важной задачей, которая имеет потенциал повысить общественное здоровье. Разработка технологий для включения функциональных ингредиентов в состав хлеба способствует расширению

ассортимента продуктов и обеспечивает доступность для всех категорий населения [2].

В процессе промышленной и мелкомасштабной переработки растительных продуктов образуется значительное количество побочных продуктов, таких как пшеничные отруби, остатки овощей, а также жмыхи из льна и семечек подсолнечника. Эти материалы обычно либо используются в кормлении скота, либо выбрасываются на свалки, несмотря на их потенциальную пищевую ценность. К примеру, выжимки из семян подсолнечника, сои, рапса и других масличных культур также содержат важные питательные вещества [3].

Промышленное производство пива приводит к образованию пивной дробины, которая также является значимым побочным продуктом. В некоторых странах, таких как Германия и США, эти побочные продукты уже успешно используются в пищевой промышленности, включая производство хлеба, что позволяет снизить отходы и улучшить питательную ценность продуктов [4].

Пивная дробина является побочным продуктом пивоваренной промышленности, состоящим из дробленых зернопродуктов и солода, оставшихся после фильтрования затора. Этот материал, на долю которого приходится примерно 85% от общего объема твердых отходов пивоварения, обладает

несколькими важными преимуществами для использования в хлебопечении:

1. Высокое содержание белка: Пивная дробина содержит значительное количество белка, что способствует улучшению аминокислотного профиля хлеба. Белок играет важную роль в структуре и текстуре хлеба, улучшая его питательные свойства.

2. Диетическая клетчатка: Содержание диетической клетчатки в пивной дробине составляет примерно 3:7, что способствует улучшению пищеварения и снижению риска заболеваний желудочно-кишечного тракта. Клетчатка также улучшает текстуру хлеба, делая его более плотным и питательным.

3. Экологическая устойчивость: Использование пивной дробины способствует снижению объемов отходов пивоваренной промышленности, что уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. Это также способствует более эффективному использованию природных ресурсов.

4. Отсутствие вредных веществ: Пивная дробина не содержит вредных веществ, что делает её безопасной для использования в пищевой промышленности [5,6].

Льняной жмых является побочным продуктом производства масла из льна методом холодного прессования. Этот продукт также обладает несколькими важными преимуществами для использования в хлебопечении:

1. Высокое содержание незаменимых аминокислот: Белок льняного жмыха характеризуется полным набором незаменимых аминокислот, что делает его ценным источником питания. Глутаминовая кислота, присутствующая в большом количестве, усиливает вкус и аромат хлеба.

2. Жирнокислотный состав: Льняной жмых содержит высокий уровень α -линоленовой кислоты (около 54,9% от суммы жирных кислот), которая является важной для поддержания здоровья сердечно-сосудистой системы и обладает противовоспалительными свойствами.

3. Минеральный состав: Льняной жмых богат макро- и микроэлементами, такими как калий, магний, железо и цинк. Эти минералы необходимы для поддержания различных физиологических функций организма и улучшения общего здоровья.

4. Экономическая доступность: Льняной жмых имеет низкую стоимость по сравнению с семенами льна, что делает его экономически выгодным для использования в хлебопечении.

Использование пивной дробины и льняного жмыха в технологии хлебопечения оказывает положительное влияние на различные аспекты качества пшеничного хлеба:

1. Пищевая ценность: Добавление пивной дробины и льняного жмыха повышает содержание белка, клетчатки и незаменимых жирных кислот в хлебе, улучшая его питательную ценность.

2. Текстура и структура: Эти добавки способствуют улучшению текстуры и структуры хлеба, делая его более плотным и питательным. Клетчатка, содержащаяся в добавках, улучшает удержание влаги, что положительно сказывается на мягкости и свежести хлеба.

3. Аромат и вкус: Пивная дробина и льняной жмых усиливают аромат и вкус хлеба благодаря присутствию различных биоактивных соединений, таких как глутаминовая кислота и полифенолы.

4. Экологическая устойчивость: Использование вторичных растительных ресурсов способствует снижению отходов и более эффективному использованию природных ресурсов, что является важным аспектом устойчивого производства [7,8].

В Казахстане, как и во многих других странах, эффективное использование вторичного растительного сырья является актуальной задачей исследований. Поиск инновационных технологий для утилизации этих побочных продуктов поможет не только сократить загрязнение окружающей среды, но и создать новые пищевые продукты с повышенной питательной ценностью. Кроме того, использование таких вторичных отходов в производстве хлеба может сократить расходы на производство и улучшить доступность функциональных продуктов для всех слоев населения.

Материалы и методы исследований

Для исследований были выбраны пивная дробина и льняной жмых в связи с их уникальным составом и питательными свойствами. Пивная дробина содержит значительное количество белка, витаминов группы В, таких как тиамин, рибофлавин и ниацин, а также минералов, включая кальций, магний и калий. Этот состав делает пивную дробину ценным источником питательных веществ, которые могут быть использованы для обогащения пищевых продуктов [9].

Льняной жмых, с другой стороны, богат растворимыми и нерастворимыми диетическими волокнами, омега-3 жирными кислотами и антиоксидантами. Эти компоненты способствуют улучшению пищеварения, снижению уровня холестерина в крови и поддержанию здоровья сердца. Кроме того, льняной жмых содержит значительное количество линганов, фитохимических соединений, имеющих антиоксидантные и противовоспалительные свойства [10].

Важно отметить, что и пивная дробина, и льняной жмых не содержат антипитательных веществ, таких как фитаты или танины, которые могут снижать усвоение питательных веществ организмом. Это делает их идеальными кандидатами для использования в

пищевой промышленности с целью обогащения пищевых продуктов без угрозы снижения их пищевой ценности [11,12].

Для изучения влияния функциональных добавок на хлеб было испечено шесть образцов с добавлением пивной дробины в диапазоне от 5% до 30% и шесть образцов с добавлением льняного жмыха в том же диапазоне концентраций. Каждый образец был приготовлен из муки первого сорта с использованием унифицированной рецептуры, которая включала 500 граммов муки, 7,5 грамма соли, 10 граммов сахара и 5 граммов дрожжей. Рецептуры хлеба представлены в таблице 1

Таблица 1. Рецептуры хлеба

Сырьевой состав	Образец												
	Контроль	Льняной жмых						Пивная дробина					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, г	500	475	450	425	400	375	350	500	500	500	500	500	500
Льняной жмых, г	-	25	50	75	100	125	150	-	-	-	-	-	-
Пивная дробина, г	-	-	-	-	-	-	-	25	50	75	100	125	150
Соль, г	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Сахар, г	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Дрожжи, г	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

При разработке рецептуры хлеба пшеничного с льняным жмыхом и пивной дробинкой была использована стандартная технология производства безопасным способом, с некоторыми корректировками.

Приготовление функционального хлеба с использованием льняного жмыха и пивной дробины требует предварительной подготовки функциональных добавок. Рассмотрим процесс получения и подготовки льняного жмыха и сухой пивной дробины для использования в производстве хлеба.

Льняной жмых получался в условиях лаборатории в процессе изготовления льняного масла. Для этого использовались технологические процессы экстракции масла из семян льна. Полученный жмых содержит значительное количество растворимых и нерастворимых диетических волокон, омега-3 жирных кислот и антиоксидантов, что делает его ценным компонентом для функционального хлеба. [13]

Сухая пивная дробина была использована в исследовании вместо сырой пивной дробины.

Это решение было принято на основе обзора литературы, который показал, что сухая пивная дробина идентична по составу сырой. Пивная дробина является побочным продуктом пивоваренного производства. Процесс получения сухой пивной дробины включает в себя следующие шаги:

- Отделение пивного суслу от твердых остатков (дробины) после процесса варки суслу.
- Сушка дробины до получения сухого состояния.
- Молотковая мельница для измельчения сухой дробины до необходимой консистенции.

Таким образом, полученная сухая пивная дробина сохраняет питательные функциональные свойства своего сырья и готова к использованию в производстве хлеба.

Льняной жмых и пивную дробину измельчали на лабораторной мельнице и проводили через сито для удаления нежелательных включений. Для приготовления функционального хлеба с использованием льняного жмыха и пивной дробины сначала взвешивались мука,

соль, сахар, дрожжи, льняной жмых и пивная дробина.

Далее, согласно безопасному способу, все сухие ингредиенты смешивались вместе, после чего добавлялась вода и происходило перемешивание на планетарном миксере до образования однородного теста. После замешивания тесто подвергалось брожению в течении 5-7 мин. Затем производилась обминка, после чего процесс брожения продолжался еще 5-7 минут.

После этого тесто отправлялось в расстоечный шкаф при температуре 34-35°C на 40 минут, в результате тесто увеличивалось вдвое. Температура в печи поддерживалась в пределах 180-200°C в течение всего времени выпекания, что обеспечивало равномерное пропекание хлеба и формирование хрустящей корки. Такой температурный режим позволял достичь оптимального сочетания влажности и тепла для формирования желаемых текстуры и внешнего вида готового продукта.

После выпечки образцы остывали, после чего проводилась органолептическая и физико-

химическая оценка согласно ГОСТ, которые проводились не раньше, чем через 4 часа после приготовления, и не позже, чем через 24 часа после выпечки согласно ГОСТ [14].

Результаты и их обсуждение

Для оценки качества хлеба с добавками была использована органолептическая оценка. В этом эксперименте 10 обученных участников, имеющих опыт в дегустации, оценивали хлеб с добавками по 5-балльной шкале. Органолептическая оценка включала в себя такие характеристики, как внешний вид, вкусовые качества и текстура хлеба. Каждый участник оценивал каждый образец, и затем средний балл был рассчитан для каждого образца. Такой подход позволял получить объективные данные о восприятии потребителями хлеба с добавками и определить предпочтения в отношении его качества. На рисунке 1 и 2 представлены образцы хлеба с добавлением льняного жмыха и пивной дробины соответственно, выпеченных по предложенным рецептурам, представленным в таблице 1.

Рисунок 1. Внешний вид выпеченных образцов хлеба с добавлением льняного жмыха: КО- контрольный образец

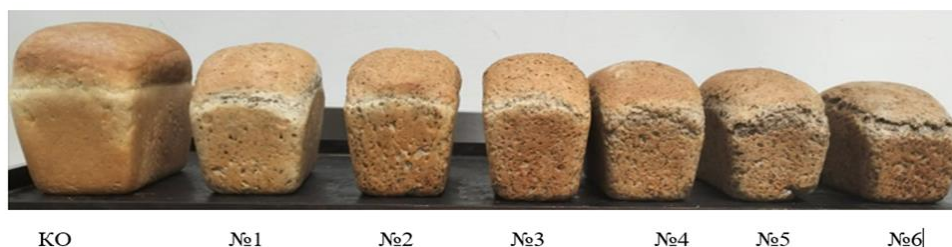


Рисунок 2. Внешний вид выпеченных образцов хлеба с добавлением сухой пивной дробины: КО- контрольный образец

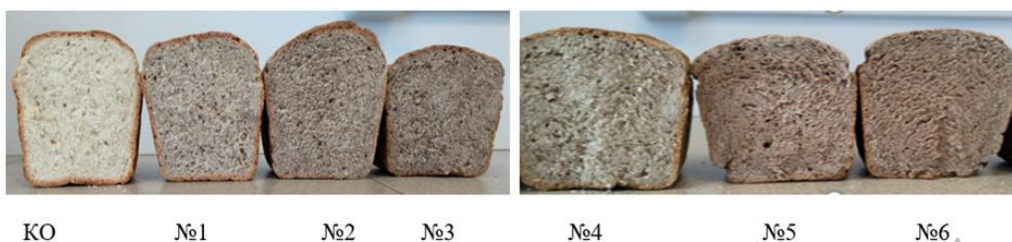


Таблица 2. Средние значения показателей качества образцов хлеба

Образец	Баллы								
	Форма	Поверхность	Цвет	Поперечность	Промес	Пористость	Вкус	Запах	Сумма баллов
КО	4,7	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	37,4
1 л.ж.	4,6	4,8	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	37,5
2 л.ж.	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,7	36,5
3 л.ж.	4,5	4,3	4,5	4,3	4,5	4,5	4,6	4,5	35,7
4 л.ж.	4,3	4,2	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2	4,0	33,3
5 л.ж.	4,0	4,2	4,1	4,0	4,2	4,2	4,0	3,9	32,6
6 л.ж.	3,5	3,8	3,9	3,3	4,1	3,2	3,3	4,2	29,3
1 п.д.	4,5	4,7	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	36,1
2 п.д.	4,3	4,4	4,2	4,4	4,3	4,0	4,3	4,2	34,1
3 п.д.	3,9	3,8	3,9	3,7	4,1	3,2	3,3	4,2	30,1
4 п.д.	3,5	3,7	3,7	3,3	4,1	3,3	3,7	4,0	29,3
5 п.д.	3,5	3,5	3,5	3,3	4,0	3,3	3,2	3,4	27,7
6 п.д.	3,4	3,5	3,5	3,0	3,9	3,1	3,0	3,0	26,4

*КО- контрольный образец, л.ж.- хлеб с добавлением льняного жмыха, п.д.- хлеб с добавлением сухой пивной дробины

Из результатов органолептической оценки качества хлеба (таб. 2), произведенного с добавлением различных добавок, видно, что в целом оценки показателей вкуса, запаха и пористости улучшились по сравнению с контрольным образцом. Наилучшие показатели были у образца с добавлением льняного жмыха в дозировке 5%, который набрал 37,5 из 40 баллов. Из образцов с добавлением пивной дробины образец №1 п.д. (5% добавленной пивной дробины) набрал 4,5 баллов, что соответствует ГОСТ 31805-2018. Обе добавки придают хлебу особый аромат и вкусные нотки, что делает его более привлекательным для потребителей [15].

По оценке "формы" обнаружено, что образцы с добавлением как льняного жмыха, так и пивной дробины в дозировке 5%, получили высокие баллы (4,6 и 4,7 соответственно). Цвет этих образцов был золотистым с равномерным распределением добавок.

По оценке показателей "пропеченность" и "промес" образцы №1 с добавлением льняного жмыха и пивной дробины получили самые высокие баллы согласно стандарту ГОСТ 31805-2018. Мякиш обоих образцов был

пропеченным, не влажным на ощупь, и после легкого надавливания пальцами принимал первоначальную форму. Комочков и следов непромеса в образцах не обнаружено.

По показателю "пористость" образец №1 с льняным жмыхом имел высокую оценку (4,7 балла), характеризуясь развитой пористостью без пустот и уплотнений, равномерной структурой, хотя поры были немного крупнее, чем у контрольного образца. Образец с пивной дробинкой также имел развитую пористость без пустот и уплотнений, с равномерной структурой.

Полученный готовый хлеб с дозировкой льняного жмыха муки 5 %, 10% и 15% имел хороший внешний вид (цвет мякиша), эластичность, поверхность без трещин и надрывов. Вкус и запах образца №1 с льняным жмыхом оценили по 4,7 балла, характеризуя их как свойственные данному виду изделия, с приятным запахом и слегка сладковатым вкусом. В образце с пивной дробинкой вкус был ореховым, что также оценилось на высокий балл по стандарту. Обе добавки придают хлебу особый аромат и вкусные нотки, что делает его более привлекательным для потребителей.

Таким образом, оба образца соответствуют требованиям ГОСТ 31805-2018 по указанным показателям, обеспечивая высокое качество хлеба.

Таблица 3. Результаты проведения физико-химических испытаний для разработанных образцов хлеба

	Показатель		
	Влажность мякиша, %	Кислотность мякиша, град. кислотности	Пористость, %
ГОСТ 31805-2018	19-52	3,5	68
КО	38,0	2,8	68,5
1 л.ж.	33,4	3,3	68
2 л.ж.	23,6	3,5	62,4
3 л.ж.	36,8	3,7	61,8
4 л.ж.	38,8	3,9	55,6
5 л.ж.	39,0	4,0	56,7
6 л.ж.	38,6	4,5	52,8
1 п.д.	38,5	3,4	65,2
2 п.д.	40,0	3,6	57,6
3 п.д.	41,14	3,8	52,1
4 п.д.	42,09	4,0	53,33
5 п.д.	45,6	4,5	40,9
6 п.д.	47,7	4,7	35,4

На линейной диаграмме выше представлены все показатели (форма, поверхность, цвет, поперечность, промес, пористость, вкус, запах и сумма баллов) для контрольного образца, а также образцов с льняным жмыхом и пивной дробинкой.

Каждая линия соответствует одному из показателей, а метки на оси X представляют различные образцы. Это позволяет сравнить, как различные добавки и их процентное содержание влияют на каждый показатель в динамике.

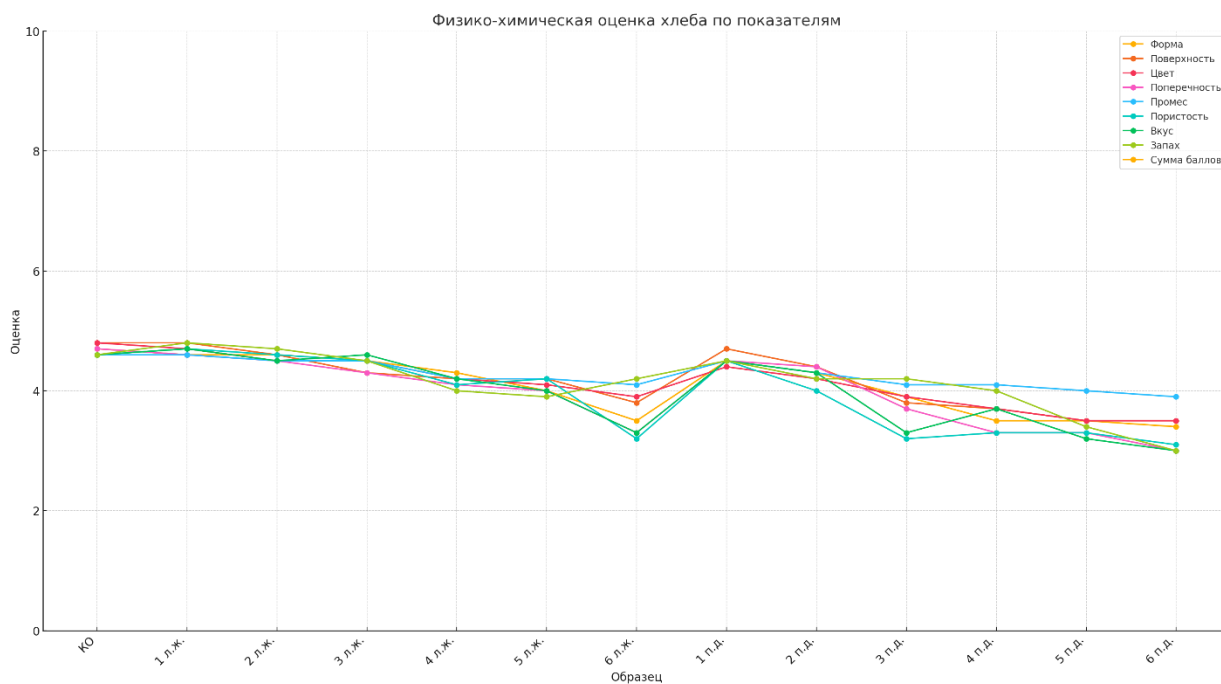


Рисунок 3. Физико-химическая оценка хлеба по показателям

При сравнительном анализе результатов исследования образцов хлеба по показателям влажности, кислотности и пористости, обнаружено, что значения для образцов №1 и №2 с добавлением льняного жмыха (5% и 10% соответственно) находятся в пределах допустимых норм и удовлетворяют требованиям стандарта. Однако показатель пористости для образца №1 с добавлением пивной дробины (5%) немного ниже стандартных значений, хотя кислотность и пористость соответствуют стандарту.

Хлеб с добавлением льняного жмыха и пивной дробины соответствует требованиям ГОСТ 31805-2018 по органолептическим и физико-химическим показателям, и между собой образцы не имеют значительных различий.

Заключение, выводы

В результате исследования влияния добавления льняного жмыха и пивной дробины в дозировке от 5% до 30% на качество хлеба мы получили интересные выводы. Органолептическая оценка показала, что хлеб с добавлением льняного жмыха на уровне 5% соответствовал требованиям ГОСТ. Хлеб с добавлением пивной дробины имел показатели ниже, однако вкус и аромат хлеба с добавлением 5% пивной дробины отличался ореховым привкусом и ароматом. По физико-химическим показателям образцы с добавлением 5% пивной дробины и льняного жмыха соответствуют ГОСТ 31805-2018, однако показатели пористости для образца с пивной дробинкой были немного ниже стандартных значений.

Эти результаты могут быть обусловлены различными факторами. Во-первых, добавление льняного жмыха и пивной дробины может внести изменения в текстурные свойства хлеба, включая его пористость. Во-вторых, различные физико-химические свойства этих ингредиентов, такие как влагоудерживающая способность и питательная ценность, могут оказывать влияние на конечное качество продукта. Наконец, различия в концентрации добавок также могут повлиять на результаты, поскольку более высокие дозировки могут вызывать изменения в текстуре и вкусе хлеба.

В заключении, результаты исследования показывают, что и льняной жмых, и пивная дробина могут быть перспективными функциональными ингредиентами для улучшения качества хлеба. Однако, необходимо провести дополнительные исследования для оптимизации их

использования и достижения оптимального соотношения между качеством продукта и его экономической целесообразностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Granato, Daniel, et al. "Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety." *Annual Review of Food Science and Technology* 11 (2020): 93-118.
2. О потреблении продуктов питания в домашних хозяйствах в 2023 году [Электронный ресурс]. URL: <https://stat.gov.kz/ru/news/o-potreblenii-produktov-pitaniya-v-domashnikh-khozyaystvakh-v-2023-godu/>
3. Гарлинская, М. И., Ю. С. Усень. Определение пищевой ценности полуфабрикатов мучных изделий, обогащенных вторичными продуктами переработки масличных культур // *Наука, питание и здоровье*. 2020. С. 145-148
4. Сейдалиева, М. А. Переработка пивной дробины и ее использование в производстве пищевых продуктов. *секция 22 «современные научно-образовательные тенденции в*, 4194.
5. Житков, В. В., Федоренко, Б. Н., Быков, А. В. Питательные свойства хлеба с добавлением пивной дробины // *Health, Food & Biotechnology*. 2020. Т. 2. -№ 4. -С. 81-88.
6. Czubaszek, Anna, et al. "Baking properties of flour and nutritional value of rye bread with brewer's spent grain." *LWT* 150 (2021): 111955.
7. Гершончик К.Н., Гарлинская М.И. Исследование влияния продуктов переработки масличного сырья на структурно-механические свойства теста // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2022.-Т. 15. -№ 3. -С. 23-31. DOI: 10.47612/2073-4794-2022-15-3(57)-23-31.
8. Sanmartin, Chiara, et al. "Flaxseed cake as a tool for the improvement of nutraceutical and sensorial features of sourdough bread." *Foods* 9.2 (2020): 204.
9. Bárta, Jan, et al. "Oilseed cake flour composition, functional properties and antioxidant potential as effects of sieving and species differences." *Foods* 10.11 (2021): 2766.
10. Wang, Yaqin, and Ching Jian. "Sustainable plant-based ingredients as wheat flour substitutes in bread making." *npj Science of Food* 6.1 (2022): 49.
11. Chettrariu, Ancuța, and Adriana Dabija. "Brewer's Spent Grains: Possibilities of Valorization, a Review." **Applied Sciences** 10, no. 16 (2020): 5619.
12. Devnani, B., Moran, G. C., and Grossmann, L. "Extraction, Composition, Functionality, and Utilization of Brewer's Spent Grain Protein in Food Formulations." **Foods** 12, no. 7 (2023): 1543.
13. Krupa-Kozak, Urszula, et al. "Novel gluten-free bread with an extract from flaxseed by-product: the relationship between water replacement level and nutritional value, antioxidant properties, and sensory quality." *Molecules* 27.9 (2022): 2690.
14. ГОСТ 5667-2022. Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов,

методы определения органолептических показателей и массы изделий.

15. ГОСТ 31805-2018. Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия.

REFERENCES

1. Granato, Daniel, et al. "Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety." Annual Review of Food Science and Technology 11 (2020): 93-118.

2. O potreblenii produktov pitaniya v domashnikh khozyaystvakh v 2023 godu [On the consumption of food products in households in 2023] (In Russian). URL: <https://stat.gov.kz/ru/news/o-potreblenii-produktov-pitaniya-v-domashnikh-khozyaystvakh-v-2023-godu/>

3. Garlinskaya, M. I., Yu. S. Usenya. Opreделение pishchevoy tsennosti polufabrikatov muchnykh izdelii, obogashchennykh vtorichnymi produktami pererabotki maslichnykh kultur [Determination of the nutritional value of semufinished flour products enriched with secondary products of oilseed processing]// Nauka, pitaniye i zdorovye. 2020. S. 145-148. (In Russian).

4. Seydaliyeva, M. A. Pererabotka pivnoy drobiny i ee ispol'zovaniye v proizvodstve pishchevykh produktov [Processing of brewer's spent grain and its utilization in food production] //seksiya 22 "sovremennyye nauchno-obrazovatel'nye tendentsii v, 4194 (in russian).

5. Zhitkov, V. V., Fedorenko, B. N., Bykov, A. V. Pishchatel'nye svoystva khleba s dobavleniyem pivnoy drobiny [Nutritional properties of bread with added brewer's spent grain] // Health, Food & Biotechnology. 2020. T. 2. № 4. S. 81-88. (In Russian).

6. Czubaszek, Anna, et al. "Baking properties of flour and nutritional value of rye bread with brewer's spent grain." LWT 150 (2021): 111955.

7. Gershonchik K.N., Garlinskaya M.I. Issledovaniye vliyaniya produktov pererabotki

maslichnogo syrya na strukturno-mekhanicheskiye svoystva testa [Study of the influence of oilseed processing products on the structural-mechanical properties of dough]// Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii. 2022. T. 15. № 3. S. 23-31. DOI: 10.47612/2073-4794-2022-15-3(57)-23-31. (In Russian).

8. Sanmartin, Chiara, et al. "Flaxseed cake as a tool for the improvement of nutraceutical and sensorial features of sourdough bread." Foods 9.2 (2020): 204.

9. Bárta, Jan, et al. "Oilseed cake flour composition, functional properties and antioxidant potential as effects of sieving and species differences." Foods 10.11 (2021): 2766.

10. Wang, Yaqin, and Ching Jian. "Sustainable plant-based ingredients as wheat flour substitutes in bread making." npj Science of Food 6.1 (2022): 49.

11. Chetrariu, Ancuța, and Adriana Dabija. "Brewer's Spent Grains: Possibilities of Valorization, a Review." *Applied Sciences* 10, no. 16 (2020): 5619.

12. Devnani, B., Moran, G. C., and Grossmann, L. "Extraction, Composition, Functionality, and Utilization of Brewer's Spent Grain Protein in Food Formulations." *Foods* 12, no. 7 (2023): 1543.

13. Krupa-Kozak, Urszula, et al. "Novel gluten-free bread with an extract from flaxseed by-product: the relationship between water replacement level and nutritional value, antioxidant properties, and sensory quality." Molecules 27.9 (2022): 2690.

14. GOST 5667-2022. Khleb i khlebobulochnyye izdeliya. Pravila priyemki, metody otbora obraztsov, metody opredeleniya organolepticheskikh pokazateley i massy izdeliy. [State Standard 5667-2022. Bread and bakery products. Acceptance rules, methods of sampling, methods for determination of organoleptic indicators and weight of products] (In Russian).

15. ГОСТ 31805-2018. Izdeliya khlebobulochnyye iz pshenichnoy khlebopekarnoy muki. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [State Standard 31805-2018. Bakery products made from wheat flour. General technical conditions]. (In Russian).

MPHTI: 62.37.35; 68.41

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-78-86>

PROSPECTS FOR THE USE OF NEW YEAST STRAINS IN NON-ALCOHOLIC BEER PRODUCTION

G.I. BAIGAZIYEVA , A.K. KEKIBAEVA , A.K. AKHMETZHANOVA ,

A.A. KERIMBAYEVA 

(Almaty Technological University,

Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author e-mail: a.kerimbayeva@gmail.com

Brewery production is currently one of the growing segments of the processing industry. Beer and beer drinks have long established themselves as competitive products in the beverage production market. Modern beer producers focus on creating traditional light and dark beers, birmix, and beer drinks with various fruit flavours. They also place particular importance on producing non-alcoholic beer. The increase in demand for non-alcoholic beer is due to the

partial transition to proper nutrition, the expansion of the assortment and the appearance of new flavours on the shelves. Non-alcoholic beer is a foamy beverage prepared according to classical beer production technology but with technological solutions for removing ethyl alcohol at the output. For the production of non-alcoholic beer, the permissible concentration of ethyl alcohol, which does not exceed 0.5%, is used. Vacuum distillation and membrane methods are used, and alcohol is removed by influencing the course of the technological process. One of these methods is the use of unique yeast strains in fermentation. The purpose of the presented research is to select new yeast strains for producing non-alcoholic beer. Four yeast strains were studied to determine their degree of digestion and influence on the profile of the finished beer. It was determined that yeast strain W 34/70 has the lowest degree of digestion. By technological and physicochemical parameters, the beer wort fermented by this yeast strain has suitable sensory parameters, which are not inferior to the production sample. The use of yeast strain W 34/70 also reduces the fermentation process and increases the shelf life of the finished beverage.

Keywords: beer production, non-alcoholic beer, yeast strain, ethyl alcohol, low digestion.

АЛКОГОЛЬСІЗ СЫРА ӨНДІРІСІНДЕ ЖАҢА АШЫТҚЫ ШТАМДАРЫН ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

*Г.И. БАЙГАЗИЕВА, А.К. КЕКИБАЕВА, А.К. АХМЕТЖАНОВА, А.А. КЕРИМБАЕВА**

(Алматы технологиялық университеті,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Толе би көшесі, 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: a.kerimbayeva@gmail.com*

Қазіргі уақытта өңдеу өнеркәсібінің дамып келе жатқан сегменттерінің бірі сыра қайнату болып табылады. Сыра мен сыра сусындары сусындар өндірісі нарығында бәсекеге қабілетті өнім ретінде ұзақ уақыт бойы өзін танытты. Заманауи сыра өндірісі сыраның дәстүрлі ашық және күңгірт сұрыптарын, сыра қоспаларын, түрлі жеміс-жидек хош иістендіргіштерін қосатын сыра сусындарын өндіруге негізделген, сонымен қатар алкогольсіз сыра өндірудің де маңызы ерекше. Алкогольсіз сыраға сұраныстың артуы дұрыс тамақтануға ішінара көшумен, ассортименттің кеңеюімен және сөрелерде жаңа дәмдік шешімдердің пайда болуымен байланысты. Алкогольсіз сыра-бұл сыра өндірісінің классикалық технологиясы бойынша дайындалған, бірақ шығу кезінде этил спиртін кетіруге арналған технологиялық шешімдерді қолданатын көбікті сусын. Алкогольсіз сыраны өндіру үшін этил спиртінің рұқсат етілген концентрациясы 0,5% - дан аспайтын, вакуумдық дистилляция және мембраналық әдістер қолданылады, сонымен қатар технологиялық процесстің барысына әсер ету арқылы алкогольді алып тастайды. Осы әдістердің бірі ашыту кезінде ашытқының арнайы штамдарын қолдану болып табылады. Ұсынылған зерттеудің мақсаты – алкогольсіз сыра өндіру үшін ашытқылардың жаңа штамдарын таңдау. Ашыту дәрежесін және дайын сыраның профилине әсерін анықтау үшін ашытқылардың 4 штаммы зерттелді. W 34/70 ашытқы штаммының ашыту дәрежесі ең төмен екендігі және технологиялық және физика-химиялық көрсеткіштері бойынша осы ашытқы штаммымен ашытылған сыра сусынының жақсы сенсорлық қасиеттері бар, өнімділігі бойынша өндіріс үлгісінен кем түспейтіні анықталды. W 34/70 ашытқы штаммын қолдану да ашыту процесін қысқартады және дайын сусынның жарамдылық мерзімін арттырады.

Негізгі сөздер: сыра өндірісі, алкогольсіз сыра, ашытқы штаммы, этил спирті, ашытудың төмен дәрежесі.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА

*Г.И. БАЙГАЗИЕВА, А.К. КЕКИБАЕВА, А.К. АХМЕТЖАНОВА, А.А. КЕРИМБАЕВА**

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: a.kerimbayeva@gmail.com*

В настоящее время одним из развивающихся сегментов перерабатывающей отрасли является пивоваренное производство. Пиво и пивные напитки уже давно зарекомендовали себя как конкурентоспособная продукция на рынке производства напитков. Современное пивопроизводство основано на выпуске традиционных светлых и темных сортов пива, бирмиков, пивных напитков с

добавлением разнообразных фруктовых вкусов, а также особое значение занимает производство безалкогольного пива. Повышение спроса на безалкогольное пиво связано с частичным переходом на правильное питание, расширением ассортимента и появлением на прилавках новых вкусовых решений. Безалкогольное пиво – это пенный напиток, приготовленный по классической технологии пивоварения, но с применением технологических решений по удалению этилового спирта на выходе. Для производства безалкогольного пива допустимая концентрация этилового спирта в котором не превышает 0,5%, применяют вакуумную дистилляцию и мембранные методы, также удаляют спирт с помощью влияния на ход технологического процесса. Одним из данных способов является применение специальных штаммов дрожжей при брожении. Целью представленного исследования является подбор новых штаммов дрожжей для производства безалкогольного пива. Исследовано 4 штамма дрожжей на определение степени сбраживания и влияния на профиль готового пива. Определено, что штамм дрожжей W 34/70 имеет наименьшую степень сбраживания и по технологическим и физико-химическим показателям. Пивное сусло, сброженное данным штаммом дрожжей, обладает хорошими сенсорными показателями, не уступающее по показателям производственному образцу. Применение штамма дрожжей W 34/70 также сокращает процесс брожения и увеличивает срок хранения готового напитка.

Ключевые слова: пивоварение, пиво безалкогольное, штамм дрожжей, этиловый спирт, низкая степень сбраживания.

Introduction

Non-alcoholic beer is by far the most actively growing beer market segment. The growth of the non-alcoholic beer (NAB) market has increased significantly in recent years due to strict alcohol policies and consumers adopting healthier lifestyles [1, 2]. Non-alcoholic beer is a beverage similar in taste to traditional beer but containing a small amount of alcohol (0 to 0.5%). Due to the complete exclusion of alcohol, the production of non-alcoholic beer is a more complex process than the production of conventional beer [3].

One way to produce beer with lower alcohol content is to use a strain with the lowest fermentation activity. This results in a lower proportion of sugars used for ethanol formation. At the same time, it is necessary to consider the significant role of brewer's yeast's genetic properties in forming beer's sensory profile [4-6].

The type of fermentation divides beer into top (surface, warm) yeast fermentation and bottom (deep, cold) fermentation. Top fermentation takes place at temperatures of 14-25°C, sometimes higher, and at the final stage of fermentation, the yeast forms a "foam" on the beer's surface. Temperatures of 6-10°C optimal for bottom fermentation, and the yeast settles at the bottom of the wort.

Brewing strains synthesize higher alcohols, organic acids, esters, sulfur compounds, and carbonyls, including critical organoleptic components like acetaldehyde, diacetyl, and pentanedione [7].

These compounds can give the beer an inappropriate flavour and non-specific odor at concentrations above the sensory threshold and a content that is too low. The technology and strain

characteristics of yeast used for production determine the organoleptic profile of non-alcoholic beer [8].

In their research, T.I. Filimonova and O.A. Borisenko compared the quantitative ratio of using different yeast strains in cold fermentation. They concluded that most Russian breweries prefer yeast strains 308 and 34 [9].

In his study, S.G. Davydenko and D.V. Afonin compared yeast strains 129 and 776 used in cold fermentation. Yeast strain 129 showed better consumer properties than non-alcoholic beer [10].

Therefore, when creating a new technology of non-alcoholic beer, the organoleptic properties of which will be able to meet the consumer's requirements, it is necessary first to select yeast strains. For this purpose, four yeast strains were studied: W 34/70 (Finland), 34 (Belgium), 129 (France), and 308 (Russia). These strains differ significantly from each other, primarily in the rate of substrate utilization and biomass increase. Since ethanol metabolism has similar rates, its synthesis should occur in small amounts [11].

Materials and research methods

The inoculum for the experimental part of the work was collected by growing a two-day yeast culture from 50 cm³ mashed wort agar followed by 500 cm³ of wort. The yeast was then centrifuged and added to the wort at 18-20 million cells per 1 cm³ with a dry matter mass fraction of 10.5% and an amine nitrogen concentration of 145 mg/cm³. The medium's initial pH value was 5.2.

The fermentation process was carried out at 10±1°C and stopped when the final degree of fermentation was reached. The absence of changes in the C.P. content in the fermented wort evaluated it.

During fermentation, fermented wort samples were taken daily, and the amount of extract and yeast concentration was determined. At the end of the fermentation process, the amount of yeast and the concentration of diacetyl in beer, as the main indicator of secondary fermentation products, were determined using an HP-6890-Plas gas analyzer (Germany, 2010). The LPS method (USA, 2015) was used to evaluate the carbohydrate

spectrum of beer (certificate of metrological certification of the method for determination of enzymatic carbohydrates № 56-09-03).

The exact degree of fermentation and mass fraction of ethanol was determined on an Anton Paar instrument (Austria, 2006). Beer color was analyzed at 440 nm, and isohumulone was analyzed at 275 nm.

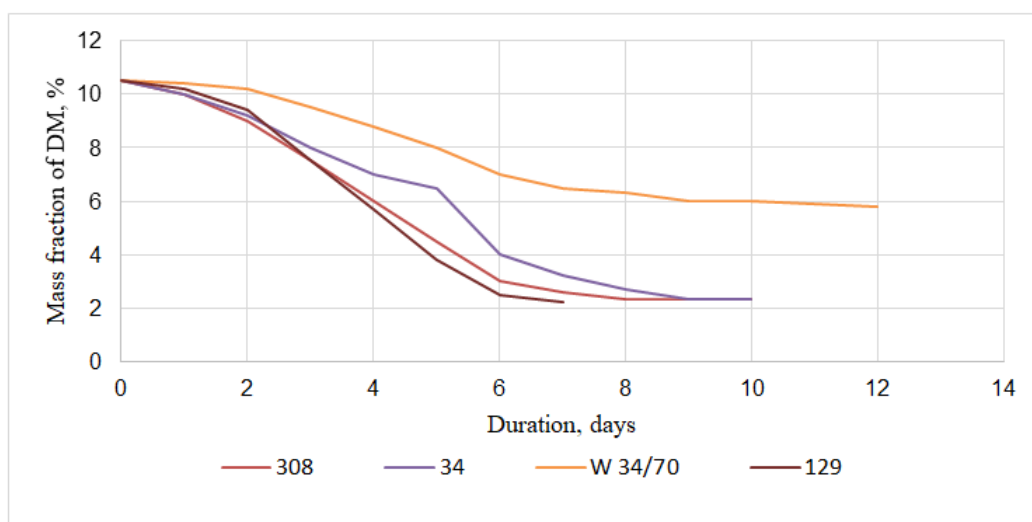


Figure 1. Kinetics of wort dry matters

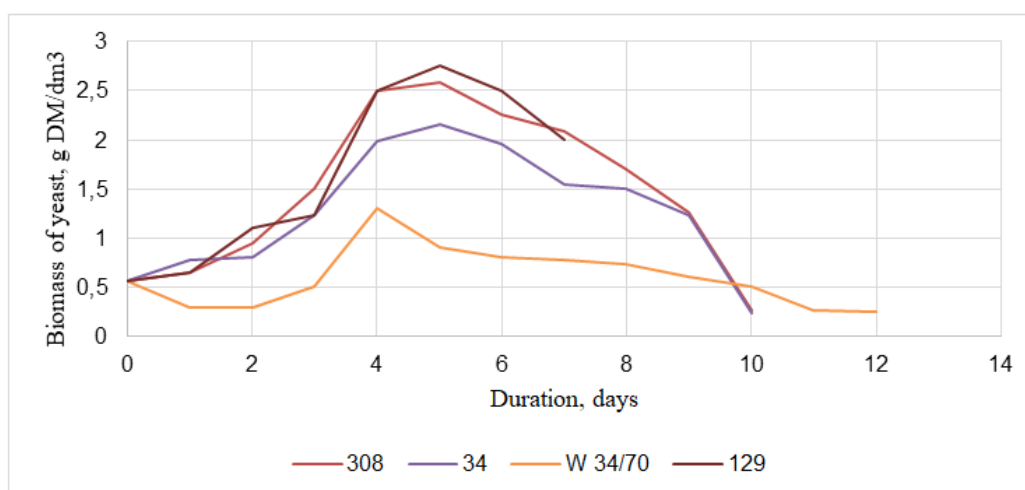


Figure 2. Concentration of wort yeast biomass

As shown in Figures 1 and 2, strain W 34/70 showed the lowest degree of wort fermentation, consuming only 45% of fermented carbohydrates after 12 days. This fact can be explained by the high flocculation capacity of yeast strain W 34/70, resulting in a biomass concentration of 2.5 g D.M/dm³ compared to 1.3 g of strain 34.

The amount of accumulated yeast in strain W 34/70 was at the same level as the other strains D.M/dm³ (Figure 3). The high flocculation ability of the cells of strain W 34/70 and their low fermentation activity may be of interest in producing non-alcoholic or low-alcoholic beer.

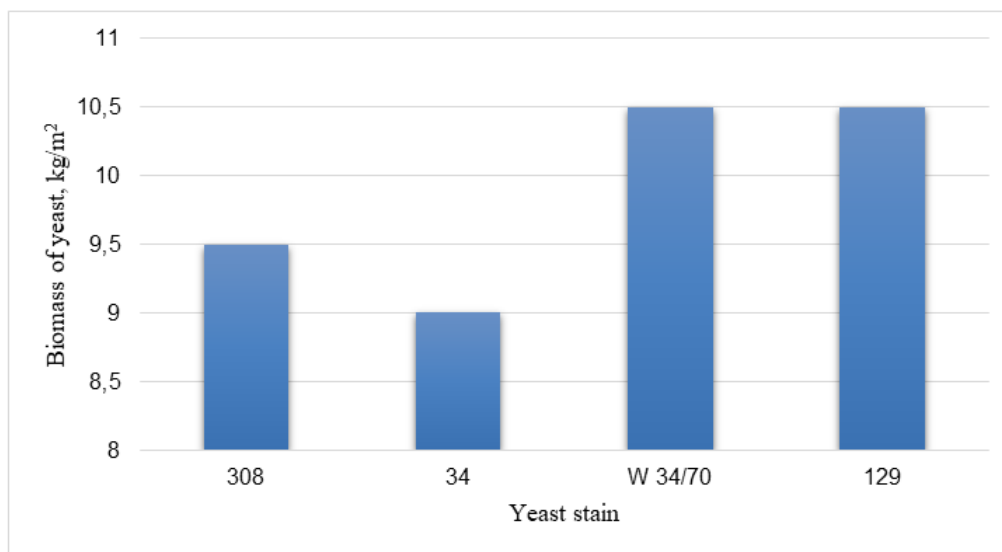


Figure 3. Accumulation of yeast biomass at the end of fermentation

In addition to fermentation activity, one of the essential fermentation characteristics is beer yeasts, which contain acids, higher alcohols, esters, carbonyls, and sulphur compounds. Although the sensory level is shallow, beer yeasts determine the organoleptic profile of beer, carbonyls, and fatty acids and the stability of beer flavour during storage.

Therefore, secondary product synthesis was performed in addition to evaluating indicators characterizing yeast enzymatic activity, and strains were compared for their ability to synthesize secondary metabolic products.

Results and discussion

One of the main carbonyls, namely diacetyl (2,3-butanedione), is crucial in the choice of fermentation process regime. The intermediate metabolite in the biosynthesis of diacetyl valine is formed from α -acetolactate. The chemical conversion of α -acetolactate to diacetyl is an oxidative decarboxylation reaction, the rate of which depends on yeast genetic characteristics, fermentation temperature and pH value. The odour of diacetyl, comparable to that of fat and burnt sugar, appeared at concentrations above 0.05 mg/dm³. The concentration of diacetyl in open-lager beers must not exceed 0.05 mg/dm³, while 0.20 mg/dm³ is allowed in quality fermented beer.

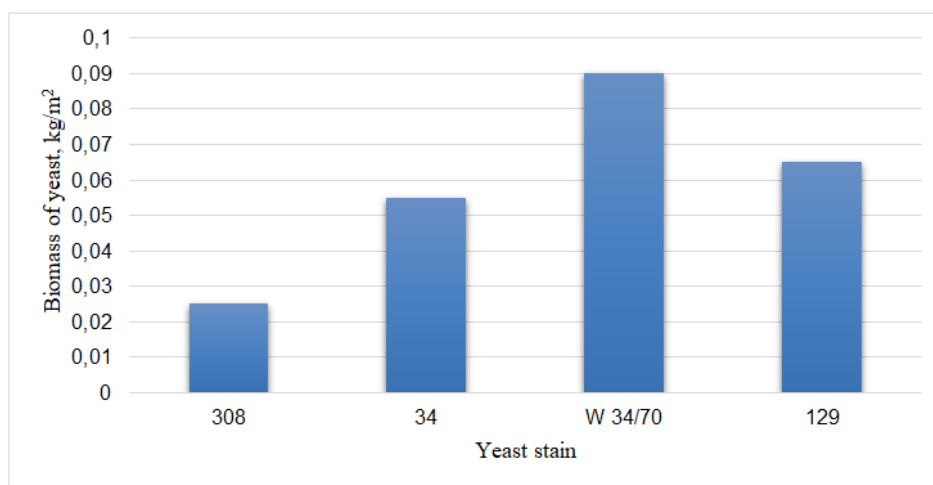


Figure 4. Concentration of diacetyl in young beer

According to the studies (Figure 3), yeast strain W 34/70 (0.09 mg/dm³) showed the maximum diacetyl in beer. Meanwhile, it is known that diacetyl reduction to acetoin occurs on the yeast cell surface [12].

Thus, yeast strain W 34/70 is particularly interesting for producing non-alcoholic beer due to its low fermentation activity. However, the low concentration of organoleptic components in the fermented wort may result in the absence of beer's characteristic flavour and aroma. Therefore, the following experiments used this yeast strain to produce non-alcoholic beer. Nonalcoholic beer "Baltika O" was used as a control to produce yeast of lower fermentation and remove ethyl alcohol from beer with a mass fraction of 12% by dialysis [13].

The experiments were conducted at the brewery of the "Educational and Scientific Centre of Fermentation Products Production" of the Almaty Technological University.

The hopped wort with a mass fraction of 5.5% CB was cooled to 9°C and pumped into a cone-bottom fermentation tank (CCT). Yeast was dosed

at 3 million cells per 1 cm³ of wort per wort stream. The fermented wort was stirred once daily for 30 minutes by carbon dioxide bubbling. After reaching an ethyl alcohol concentration of 0.45-0.5 vol.%, the beer was filtered and saturated with carbon dioxide.

During this process, the maximum number of cells was recorded on the fifth day of fermentation (6 million/cm³), but this does not mean that the yeast biomass growth factor is 2. Each day, the yeast settled into the cone of the apparatus before the bubble was removed from the CKT, which caused cell autolysis and prevented the accumulation of unpleasant aromas in the beer.

On the fifth day of fermentation, the temperature of the fermented beer decreased to 3°C for 24 h, and the pressure above the liquid layer increased to 1 bar when the mass fraction of CP reached 4.9%. The development of the young beer lasted for five days.

The table presents the analyses of non-alcoholic beer produced by yeast strain W 34/70 and "Baltika O" non-alcoholic beer.

Table 1. Analyses of the results of experimental non-alcoholic beer and Baltika 0 beer produced by yeast strain W 34/70

Indicator	Beer	
	experimental	Baltika 0
Real extract, %	4,48	7,5
Apparent extract, %	4,22	2,8
Ethyl alcohol content, wt. %	0,38	0,32
pH	4,5	4,2
Titrateable acidity, NaOH/100 cm ³	1,9	2,1
Isohumulone, bitterness units (EBC)	17,6	17,0
Colour, colour units	0,6	0,5
Oligosaccharides, g/dm ³	23,0	42,5
Including:		
Trisaccharidter	5,4	5,2
Maltose	7,5	18,8
Glucose	0,5	8,0
Fructose	0,3	0,1
Dimethyl sulphide, µg/dm ³	14	4
Diacetyl, µg/dm ³	35	20
Pentanedione, µg/dm ³	28	18

Based on the data analysis in the table, it can be concluded that the control beer sample significantly differs from the experimental sample in terms of the mass fraction of the residual extract and its carbohydrate content.

The amount of vicinal diketones (diacetyl and pentamidine) and dimethyl sulfide (DMS) in the experimental sample is higher than in the control but does not exceed the detection limit (40 µg/L) in both samples [14,15].

Physicochemical parameters cannot give a complete picture of beer, which contains more than 800 components, each of which determines the organoleptic properties of the individual and overall product. Therefore, the tasting was conducted with the participation of qualified specialists. Specialists-tasters of the brewing company "Carlsberg Kazakhstan" LLP took part in the tasting.

To analyze the beverage's taste and aroma, we conducted a descriptive test to characterize its

organoleptic properties. After the tasting, we documented the protocol and processed the data from each taster using a specific computer

program. The results are presented in profilograms (Figures 5, 6).

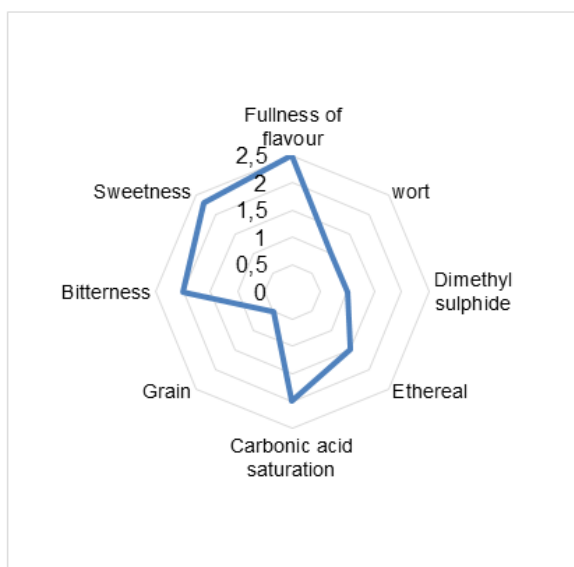


Figure 5. Tasting evaluation of "Baltika 0" beer

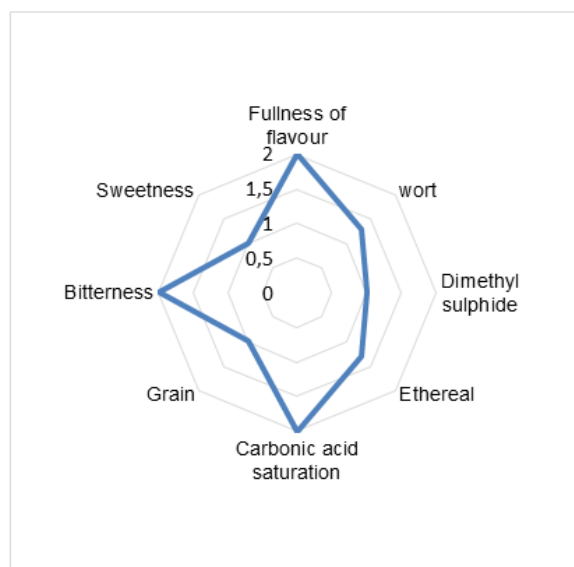


Figure 6. Tasting evaluation of beer produced by yeast strain W 34/70

The profilograms show that sweetness and fullness of flavour increased in the control samples compared to the experimental variants due to higher values of fermentable carbohydrate concentration. The main disadvantage of the experimental non-alcoholic beer is the presence of wort and grain aromas, which are practically imperceptible in the control. It is not due to the peculiarities of the yeast strain. However, it is caused by the fermentation process technology, which is interrupted when a specific ethanol concentration is reached.

Conclusion

Thus, non-alcoholic beer obtained using yeast strain W 34/70 corresponds to non-alcoholic beer produced by the best domestic samples in terms of its physicochemical and organoleptic properties. In addition, when using strain W 34/70, it is easier to control the fermentation process until the desired ethyl alcohol concentration, which is in the range of 0.3-0.5 vol.%, unlike strains with high fermentation activity.

REFERENCES

1. Durga Prasad C.G., Vidyalakshmi R., Baskaran N., Tito Anand M. Influence of *Pichia myanmarensis* in fermentation to produce quinoa based non-alcoholic beer with enhanced antioxidant activity // *Journal of Cereal Science*. - 2022, –Vol. 103.- pp. 112-117.

2. Krebs G., Müller M. Characterization of the macromolecular and sensory profile of non-alcoholic beers produced with various methods // *Food Research International*. - 2019, –Vol. 116. – pp. 508-517.

3. Kerimbayeva A. A., Akhmetzhanova A. A., Iztayev A. I., Baigazyeva G. I., Kekibaeva A. A. Using of nontraditional raw materials in beer production. *The Journal of Almaty Technological University*. 2023; (1):12-18. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-1-12-18>.

4. Kharlamova L.N., Danilyan A.V., Sinelnikova M.Yu., Matveeva D.Yu. Non-alcoholic beer: Confirmation of quality. *Production Quality Control*. 2021;(10):44–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.35400/2541-9900-2021-10-44-47>

5. Оганнисян В. Г., Смотряева И. В. Особенности биохимических методов получения безалкогольного пива // *Пиво и напитки*. – 2007. – №5.– С.18-20.

6. Adamenko K., Kawa-Rygielska J. Characteristics of Cornelian cherry sour non-alcoholic beers brewed with the special yeast *Saccharomyces ludwigii*//*Food Chemistry*. - 2020, Vol. 312.-pp.745-747.

7. Bellut K., Michel M., Zarnkow M., Hutzler M., Jacob F., De Schutter DP., et al. Application of non-*Saccharomyces* yeasts isolated from kombucha in the production of alcohol-free beer. *Fermentation*. 2018;4(3). <https://doi.org/10.3390/fermentation4030066>

8. Черкасова Е.С., Каменская Е.П. Оптимизация условий аэрации сула в технологии

безалкогольного пива // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: мат-лы XIII Все - рос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Бийск: Изд-во АлтГТУ, – 2020. –С. 401-404.

9. Филимонова Т. И. Использование рас пивных дрожжей на российских предприятиях // Пиво и напитки. – 2008. – № 1. – С. 12-13.

10. Давыденко С. Г., Афонин Д. В., Баташов Б. Э., Дедегкаев А. Т. Создание штамма дрожжей для нового пивного бренда «Балтика «Кулер» // Пиво и напитки. – 2011. – №3. –С. 43-47.

11. Аннемюллер Г., Мангер Г. Й., Литц П. Дрожжи в пивоварении. СПб.: Профессия. – 2015. –428с.

12. Bellut K. Application of Non-Saccharomyces Yeasts Isolated from Kombucha in the Production of Alcohol-Free Beer // Fermentation. –2018. – Vol.4(66). –P. 1-19. DOI:10.3390/fermentation4030066.

13. Bellut K. Investigation into the Potential of Lachancea fermentati Strain KBI 12.1 for Low Alcohol Beer Brewing // J. of the American Society of Brewing Chemists. – 2019. –V. 77 (3). – P. 157-169. DOI: 10.1080/03610470.2019.1629227

14. De Francesco G., Sannino C., Sileoni V., et al. Mrakia gelida in brewing process: An innovative production of low alcohol beer using a psychrophilic yeast strain // Food Microbiology. — 2018. — Vol. 76. — P. 354–362. DOI: 10.1016/j.fm. 2018.06.018.

15. Ахметжанова А.К., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К., Гривна Л. Сыра өндіруге арналған жаңа ашытқы штаммы // TOO «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», Микробиология и вирусология, № 4 (43) Алматы. – 2023. – С.133-139.

REFERENCES

1. Durga Prasad C.G., Vidyalakshmi R., Baskaran N., Tito Anand M. Influence of Pichia myanmarensis in fermentation to produce quinoa based non-alcoholic beer with enhanced antioxidant activity // Journal of Cereal Science.- 2022, –Vol. 103.- P. 112-117.

2. Krebs G., Müller M. Characterization of the macromolecular and sensory profile of non-alcoholic beers produced with various methods // Food Research International.– 2019, –Vol. 116. – P. 508-517.

3. Kerimbayeva A. A., Akhmetzhanova A. A., Iztayev A. I., Baigazyeva G. I., Kekibaeva A. A. Using of nontraditional raw materials in beer production. The Journal of Almaty Technological University. 2023;(1):12-18. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-1-12-18>

4. Kharlamova L.N., Danilyan A.V., Sinelnikova M.Yu., Matveeva D.Yu. Non-alcoholic beer: Confirmation of quality. Production Quality Control. 2021;(10):44–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.35400/2541-9900-2021-10-44-47>.

5. Ogannisjan V. G., Smotraeva I. V. Osobennosti biohimicheskikh metodov poluchenija bezalkogol'nogo piva [Features of biochemical methods for producing non-alcoholic beer] // Beer and drinks, vol.5, pp.18-20, 2007. (In Russian)

6. Adamenko K., Kawa-Rygielska J. Characteristics of Cornelian cherry sour non-alcoholic beers brewed with the special yeast Saccharomycodesludwigii//Food Chemistry. - 2020, Vol. 312.-R.745-747.

7. Bellut K., Michel M., Zarnkow M., Hutzler M., Jacob F., De Schutter DP., et al. Application of non-Saccharomyces yeasts isolated from kombucha in the production of alcohol-free beer. Fermentation. 2018;4(3). <https://doi.org/10.3390/fermentation4030066>

8. Cherkasova E.S., Kamenskaja E.P. Optimizacija uslovij ajeracii susla v tehnologii bezalkogol'nogo piva [Optimization of wort aeration conditions in non-alcoholic beer technology] // Tehnologii i oborudovanie himicheskoy, biotehnologicheskoy i pishhevoj promyshlennosti: matly XIII Vse - ros. nauch.-prakt.konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh s mezhdunar.uchastiem. Bijsk: Izd-vo AltGTU, pp.401-404,2020. (In Russian)

9. Filimonova T. I. Ispolzovanie ras pivnyh drozhzhej na rossijskikh predpriyatijah [Use of brewer's yeast at Russian enterprises] // Beer and drinks, vol.1, pp.12-13, 2008. (In Russian)

10. Davydenko S. G., Afonin D. V., Batashov B. Je., Dedegekaev A. T. Sozdanie shtamma drozhzhej dlja novogo pivnogo brenda «Baltika «Kuler» [Creation of a yeast strain for the new beer brand “Baltika Cooler”] // Beer and drinks, vol.3, pp.43-47, 2011. (In Russian)

11. Annemuller G., Manger G. J., Lietz P. Drozhzhi v pivovarenii [The yeast in the brewery] // SPb.: Professija, p.428, 2015. (In Russian)

12. Bellut K. Application of Non-Saccharomyces Yeasts Isolated from Kombucha in the Production of Alcohol-Free Beer // Fermentation. –2018. – Vol.4(66). –P. 1-19. DOI:10.3390/fermentation4030066.

13. Bellut K. Investigation into the Potential of Lachancea fermentati Strain KBI 12.1 for Low Alcohol Beer Brewing // J. of the American Society of Brewing Chemists. – 2019. –V. 77 (3). – P. 157-169. DOI: 10.1080/03610470.2019.1629227

14. De Francesco G., Sannino C., Sileoni V., et al. Mrakia gelida in brewing process: An innovative production of low alcohol beer using a psychrophilic yeast strain // Food Microbiology. — 2018. — Vol. 76. — P. 354–362. DOI: 10.1016/j.fm. 2018.06.018.

15. Ahmetzhanova A.K., Bajgazyeva G.I., Kekibaeva A.K., Grivna L. Syra ondiruge arnalgan zhana ashytky shtammy [A new yeast strain for beer production] // TOO «Nauchno-proizvodstvennyj centr mikrobiologii i virusologii», Mikrobiologija i virusologija, № 4(43) Almaty, – 2023. – С.133-139. (In Kazakh).

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА «КУРУТ»

А.А. УСУПКОЖОЕВА , Н.С. НИЯЗАЛИЕВА 

(Кыргызский Государственный Технический университет им. И. Раззакова,
Кыргызстан, 720044, Бишкек, пр-т Ч.Айтматова, 66)

Электронная почта автора-корреспондента: anira.usupkozhoeva@gmail.com,

В работе приводятся результаты научных исследований по разработке безопасного социально значимого в рационах питания населения Кыргызстана кисломолочного продукта «курут». Анализ проведенного исследования показывает, что резервы совершенствования традиционных технологий производства кисломолочных продуктов далеко не исчерпаны. На сегодняшний день наибольшей актуальностью обладает сублимационный метод сушки, при которой теряется меньшее количество питательных веществ, чувствительных к нагреванию, по сравнению с процессами, включающими термическую обработку. В работе представлены результаты по выработке оптимальной технологии сушки кисломолочного продукта «курут». В ходе работы было обеспечено требуемое условие производства кисломолочного продукта, которое было направлено на выбор оптимального технологического режима, позволяющего производить безопасный конечный кисломолочный продукт «курут» с наилучшими показателями качества. По результатам работ представлен сравнительный анализ сушки курута естественной, камерной, а также сублимационной сушкой. Как показали результаты исследований, наиболее оптимальным способом сушки курута является сублимационная сушка, позволяющая получать кисломолочный продукт требуемого качества. Учитывая климатические условия и географические особенности Кыргызстана, первостепенную значимость будут получать такие исследования, которые направлены на совершенствование новых технологий молочных консервов с увеличенной пищевой ценностью. Поэтому результаты проведенных исследований являются актуальными и могут иметь практическое значение при производстве безопасных кисломолочных продуктов.

Ключевые слова: курут, сүзмө, сублимационная сушка, кисломолочный продукт, пищевая ценность, шоковая заморозка, естественная сушка, вакуум, качество, безопасность.

СУБЛИМАЦИЯЛЫҚ КЕПТІРУДІ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ КУРУТ АШЫҒАН СҮТ ӨНІМІН ӨНДІРУ

А.А. УСУПКОЖОЕВА, Н.С. НИЯЗАЛИЕВА

(И.Раззаков атындағы Кыргыз мемлекеттік техникалық университеті,
Кыргызстан, 720044, Бишкек, Ш.Айтматов даңғылы, 66)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: anira.usupkozhoeva@gmail.com

Мақалада Кыргызстан халқының тамақтану рационасында әлеуметтік маңызы бар және қауіпсіз сүт қышқылды өнім — «құрутты» әзірлеуге қатысты ғылыми зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Жүргізілген зерттеу нәтижелерінің талдауы сүт қышқылды өнімдерді дәстүрлі технологияларды жетілдірудің әлеуеті әлі толық сарқылмағанын көрсетеді. Бүгінгі күні ең өзекті әдіс – сублимациялық кептіру әдісі, мұнда жылуға сезімтал қоректік заттардың жоғалуы термиялық өңдеуді қамтитын процестермен салыстырғанда аз болады. Мақалада «құрут» сүт қышқылды өнімі үшін оңтайлы кептіру технологиясын әзірлеуге қатысты нәтижелер ұсынылған. Зерттеу барысында сүт қышқылды өнімді өндіру үшін қажетті жағдайлар қамтамасыз етіліп, сапасы жоғары, қауіпсіз «құрут» сүт қышқылды өніміне қол жеткізу үшін оңтайлы технологиялық режим таңдалды. Жұмыс нәтижелері бойынша құрутты табиғи, камералық және сублимациялық кептірудің салыстырмалы талдауы ұсынылған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, құрутты кептірудің ең оңтайлы әдісі – сублимациялық кептіру, ол сапалы сүт қышқылды өнім алуға мүмкіндік береді. Кыргызстанның климаттық жағдайлары мен географиялық ерекшеліктерін ескере отырып, азық-түлік құндылығы жоғары жаңа сүт консервілерінің технологияларын жетілдіруге бағытталған зерттеулер басты маңызға ие болады. Сондықтан жүргізілген

зерттеулердің нәтижелері өзекті болып табылады және қауіпсіз сүт қышқылды өнімдерді өндіруде практикалық маңызы болуы мүмкін.

Негізгі сөздер: курут, сүзме, сублимациялық кептіру, қышқыл сүт өнімі, тағамдық құндылығы, шок қатыру, табиғи кептіру, вакуум, сапасы, қауіпсіздігі.

PERSPECTIVE OF SUBLIMATION DRYING APPLICATION IN «KURUT» FERMENTED MILK PRODUCT PRODUCTION

A.A. USUPKOZHOEVA, H.S. NIIAZALIEVA

**(Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov,
Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatova ave., 66)**

Corresponding author e-mail: anipa.usupkozhoeva@gmail.com

The paper presents the results of scientific research on the development of a safe, socially significant fermented milk product, "kurut," in the diet of the population of Kyrgyzstan. The analysis of the conducted research shows that the potential for improving traditional technologies for the production of fermented dairy products is far from exhausted. Currently, the most relevant method is sublimation drying, which preserves more nutrients sensitive to heat compared to processes involving thermal treatment. The paper presents the results of developing the optimal drying technology for the fermented milk product "kurut." The research ensured the required conditions for the production of the fermented milk product, focusing on selecting the optimal technological mode that allows the production of a safe final "kurut" product with the best quality indicators. Based on the results of the work, a comparative analysis of natural, chamber, and sublimation drying of kurut is presented. As the research results show, the most optimal drying method for kurut is sublimation drying, which ensures the production of the required quality fermented milk product. Given the climatic conditions and geographical features of Kyrgyzstan, research aimed at improving new dairy preserve technologies with enhanced nutritional value will become of primary importance. Therefore, the results of the research are relevant and may have practical significance in the production of safe fermented dairy products.

Keywords: kurut, suzma, sublimation drying, fermented milk product, nutritional value, shock freezing, natural drying, vacuum, quality, safety.

Введение

На сегодняшний день обеспечение населения качественными продуктами питания является главной составляющей национальной безопасности любой страны. При этом особое место занимают национальные кисломолочные продукты, среди которых большим спросом пользуется калорийный кисломолочный продукт «курут», являющийся продуктом кочевников Центральной Азии и представляющий среднее между сушеным творогом и твердым сыром, имеющий разную величину и форму. Этот универсальный кисломолочный продукт добавляют в качестве дополнительной добавки в качестве приправы в различные блюда или же применяется в качестве отдельного кисломолочного продукта. Курут в свою очередь является источником макро- и микронутриентов в легкоусвояемой форме, способствующим поддержанию полезной микрофлоры кишечника. В Кыргызстане и в других странах

Центральной Азии продукт популярен среди населения и пользуется большим спросом как продукт здорового питания. Благодаря содержанию кальция, белка, фосфора и других витаминов, незаменимых аминокислот продукт выполняет множество функций, важных для здоровья человека [1, 2].

Курут обычно изготавливают из коровьего, козьего, кобыльего и овечьего молока с добавлением специй и конечно же соли. По вкусу представляет собой сухой, соленый, иногда сладковатый и кислый молочный продукт. На сегодня известен курут трех видов:

1. Сушеный и соленый продукт в большинстве своем в виде шариков или других форм;
2. Отваренный на протяжении 2-3 часов и просушенный естественным способом;
3. Вареный пастообразный, который добавляют в бульон в качестве приправы.



Рисунок 1. Разновидности курута

В Центральной Азии курут изготавливают по-разному, используя при этом разные закваски, а исходным сырьем как было отмечено выше, является молоко как крупного, так и мелкого рогатого скота. Однако есть регионы, которые используют довольно экзотическое молоко, к примеру в Армении используют в качестве сырья буйволиное, в Казахстане и Кыргызстане верблюжье молоко. Рецепт курута был придуман еще много веков назад с целью длительного хранения кисломолочного продукта для скотоводов, уходящих на несколько месяцев, а также для употребления населением в качестве важного продукта в регионах, где имеется дефицит молочных продуктов. Существуют разные способы сушки курута, но издревле наши предки сушили курут в естественных условиях на солнце. Данный способ применяется и по сегодняшний день, но несмотря на преимущество данного способа сушки по сравнению с другими, он имеет ряд

недостатков. То есть в тех регионах, где погода неустойчива в связи с высокой влажностью и малым количеством солнечных дней, применение данного способа не позволит получить сухой продукт высокого качества. Иными словами, неравномерная сушка кисломолочного продукта будет влиять на качественные показатели и длительность хранения готового продукта. Поэтому разработка наиболее актуальных технологий сушки, обеспечивающих производство безопасной кисломолочной продукции, является важной задачей, стоящей перед производителями [3, 4].

На сегодняшний день особый интерес представляет применение сублимационной сушки, которая относится к низкотемпературному процессу обезвоживания, включающему замораживание продукта и понижение давления, при которых удаление льда происходит путем сублимации [5-8, 10].

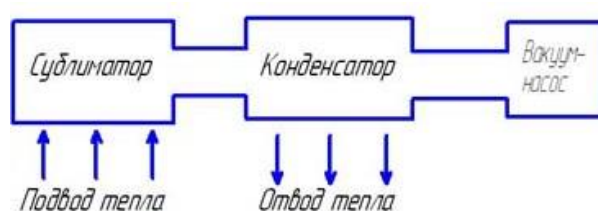


Рисунок 2. Принципиальная схема сублимационной сушильной установки

Процесс сублимационной сушки включает четыре этапа как: предварительная обработка, замораживание, первичная сушка и вторичная сушка. Другими словами, данный способ наносит меньший ущерб высушиваемому продукту, чем другие известные способы сушки с использованием более высоких температур. Данная сушка не вызывает определенной усадки, а также упрочнения высушиваемого продукта. Органолептические показатели и питательная ценность в целом сохраняются, то есть не

меняются, делая при этом данный способ наиболее эффективным для консервирования кисломолочных продуктов длительного хранения [11-15].

Учитывая преимущество сублимационного способа сушки, целью данной работы выступает исследование и подбор оптимальных параметров сублимационной сушки кисломолочного продукта «курут», отвечающего всем требованиям стандарта, а также проведение сравнительного анализа с такими видами сушки как: естественная и камерная сушка с

целью определения преимущества сублимационной сушки кисломолочных продуктов. Для достижения поставленной цели в ходе работы поэтапно были решены важные задачи по производству безопасного курута.

Материалы и методы исследований

Научные исследования проводились в лабораториях Кыргызского Государственного технического университета им.И.Раззакова и молочного предприятия ОсОО «Ак Булак плюс», действующего в Иссык-Кульской области. Основным сырьем для проведения исследований являлось коровье молоко из Иссык-Кульской области следующего состава: вода – 89,0 %; жир – 2,5 %, СОМО 8,3%, плотность – 1027 кг/м³, кислотность – 18 °Т.

В качестве основных инструментов исследования в работе были применены

следующие виды оборудования и техники: камера для шоковой заморозки «Polaris», сублимационная сушилka Vaco 2 немецкой компании «Zirbus», анализатор влажности Radwag, центрифуга молочная TAGLER ЦЛМ.

Приготовление курута проводилось в несколько этапов (рис. 3, 4). Технологическая схема получения сүзмө представлена на рисунке 3. Как видно из рисунка, на первом этапе из коровьего молока путем смешанного (молочно-кислого и спиртового) брожения с использованием заквасочных микроорганизмов (термофильных молочнокислых стрептококков, и дрожжей) был приготовлен айран – кисломолочный напиток со специфическим вкусом и запахом. Затем были определены основные показатели полученного сүзмө (табл. 1).



Рисунок 3. Приготовление сүзмө в производственной лаборатории ОсОО «Ак булак плюс»

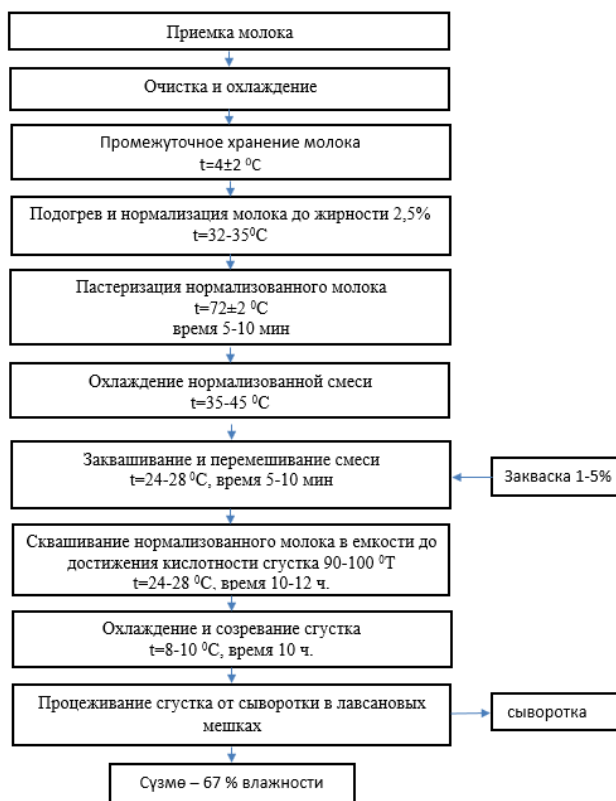


Рисунок 4. Технологическая схема получения сүзмө

Таблица 1. Основные показатели сүзмө

№	Показатели	Фактические показатели	Норма КМС 230:2008
1	Жир	7,5 %	От 4 до 15 %
2	Влага	67 %	Не более 70 %
3	Кислотность	228 °T	Не более 300 °T

На втором этапе из айрана была слита сыворотка (жидкая часть), которая далее отцеживалась в специальном мешке из белой хлопчатобумажной ткани в подвешенном состоянии в течение 24–30 ч. В конечном итоге было получено сүзмө, которое по внешнему виду было похоже на творог, но сильно отличалось вкусом, запахом и консистенцией и

сочетало в себе свойства творога, сметаны, сливок и кислого молока.

На третьем этапе в сүзмө была добавлена поваренная соль и далее оно подвергалось перемешиванию и формованию на шарики произвольной формы. Затем готовые формы в виде шариков подвергались процессу сублимационной сушки (рис. 5).

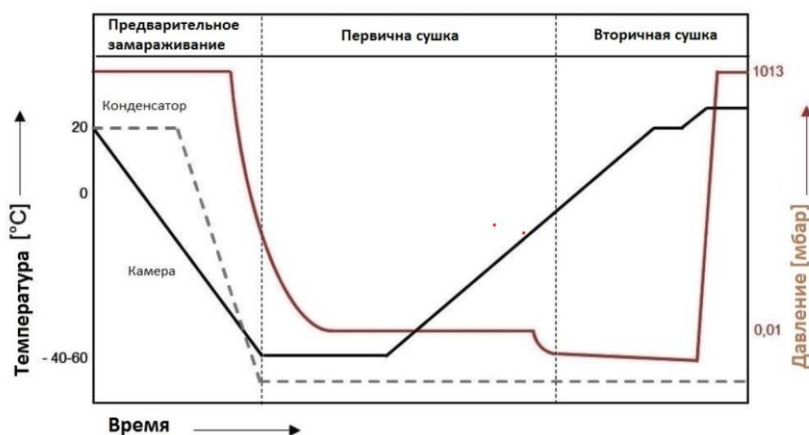


Рисунок 5. Профиль сублимационной сушки, включающий предварительное замораживание, первичную и вторичную сушку.

Как показывает технологическая схема, представленная на рисунке 8, сублимационная сушка состояла из четырех этапов: предварительная подготовка сырья (подготовка сүзмө), замораживание, первичная сушка и вторичная сушка. Сушка проводилась в лаборатории КГТУ им.И.Раззакова на сублимационной сушилке «Zirbus».

Первый этап сушки включает процесс замораживания, который значительно влияет на качество готового продукта, причем быстрое замораживание или шоковая заморозка способствует максимальному сохранению исходных свойств большинства пищевых продуктов. Таким образом подготовленные шарики подвергались шоковой заморозке. Причем температура подбиралась согласно требованиям заморозки продуктов животного происхождения, которая должна быть выше -15°C – -20°C . Оптимальной температурой для нашего сырья был подобран температурный интервал

-18°C – -20°C . Шоковая заморозка производилась в камере шоковой заморозки «Polaris».

Далее после шоковой заморозки кисло-молочное сырье было разложено в специальные круглые полки с бортиками, которое в дальнейшем было помещено в вакуумную камеру, в которой на первом этапе сушки была удалена сыворотка (основная часть жидкости), после чего начался второй этап сушки под вакуумом кисломолочного сырья.

Поскольку образующийся на первом этапе сублимации верхний подсушенный слой продукта оказывает сопротивление как переходу пара из глубинной зоны парообразования к поверхности продукта, так и передаче теплоты снаружи в зону парообразования, необходимо было проведение второго этапа сублимационной сушки курута. После того, как был достигнут нужный вакуум в системе и установилась соответствующая ему отрицательная температура продукта, началось

подведение тепла к продукту, за счет которой осуществлялся процесс сублимационной сушки. При подведении тепла сначала происходила сублимация льда из зоны, непосредственно прилегающей к открытой поверхности продукта.

В дальнейшем зона сублимации постепенно была углублена в толщу продукта, и образующийся пар на пути к открытой поверхности преодолевал сопротивление уже высохшего слоя. В течение некоторого времени

замедляющее действие этого сопротивления компенсировалось увеличением действительной поверхности испарения за счет углубления зоны сублимации, поэтому интенсивность процесса сушки не изменялась. Затем в ходе сушки толщина слоя подсохшего продукта над зоной сублимации была увеличена, сопротивление этого слоя подводу тепла в зону сублимации и удалению пара из нее также увеличивается, процесс парообразования замедляется и интенсивность сушки снижается.



Рисунок 6. Сублимационная сушилка «Zirbus»



Рисунок 7. Камера шоковой заморозки «Polaris»

Режим и скорость перемещения пара по капиллярам высохшего слоя зависели от их размеров, формы и расположения, температуры высушиваемого продукта и разрежения в системе. Перемещение пара, вероятно, сопровождается адсорбцией части его высохшим слоем, обладающим высокой гигроскопичностью, с последующим вторичным выделением пара за счет затраты дополнительной

теплоты десорбции, подводимой к поверхностным слоям. Вследствие уменьшения самоохлаждения продукта при снижающейся интенсивности парообразования температура продукта начинает повышаться. Зона сублимации, углубляясь, достигает центрального слоя продукта, и, наконец, возгоняется весь лед, содержащийся в образце.

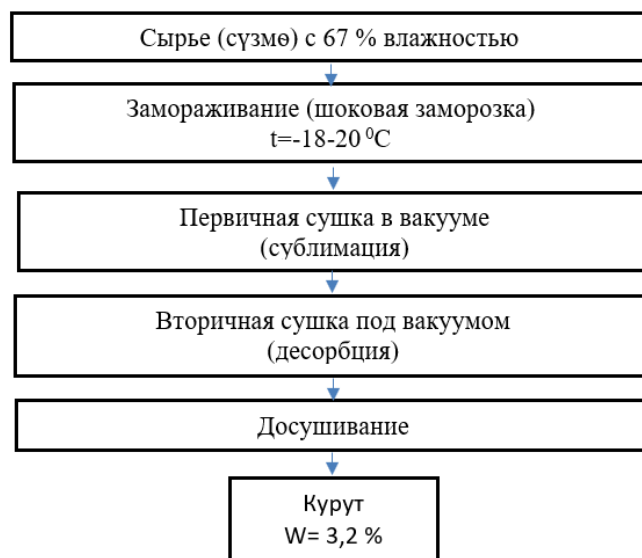


Рисунок 8. Технологическая схема сублимационной сушки

Завершение процесса сублимационной сушки происходило, когда температура всего продукта становилась положительной. К этому времени в кисломолочном продукте остается главным образом связанная влага, для удаления которой требуется повышенный расход энергии. Однако подвод тепла в толщу подсохшего, ставшего пористым, продукта затруднен. Поэтому последний период процесса – досушивание материала до заданной конечной влажности – происходит при

снижении скорости сушки и непрерывном повышении температуры продукта. Сушка была завершена по достижении заданной влажности продукта 3,2% (в течение 37,6 часов). После этого был нарушен вакуум в системе и готовый продукт выгружен для упаковки. На стадии удаления сыворотки наиболее важным фактором, обеспечивающим высокое качество продукта, явилась продолжительность воздействия повышенной температуры.



Рисунок 9. Высушенный курут сублимационной сушки в лаборатории КГТУ

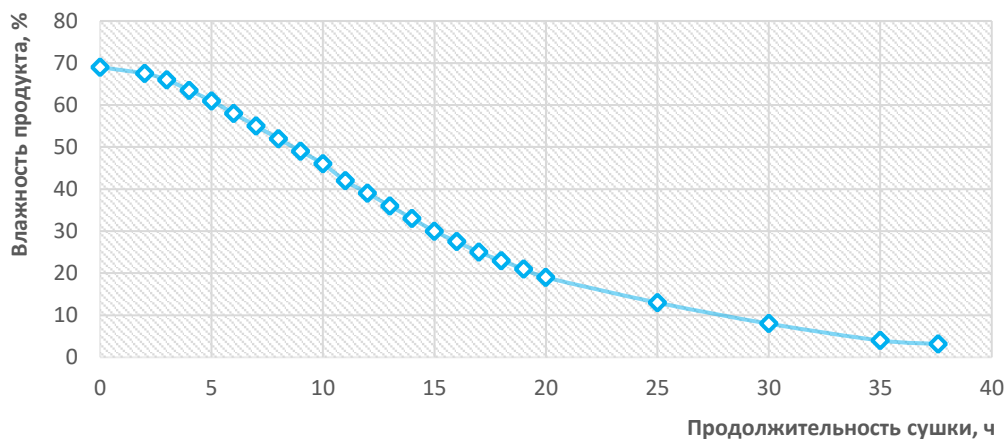


Рисунок 10. График зависимости продолжительности сублимационной сушки курута от влажности продукта

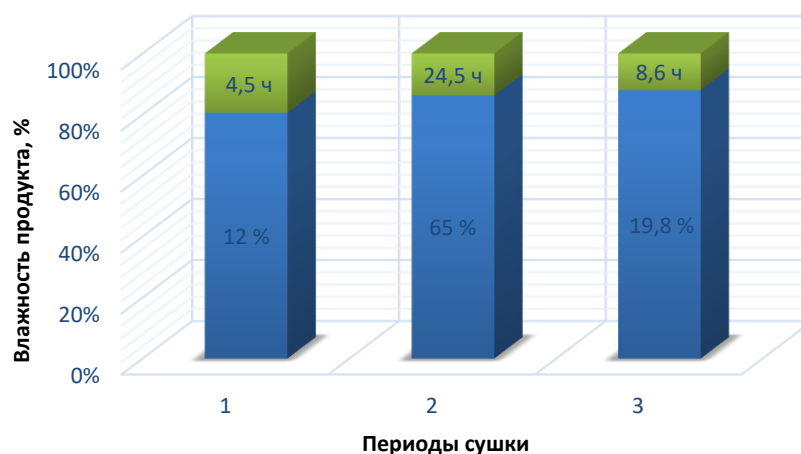


Рисунок 11. График зависимости удаляемой влаги из продукта от продолжительности процесса при сублимационной сушке

(первичная сушка: 1-период-12%, 2-период-65%, вторичная сушка -19,8 %)

В целях проведения сравнительного анализа параллельно были изготовлены куруты

и другими способами сушки как: сушка под солнцем (естественная) и камерная сушка.



Рисунок 12. Высушенный курут естественной и камерной сушки в лаборатории ОсОО «Ак булак плюс»

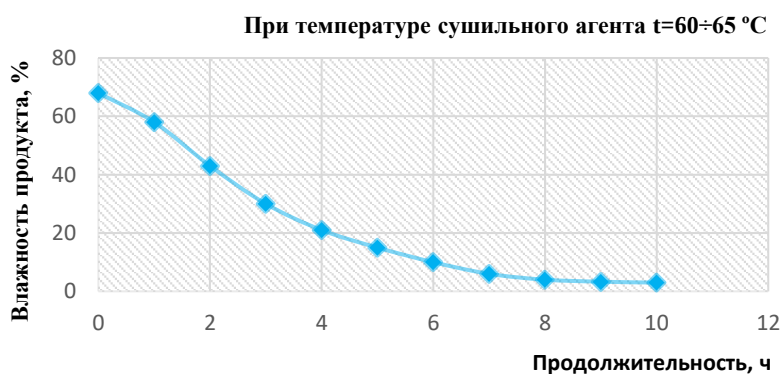


Рисунок 13. График зависимости продолжительности камерной сушки курута от влажности

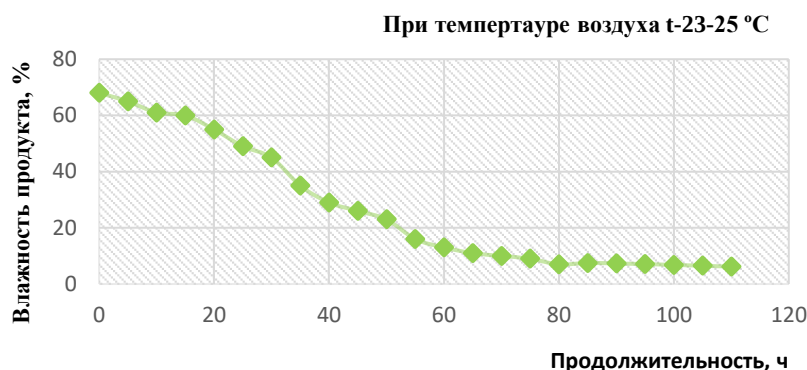


Рисунок 14. График зависимости продолжительности естественной сушки курута от влажности

Таблица 2. Сравнительный анализ органолептических показателей курута камерной, естественной и сублимационной сушки

№	Органолептические показатели	Вкус и запах	Цвет	Консистенция
1	Курут согласно КМС 285-2008	Чистый, выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	От белого до кремового	Сухие твердые кусочки произвольной формы. Допускаются кусочки неправильной формы, с незначительными вмятинами
2	Курут, высушенный в камерной сушилке	Кисломолочный, присутствует посторонний привкус	Белый с желтоватым оттенком	Сухие твердые кусочки шаровидной формы с незначительными вмятинами
3	Курут, высушенный естественной сушкой	Чистый, выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Белый с кремовым оттенком	Сухие твердые кусочки шаровидной формы с незначительными вмятинами
4	Курут, высушенный сублимационной сушкой	Чистый, выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Белый	Сухие твердые кусочки шаровидной формы

Заключение, выводы

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что каждый способ сушки имеет как преимущества, так и недостатки. Как показывают результаты исследований, наиболее высокого качества курут получается при сублимационной сушке, при которой органолептические показатели и питательная ценность курута в целом сохранились, то есть не изменились, делая при этом данный способ наиболее эффективным для консервирования кисломолочных продуктов длительного хранения. Несмотря на то, что курут, полученный естественной сушкой, также имел хорошие органолептические показатели, однако данный способ требовал больше времени по сравнению с сублимационной сушкой. Кроме того, проведение естественной сушки зависело от погодных условий (температура и влажность

воздуха), так как при высокой влажности или других неблагоприятных для сушки погодных условиях (резкое колебание температуры воздуха) неравномерная сушка курута приводила к тому, что в толще продукта оставалась влага, которая в дальнейшем влияла на срок хранения последнего. Однако преимуществом естественной сушки является то, что она не требует энергозатрат, что в конечном итоге влияет на стоимость продукта, а также относится к зеленой технологии, которая не загрязняет окружающую среду.

В отличие от естественной сушки курута, камерная сушка позволила высушить продукт за короткое время (в течение 9-10 часов при падающей температуре 60-65 °C). Однако применение высоких температур по сравнению с естественной сушкой (23-26 °C), влияло на прежде всего органолептические показатели и содержание остаточной влажности внутри

курута. Это прежде всего было связано с тем, что быстрое коркообразование при высокой температуре препятствовало выходу влаги из курута и несмотря на внешний, хорошо просушенный слой, оставшаяся влага в дальнейшем становилась причиной развития микроорганизмов, приводящих к порче продукта и препятствующей длительному хранению.

Согласно органолептической оценке полученных образцов курута тремя способами сушки всем требованиям стандарта отвечали образцы, полученные сублимационной и естественной сушкой. Однако зависимость естественной сушки от погодных условий не позволяла контролировать процесс сушки, уступая при этом сублимационной сушке, при которой кисломолочный продукт был получен высокого качества при контролируемых режимах сушки, сохраняя при этом все питательные свойства высушенного продукта. Несмотря на дороговизну сублимационной сушки по сравнению с естественной сушкой, этот способ позволит получать безопасные кисломолочные продукты высокого качества и может быть внедрен на производствах в тех регионах, где не представляется возможным сушить кисломолочный продукт в естественных условиях.

Конфликт интересов

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похлёбкин В.В. Курт // Национальные кухни наших народов. - М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. - С. 287. - 304 с.
2. Курут // Культура питания. Энциклопедический справочник / Под ред. И. А. Чаховского. - 3-е издание. - Мн.: «Белорусская энциклопедия имени Петруся Бровки», 1993. - С. 145-146. - 540 с.
3. Weber H. (Hrsg.). Milch und Milchprodukte. - Berlin: Einband fest, Auflage 2006. - 492 Seiten.
4. Der Milch- und Molkereitechnik. - Essen: Verlag Th. Mann GmbH, 2012. - 464 Seiten
5. Ахатова И.А. Молочное коневодство. Уфа. Гилем, 2004. /56-148. С.
6. Семенов Г.В., Краснова И.С. Сублимационная сушка. - Издательство: ДеЛи, 2021. - 326 с.
7. Усупкожоева А.А. К вопросу сублимационной сушки национального кисломолочного напитка «Кумыс» многократного омоложения. //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2018. - С. 30-36.
8. Грубы, Я. Производство замороженных продуктов / Я. Грубы. М//: Агропромиздат, 1990.- 335с.
9. Семенов Г.В., Касьянов Г.И. Вакуумная сублимационная сушка: основы теории и практическое применение: Учеб. пособие. - Москва, Краснодар: 2001.-108 с.
10. Журавская Н. К. Сублимационная сушка в пищевой промышленности. М.: ГИОРД, 2005. - 265 с.
11. Камовников, Б.П., Малков Л.С., Воскобойников В.А. Вакуум сублимационная сушка пищевых продуктов. М.: Агропромиздат, 1985. - 288 с.
12. Липатов, Н.Н. Сухое молоко / Н.Н. Липатов, В.Д. Харитонов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 264 с.
13. Горяев, А.А. Вакуумно-диэлектрические сушильные камеры / А.А. Горяев. — М. : Лесная промышленность. - 1985. - 104 с.
14. Атмосферная сублимационная сушка пищевых продуктов / Б.П. Камовников и др.. -М. : Колос, 1994.-225 с.
15. Семенов Г.В., Орешина М.Н. Ультратонкое диспергирование, замораживание и сублимационная сушка многокомпонентных пищевых систем.- М.: МГУПБ, 2010. 197с.

REFERENCES

1. Pokhlebkin V.V. Kurt//Nacional'nye kuhni nashih narodov [National cuisines of our peoples]. - M.: Light and food industry, 1983. - P. 287. - 304 p.
2. Kurut//Kul'tura pitaniya. Enciklopedicheskij spravochnik [Food culture. Encyclopedic reference book]/Ed. Chakhovsky I.A. - 3rd edition. - Mn.: «Belarusian Encyclopedia named after Petrus Brovka» 1993. - P. 145-146. - 540 p.
3. Weber H. (Eds.). Milk and dairy products. - Berlin: hardcover, edition 2006. - 492 p.
4. Milk and dairy technology. - Essen: Verlag Th.Mann GmbH, 2012. - 464 p.
5. Akhatova I.A. Molochnoe konevodstvo [Dairy horse breeding]. Ufa. Gilem, 2004. - P.56-148.
6. Semenov G.V., Krasnova I.S. Sublimacionnaya sushka [Freeze drying]. - Publisher: DeLee, 2021. - 326 p.
7. Usupkozhoeva A.A. K voprosu sublimacionnoj sushki nacional'nogo kislomolochnogo napitka «Kumys» mnogokratnogo omolozheniya [To the issue of lyophilized national sour-milk beverage «koumiss» of single rejuvenation] - Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies, 2018 – P. 30-36.
8. Rubs, I. Proizvodstvo zamorozhennyh produktov [Frozen food production]/I. Rubs. M.: Agropromizdat, 1990.-335 p.
9. Semenov G.V., Kasyanov G.I. Vakuumnaya sublimacionnaya sushka osnovy teorii i prakticheskoe primeneniye [Vacuum freeze drying of the basis of the theory and practical application]: Tutorial. - Moscow, Krasnodar: 2001.108 p.

10. Zhuravskaya N.K. Sublimacionnaya sushka v pishchevoj promyshlennosti [Freeze drying in the food industry]. M.: GIORД, 2005. - 265 p.

11. Kamovnikov, B.P., Malkov I.I.C, Voskoboinikov V.A. Vakuum sublimacionnaya sushka pishchevyh produktov [Vacuum freeze drying of food products]. M.: Agropromizdat, 1985. - 288 p.

12. Lipatov, H.H. Sukhoe moloko [Milk powder]/H.H. Lipatov, V.D. Kharitonov. M.: Light and food industry, 1981. - 264 p.

13. Goryaev, A.A. Vakuumno dielektricheskie sushil'nye kamery [Vacuum dielectric dryers]/A.A. Goryaev. - M.: Forest industry. - 1985. - 104 p.

14. Atmosfernaya sublimacionnaya sushka pishchevyh produktov [Atmospheric freeze drying of food products]/B.P. Kamov-nikov, etc. -M.: Kolos, 1994.-225 p.

15. Semenov G.V., Oreshina M.N. Ul'tratonkoe dispergirovanie, zamorazhivanie i sublimacionnaya sushka mnogokomponentnyh pishchevyh system [Ultrafine dispersion, freezing and freeze-drying of multicomponent food systems]. Moscow: MGUPB, 2010. 197p.

ӘОЖ 664.64.014

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-96-105>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧЕНЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕНИЗИРОВАННЫХ ЖИРОВ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ РК

М.П. БАЙЫСБАЕВА , Н.Б. БАТЫРБАЕВА , М. БАЙГАЙЫПҚЫЗЫ .

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

В данной статье рассматривается оценивание пищевой безопасности мучных кондитерских изделий, произведенных с использованием маргаринов на основе гидрогенизированных жиров, произведенных из отечественного сырья РК, с использованием семян подсолнечника, рапса, льна, сои. Анализ органолептических показателей сахарного печенья, произведенного с использованием маргарина и растительного жира, показал, что продукция обладает привлекательным внешним видом, золотистым цветом и пористой структурой. Физико-химические показатели готовых изделий, изготовленных с применением всех видов жировых продуктов ТОО «Масло-Дел», соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2023, предъявляемым к качеству данной продукции. Массовая доля трансизомеров в сахарном печенье с маргарином и растительным жиром (содержание ТЖК до 15%) составляет менее 2% от общего содержания жира, что соответствует требованиям технического регламента. Полученные данные позволяют научно обосновать возможность использования маргаринов и жиров, произведенных из отечественного сырья Республики Казахстан (с использованием семян подсолнечника, рапса, льна, сои), используя метод гидрогенизации при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий.

Ключевые слова: печенье, жир, маргарин, трансжир, безопасность.

ҚР ОТАНДЫҚ ШИКІЗАТЫНАН ГИДРОГЕНИЗАЦИЯЛАНҒАН МАЙЛАР НЕГІЗІНДЕ МАЙЛЫ ӨНІМДЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ПЕЧЕНЬЕ САПАСЫН АНЫҚТАУ

М.П. БАЙЫСБАЕВА, Н.Б. БАТЫРБАЕВА, М. БАЙГАЙЫПҚЫЗЫ

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

Бұл мақалада күнбағыс тұқымдарын, рапсты, зығырды, соя бұршақтарын пайдалана отырып, Қазақстан Республикасының отандық шикізатынан алынған гидрленген майлар негізіндегі маргариндер қолданылған ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің азық-түлік қауіпсіздігін бағалау қарастырылады. Маргаринді және өсімдік майын пайдалана отырып өндірілген қант печеньеелерінің органолептикалық көрсеткіштерін талдау өнімнің сыртқы түрі тартымды, алтын түсті және кеуекті құрылымы бар екенін

көрсетті. «Масло-Дел» ЖШС май өнімдерінің барлық түрін пайдалана отырып жасалған дайын өнімдердің физика-химиялық көрсеткіштері осы өнімдердің сапасына қойылатын ГОСТ 24901-2023 талаптарына сәйкес келеді. Маргарин және өсімдік майы бар қантты печенье-лердегі транс изомерлерінің массалық үлесі (ТФА мөлшері 15%-ға дейін) жалпы майдың 2%-дан азын құрайды, бұл техникалық регламенттердің талаптарына сәйкес келеді. Алынған мәліметтер нан және кондитерлік өнімдер өндірісінде гидрлеу әдісін қолдану арқылы Қазақстан Республикасының отандық шикізатынан (күнбағыс тұқымы, рапс, зығыр, соя) өндірілетін маргариндер мен майларды пайдалану мүмкіндігін ғылыми негіздеуге мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: печенье, май, маргарин, трансжир, қауіпсіздік.

DETERMINATION OF THE QUALITY OF COOKIES USING FATTY PRODUCTS BASED ON HYDROGENATED FATS FROM DOMESTIC RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

M.P. BAYISBAEVA, N.B. BATYRBAEVA, M. BAIGAYIPKYZY

(Almaty Technological University,
Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)
Corresponding author's e-mail: meruert_80@mail.ru*

This article discusses the assessment of the food safety of flour confectionery products produced using margarine based on hydrogenated fats produced from domestic raw materials of the Republic of Kazakhstan, using sunflower seeds, rapeseed, flax, soy. An analysis of the organoleptic parameters of sugar cookies produced using margarine and vegetable fat showed that the products have an attractive appearance, golden color and porous structure. The physico-chemical parameters of finished products manufactured using all types of fatty products of "Maslo Del" LLP comply with the requirements of 24901-2023, imposed on the quality of these products. The mass fraction of transisomers in sugar cookies with margarine and vegetable fat (TFA content up to 15%) is less than 2% of the total fat content, which meets the requirements of technical regulations. The obtained data allow us to scientifically substantiate the possibility of using margarines and fats produced from domestic raw materials (sunflower seeds, rapeseed, flax, soybeans) of the Republic of Kazakhstan, using the hydrogenation method in the production of bakery and confectionery products.

Keywords: cookies, fat, margarine, trans fat, safety.

Введение

Сегодня трудно представить производство хлебобулочных и кондитерских изделий без использования маргарина. Наличие этого незаменимого ингредиента оказывает влияние не только на вкус и аромат готового продукта, но и на его основные свойства: прочность, пластичность, пористость, сохранение формы, стабильность качества и увеличение срока годности. И, конечно, использование маргаринов способствует снижению затрат на производство продукции за счет того, что из рецептуры исключаются сливочное масло и яйца, а также происходит экономия энерго- и трудовых ресурсов.

Маргарин – это эмульсионный продукт, который может быть растительного или животного происхождения. В основе этого продукта находятся растительные масла. Также в зависимости от рецептуры, маргарин может содержать молоко и другие продукты питания, а также жир аквакультуры. При производстве маргарина используются такие культуры, как

подсолнечник, рыжик, рапс, соя и пальма (масличная и кокосовая). Необходимо учитывать, что качество продукта напрямую зависит от физико-химических и реологических свойств сырья, из которого он изготовлен.

Современные достижения в пищевой отрасли кардинально изменили подход к кондитерскому и хлебопекарному производству. Обычный маргарин давно уже не соответствует высоким требованиям технологов, которые активно стремятся внедрить универсальные компоненты с уникальными характеристиками: они придают тесту легкость и насыщенный вкус, оптимизируют использование других составляющих, существенно увеличивают сроки хранения готовой продукции и идеально адаптированы под современное оборудование [1-3].

В Казахстане большей популярностью пользуется масложировая продукция ТОО «Масло-Дел». Компания не только ведет непрерывную работу по совершенствованию технологий и рецептур, но и исследует

потребительские свойства масложировой продукции в составе готовых изделий.

В связи с этим, был изучен состав и качество сахарного печенья с использованием продукции данной компании.

Цель данной исследовательской работы - определение пищевой безопасности мучных кондитерских изделий, произведенных с использованием маргарина на основе гидрогенизированных жиров, произведенных из отечественного сырья РК, с использованием семян подсолнечника, рапса, льна, сои.

В ходе исследования были выполнены следующие задачи: получение хлебобулочных и кондитерских изделий с использованием маргарина для промышленной переработки на основе гидрогенизированных жиров, произведенных из отечественного сырья РК, с содержанием трансизомеров (ТЖК) 5%, 10%, 15%; Было определено содержание трансизомеров в готовых хлебобулочных и кондитерских изделиях разной жирности.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования являются жировые продукты и образцы сахарного печенья.

Группа исследователей кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств» Алматинского технологического университета (АТУ) провела исследование потребительских свойств готовых изделий с маргарином массовой долей жира 80%, содержанием трансизомеров не более 2%, 5%, 10%, 15% и растительного жира 99,7% содержанием трансизомеров не более 2%, 5%, 10%, 15%, производимых компанией ТОО «Масло дел».

На базе учебно-научного хлебного центра, оснащенного современным технологическим оборудованием, были выпущены пробные партии сахарного печенья, с использованием указанных масложировых продуктов. Исследовалось влияние маргарина и растительного жира, с содержанием трансизомеров не более 2%, 5%, 10%, 15% на содержание пищевых веществ, жирных кислот. Микробиологические показатели готовых изделий изучались в сертифицированном научно-исследовательском институте пищевой безопасности при Алматинском технологическом университете (АТУ). Каждый этап выполненных работ сопровождался дегустацией выпеченных изделий. В дегустации принимали участие специалисты ТОО «Масло Дел» и ППС кафедры «Технологии хлебопродуктов и перерабатывающих

производств» АТУ.

Исследования проводились с помощью физико-химических, микробиологических методов, метода газовой хроматографии с использованием капиллярной колонки, кварцевой капиллярной газохроматографической колонки, а также использовался экстракционно-весовой метод для определения массовой доли жира в кондитерских изделиях.

Массовая доля трансизомеров жирных кислот в готовом продукте была определена согласно ГОСТ 31754-2012. 4. Межгосударственный Стандарт ГОСТ 31902-2012 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира. Массовая доля трансизомеров жирных кислот в готовом продукте была определена по ГОСТ 31754-2012. Массовая доля насыщенных жирных кислот готовой продукции была выявлена согласно ГОСТ 54686-2011 [4-6].

Литературный обзор.

Печенье может включать трансжирные кислоты, если в его состав добавляются масла, произведенные путем гидрогенизации (специальные твердые маргаины и жиры для хлебопечения и кондитерского производства).

Для гарантии безопасности выпеченных продуктов, включающих жирные составляющие в своем составе, можно применять разнообразные типы растительных масел, контролируя уровень трансжирных кислот.

В данных продуктах концентрация ТЖК мала или равна нулю, что обусловлено типом исходного материала и технологическим процессом изготовления. На инфракрасных спектрах растительных жиров в диапазоне 900–1050 см⁻¹, типичном для триглицеридов, обнаружены полосы поглощения низкой интенсивности.

В процессе изготовления хлебобулочных изделий, в рецептуре которых применяются растительные масла, не обнаружены трансжирные кислоты, что подтверждается отсутствием полос пропускания в ИК-спектрах в диапазоне 900–1050 см⁻¹. В контрольном образце хлебобулочных изделий, содержащем маргарин, была зафиксирована полоса пропускания с максимумом на уровне 962,06 см⁻¹ [7].

Жировые продукты представляют собой ключевой элемент в рационе питания. При их разумном выборе они значительно способствуют обеспечению здоровья [8,9]. В процессе производства печенья жиры играют решающую роль в формировании качества изделия и его способности к хранению [10,11].

В исследованиях были задействованы различные жировые продукты, такие как маргарин, кондитерский жир (КЖ), заменитель молочного жира (ЗМЖ) и пальмовое масло (ПМ), а также ограниченное количество жидких растительных масел, включая подсолнечное и высокоолеиновое подсолнечное масло (ВОМ).

Созданы основные модули сахарного печенья, оптимизированные по макрокомпонентному составу, включая применение жидких растительных масел. С учетом заданных диапазонов критически важных пищевых веществ, печенье, приготовленное на основе жидких растительных масел, отличается средним содержанием добавленных сахаров и жиров, низким уровнем соли и трансизомеров, а также минимальным содержанием насыщенных жирных кислот.

Для увеличения эффективности использования жидких растительных масел требуется провести исследования по применению различных эмульгаторов и антиоксидантов. Их использование может улучшить устойчивость масел к окислению, а также их способность связываться с белками и крахмальными фракциями муки.

На основании серии исследований была установлена зависимость сахарного печенья от срока хранения и вида используемого жирового компонента. Срок хранения печенья с жидким растительным маслом составляет 2 месяца. Срок хранения печенья с твердыми жировыми продуктами составляет 6 месяцев [12].

В составе мучной кондитерской продукции присутствие различных жировых компонентов существенно определяет характеристики теста и окончательную текстуру готовых изделий [13]. В частности, при высоком содержании жира в тесте происходит формирование непрерывной фазы, что способствует получению нежной и мягкой структуры у печенья. С другой стороны, недостаток жиров приводит к их диспергированному распределению [14], обеспечивая при этом плотность и твердость готового изделия. Тем не менее, из-за характеристик технологического процесса гидрогенизированные масла имеют в своем составе трансизомеры жирных кислот, которые могут отрицательно влиять на здоровье [15]. Специалисты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) советуют для поддержания здоровья людей, чтобы потребление насыщенных жиров составляло

менее 10 % и трансизомеров жирных кислот – менее 1 % от общего количества потребляемой энергии [16].

Результаты и их обсуждение

В процессе исследования были выполнены такие виды работ: сравнительное исследование потребительских характеристик маргарина и растительных жиров с содержанием трансизомеров, не превышающим 2%, 5%, 10%, 15% при изготовлении мучных кондитерских изделий; разработка рецептур сахарного печенья высокого качества и с улучшенными вкусовыми характеристиками, анализ качества готовых изделий.

Для исследования были произведены пробные лабораторные выпечки мучных изделий, в соответствии с рецептурами и параметрами технологического процесса (Таб. 1,2).

Анализ качества изделий по органолептическим, физико-химическим показателям проводился через 4–6 часов после выпечки согласно общепринятым методикам. Полученные результаты исследований приведены в таблицах 3,4.

Приготовление сахарного печенья с применением маргарина и растительных жиров, с содержанием ТЖК не более 2%, 5%, 10%, 15% состоит из следующих этапов:

- смешивание маргарина с сахарной пудрой до однородной массы в течение 15 мин, при этом температура маргарина должна быть 17-18 °С;
- добавление ингредиентов, предусмотренных рецептурой;
- добавление муки до однородной массы; замес теста составляет до 5-ти мин; температура теста – 30°С; влажность теста – 15,5-17,5%.
- раскатка теста в пласт толщиной 4-5 мм., формирование сердечек;
- выпечка изделий 4-5 мин при температуре 220-240°С;

Качественные показатели теста с применением маргарина, с массовой долей жира 80%, при замесе отличались от растительного жира, который был использован в данной работе. Тесто из маргарина получилось более эластичным и легко формировалось. Консистенция теста соответствовала характерным показателям сахарного печенья. Тесто с применением растительных жиров по консистенции более жидкое, но менее липкое из-за его «смазывающих» свойств.

Таблица 1. Рецепттура сахарного печенья с применением маргарина жирности 80%, с содержанием трансизомеров не более 2%, 5%, 10%, 15%

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		на загрузку		на 1 т. готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная, 1 сорт	85,5	100,0	85,50	664,52	568,16
Крахмал	87	7,4	6,44	49,18	42,79
Сахарная пудра	99,85	33,5	33,45	222,63	222,30
Инвертный сироп	70,0	4,5	3,15	19,91	20,94
Маргарин	84,0	17,5	14,70	116,30	97,69
Меланж	27	3,0	0,81	19,94	5,38
Соль	96,5	0,74	0,71	4,92	4,75
Сода	50,0	0,74	0,37	4,92	2,46
Аммоний	-	0,1	-	0,66	-
Эссенция	-	0,3	-	1,99	-
Итого	-	167,78	145,13	1114,97	964,47
Выход	95,0	150,48	142,95	1000,0	950,0

Рецептура и технология приготовления сахарного печенья на растительном жире такая же, как и на основе маргарина, они отличаются

только по количеству растительного жира, который был меньше на 20 %.

Таблица 2. Показатели качества сахарного печенья с использованием маргарина перед закладкой на хранение

№	Показатели	Показатели качества сахарного печенья с применением:			
		маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 2%	маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 5%	маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 10%	маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 15%
1	Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края ровные.			
2	Поверхность	Шероховатая, отсутствуют характерные для данного наименования изделий небольшие трещины.			
3	Цвет	Равномерный, золотистый.			
4	Вкус и запах	без посторонних привкусов и запахов	без посторонних привкусов и запахов	без посторонних привкусов и запахов	без посторонних привкусов и запахов
5	Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, вкраплений крошек.			
6	Массовая доля влаги, %	7,4	7,5	7,5	7,0
7	Щелочность, град	0,2	0,4	0,5	0,6
8	Намокаемость, %	122	123	125	127

Таблица 3. Показатели качества сахарного печенья с использованием растительного жира перед закладкой на хранение.

№	Показатели	Показатели качества сахарного печенья с применением:			
		растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 2%	растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 5%	растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 10%	растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 15%
1	Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края ровные.			
2	Поверхность	Шероховатая, отсутствуют характерные для данного наименования изделий небольшие трещины.			
3	Цвет	Равномерный, золотистый, насыщенный желтый.			
4	Вкус и запах	без посторонних привкусов и запахов	без посторонних привкусов и запахов	без посторонних привкусов и запахов	без посторонних привкусов и запахов
5	Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса, вкраплений крошек.			
6	Массовая доля влаги, %	7,8	8,0	7,5	7,6
7	Щелочность, град	0,5	0,6	0,8	0,9
8	Намокаемость, %	133	135	138	140

Из таблиц 2, 3 видно, что пробы с применением маргарина и растительного жира не особо отличались и были правильной формы, без вмятин, края ровные, поверхность соответствовала данному наименованию изделия. Цвет отличался насыщенным золотистым оттенком, чем другие пробы печенья, с применением растительных жиров, с содержанием ТЖК не более 2%, 5%, 10%, 15%.

При применении маргарина с массовой долей жира 80%, содержанием ТЖК не более 2-15%, показатель намокаемости составлял 122-127%, в пробе с растительным жиром этот показатель составил 133-140%. Это

объясняется тем, что сахарное печенье с применением растительного жира было более рассыпчатым и пористым, чем другие виды печенья, следовательно, это отразилось на показателе намокаемости.

Анализ качества показал безопасность готовой продукции по содержанию и соотношению в сахарном печенье белков, жиров, углеводов, жирных кислот, а также и по микробиологическим показателям, которые проверялись по общепринятым методикам через 4–6 часов после выпечки, и через 20 суток хранения. Полученные результаты исследований приведены в таблицах 4, 5.

Таблица 4. Физико-химические, микробиологические показатели качества сахарного печенья с использованием маргарина

№	Показатели	Показатели качества сахарного печенья с применением				НД на методы испытаний
		маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 2%	маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 5%	маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 10%	маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 15%	
1	Массовая доля белка, %	11,42±0,16	11,07±0,11	11,07±0,15	11,86±0,19	ГО СТ 34551-2019
2	Массовая доля жира, %	13,20±0,18	13,35±0,19	12,60±0,24	13,08±0,27	ГОСТ 25832-89
3	Массовая доля углеводов, %	34,13±0,47	33,09±0,46	23,04±0,30	25,63±0,41	ГОСТ 5672-68
4	Энергетическая ценность, ккал	292,47	288,52	246,6	262,27	-
5	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	2*10 ²	7*10 ²	3*10 ³	5*10 ³	ГОСТ 10444.15-94
6	БГКП в 0,1 г/см ³ продукте	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 31747-2012

Таблица 5. Физико-химические, микробиологические показатели качества сахарного печенья, с использованием растительного жира.

№	Показатели	Показатели качества сахарного печенья с применением				НД на методы испытаний
		растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 2%	Растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 5%	Растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 10%	Растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 15%	
1	Массовая доля белка, %	10,82±0,15	10,80±0,13	11,59±0,14	12,41±0,23	ГОСТ 34551-2019
2	Массовая доля жира, %	13,44±0,21	14,30±0,24	11,82±0,18	12,82±0,25	ГОСТ 25832-89
3	Массовая доля углеводов, %	37,33±0,52	41,14±0,57	28,50±0,49	29,79±0,54	ГОСТ 5672-68
4	Энергетическая ценность, ккал	304,23	326,17	259,62	276,73	-
5	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	3*10 ²	4*10 ²	4*10 ³	6*10 ³	ГОСТ 10444.15-94
6	БГКП в 0,1 г/см ³ продукте	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 31747-2012

Анализ органолептических показателей сахарного печенья, произведенного с использованием маргарина и растительного жира показал, что все образцы имели привлекательный внешний вид, золотистый цвет, пористую структуру. Физико-химические показатели готовых изделий с применением всех видов жировых продуктов ТОО «Масло-Дел» соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2023, предъявляемым к качеству данного вида продукции.

По результатам дегустации, печенье с содержанием ТЖК от 2 до 5% имеет самую

нежную рассыпчатую структуру, привлекательный внешний вид и рекомендуется для разработки новых рецептов для сахарного печенья с использованием маргарина.

По результатам санитарно-гигиенического исследования сахарное печенье, произведенное на основе пшеничной муки первого сорта, маргарина и масла, соответствует предъявляемым требованиям безопасности, установленным санитарными правилами «Санитарно-эпидемиологические требования».

На Рисунке 1 представлены фотографии готовых выпеченных изделий.





Рисунок 1. Сахарное печенье с применением:

- маргарина жирности 80%, с содержанием ТЖК 2%, 5%, 10%, 15%;
- растительного жира (дельный), 99,7%, с содержанием ТЖК 2%, 5%, 10%, 15%.

Также была определена массовая доля изолированных трансизомеров жирных кислот методом газовой хроматографии с использованием капиллярной колонки.

По полученным в ходе исследования данным, в продуктах на основе маргарина было обнаружено не более 1,99% трансжиров в сдобном изделии массой 227 гр., а в печенье массой 101 гр. ТЖК составляло 1,86%.

Похожая ситуация наблюдалась и с растительным жиром. Разные продукты будут иметь разный процент жирности (максимум 99,7%), то есть они отличаются составом друг от друга.

На количество трансизомеров жирных кислот в готовом продукте влияют разные факторы: от жирности масла до особенностей применения его рецептуре.

Таблица 6 Содержание ТЖК в готовых изделиях

№	Жировое сырье	Содержание ТЖК в готовых изделиях ГОСТ 31754-2012	
		Печенье	Булочки
1	Маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 5%	0,62	0,89
2	Растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 5%	0,37	0,57
3	Маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 10%	1,24	1,78
4	Растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 10%	0,73	1,14
5	Маргарин 80% жирности ТЖК ≤ 15%	1,86	1,99
6	Растительный жир 99,7% ТЖК ≤ 15%	1,11	1,71

В готовом продукте с применением маргарина жирностью 80% содержание ТЖК не более 5%, содержание трансжиров было от 0,62-0,89%. В маргарине такой же жирности содержание ТЖК не более 10% и 15% соответственно 1,24-1,78%; 1,86-1,99%.

С использованием растительного жира 99,7%, в готовом продукте содержание ТЖК не более 5%, 10%, 15% соответственно 0,37-0,57%; 0,73-1,14% и 1,11-1,71%.

Так, проанализировав полученные данные, выяснилось, что количество ТЖК в готовых продуктах с маргарином выше, чем в продуктах с растительным жиром. В соответствии с требованиями технического регламента «Технический регламент на масложировую продукцию» (ТР ТС 024/2011), оно не должно превышать 2% от общего содержания жира в пищевом продукте.

Заклучение, выводы

Анализ органолептических показателей сахарного печенья, произведенного с использованием маргарина и растительного жира, показал, что продукция обладает привлекательным внешним видом, золотистым цветом и пористой структурой. Физико-химические показатели готовых изделий, изготовленных с применением всех видов жировых продуктов ТОО «Масло-Дел», соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2023, предъявляемым к качеству данной продукции.

Результаты дегустации показали, что сахарное печенье с маргарином, содержание ТЖК составляет от 2 до 5%, имеет наиболее нежную рассыпчатую структуру и привлекательный внешний вид. Этот продукт рекомендуется для разработки новых рецептур сахарного печенья.

В соответствии с результатами газохроматографического анализа, массовая доля трансизомеров в пробах сдобных булочек с маргарином (содержание ТЖК до 10%) и растительным жиром (содержание ТЖК до 15%) не превышает нормы. Массовая доля трансизомеров в сахарном печенье с маргарином и растительным жиром (содержание ТЖК до 15%) составляет менее 2% от общего содержания жира, что соответствует требованиям технического регламента. Полученные данные позволяют научно обосновать возможность использования маргаринов и жиров, произведенных из отечественного сырья Республики Казахстан (с использованием семян подсолнечника, рапса, льна, сои), используя метод гидрогенизации при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий.

Финансирование

Эксперименты проводились в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы №0124РКД0127 «Определение содержания ТЖК (трансизомеров жирных кислот) в хлебобулочных, кондитерских изделиях с применением жиров отечественного производства». Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://akvarom.ru/sovremennyye-margariny-revolyuciya-produktovykh-idej>
2. <https://kz.kursiv.media/2023-02-24/lgn-oilfat>
3. <https://kz.kursiv.media/2023-02-24/lgn-oilfat/>

4. Межгосударственный Стандарт ГОСТ 31902- 2012 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира.

5. ГОСТ Р Стандарт 54686 Изделия кондитерские. Метод определения массовой доли насыщенных жирных кислот.

6. ГОСТ 31754- 2012 Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Методы определения массовой доли трансизомеров жирных кислот.

7. Нилова Л.П., Вытовтов А.А., Малютенкова С.М., Лабойко И.Ю. Проблемы безопасности хлебобулочных изделий: трансизомеры жирных кислот//Вестник ЮУрГУ. «Пищевые и биотехнологии». 2017.- Т. 5, - № 2.- С. 78–86.

8. Briggs M. A., Petersen K. S., Kris-Etherton P. M. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk // Healthcare. 2017. Vol. 5. № 2. <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>.

9. Современные тенденции развития производства жировых продуктов: наука, технологии, бизнес / А. П. Нечаев [и др.]. М.: Авторская книга, 2016. -382 с.

10. Кондратьев Н. Б. Оценка качества кондитерских изделий. Повышение сохранности кондитерских изделий. М.: Перо, 2015. -250 с.

11. Солдатова Е. А., Мистенева С. Ю., Савенкова Т. В. Условия и критерии обеспечения хранимостности кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2019. -№ 5. -С. 82–85. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10078>.

12. Демченко Е. А. [и др.] Техника и технологии пищевых производств. 2021. -Т. 51. -№ 4 -С. 674–689.

13. Devi, A. Physicochemical, rheological and functional properties of fats and oils in relation to cookie quality: a review / A. Devi, B.S. Khatkar // Journal of food science and technology. – 2016. – Vol. 53. – No. 10. – P. 3633–3641.

14. Pareyt, B. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies / B. Pareyt, J.A. Delcour // Critical reviews in food science and nutrition. – 2008. – Vol. 48. – No. 9. – P. 824–839.

15. Hwang, H.S. Oxidation of fish oil oleogels formed by natural waxes in comparison with bulk oil / H.S. Hwang, M. Phaner, J.K. Winkler-Moser, S.X. Liu // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2018. – Vol. 120. – No. 5. – P. 1700378.

16. Кочеткова, А.А. Пищевые олеогели: свойства и перспективы использования / А.А. Кочеткова, В.А. Саркисян, В.М. Коденцова, Ю.В. Фролова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2019. – № 8. – С. 30–35. 5.

REFERENCES

1. <https://akvarom.ru/sovremennyye-margariny-revolyuciya-produktovykh-idej>
2. <https://kz.kursiv.media/2023-02-24/lgn-oilfat>
3. <https://kz.kursiv.media/2023-02-24/lgn-oilfat/>

4. Mezhgosudarstvennyj Standart GOST 31902-2012 Izdelija konditerskie. Metody opredelenija massovoj doli zhira [Methods for determining the mass fraction of fat].

5. GOST R Standart 54686 Izdelija konditerskie. Metod opredelenija massovoj doli nasyshennyh zhirnyh kislot [A method for determining the mass fraction of saturated fatty acids].

6. GOST 31754- 2012 Masla rastitel'nye, zhiry zhiivotnye i produkty ih pererabotki. Metody opredelenija massovoj doli transizomerov zhirnyh kislot [Methods for determining the mass fraction of fatty acid transisomers].

7. L.P. Nilova, A.A. Vytovtov, S.M. Maljutenkova, I.Ju. Labojko. Problemy bezopasnosti hlebobulochnyh izdelij: transizomery zhirnyh kislot/Vestnik JuUrGU. «Pishhevye i biotekhnologii». 2017. T. 5, № 2. S. 78–86 [Safety problems of bakery products: transisomers of fatty acids].

8. Briggs M. A., Petersen K. S., Kris-Etherton P. M. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk // Healthcare. 2017. Vol. 5. № 2. <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>.

9. Sovremennye tendencii razvitiya proizvodstva zhirovyh produktov: nauka, tekhnologii, biznes [Modern trends in the development of fat products production: science, technology, business]. / A. P. Nechaev [i dr.]. M.: Avtorskaja kniga, 2016. 382 s.

10. Kondrat'ev N. B. Ocenka kachestva konditerskih izdelij. Povyshenie sohrannosti konditerskih izdelij. [Evaluation of the quality of

confectionery products. Improving the safety of confectionery products]. M.: Pero, 2015. 250 s.

11. Soldatova E. A., Misteneva S. Ju., Savenkova T. V. Uslovija i kriterii obespechenija hranimospobnosti konditerskih izdelij // [Conditions and criteria for ensuring the storage capacity of confectionery products]. Pishhevaja promyshlennost'. 2019. № 5. S. 82–85. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10078>.

12. Demchenko E. A. [i dr.] Tehnika i tekhnologija pishhevyh proizvodstv. [Equipment and technology of food production] 2021. T. 51. № 4 S. 674–689.

13. Devi, A. Physicochemical, rheological and functional properties of fats and oils in relation to cookie quality: a review / A. Devi, B.S. Khatkar // Journal of food science and technology. – 2016. – Vol. 53. – No. 10. – P. 3633–3641.

14. Pareyt, B. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies / V. Pareyt, J.A. Delcour // Critical reviews in food science and nutrition. – 2008. – Vol. 48. – No. 9. – P. 824–839.

15. Hwang, H.S. Oxidation of fish oil oleogels formed by natural waxes in comparison with bulk oil / H.S. Hwang, M. Phaner, J.K. Winkler-Moser, S.X. Liu // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2018. – Vol. 120. – No. 5. – P. 1700378.

16. Kochetkova, A.A. Pishhevye oleogeli: svoystva i perspektivy ispol'zovaniya [Food oleogels: properties and prospects of use]. A.A. Kochetkova, V.A. Sarkisjan, V.M. Kodencova, Ju.V. Frolova [i dr.] // Pishhevaja promyshlennost'. – 2019. – № 8. – S. 30–35. 5. Puşcaş, A. Oleogels in Food: a review of C.

FTAXP 65.29.33

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-105-121>

КОЭКСТРУЗИЯ ПРОЦЕСІНДЕГІ КӨП ДӘНДІ ШИКІЗАТТЫҢ БАЛҚЫМА АҒЫНЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

А.Н. ОСТРИКОВ , А.А. ОСПАНОВ , В.Н. ВАСИЛЕНКО ,
А.К. ТИМУРБЕКОВА *, М.В. КОПЫЛОВ , А.Т. АЛМАГАНБЕТОВА 

(Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті,
Ресей Федерациясы, 394036, Воронеж, Революция д-лы, 19
Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай д-лы, 8)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: timurbekova_aigul@mail.ru*

Коэкструзиялық процестің рационалды параметрлерін анықтау үшін экструдер арнасындағы көп дәнді қоспасының балқыма ағынының математикалық моделі жасалды. Математикалық модель қозғалыс теңдеуі мен энергияның сақталу теңдеуін және шекаралық шарттарды, сонымен қатар зерттелетін қоспаның балқыма ағынының реологиялық заңын қамтиды. Есептеулер нәтижесінде шнектің геометриялық параметрлері: экструдер арнасының тереңдігі мен ені, ағынның орташа жылдамдығы және жұмыс камерасының ұзындығы бойынша экструдаттың температурасы анықталды. Экструдаттың есептелген температурасын салыстыру $T_k = 136,2$ °C және оның тәжірибелік мәні $T_k = 135$ °C жоғары сәйкестікті көрсетеді. Экструдер арнасы арқылы қарастырылатын аймақта зерттелетін қоспа балқымасының тұтқыр сұйықтығының ағуының математикалық моделінің сандық шешімі

экструдаттық балқыманың жылдамдығы мен қысымының өзгеру сипатын белгілеуге мүмкіндік береді. Алынған тәуелділіктер қос шнекті экструдерді есептеу және жобалау үшін негіз болды, оның әрбір шнегі үш аймақтан тұрады: бірінші қысу аймағы, ол үш бөлімді қамтиды: тиеу, сығымдау және мөлшерлеу; екі бөлімнен тұратын декомпрессиялық-экстракциялық аймақ: декомпрессия және экстракция; және екі секцияны қамтитын екінші қысу аймағы: гомогендеу және айдау. Қос шнекті экструдерді қолдану әртүрлі көп компонентті құрамдағы экструдталған бұйымдарды өндіру үшін экструдердің технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтеді; жылумен қамтамасыз етуді реттеу арқылы өңделетін өнімнің құрамдас бөліктерінің физикалық-химиялық өзгерістерінің қажетті тереңдігін қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: коэкструзия, математикалық модель, ағын, балқыма, конструкция, үш аймақты экструдер.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ РАСПЛАВА МУЛЬТИЗЛАКОВОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ КОЭКСТРУЗИИ

А.Н. ОСТРИКОВ, А.А. ОСПАНОВ, В.Н. ВАСИЛЕНКО, А.К. ТИМУРБЕКОВА,
М.В. КОПЫЛОВ, А.Т. АЛМАГАНБЕТОВА*

(Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Российская Федерация, 394036, Воронеж, пр. Революции, 19

Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Республика Казахстан, 050010, Алматы, пр. Абая, 8)

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

Разработана математическая модель течения расплава мультизлаковой смеси в канале экструдера для определения рациональных параметров процесса коэкструзии. Математическая модель включает уравнение движения и уравнение сохранения энергии и граничные условия, а также реологический закон течения расплава исследуемой смеси. В результате расчетов были определены геометрические параметры шнека: глубина и ширина канала экструдера, средняя скорость течения и температура экструдата по длине рабочей камеры. Сравнение расчетной температуры экструдата $T_k = 136,2$ °C и ее экспериментального значения $T_k = 135$ °C, показывает высокую адекватность. Численное решение математической модели течения вязкой жидкости расплава исследуемой смеси на рассматриваемом участке через канал экструдера позволяет установить характер изменения скорости и давления расплава экструдата. Полученные зависимости легли в основу расчета и проектирования конструкции двухшнекового экструдера, каждый из шнеков которого состоит из трех зон: первой зоны компрессии, которая включает три участка: загрузки, сжатия и дозирования; декомпрессионно-экстракционной зоны, которая включает два участка: декомпрессии и экстракции; и второй зоны компрессии, которая включает два участка: гомогенизации и нагнетания. Использование двухшнекового экструдера позволит расширить технологические возможности экструдера по производству экструдированных продуктов различного поликомпонентного состава; обеспечить необходимую глубину физико-химических превращений компонентов обрабатываемого продукта за счет регулирования теплоподвода.

Ключевые слова: коэкструзия, математическая модель, течение, расплав, проектирование, трехзонный экструдер.

MATHEMATICAL MODELING OF MULTI-CEREAL RAW MATERIAL MELT FLOW IN THE COEXTRUSION PROCESS

*A.N. OSTRIKOV, A.A. OSPANOV, V.N. VASILENKO, A.K. TIMURBEKOVA,
M.V. KOPYLOV, A.T. ALMAGANBETOVA*

(Voronezh State University of Engineering Technologies,
Russian Federation, 394036, Voronezh, Revolution Ave., 19

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

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

A mathematical model of the melt flow of a multi-cereal mixture in an extruder channel has been developed to determine the rational parameters of the coextrusion process. The mathematical model includes the equation of motion

and the equation of energy conservation and boundary conditions, as well as the rheological law of the melt flow of the mixture under study. As a result of the calculations, the geometric parameters of the screw, the depth and width of the extruder channel, the average flow rate and the temperature of the extrudate along the length of the working chamber were determined. A comparison of the calculated extrudate temperature $T_k = 136.2^\circ\text{C}$ and its experimental value $T_k = 135^\circ\text{C}$ shows high adequacy. The numerical solution of the mathematical model of the flow of a viscous liquid melt of the studied mixture in the considered section through the extruder channel allows us to establish the nature of the change in the speed and pressure of the extrudate melt. The obtained dependencies formed the basis for the calculation and design of the twin-screw extruder design, each screw of which consists of three zones: the first compression zone, which includes three sections: loading, compression and dosing; decompression-extraction zone, which includes two sections: decompression and extraction; and the second compression zone, which includes two sections: homogenization and injection. The use of a twin-screw extruder will expand the technological capabilities of the extruder for the production of extruded products of various polycomponent compositions; ensure the necessary depth of physicochemical transformations of the components of the processed product due to the regulation of heat supply.

Keywords: coextrusion, mathematical model, flow, melt, design, three-zone extruder.

Kipicne

Басты бағыттардың бірі белгілі функционалды компонентпен (ақуыз, май, дәрумен және т.б.) байытылған, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары коэкструдирленген өнімдерді дайындау болып табылады. Бұл сырты дәнді дақылдан тұратын, ішінде салмасы (май, ақуыз, жеміс-жидек немесе хош иістендіргіштер) бар өнімдер. Тұтынушылардың коэкструдирленген өнімдерге деген қызығушылығының артуы функционалды жаңа өнімдер ассортиментінің артуымен шартталған. Коэкструдирленген өнімдер (салмасы бар жастықшалар мен түтікшелер және т.б.) жүгері үлпектерінен кейін дайын таңғы ас түрлері арасында екінші орынға ие [1-5].

Коэкструзиялау полимер өңдеуде қолдану аясында ең заманауи технологиялардың бірі болып табылады. Түрлі биополимерлі материалдарды көпқабатты құрылымдарда біріктіру арқылы күрделі қолданысқа арналған, кең спектрлі қасиеттері бар өнімдерді алуға болады. Құрамында балласт заттары (50...70 %) (тағамдық талшықтар) жоғары түрлі экструдирленген өнімдерді шығару көптеген қант диабеті, атеросклероз және жүректің ишемиялық ауруы сияқты адам ауруларының алдын алуда маңызды рөл атқарады [6-9].

Экструдаттар технологиясында түрлі өсімдік тектес ақуызды қолдану құрамында ақуыздың жоғары дәрежесі бар, құрамында аминқышқылы теңдестірілген өнімдерді алуға мүмкіндік береді. Оған қоса берілген өнімдер түрлерінің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді. Алайда нарықтағы экструдирленген өнімдер аминқышқылдық құрамы бойынша теңдестірілмеген, себебі көбіне бір ғана компоненттен тұрады. Осыған орай тамақ өндірісіндегі негізгі бағыттардың бірі тағамдық

және биологиялық құндылығы жоғары, белгілі бір функционалды компонентпен байытылған өнімдерді шығару болып табылады [10-15].

Шнектің айналмалы кеңістігіндегі балқыманың ағыны бұрын зерттелген [3, 5, 8, 13]. Ең маңызды ақпараттың бірі матрицаның пішінді арнасында биополимер балқымасының қозғалыс сипаты болып табылады. Осы ақпараттың негізінде пішінді түйін конструкциясының оптималды жобалау мен өндірісі мүмкін болады. Жобалау кезінде матрица алды аймағындағы экструдердің тұрақты жұмысы мен қажетті кері қысым (5...7 МПа) болу үшін пішінді арнаның ұзындығы мен диаметр ара қатысын анықтау қажет.

А. Hammer және басқа да зерттеушілер [6] тік бұрышты арналар арқылы өтетін екі қуатты сұйықтықтың бірлескен экструзиялау үдерісін модельдеудің гибридіті амалын ұсынды. Олар ағын жағдаятын толығымен сипаттайтын төрт тәуелсіз ықпал ететін параметрді анықтады: бірінші сұйықтықтың қуат индексі (i), екінші сұйықтықтың қуат индексі (ii), бөлім шекарасының өлшемсіз орны (iii) және қысым градиенттерінің өлшемсіз қатынасы (iv). Түсірім әдісінің көмегімен кернеулердің сандық шешімдері алынды (i), фаза аралық жылдамдық (iii) және (iv) жеке көлем (i) қысымның өткізу қабілетінің ағын жыламығына тәуелділігі. Генетикалық бағдарлауға негізделген символикалық регрессияны қолдана отырып, осы төрт тәуелсіз параметрлердің алгебралық қатынасы алынды. Бұл математикалық модельдер коэкструдирлеуде сұйықтықтардың екі қабат ағындардың үдерістерін болжауға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Оствальд-де-Вил заңына бағынатын изотермиялық қысымдық ағыны, классикалық

теңдеулер негізінде цилиндрлік арнадағы реологиялық әртүрлі араласпайтын тұтқыр-пластикалық орталар коэкструдирлеу кезіндегі экструдердің пішінді арнасындағы осындай екі ортаның ағын моделі синтезделген. Экструдат көлемді шығыны мен салманың ара қатынасы талап етілген көлемде мөлшерлеу құбырының диаметрін таңдау әдістемесі ұсынылды. Түрлі реологиялық заңдылықтармен аралық

араласусыз ньютон емес екі орта берілген цилиндр пішіндес бастиегін қарастырамыз [3].

Көпқабатты коэкструдирлеуде матрицада созу және бүктеу механизмін түсіну үшін көпқабатты коэкструдирлеу кезінде матрица шетінің соңында көпқабатты біркелкі бөлу керек.

Математикалық модель. Кернеулердегі қозғалыс теңдеуін жазып алайық. Қозғалыс теңдеуі тікбұрыштық координаттарында:

$$\rho \left(\frac{\partial g_x}{\partial t} + g_x \frac{\partial g_x}{\partial x} + g_y \frac{\partial g_x}{\partial y} + g_z \frac{\partial g_x}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + \rho g_x \quad , (1)$$

у ось проекциясы:

$$\rho \left(\frac{\partial g_y}{\partial t} + g_x \frac{\partial g_y}{\partial x} + g_y \frac{\partial g_y}{\partial y} + g_z \frac{\partial g_y}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + \rho g_y \quad , (2)$$

Z ось проекциясы:

$$\rho \left(\frac{\partial g_z}{\partial t} + g_x \frac{\partial g_z}{\partial x} + g_y \frac{\partial g_z}{\partial y} + g_z \frac{\partial g_z}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \rho g_z \quad , (3)$$

Үздіксіздік теңдеуі:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho g_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho g_y) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho g_z) = 0 \quad . \quad (4)$$

Транспорт қасиеттері арқылы көрсетілген энергия сақтау теңдеуі:

$$\begin{aligned} \rho C_g \left(\frac{\partial T}{\partial t} + g_x \frac{\partial T}{\partial x} + g_y \frac{\partial T}{\partial y} + g_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \\ = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + 2\eta \left[\left(\frac{\partial g_x}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial g_y}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial g_z}{\partial z} \right)^2 \right] + \\ + \eta \left[\left(\frac{\partial g_x}{\partial y} + \frac{\partial g_y}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial g_x}{\partial z} + \frac{\partial g_z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial g_y}{\partial z} + \frac{\partial g_z}{\partial y} \right)^2 \right] \quad , \quad (5) \end{aligned}$$

Мұндағы x, y, z белгілері – декарт координаттары; t – уақыт; u_x, u_y, u_z – жылдамдық векторының компоненттері; p – қысым; T – температура; ρ – тығыздық; C_v – тұрақты көлемдегі жылу сыйымдылығы; λ – жылу өткізгіштігі; η – ньютон емес ортаның тұтқырлығы; $\tau_{xx}, \tau_{yy}, \tau_{zz}$ – қалыпты кернеу; $\tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{yz} = \tau_{zy}, \tau_{xz} = \tau_{zx}$ – жанама кернеулер, g_x, g_y, g_z – ауырлық вектордың компоненттері.

Қабылданған жорамалдар. Ортаны әлсіз қысылады деп алатын болсақ $\rho \approx \text{const}$ ($C_v = C_p$ – тұрақты қысымдағы жылу сыйымдылығы) сұйықтық, өзгермелі қуаттың реологиялық заңы бойынша, әрі $g_x = g_y = g_z = 0$ интенсивті конвективті қозғалысқа байланысты. Себебі кернеу тензоры τ және деформация жылдамдық тензоры Δ қалыпты жағдайда желілік ретінде қабылданады

$$\tau = \eta \Delta \quad , \quad (6)$$

мұндағы η – ортаның тұтқырлығы, қуат заңы үшін η тең деп қарастырылады:

$$\eta = \eta^0 \left[\frac{1}{2} (\Delta \div \Delta) \right]^{(n-1)/2}, \quad (7)$$

мұндағы n – ағын индексі ($n \geq 0$).

Келтіру күйі үшін ығысу жылдамдығы γ_0 1 с-1 тең декарт координат жүйесінде.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (\Delta \div \Delta) = & 2 \left[\left(\frac{\partial \mathcal{G}_x}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{G}_y}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial z} \right)^2 \right] + \\ & + \left(\frac{\partial \mathcal{G}_x}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{G}_y}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{G}_y}{\partial z} + \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{G}_x}{\partial z} + \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} \right)^2, \end{aligned} \quad (8)$$

Бұл кернеу тензорының компоненттерін τ деп жазуға толықтай мүмкіндік береді:

$$\tau_{xx} = -2\eta \frac{\partial \mathcal{G}_x}{\partial x}, \quad \tau_{yy} = -2\eta \frac{\partial \mathcal{G}_y}{\partial y}, \quad \tau_{zz} = -2\eta \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial z}. \quad (9)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = -\eta \left(\frac{\partial \mathcal{G}_x}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{G}_y}{\partial x} \right), \quad (10)$$

$$\tau_{yz} = \tau_{zy} = -\eta \left(\frac{\partial \mathcal{G}_y}{\partial z} + \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial y} \right), \quad (11)$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = -\eta \left(\frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{G}_x}{\partial z} \right), \quad (12)$$

Экструдерлік арнаның қисықтығын алсақ параллель пластиналар арасындағы эквиваленттік ағымды қарастыруға болады. Осьтерді келесідей таңдайық: z – арна бойымен алынған координата, x – оның биіктігімен алынған координата, y – енімен алынған координата.

Оған қоса, экструдерлі арнаның биіктігі еніне қарағанда әлдеқайда кіші, ал ньютон емес орталардың жоғары тұтқырлығы, ал оның өндірістік жүйелер үшін арна ағысы ламинарлық режимде,

$$\begin{aligned} \text{сондықтан қозғалыс түрлі бағытта болады.} \quad \mathcal{G}_x = \mathcal{G}_y = 0, \quad \mathcal{G}_z(x), \quad \frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} = 0, \\ \tau_{xx} = \tau_{yy} = \tau_{zz} = \tau_{xy} = \tau_{yx} = \tau_{yz} = \tau_{zy} = 0, \quad \tau_{zx} = \tau_{xz} = -\eta \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x}, \quad \frac{1}{2} (\Delta \div \Delta) = \left(\frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} \right)^2. \end{aligned}$$

Нәтижесінде жүйе (1)-(12) келесідей болады:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\eta^0 \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} \left| \frac{1}{\gamma_0} \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} \right|^{n-1} \right) = \frac{\partial P}{\partial z}, \quad (13)$$

$$\mathcal{G}_z \frac{\partial T}{\partial z} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + b \left(\frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} \right)^2 \left| \frac{1}{\gamma_0} \frac{\partial \mathcal{G}_z}{\partial x} \right|^{n-1}, \quad (14)$$

Бұл жердегі $a = \lambda/(\rho C_p)$ – температура өткізгіштігі коэффициенті; $b = \eta_0/(\rho C_p)$ – диссипация коэффициенті.

Жүйе (13)-(14) шекаралық шарттармен бітеді

$$\vartheta_z(0) = 0, \quad \vartheta_z(h) = \vartheta_0, \quad (15)$$

$$T(x, 0) = T_0; \quad \frac{\partial T(0, z)}{\partial x} = \frac{\partial T(h, z)}{\partial x} = 0, \quad (16)$$

мұндағы T_0 – экструдерлі арнаның кірісінде экструдат температурасы; ϑ_0 – канал арнаның үстіңгі қуат қозғалыс жылдамдығы,

айналым жиілігімен байланысты; h – арнаның биіктігі.

Математикалық модельдің аналитикалық шешуі. Жүйені (13)-(14) өлшемсіздік түріне алып келейік:

$$\frac{d}{dX} \left(\frac{dU}{dX} \left| \frac{dU}{dX} \right|^{n-1} \right) = K, \quad (17)$$

$$U \frac{\partial \theta}{\partial Z} = \frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + B \left(\frac{dU}{dX} \right)^2 \left| \frac{dU}{dX} \right|^{n-1}, \quad (18)$$

$$U(0)=0; \quad U(1)=1, \quad (19)$$

$$\theta(X, 0) = 1, \quad \frac{\partial \theta(0, Z)}{\partial X} = \frac{\partial \theta(1, Z)}{\partial X} = 0, \quad (20)$$

$$\text{мұнда } X = x/h; \quad Z = z/h; \quad U = V_z/V_0; \quad V_z = \vartheta_z/(\gamma_0 h); \quad V_0 = \vartheta_0/(\gamma_0 h);$$

$$K = \frac{h}{\eta^0 \gamma_0} \left(\frac{\gamma_0 h}{\vartheta_0} \right)^n \frac{dP}{dz}; \quad \theta = T/T_0; \quad Pe = \frac{\vartheta_0 h}{a}; \quad B = \frac{b \gamma_0}{T_0} \left(\frac{\vartheta_0}{\gamma_0 h} \right)^{-n}.$$

Жүйенің кернеуіне байланысты (17)-(20), осыдан гидродинамикалық тапсырманы жылулық тапсырмаға қарамай шығаруға болатынын көреміз. Осыған орай (17) суреттегі теңдеуді (19) шарттарға сәйкес талдап шығамыз.

$X^* [0; 1]$ кесіндісінде бір нүкте деп алайық, ол жердегі жылдамдық градиенті нольге тең. Бұл дегеніміз берілген тапсырма келесідей формасы бар эквиваленттік тапсырма ретінде ұсынуға болады:

$$-\frac{d}{dX} \left(\frac{dU_1}{dX} \right)^n = K, \quad (21)$$

$$\frac{dU_1(X^*)}{dX} = 0, \quad U_1(0)=0; \quad (22)$$

$0 \leq X \leq X^*$, және

$$\frac{d}{dX} \left(\frac{dU_2}{dX} \right)^n = K, \quad (23)$$

$$\frac{dU_2(X^*)}{dX} = 0, \quad U_2(1)=1; \quad (24)$$

мұндағы $X^* \leq X \leq 1$, қосымша сәйкестік шартымен $U_1(X^*)=U_2(X^*)$. (25)

Теңдеуді шешу үшін (21) оны X интегралдайық

$$\left(\frac{dU_1}{dX} \right)^n = -KX + C_1, \quad (26)$$

мұнда C_1 – интегралдау константасы, екінші шекаралық шартпен анықтала алады (4.22), ол дегеніміз

$$-KX^* + C_1 = 0,$$

$C_1 = KX^*$, орнына қойсақ (26), табамыз

$$\left(\frac{dU_1}{dX} \right)^n = -K(X^* - X), \quad (27)$$

Екі бөлікті де алып (27) $(1/n)$ алынғанға қарамай жазып аламыз

$$U_1 = -K^{\frac{1}{n}} \int (X^* - X)^{\frac{1}{n}} dX + C_2, \quad (28)$$

мұнда C_2 – интегралдау константасы.

Алғашқы функция (28) өрнек беріп отыр, сондықтан

$$U_1 = -K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} (X^* - X)^{\frac{n+1}{n}} + C_2, \quad (29)$$

Мұнда C_2 константасы бірінші шекаралық шартпен анықталған (22):

$$C_2 = K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} X^{* \frac{n+1}{n}}.$$

Онда бірінші тапсырманың шешуі (21), (22) ақырғы түрін көреміз

$$U_1 = -K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} (X^* - X)^{\frac{n+1}{n}} + C_2, \quad (30)$$

(23), (24) тапсырмаларының шешуін де солай табамыз. Қайтадан интегралдап(23)

$$\left(\frac{dU_2}{dX} \right)^n = KX + C_1, \quad (31)$$

бұл жерде C_1 – интегралдау константасы, екінші шекаралық шарттан (24)

$$C_1 = -KX^*,$$

Ол келесідей болады:

$$\left(\frac{dU_2}{dX} \right)^n = K(X - X^*), \quad (32)$$

Екі бөлікті жасағаннан кейін (32) $(1/n)$ қайта интегралдаудан соң

$$U_2 = K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} (X - X^*)^{\frac{n+1}{n}} + C_2, \quad (33)$$

мұнда C_2 бірінші шекаралық шартпен анықталады (24)

$$C_2 = 1 - K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} (1 - X^*)^{\frac{n+1}{n}} \quad (34)$$

(33) және (34) екінші тапсырманың ақырғы шешуі шығады (23), (24)

$$U_2(X) = 1 + K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} \left[(X - X^*)^{\frac{n+1}{n}} - (1 - X^*)^{\frac{n+1}{n}} \right], \quad (35)$$

Шартына сәйкес (25), (30) пен (35) теңестіріп, теңдеуге анықтама табамыз X^* :

$$-X^{*n+1/n} + (1 - X^*)^{n+1/n} = K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1}, \quad (36)$$

ақырғы шешуі келесідей формуламен анықталады

$$X = \begin{cases} -K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} \left[X^{*n+1/n} - (X^* - X)^{n+1/n} \right], & 0 \leq X \leq X^* \\ 1 + K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+1} \left[(X - X^*)^{n+1/n} - (1 - X^*)^{n+1/n} \right], & X^* \leq X \leq 1 \end{cases}, \quad (37)$$

Өлшемсіз K комплексінің физикалық мағынасын нақтылау үшін ньютон сұйықтығының ағымын қарастырайық, бұл дегеніміз ағыс индексі $n=1$ болған кезде. Бұл жағдайда гидродинамикалық тапсырма (17), (19) келесідей болады:

$$\frac{d^2 U}{dX^2} = K \quad (38)$$

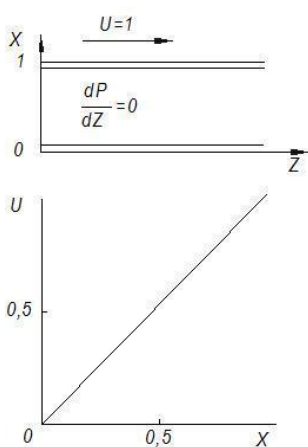
$$U(0) = 0; U(1) = 1, \quad (39)$$

Шешуі (38), (39) екі рет интегралдаудан кейін (39) келесідей:

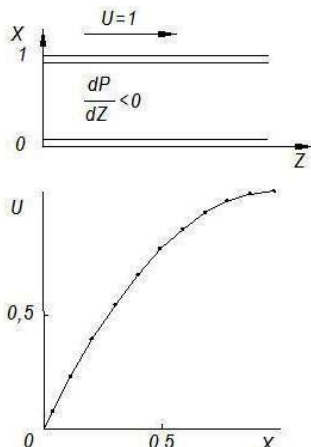
$$U(X) = \frac{1}{2} K X^2 + \left(1 - \frac{1}{2} K \right) X, \quad (40)$$

Үстіңгі пластина арқылы сұйықтықтың қысымсыз ағуы (1 сурет), ол дегеніміз $K = 0$, жылдамдық профилі $U(X)=X$ Куэтт ағысына сәйкес.

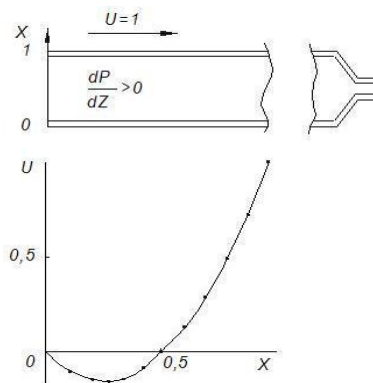
Егер $\frac{dP}{dZ} < 0$, болған жағдайда K кері мағынасын көрсетеді мысал үшін, $K = -2$ ағыс өту қысымы бойынша және үстіңгі пластинаның қозғалысы арқылы іске асады (2 сурет).



1 сурет. Үстіңгі пластина арқылы болатын қысымсыз ағыс (Куэтт ағысы)



2 сурет. Үстіңгі пластинаның қозғалысы мен қысымы арқылы жүзеге асады



3 сурет. Қарсы ағыстың қозғалысын жеңіп пластина арқылы асырылатын қозғалыс

Егер $\frac{dP}{dZ} > 0$, болса ол К жағымды мағынасы, мысал үшін $K=4$ онда ағыс сұйықтықтың қарсы қысымның жалғасы арқылы, үстіңгі пластинаның қозғалысы арқылы жүзеге асады (3 сурет). Бұл

$$\bar{U} = \int_0^1 U(X) dX = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{K}{6} \right)$$

бұл дегеніміз экструдерлік жүйенің тиімді қызмет атқаруы үшін келесі шартты орындау керек

$$\bar{U} > 0, \text{ т. е. } 0 < K < 6 \text{ (4 сурет).}$$

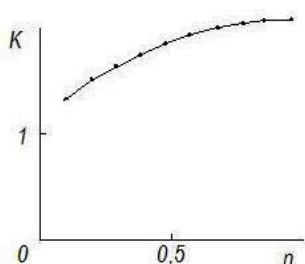
Экструдерлік жүйенің істен шығарылуы талданмалы шешуді талап ететіні заңды (37) $K > 0$ кезінде.

$n \neq 1$ жағдайына талдау жұмысын жалғастырсақ шешімнің қолдану аясын анықтау керек (37). $n \neq 1$ жағдайына талдау

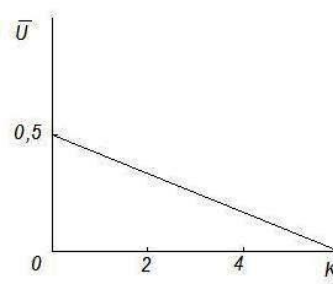
экструдерлік жүйенің модельді ұсынысына сәйкес.

Теңдеу (40) пайдаланып ортақ өлшемсіз жылдамдықты анықтап, келесідей нәтиже аламыз

жұмысын жалғастыратын болсақ, алынған шешудің қолдану аясын анықтау керек (37). Ол үшін теңдеудің шешілу аясын анықтау қажет (36) n байланысты (псевдопластикалық аралық үшін $0 < n < 1$) және K ($K > 0$). Теңдеудің трансцендетті болуына байланысты (36) оның шешуі үшін бисекция әдісі қолданылды.



Сурет 4. Экструдерлік мінездеме



Сурет 5. Шешуін қолдану шегі (37)

Есептеу тәжірибесімен қолданудың төменгі шегі анықталды (37) (5 сурет), үстіңгі жағында шешімді дұрыс қолдану (37).

Қисық дұрыстық аясына (6 сурет) тапсырма (17), (19) тапсырма келесідей қалыптасады:

$$\frac{d}{dX} \left(\frac{dU}{dX} \right)^n = K \quad (41)$$

$$U(0)=0; U(1)=1, \quad (42)$$

Бір реттік интегралдау (41)

$$\left(\frac{dU}{dX} \right)^n = KX + C_1 \quad (43)$$

Қайта интегралдау (43) жылдыамдықты анықтауға әкеледі

$$U(X) = \frac{1}{K} \frac{n}{n+1} (KX + C_1)^{\frac{n+1}{n}} + C_2 \quad (44)$$

мұнда C_1 теңдеуді шешу арқылы анықталады

$$(K + C_1)^{\frac{n+1}{n}} - C_1^{\frac{n+1}{n}} = \frac{n}{n+1} \frac{1}{K} \quad (45)$$

$$C_2 = \frac{1}{K} \frac{n}{n+1} C_1^{\frac{n+1}{n}} \quad (46)$$

Дәрежелік қуаттың экструдерлік мінездемесін анықтау үшін экструдаттың арнаны кесіп өтетін орташа жылдамдығын табамыз:

$$\begin{aligned}\bar{U} &= \int_0^1 U(X) dX = \int_0^{X^*} U(X) dX + \int_{X^*}^1 U(X) dX = \\ &= K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{2n+1} X^{*\frac{2n+1}{n}} + (1 - X^*) - K^{\frac{1}{n}} \frac{n}{2n+1} (1 - X^*)^{\frac{2n+1}{n}},\end{aligned}\quad (47)$$

Қисық дұрыстылықтың жоғары аясы үшін ара қатынас (47) қисық дұрыстылықтың аясынан төмен.

$$\bar{U} = \int_0^1 U(X) dX = \frac{1}{K^2} \frac{n^2}{(n+1)(2n+1)} (KX + C_1)^{\frac{2n+1}{n}} + C_2, \quad (48)$$

(48) суретке сәйкес әрдайым осы шарт орындалады $\bar{U} > 0$ кезде $k > 0$, сондықтан экструзия тиімділігінің төменгі шегі ара қатынастың дұрыстылығына сәйкес болады (47).

Келесі шешім үшін реологиялық заңды және k үлкендігін анықтап алу керек. Алдымен жұмыс диапазонының температурасы үшін реологияның заңдылықтарын анықтау тәжірибелік ақпаратқа сүйену керек (1 кесте).

Кесте 1. Жұмыс диапазонының температурасы үшін реологияның заңдылықтарын анықтаудың тәжірибелік ақпараты

Температура, $T, ^\circ\text{C}$	Жылжу жылдамдылығы, γ, c^{-1}	Акуызды-өсімдік қоспасы		
		$\eta^\circ \cdot 10^{-6},$ Па · с	$\eta^\circ \cdot 10^{-6},$ Па · с	$\eta^\circ \cdot 10^{-6},$ Па · с
		Ылғалдылық 18 %	Ылғалдылық 20 %	Ылғалдылық 22 %
50	7,1	192, 32	215,32	231, 50
160	218,15	23,15	25, 78	27, 15

Қуат заңдылығында n ағысындағы индексті табу үшін

$$\tau = \eta^\circ \gamma^n, \quad (49)$$

келесі әдістемені пайдаланайық.

Табиғи негізіндегі логарифмді алайық (49)

$$\ln \tau = \ln \eta^\circ + n \ln \gamma, \quad (50)$$

және де (50) көмегімен 1 кестеге сәйкес τ және n белгісіз деп санап шекаралық нүктелер үшін сызықтық теңдеулер жүйесін құрайық

$$\begin{cases} \ln \tau - n \ln \gamma_1 = \ln \eta^\circ_1 \\ \ln \tau - n \ln \gamma_2 = \ln \eta^\circ_2, \end{cases} \quad (51)$$

Осыдан ағыс индексі

$$n = \frac{\ln \eta^\circ_1 - \ln \eta^\circ_2}{\ln \gamma_2 - \ln \gamma_1}, \quad (52)$$

тең.

Есептеу нәтижесі 2 кестеде келтірілген. Осының ішінде η° 120 $^\circ\text{C}$ дан 130 $^\circ\text{C}$ ға дейінгі температура интервалындағы орташа деп анықталған.

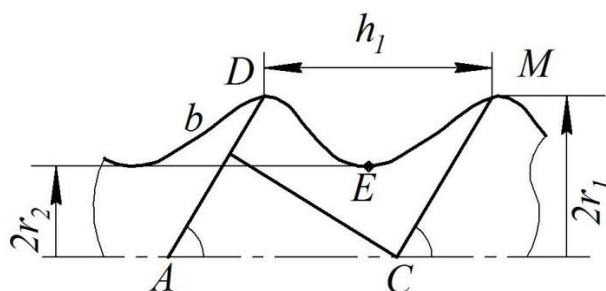
Кесте 2. Есептеу нәтижесі

$W, \%$	18	20	22
n	0,62	0,62	0,62
$\eta^\circ \cdot 10^{-6}, \text{Па} \cdot \text{с}$	36,07	41,73	49,23

2 кестеден келесідей қорытынды жасау керек: ақуызды-өсімдік (жеміс-жидек) қоспасы псевдопластик болып табылады және ағыс индексі іс жүзінде ылғалдыққа тәуелді емес

Нәтижелері және оларды талқылау

6 суретте шнектің бұрандалы схемасы келесідей өлшемде көрсетілген: $\alpha = 60^\circ$, $h_1 = 15$ мм, $2r_1 = 29,1$ мм, $r_2 = 16,5$ мм.



Сурет 6 Бұрандалы шнектің схемасы

Тікбұрышты ΔABC ден арнаның нағыз енін анықтаймыз

$$l = BC = AC \cdot \sin 60^\circ = h_1 \frac{\sqrt{3}}{2} = 15 \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 13 \text{ мм}$$

Қисық DEM параболаға жақын деп есептейік, онда тиімі арна тереңдігін анықтаймыз.

Парабола теңдеуі $y = ax^2$ болғандықтан

$$y = r_1 - r_2 = \frac{29,1 - 16,5}{2} = 6,3 \text{ мм,}$$

$$ax = l / 2 = 13 / 2 = 6,5 \text{ мм алып}$$

$$a = \frac{y}{x^2} = \frac{6,3}{6,5^2} = 0,15 \text{ табамыз.}$$

Арнаның тиімді тереңдігін келесідей жолмен есептейміз

$$h = \frac{2}{l} \int_0^{l/2} ax^2 dx = \frac{2}{l} a \frac{1}{3} x^3 \Big|_0^{l/2} = \frac{a}{3} \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \frac{0,15}{3} 6,5^2 \approx 2,1 \text{ мм}$$

$h \ll 1$, бұл дегеніміз экструдерлі арна шынымен жазық деп санауға болады. Корпус қозғалысының сызықтық салыстырмалы жылдамдығын келесідей формуламен есептеп шығарамыз:

$$\mathcal{G}_0 = \pi D \omega \sin 60^\circ,$$

мұндағы D – шнектің айналым аясының ішкі диаметрі; ал ω – шнектің айналым жиілігі.

Т. к. $D = 2r_1 = 29,1 \text{ мм} = 29,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\omega = 350 \text{ об/мин} = 5,83 \text{ с}^{-1}$, онда

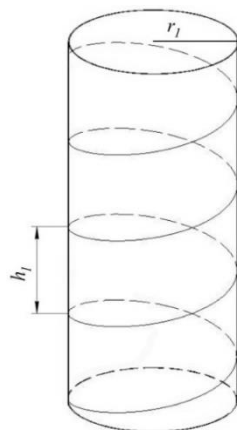
$$\mathcal{G}_0 = \pi \cdot 29,1 \cdot 10^{-3} \cdot 5,83 \cdot \sin 60^\circ$$

Шнектік арнаның ұзындығын есептеп шығару үшін бұрандалы қисықтың моделін қолданайық (7-сурет), оған сәйкес бір бұранданың ұзындығы

$$L_0 = \sqrt{2\pi r_1^2 + h_1^2} = \sqrt{2\pi (14,55 \cdot 10^{-3})^2 + (15 \cdot 10^{-3})^2} = 0,039 \text{ м,}$$

тең, алайда бұранда саны 8 болғандықтан, жалпы ұзындығы мынаған тең:

$$L = 8L_0 = 8 \cdot 0,039 = 0,315 \text{ м}$$



Сурет 7. Қисық бұранданың моделі

Матрица алдындағы аймағындағы қысым

$$P_0 = 6,5 \cdot 10^6 \text{ Па}_{\text{то}}, \quad \frac{dP}{dZ} \approx \frac{P_0}{L} = 6,5 \cdot 10^6 / 0,315 = 2,06 \cdot 10^6 \text{ Па/м}, \text{ онда } (\gamma_0 = 1 \text{ деп алсақ})$$

$$K = \frac{h}{\eta^0 \gamma_0} \left(\frac{\gamma_0 h}{g_0} \right)^n \frac{dP}{dz} = \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{36,07 \cdot 10^6} \left(\frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{0,461} \right)^{0,62} 2,06 \cdot 10^6 = 4,23 \cdot 10^{-6},$$

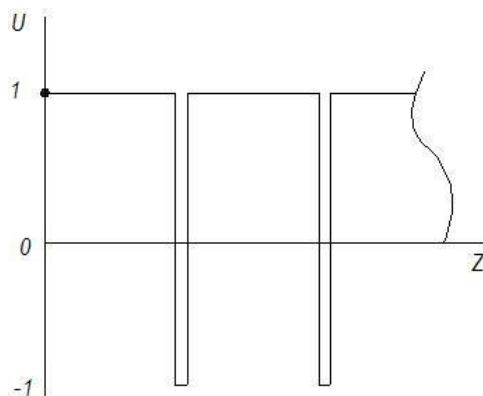
болады, ал бұл дегеніміз

$$U(X) \approx X \quad (53)$$

Екі шнек жұмысының геометриялық циклограммасы 8 суретте көрсетілген, соған сәйкес шнектердің өзара әрекетін елемеуге болатынын қорытындылаймыз.

Бұл талдау жылулық мәселенің талдауына кірісуге мүмкіндік береді (18), (20). (53) ке сәйкес.

$$\frac{dU}{dX} = 1$$



Сурет 8. Шнектердің бірлескен жұмысының геометриялық циклограммасы

Сондықтан тапсырманың математикалық формулировкасын келесідей жасаса болады

$$X \frac{\partial \theta}{\partial Z} = \frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + B, \quad (54)$$

$$\theta(X, 0) = 1, \quad (55)$$

$$\frac{\partial \theta(0, Z)}{\partial X} = \frac{\partial \theta(1, Z)}{\partial X} = 0, \quad (56)$$

Пекле санын анықтаймыз. $a = 6,64 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$, онда

$$Pe = \frac{g_0 h}{a} = \frac{0,461 \cdot 2,1 \cdot 10^{-3}}{6,64 \cdot 10^{-8}} = 14579,8.$$

Бұл дегеніміз жылу өткізгіш арқылы жылу беруді елемеуге болады (54)-(56) өз кезегінде

$$\begin{cases} X \frac{\partial \theta}{\partial Z} = B \\ \theta(0) = 1 \end{cases}, \quad (57)$$

дейін жеңілдетуге болады.

(57) теңдеудегі орташа θ көлденең қимаға сәйкес соңында

$$\begin{cases} X \frac{\partial \theta}{\partial Z} = B \\ \theta(0) = 1 \end{cases}, \quad (58)$$

аламыз. Шешуі (58) келесідей көріністе

$$\theta(Z) = 1 + BZ, \quad (59)$$

Диссипация коэффициентінің мағынасы (59) осындай:

$$B = \frac{\eta^\circ \gamma_0}{\rho \cdot C_p \cdot T_0} \left(\frac{g_0}{\gamma_0 h} \right)^{-n} = \frac{36,07 \cdot 10^6 \cdot 1}{1200 \cdot 2992 \cdot 393} \left(\frac{0,461}{2,1 \cdot 10^{-3}} \right)^{-0,62} = 9,034 \cdot 10^{-4}$$

Онда

$$\theta(Z) = 1 + 9,034 \cdot 10^{-4} Z,$$

бірақ $Z = L/h = 0,315/2,1 \cdot 10^{-3}$ болғандықтан экструдаттың ақырғы температурасы $T_k = 136,2^\circ \text{C}$ болады.

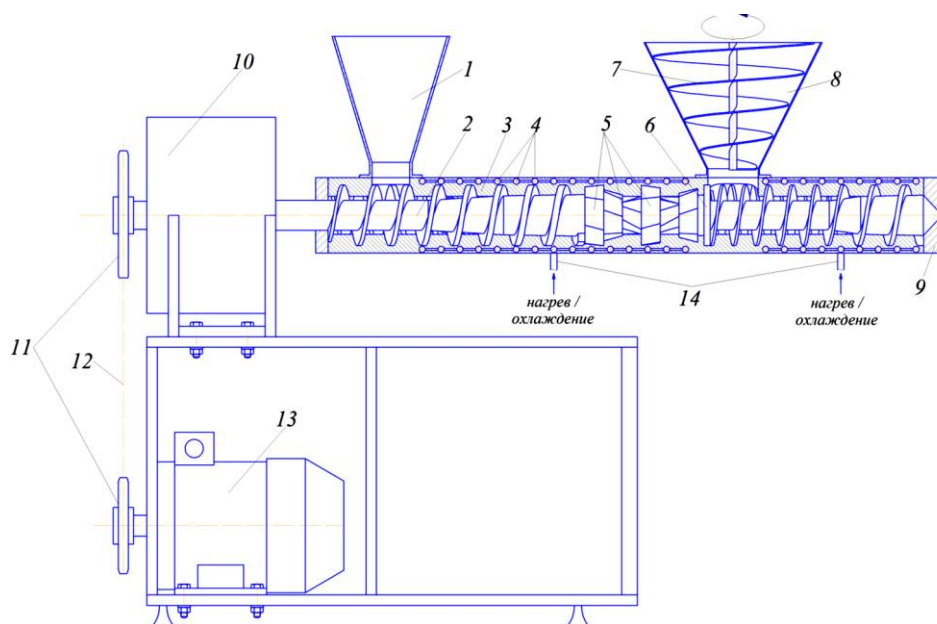
Шешудің нәтижесінде (1-59) $Z = L/h = 0,315/2,1 \cdot 10^{-3}$ бар, онда экструдаттың ақырғы есептік температурасы $T_k = 136,2^\circ \text{C}$ тең, ал оның тәжірибелік мағынасы $T_k = 135^\circ \text{C}$, ол дегеніміз жақсы сәйкестікке ие дегенге саяды.

Алынған тәуелділіктер екіншектік экструдердің құрылысын жобалау және есептеуге негіз болды. Бұл экструдердің шикізатты өндеудегі технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтеді, ал ол өз кезегінде өндірілетін өнімнің ассортиментін кеңейтіп, құрамына өсімдік (жеміс-жидек)

компоненттерін қосып теңдестірілген азық-түлік өнімдерін алу мақсатын көздейді.

Екіншектік экструдер (9-сурет) тиеу құбырынан (1), жақтаудан (3), екі шнектен (2), коректіктен (8) и матрицадан (9) тұрады. Жақтауда (3) арна жасалған (4), оларға құбыр арқылы (14) ыстық немесе суық жылу жіберіледі (керек температураға сәйкес).

Шнектер (2) электроқозғалтқыш арқылы айналады (13) тізбектік жұлдызшалардың көмегімен (11). тізбек (12) және вариатор 10, шнектер айналымының тегіс басқару жиілігін қамтамасыз етеді (2). Декомпрессия жерінің декомпрессиондық-экстракциондық аймақта орналасқан экструдер жақтауының үстінде вертикалді айдау шнегі бар (7) коректік орналасқан (8).



Сурет 9. Екішнекті экструдер:

1 – тиеу құбыры; 2 – шнек; 3 – жақтау; 4 – арналар; 5 – жұдырықша; 6 – ысытатын шайба; 7 – айдау (нагнетающий) шнегі; 8 – қоректік; 9 – матрица; 10 – вариатор; 11 – жұлдызша; 12 – тізбек; 13 – электроқозғалтқыш; 14 – құбыр

Шнектің әрқайсысы (2) үш аймақтан тұрады (10 сурет):

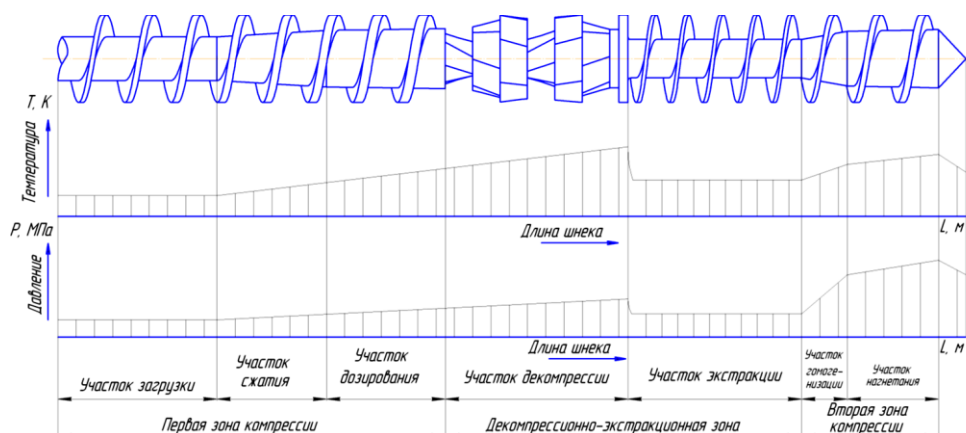
- компрессияның бірінші аймағы, ол өз кезегінде үш жерді қамтиды: жүктеу, қысу, мөлшерлеу;

- декомпрессиондық-экстракциондық аймақ, ол өз кезегінде екі жерді қамтиды: декомпрессия және экстракция;

- компрессияның екінші аймағы, ол екі жерді қамтиды: гомогенизация мен айдау (нагнетание).

Шнектердің құрылымы (2) экструдердің рационалды жұмыс кестесіне едәуір әсер етеді.

Басты қиындық дақылдық компоненттерді жеткізу үшін балқыманың қоректік арқылы ағып кету қаупі бар (8). Сондықтан шнектерді (2) құрастыру кезінде қоректіктің (8) алдында дақылды компоненттерді жеткізу үшін шамадан тыс қысымның пайда болуын болдырмау керек болады. Нәтижесінде ұшаймақтық шнектер қарастырылды (2), олардың әрбіреуінде компрессияның екі аймағы бар, олардың арасында декомпрессиондық-экстракциондық аймақ орналасқан.



Сурет 10. Шнек ұзындығы бойынша барлық үш аймақ көрсетілген температура мен қысымның өзгерістері бар біріктірілген кесте

Коректік арқылы дақылдық компоненттерді енгізуді қамтамасыз ету үшін (8) екі шарттың орыналуы қажет. Біріншіден, коректіктің (8) алдында атмосфералық қысымға тең қысымды қамтамасыз ету керек. Оған қоса осы аймақтағы өнім толығымен балқытылған болуы тиіс.

Бастапқы өнім тиелік құбыр арқылы 1 шнектердің (2) бұрандалы арнасының аймағына түседі де жақтауың (3) жарлары және шнектердің (2) бұрандалы арнасы арқылы әкетіледі. Содан кейін түйіршік аймағында (10 сурет) шикізаттың түйіршіктеліп жартылай балқу үдерісі орын алады. Сол уақытта құбырлар (14) арқылы арналарға (4) жақтауда (3) жасалған суық немесе ыстық жылу беріледі (температуралық режимнің қажеттілігіне байланысты)

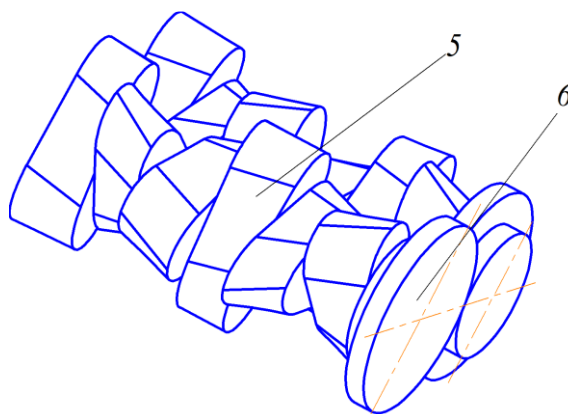
Аймақта өнімнің өзінде мөлшерлі және жақтаудың (3) қосалқы қыздыруының арқасында ыстық жылу құбырлар (14) арқылы арналарға (4) жылудың берілуін қамтамасыз етеді. Қысым мен температураның әсерінен өнімнің қрамындағы ақуыз денатурацияға ұшырап, ішкі молекулярлық құбылыста ішкі байланыстың физикалық қайта топтасу қасиетіне ие болады.

Айналмалы жұдырықшалар (5) (11 және 12 суреттер) айналым осі бойынша бір-бірінен салыстырмалы қашықтықта ретімен орналасқан. Олар бір жағынанан балқымаға едәуір термомеханикалық әсерін тигізеді, оған қоса айдау (нагнетание) қысымын түсіреді.

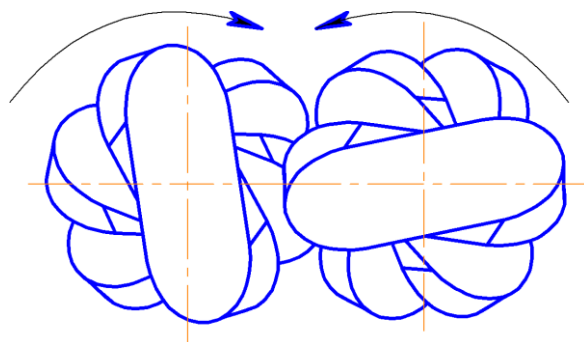
Өңделген өнім жұдырықшалардың 5 механикалық әсеріне тап болады, соның нәтижесінде «өлі аймақтың» қалыптасу мүмкіндігі жоққа шығады. Фигуралық жұдырықшалардың (5) баспалдақ тәріздес ойдымдары айналған кезде бір-бірімен синхронды түрде қатынасқа түсіп, балқыманың микроқұрылымына әсер етеді. Сәйкесінше молекуланың ішкі реттілігі бұзылып, ақуыздың физика-химиялық қасиеттері өзгеріске ұшырайды (еруі, гидратация мүмкіндіктері, ерітінділердің тұтқырлығы, ферменттердің әрекетіне қарсы тұрақтылығы, биологиялық белсенділігі және т.б.)

Содан кейін балқыма ысытатын шайбалардың (6) сыртқы диаметр мен жақтаудың (3) ішкі диаметрі арасында орналасқан тар дөңгелек арнадан өтеді. Ол жерде интенсивті механикалық әсерге түсіп, гомогендік балқыманың тағы бір ысуына әкеліп соғады. Содан соң коректікте (8) орналасқан шнектің вертикалді айдауының жетегі іске қосылады. Содан кейін барып экстракция аумағына түскен гомогенді балқымаға түрлі термолабильді компоненттер енгізіледі.

Айдау аумағынан өткеннен кейін дайын өнім матрицада (9) орналасқан тесік арқылы шығарылады. Дайын өнім түрлі компоненттер қосылған кеуектік құрылымы болады. Өнімнің толық шығуы барысына температуралық режимнің регуляциясы болады. Олар құбырлар (14) арқылы арналарға (4) жететін жылу өткізгіштердің көмегімен іске асады.



Сурет 11. Декомпрессия жеріндегі декомпрессиондық-экстракциондық аймақтың жұдырықшалары: 5 – жұдырықша; 6 – ысытатын шайба



Сурет 12. Декомпрессия жеріндегі декомпрессиондық-экстракциондық аймақтың жұдырықшалары

Осылайша екіншектік экструерің қолданысы түрлі поликомпонентті құрамы бар коэкструдирленген өнімдерді шығаруда экструердің технологиялық мүмкіндіктерін кеңейту; орнатылған жұдырықшалар (5) мен ысытатын шайбалардың (6) жылу өткізгіштердің регуляциясы мен механикалық әсері арқасында өңделетін өнімнің компоненттері керекті физика-химиялық түрлену тереңдігін қамтамасыз етуді қамтамасыз етеді.

Қорытынды

Экструдер арнасы арқылы көп дәнді қоспа балқымасының ағынының математикалық моделі жасалды. Модель құрамына қозғалыс теңдеулер мен энергияны сақтау мен шектік шарттар теңдеулер, зерттелген қоспаның балқыма ағынының реологиялық заңдылығы кіреді. Шнектің геометриялық параметрлері, экструдер арнасының тереңдігі мен ені, экструдаттың жұмыс камерасы бойынша температура мен ағын жылдамдығының орташа көрсеткіші анықталды. Алынған ақпарат екіншекті экструдердің жобалау мен есептеуге негіз болып табылады. Әрбір шнек үш аймақтан тұрады: бірінші компрессия аумағы, ол өз кезегінде үш жерден тұрады: жүктеу, қысу және мөлшерлеу; декомпрессиондық-экстракциондық аумақ, ол өз кезегінде екі жерден тұрады: декомпрессия мен экстракция; және де екінші компрессия аумағы, ол өз кезегінде екі жерден тұрады: гомогенизация мен айдау. Ұсынылып отырған екіншектік экструдер өңделіп жатқан өнім компоненттерінің физика-химиялық түрленудің қажетті тереңдігін қамтамасыз етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Оспанов А.А., Остриков А.Н., Муслимов Н.Ж., Джумабекова Г.Б. Технология производства коэкструдированных пищевых продуктов. Монография. – Алматы: ТОО "Нур-Принт", 2018. – 211 б.
2. Veremey E., Fatykhov Y., Alshevsky D. Co-extrusion process modeling of high viscosity food

masses // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2021. – T. 2419. – №. 1. – P. 030004.

3. Fatyhov U.A., Shumanov V.A., Zarudnyi V.A. A Mathematical model of the co-extruding process // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. – 2015. – №. 3. – P. 41-43.

4. Adekola K.A. Engineering review food extrusion technology and its applications // Journal of Food Science and Engineering. – 2016. – T. 6. – №. 3. – P. 149-168.

5. Jun Ho Mun, Ju Hyeon Kim, Sang Ho Mun and See Jo Kim. Modeling and numerical simulation of multiflux die in the multilayer co-extrusion process / Korea-Australia Rheology Journal, 29(1), 51-57 (February 2017).

6. A. Hammer, W. Roland, C. Marschik, G. Steinbichler. Predicting the co-extrusion flow of non-Newtonian fluids through rectangular ducts – A hybrid modeling approach / Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 295, (2021). 104618.

7. Vynckier A. K. et al. Hot-melt co-extrusion: requirements, challenges and opportunities for pharmaceutical applications // Journal of pharmacy and pharmacology. – 2014. – T. 66. – №. 2. – P. 167-179.

8. Chew S.C., Nyam K.L. Microencapsulation of kenaf seed oil by co-extrusion technology // Journal of food engineering. – 2016. – T. 175. – P. 43-50.

9. Silva M.P. et al. Comparison of extrusion and co-extrusion encapsulation techniques to protect Lactobacillus acidophilus LA3 in simulated gastrointestinal fluids // LWT. – 2018. – T. 89. – P. 392-399.

10. Piazza L., Roversi T. Preliminary study on microbeads production by co-extrusion technology // Procedia Food Science. – 2011. – T. 1. – P. 1374-1380.

11. Sun-Waterhouse D. et al. Storage stability of phenolic-fortified avocado oil encapsulated using different polymer formulations and co-extrusion technology // Food and Bioprocess Technology. – 2012. – T. 5. – №. 8. – P. 3090-3102.

12. Goh K.M., Low S.S., Nyam K.L. The changes of chemical composition of microencapsulated roselle (Hibiscus sabdariffa L.) seed oil by co-extrusion during accelerated storage // International Journal of Food Science & Technology. – 2021. – T. 56. – №. 12. – P. 6649-6655.

13. Василенко В.Н. и др. Аналитическое определение температурных полей биополимеров в формирующем канале экструдера при коэкструзии // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – №. 1 (59). – С. 13-18.

14. Тихонова Н.В. Разработка и исследование качества коэкструзионных изделий – трубочек с подваркой из микроклонированной земляники садовой // Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания. – 2017. – С. 270-276.

15. Ospanov A., Timurbekova A., Muslimov N., Almaganbetova A., Zhalelov D. The extrusion process of poly-cereal mixtures: study and calculation of the main parameters *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2022. – V. 16. – P. 645-655 <https://doi.org/10.5219/1756>

REFERENCES

1. Ospanov A.A., Ostrikov A.N., Muslimov N.Zh., Jumabekova G.B. *Tekhnologiya proizvodstva koekstrudirovannykh pishchevykh produktov* [Technology of production of co-extruded food products]. Monografiya. – Almaty: TOO «Nur-Print», 2018. – 211 p. (In Russian)

2. Veremey E., Fatykhov Y., Alshevsky D. Co-extrusion process modeling of high viscosity food masses // *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing LLC, 2021. – T. 2419. – №. 1. – P. 030004.

3. Fatykhov U.A., Shumanov V.A., Zarudnyi V.A. A Mathematical model of the co-extruding process // *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. – 2015. – №. 3. – P. 41-43.

4. Adekola K.A. Engineering review food extrusion technology and its applications // *Journal of Food Science and Engineering*. – 2016. – T. 6. – №. 3. – P. 149-168.

5. Jun Ho Mun, Ju Hyeon Kim, Sang Ho Mun and See Jo Kim. Modeling and numerical simulation of multilayer die in the multilayer co-extrusion process / *Korea-Australia Rheology Journal*, 29(1), 51-57 (February 2017).

6. A. Hammer, W. Roland, C. Marschik, G. Steinbichler. Predicting the co-extrusion flow of non-Newtonian fluids through rectangular ducts – A hybrid modeling approach / *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 295, (2021). 104618.

7. Vynckier A.K. et al. Hot-melt co-extrusion: requirements, challenges and opportunities for pharmaceutical applications // *Journal of pharmacy and pharmacology*. – 2014. – T. 66. – №. 2. – P. 167-179.

8. Chew S.C., Nyam K.L. Microencapsulation of kenaf seed oil by co-extrusion technology // *Journal of food engineering*. – 2016. – T. 175. – С. 43-50.

9. Silva M.P. et al. Comparison of extrusion and co-extrusion encapsulation techniques to protect *Lactobacillus acidophilus* LA3 in simulated gastrointestinal fluids // *LWT*. – 2018. – T. 89. – P. 392-399.

10. Piazza L., Roversi T. Preliminary study on microbeads production by co-extrusion technology // *Procedia Food Science*. – 2011. – T. 1. – P. 1374-1380.

11. Sun-Waterhouse D. et al. Storage stability of phenolic-fortified avocado oil encapsulated using different polymer formulations and co-extrusion technology // *Food and Bioprocess Technology*. – 2012. – T. 5. – №. 8. – P. 3090-3102.

12. Goh K. M., Low S. S., Nyam K. L. The changes of chemical composition of microencapsulated roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seed oil by co-extrusion during accelerated storage // *International Journal of Food Science & Technology*. – 2021. – T. 56. – №. 12. – P. 6649-6655.

13. Vasilenko V.N. i dr. Analiticheskoye opredeleniye temperaturnykh poley biopolimerov v formirovani kanala ekstrudera pri koekstruzii [Analytical determination of temperature fields of biopolymers in the forming channel of an extruder during coextrusion] // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*. – 2014. – №. 1 (59). – P. 13-18. (In Russian)

14. Tikhonova N.V. Razrabotka i issledovaniye kachestva koekstruzionnykh izdeliy – trubochek s podvarkoy iz mikroklonirovannoy zemlyaniki sadovoy [Development and research of the quality of coextrusion products – tubes with a weld from microcloned garden strawberries] // *Aktual'nyye problemy pishchevoy promyshlennosti i obshchestvennogo pitaniya*. – 2017. – P. 270-276. (In Russian)

15. Ospanov A., Timurbekova A., Muslimov N., Almaganbetova A., Zhalelov D. The extrusion process of poly-cereal mixtures: study and calculation of the main parameters *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2022. – V. 16. – P. 645-655 <https://doi.org/10.5219/1756>

АСҚАБАҚТЫ-СҮТ ЙОГУРТЫНЫҢ ТҰТЫНУШЫЛЫҚ ҚАЛАУЫН ИЕРАРХИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСІМЕН БАҒАЛАУ

М.К. ИЗТИЛЕУОВ , ШЕБНЕМ ХАРСА ,
А.Б. ОСПАНОВ , Ж.А. ИСКАКОВА 

(КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті»,
Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., Уалиханов көш., 137)
Автор корреспонденцияның электрондық поштасы: m.iztileuov@mail.ru

Әр түрлі саладағы зерттеулер мен басқару жұмыстарының елеулі мәселелерінің бірі күрделі жүйелердің көпфакторлы талдауына байланысты. Көпфакторлы мәселелердің шешімі әртүрлі локальды критерийлер мен альтернативалардың басымдықтарын реттілікпен орналастыруды талап етеді, мәселен маңыздылық коэффициентін анықтау. Мақалада бие және сиыр сүтінің әртүрлі пропорциялы құрамаланған қоспасына асқабақ жұмсағын қосып әзірленген йогурт өнімінің нұсқаларына иерархиялық талдау әдісімен сапа көрсеткіштерінің маңыздылық коэффициентін есептеу нәтижелері берілген. Әдістің мүмкіндіктері тұтынушының өнім сапасын қабылдаудың жалпы сипаттамасындағы әрбір жеке көрсеткіштің маңыздылығын сараптамалық бағалау арқылы көрсетілген. Органолептикалық бағалауды жүргізу кезінде иерархиялық талдау әдісін қолдану бірнеше маңызды қорытындылар жасауға мүмкіндік берді. Біріншіден, иерархияларды талдау йогуртты қабылдаудағы органолептикалық басымдықтың салмағын белгілеу кезінде ескерілетін ең маңызды көрсеткіш дәмдік көрсеткіш екенін көрсетті. Оның салмақ коэффициенті (0,717) өнімді жалпы қабылдаудың 41,7% құрады және басқа органолептикалық көрсеткіштерден әлдеқайда озып кетті. Келесі кезекте респонденттер консистенциясына (0,263) және сыртқы түріне (0,165) артықшылық берді. Ең төменгі салмақ коэффициенттері йогурттардың түсіне (0,098) және иісіне (0,066) берілді. Екінші жағынан иерархиялық талдау әдісі сарапшылар үшін №3 рецепті бар ең қолайлы йогуртты анықтауға және басқа рецептер бойынша сарапшылардың қалауын анықтауға көмектесті.

Негізгі сөздер: Асқабақты-сүт йогуртының тұтынушылық қалауын иерархиялық талдау әдісімен бағалау йогурт, асқабақ, қышқылдық, тағамдық құндылық, суда еритін витаминдер, сақтау мерзімі, бие сүті, сиыр сүті.

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ТЫКВЕННО-МОЛОЧНОГО ЙОГУРТА МЕТОДОМ ИЕРАРХИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

М.К. ИЗТИЛЕУОВ, ШЕБНЕМ ХАРСА, А.Б. ОСПАНОВ, Ж.А. ИСКАКОВА

(НАО «Казахский Национальный Аграрный исследовательский Университет»,
Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Валиханова, 137)
Электронная почта автора-корреспондента: m.iztileuov@mail.ru

Одна из серьезных проблем исследований и управленческих работ в различных областях связана с многофакторным анализом сложных систем. Решение многофакторных задач требует упорядоченного размещения приоритетов различных локальных критериев и альтернатив, например, определения коэффициента значимости. В статье представлены результаты расчета коэффициента значимости показателей качества методом иерархического анализа вариантов йогуртовой продукции, разработанной с добавлением тыквенной мягкости к комбинированной смеси кобыльего и коровьего молока в различных пропорциях. Возможности метода выражаются экспертной оценкой значимости каждого отдельного показателя в общей характеристике восприятия потребителем качества продукции. Использование метода иерархического анализа при органолептической оценке позволило сделать несколько важных выводов. Во-первых, анализ иерархий показал, что наиболее важным параметром, который необходимо учитывать при определении веса органолептических предпочтений в восприятии йогурта, является вкусовой параметр. Его весовой коэффициент (0,717) составил 41,7% от общей приемки продукта и значительно опережал другие органолептические показатели. Далее респонденты отдали предпочтение

консистенции (0,263) и внешнему виду (0,165). Наименьшие весовые коэффициенты присвоены цвету (0,098) и запаху (0,066) йогуртов. С другой стороны, метод иерархического анализа помог экспертам определить наиболее подходящий йогурт по рецепту №3 и предпочтения экспертов по другим рецептам.

Ключевые слова: йогурт, тыква, кислотность, питательная ценность, водорастворимые витамины, срок годности, кобылье молоко, коровье молоко.

THE RESULTS OF STUDIES ON THE NUTRITIONAL VALUE OF MILK-PUMPKIN YOGURT FROM COMBINED MILK

M.K. IZTILEUOV, A.B. OSPANOV, SEBNEM HARSA, J.A. ISKAKOVA

(NAO Kazakh National Agrarian Research University,
Kazakhstan, 050000, Almaty, Ualikhanov str., 137)

Corresponding author e-mail: m.iztileuov@mail.ru

One of the serious problems of research and management work in various fields is related to the multifactorial analysis of complex systems. Solving multifactorial tasks requires an orderly prioritization of various local criteria and alternatives, for example, determining the significance coefficient. The article presents the results of calculating the coefficient of significance of quality indicators by the method of hierarchical analysis of variants of yogurt products developed with the addition of pumpkin softness to a combined mixture of mare's and cow's milk in various proportions. The possibilities of the method are expressed by an expert assessment of the significance of each individual indicator in the general characteristic of consumer perception of product quality. The use of the method of hierarchical analysis during organoleptic evaluation allowed to draw several important conclusions. First, the hierarchical analysis showed that the most important parameter, which must be taken into account when determining the weight of organoleptic preferences in the perception of yogurt, is the taste parameter. Its weight coefficient (0.717) was 41.7% of the total acceptance of the product and significantly exceeded other organoleptic indicators. Next, respondents preferred consistency (0.263) and appearance (0.165). The lowest weight coefficients are assigned to color (0.098) and flavor (0.066) of yogurts. On the other hand, the method of hierarchical analysis helped experts to determine the most suitable yogurt according to recipe #3 and the preferences of experts according to other recipes.

Keywords: yogurt, pumpkin, acidity, nutritional value, water-soluble vitamins, shelf life, mare's milk, cow's milk.

Kіpіcne

Ашытылған сүт өнімдерінің, соның ішінде йогурттардың технологиясын дамытудағы ең перспективалы және өзекті бағыттардың бірі – тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру мақсатында өсімдік дақылдарының арасында перспективалы компоненттерді анықтау және пайдалану болып табылады. Осы мақсатта бие және сиыр сүтінің әртүрлі пропорционалы құрамаланған қоспасына асқабақ жұмсағын қосып әзірленген йогурт өнімінің тұтынушылар арасында қандай бағаға ие болатыны қызығушылық тудыруда. Бие сүтінен қазақ халқы дәстүрлі түрде қымыз өндіреді, яғни болгар және ацидофильді сүт қышқыл таяқшалары мен ашытқылардың көмегімен сүт қышқылы мен алкогольді ашыту нәтижесінде алынатыны белгілі. Бие сүтінен йогурт өндіру жұмыстарымен бірқатар зерттеушілер айналысқан [1-6]. Сиыр сүтінің технологиялық қасиетін ескере отырып, бие сүтімен араластыру үшін йогуртқа арналған (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* және *Lactobacillus casei*) ашытқы культураларын

пайдалана отырып әзірленген жаңа өнім сапасы иерархиялық талдау әдісімен сарапшылардың талқылауына ұсынылды.

Тағам өнімдерінің сапасы деп әдеттегі жағдайда пайдалану кезінде адамның тамаққа қажеттілігін қанағаттандыруға қабілетті тамақ өнімдері қасиеттерінің жиынтығы айтады [7]. Басқаша сөзбен айтқанда, тағам өнімінің сапасы деп мәлімделген талаптарға сәйкес келетін және оның қауіпсіздігін, тұтынушылық қасиеттерін, энергетикалық және тағамдық құндылығын, түпнұсқалығын, адам денсаулығын сақтауды қамтамасыз ету мақсатында тұтынудың қалыпты жағдайында адамның тамақ қажеттіліктерін қанағаттандыру қабілетін қамтитын сипаттамаларының жиынтығы.

Сүт өнімдерінің сапасы тағамдық және биологиялық құндылығын сипаттайтын қасиеттердің, органолептикалық көрсеткіштердің, құрылымдық-механикалық функционалдық және санитарлық-гигиеналық қасиеттерінің жиынтығы [8]. Сүт өнімдерінің сапасын жеке қасиеттердің динамикалық тіркесіммен күрделі иерархиялық құрылымды құрайтын әртүрлі

қасиеттердің жиынтығы ретінде қарастырылады. Сүт өнімдерінің сапа деңгейін бағалау шын мәнінде күрделі көп факторлы міндет болып табылады. Органолептикалық көрсеткіштер бойынша зерттеу 2 түрлі тәсілмен жүзеге асырылады. Біріншісінде арнайы дайындықтан өткен сарапшы дегустаторлар жүргізіп, өнімнің тікелей көрсеткіштері бойынша баға беретін болса, екінші тәсілде өнімнің жаппай тұтынушылардың қалауын анықтау мақсатында дайындығы жоқ қарапайым халық арасында жүзеге асырылады. Бұл тәсілдердің бірқатар кемшілігі бар, атап айтсақ, бағалау субъективті болуы, мүмкін, нұсқалардың көптігінен шатасу, немесе қате пікір беру орын алуы ықтимал. Нәтижесінде алынған органолептикалық бағалауларды талдау үлгілерді дайындау кезінде өзгеретін факторларды олардың сәйкес органолептикалық әсерлерімен дұрыс байланыстыруға мүмкіндік бермейді.

Осы орайда дегустацияны бағалаудың объективтілігі мен жүйеленуін арттыру үшін дегустация нәтижелерін объективті және кешенді өңдеуді қамтамасыз ететін әдістерді қолдану қажеттілігі туындайды. Тәжірибеде дегустация талдауының нәтижелері психологиялық эксперимент әдісімен бағаланады. Кендалл сәйкестік коэффициентін (хи-квадраттық мәнділік) пайдалана отырып, дәм татушылар пікірлерінің сәйкестігін анықтау арқылы, немесе профильді-сипаттамалық әдіспен (дисперсиялық талдаудың бір жақты талдауын қолдану) және Фишер-Снедек критерийін қолдану, ең перспективалы, және отандық тәжірибеде әлі де сирек қолданылатыны иерархиялық талдау әдісі (ИТӘ). Көптеген әсер етуші факторларға сәйкес дұрыс шешімді тағайындау үшін математика мен психологияға негізделген әдісті американдық математик Томас Саати ұсынған. Бұл әдісті ғылымның әртүрлі салаларында тәжірибеде кеңінен қолданылады және

айналасындағы ғалымдар белсенді түрде дамытады [9, 12, 15]. Бұл әдіс күрделі шешім қабылдау мәселесін иерархия түрінде нақты және ұтымды құрылымдауға, олардың нұсқаларын салыстыруға және сандық бағалауға мүмкіндік береді [10,11].

Т. Л. Саатидің еңбектерінде сандық критерийлерді (индикаторларды, факторларды) олардың салыстырмалы артықшылығы бойынша жұптық салыстыру негізінде шешімдерді балама таңдаудың түпнұсқа алгоритмдері ұсынылған [12].

ИТӘ бес, жеті, тоғыз балдық шкала арқылы әртүрлі критерийлер бойынша баламалардың жұптастырылған салыстыруына және барлық критерийлер мен мақсаттарға сәйкес баламалар жиынтығының кейінгі рейтингіне негізделген. Т.Саати шкаласы Вебер-Фехнердің объективті жарамды психофизикалық заңы негізінде құрастырылған және 1-ден 9-ға дейінгі сандарды (немесе шкала бес балдық болса 1-ден 5-ке дейін немесе шкала 1-ден 7-ге дейін) қамтиды [13-15].

Жоғарыда айтылғандарға байланысты, жұмыстың мақсаты иерархияларды талдау әдісіне негізделген бағдарламаны әзірлеу және дәмін тату талдау тәжірибесі жоқ респонденттер арасында бие және сиыр сүтінің әртүрлі пропорционалы құрамаланған қоспасына асқабақ жұмсағын қосып әзірленген йогуртқа тұтынушылардың қалауын анықтау тәжірибеде қолдану.

Зерттеу материалдары мен әдістері
бағалауы ИТӘ әдісі арқылы тұтынушылардың қабылдауы мен қалауын талдау үшін жағдайлық зерттеу ретінде таңдалды. Аралас йогурттар технологиялық және функционалдық қасиеттерінің кешені бар сүт қышқылы бактерияларының құрама штаммдарынан құралған ашытқы қолдану арқылы термостатикалық әдіспен өндірілді. Йогурттың құрам-бөліктерінің ара қатынасы бойынша нұсқалары 1-кестеде берілген.

Кесте 1. Йогурттың құрамдасу нұсқалары

№ рецептура	Бие сүтінің салмақ үлесі, %	Сиыр сүтінің салмағы үлесі, %	Асқабақ жұмсағының салмақ үлесі, %
P1	45	45	10
P2	40	40	20
P3	50	30	20
P4	30	50	10
P5	30	60	10
P6	90	-	10

Алынған үлгілер келесі сенсорлық белгілер бойынша органолептикалық бағаланды: түсі; дәм; иіс пен хош иіс; консистенциясы;

жалпы әсер. Құрылымдық бес балдық шкала бойынша дегустацияны бағалауға тоғыз сарапшы қатысты (2-кесте).

Кесте 2. Жұптық салыстыру шкаласы [11]

Қызығушылықтың қарқындылығы, балл	Сипаттама
1	екі көрсеткіш те бірдей маңызды
2	бір көрсеткіш екіншісіне қарағанда біршама маңыздырақ
3	бір көрсеткіш екіншісінен маңыздырақ
4	бір көрсеткіш басқа көрсеткіштерге қарағанда маңыздырақ екені анық
5	бір көрсеткіш басқа көрсеткіштерге қарағанда абсолютті маңыздырақ
карама-қарсы мағыналар	егер матрицадағы көрсеткіштерді салыстыру кезінде a_{ij} саны алынған болса, онда матрицаның карама-қарсы бөлігінде көрсеткіш кері үйлесімділік қасиеті арқылы есептелді ($a_{ji} = 1/a_{ij}$).

Асқабақ араласқан йогуртты органолептикалық бағалаудың иерархиялық құрылымы екі деңгейден тұрды: дәмдеу кезінде респондент үшін әрбір органолептикалық көрсеткіштің (түсі, дәмі, иісі, консистенциясы, сыртқы түрі) маңыздылығын бағалау; әрбір респондент үшін бие сүті мен сиыр сүтінің және асқабақ

жұмасағының әр түрлі пропорцияда ұйытылған йогурт нұсқаларының артықшылықтарды бағалау.

Иерархияның әрбір деңгейі үшін орташа салмақты артықшылық балл жұптық салыстыру матрицасы түрінде дәйекті түрде анықталды.

$$A = (a_{ij})_{nn} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

мұндағы a_{ij} жұптық салыстыру матрицасының элементі A_i объектісінің маңыздылығы A_j нысанының маңыздылығынан қанша есе үлкен (немесе аз) екенін көрсетті. Негізгі диагональ бойына 1 мәні қойылады, ал негізгі диагональдан төмен орналасқан элементтер $\left(a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}\right)$ кері сәйкестік қасиетінің теңдеуінің көмегімен есептелді. Алынған матрицаны пайдаланып басымдық векторы есептелді. Ол үшін бағандардың қосындысын анықтадық матрицаларын n — $X_j = \sum a_{ij}, j=1, n$ жол векторы ретінде және бағанның әрбір элементін осы қосындыға бөлді. Вектор бойынша $i=1$ басымдықтар йогуртты қабылдаудың жалпы сипаттамасында әрбір жеке көрсеткіштің (түсі, дәмі, иісі, консистенциясы, сыртқы түрі) маңыздылығын және сарапшылардың йогуртты қабылдаудағы басымдықтарын бағалады.

Органолептикалық бағалаудың объективтілігі мен сарапшылардың пайымдауларының логикасы келесі көрсеткіштер арқылы бағаланды. А жұптық салыстыру матрицасының $\lambda_{\max}$ максималды меншікті мәнін анықтадық және W векторына қатысты біртекті сызықтық теңдеулер жүйесін $(A - \lambda_{\max} E) \cdot W = 0$ шештік. Осылайша табылған W векторы оң құрамдас бөліктерге ие болды және қажетті мән болды. салмақтар векторы.

Сарапшының пайымдауларының біртектілігін бағалау үшін n матрицасының ретінен $\lambda_{\max}$ максималды меншікті мәнінің ауытқуы анықталды. Шешімнің дәйектілігі біртектілік индексі (IO) немесе біртектілік коэффициенті (OO) бойынша келесі формулалар арқылы бағаланды:

$$IY = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

мұндағы IY -сәйкестік индексі: $\lambda_{\max}$ - матрицаның максималды меншікті мәні: n - салыстырылатын объектілердің саны.

Кесте 3. Матрица тәртібіне байланысты біртектілік индексінің орташа мәні

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M	0	0	0,55	0,88	1,08	1,22	1,50	1,38	1,43	1,53

Егер жұптық салыстыру матрицасы үшін біртектілік индексінің мәні 0,1-ден асса, онда респонденттің матрицаны толтыру кезінде шығарған пайымдауларының логикасы бұзылған деп есептелді. Бұл жағдайда респонденттен біртектілікті жақсарту үшін матрицаны құру үшін пайдаланылған деректерді қайта қарау ұсынылды.

Алынған есептелген деректердің негізінде респонденттер үшін әрбір органолептикалық көрсеткіштің маңыздылығы және сүт шикізатының әртүрлі пропорциясын дайындалған йогурттардың арасындағы артықшылықтары бағаланды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Әрбір органолептикалық көрсеткіштің (түсі, дәмі, иісі, консистенциясы, сыртқы түрі)

$$V_i \approx \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

мұндағы V_i -матрицаның негізгі меншікті векторының компоненттері; a_{ij} - i -ші объектінің (критерийдің) j -ге қатынасы; n -салыстырылатын объектілердің саны.

және негізгі басымдық векторының респондент үшін маңыздылығының орташа алынған бағасын есептеу нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

Құрама сүттен әзірленген йогуртты бағалаудың жалпы сипаттамаларындағы әрбір жеке көрсеткіштің маңыздылығын бағалау үшін 4-кестедегі бағанның әрбір элементі оның сәйкес негізгі векторы бойынша бөлінді және басым векторлары анықталды. Нәтижелер 4-кестеде берілген.

Шамамен матрицаның негізгі эйгенвекторының компоненттері матрицаның тиісті жолдарының орташа геометриялық мәндері болып табылады, яғни (3-Тендеу):

Матрицаның максималды меншікті саны (мәні) жуық формулаларға сәйкес келеді (Тендеу 17):

$$\lambda_i = (\sum_{i=1}^n a_{ij} V_i) / V_i; i = 1, 2, \dots, n; \lambda_{max} \approx (\sum_{i=1}^n \lambda_i) / n \quad (4)$$

мұндағы: λ_i - матрицаның тиісті саны (мәні); a_{ij} - i -ші объектінің (критерийдің) j - ға қатынасы; V_i - матрицаның негізгі меншікті векторының компоненттері; λ_{max} -

матрицаның максималды меншікті саны (мәні); n -салыстырылатын объектілердің саны.

Басымдық векторының компоненттері (16) бойынша есептелген V_i сандарды нормалау арқылы алынады, яғни (5-Тендеу).

$$P_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

мұндағы: P_i -матрицаның басым векторының компоненттері; V_i -матрицаның негізгі векторының компоненттері; n - салыстырылатын объектілердің саны. Нақты

есептеу формулаларын береміз P_i , $i=1, 2, \dots, n$. $B=Am$ болсын, мұндағы m - үлкен натурал сан ($m \approx 20$ деуге болады). b_{ij} - B элементтері болсын. Онда (6-Тендеу).

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (6)$$

мұндағы: P_i -матрицаның басым векторының компоненттері; b_{ij} - i -ші объектінің (критерийдің) j - ге қатынасы; n -салыстырылатын объектілердің саны.

Осыдан кейін артықшылықтар матрицасы (жұптық салыстырулар) (4-Кесте) қалыптастырылады және объектілер сапасының қасиеттері көрсеткіштерінің таңдау мақсатына әсер ету дәрежесі есептеледі.

Кесте 4. Респонденттердің қалауларының орташа алынған бағасы

a _{ij}	Сыртқы түрі	Түсі	Дәмі	Иісі	Консистенциясы	V _i	P _i	Li	P _i ,%
Сыртқы түрі	1	1/4	1/2	2	1/2	0,75	0,06	1,40	3,99
Түсі	4	1	1/3	3	1/2	0,26	0,02	0,84	1,95
Дәмі	2	3	1	4	2	0,52	0,04	1,00	28,7
Иісі	1/2	1/3	1/4	1	1/3	0,27	0,02	0,84	2,06
Консистенциясы	2	2	1/2	3	1	3,76	0,29	0,92	5,70
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	9,50	6,58	2,58	12,25	4,33	13,08	1,00	8,56	100,00

Кесте 5. Өнімді қабылдаудың жалпы сипаттамаларында әрбір жеке көрсеткіштің маңыздылығын бағалау (Басымдық векторы)

a _{ij}	Сыртқы түрі	Түсі	Дәмі	Иісі	Консистенциясы	V _i
Сыртқы түрі	0,191	0,145	0,202	0,120	0,143	0,160
Түсі	0,091	0,108	1,31	0,83	0,074	0,098
Дәмі	0,382	0,433	0,335	0,485	0,436	0,415
Иісі	0,047	0,083	0,062	0,064	0,047	0,069
Консистенциясы	0,284	0,211	0,260	0,247	0,291	0,269

Басымдық векторы өнімді бағалау кезінде респонденттер бірінші кезекте оның дәміне назар аударғанын көрсетті. Бұл көрсеткіштің салмақтық коэффициенті (0,415) өнімді жалпы қабылдаудың 41,5%-ын құрады. Аз дәрежеде сарапшылар консистенциясына (0,269) және сыртқы түріне (0,160) сүйенді. Олардың салмақтық коэффициенттері өнімді қабылдаудың жалпы көлемінің 26,9% және 16,0% құрады. Ал сарапшылар ең алдымен йогурттардың түсі (0,096) мен иісіне (0,069) назар аударды, бұл йогурттарды қабылдаудың жалпы көлемінің сәйкесінше 9,6 және 6,9% -ын құрады.

Дәмі басқа органолептикалық көрсеткіштермен салыстырғанда ең маңызды фактор болып шықты, бұл әртүрлі зерттеушілердің деректерімен сәйкес келеді. Тұтынушының тауарды ұнататынын немесе ұнатпайтынын анықтайтын негізгі фактор дәмі екендігі белгілі болды. Әрбір өнім пайдаланылатын ингредиенттердің үлесіне және өңдеу әдісіне байланысты өзгертін ерекше дәмге ие.

Тамақтың дәмі үш құрамдас бөліктен тұрады деп есептеледі: иіс, дәм және дәмді ынталандыру. Бағаланатын тағамның жалпы дәмі осы атрибуттардың өзара әрекеттесу бірлігі ретінде қызмет етеді, сондықтан тұтынушылар оның түсі мен хош иісі «жақсы» санатта қолайлы болса да дәмі нашар тағамнан бас тартады [22, 23].

2-деңгейдегі факторлардың сүт шикізатының әртүрлі пропорциясында дайындалған асқабақ қосылған йогурт рецептурасының әрқайсысына қатысты әр нұсқаның артықшылығын (маңыздылығын, "салмағын") анықтау қажет.

Бұл мәселенің деректері негізінде үшінші деңгейдің 5 факторы үшін жұптасқан салыстырудың 5 матрицаларын (2-ші деңгей факторларының саны бойынша) құру арқылы жүзеге асырылады. Нәтижелер-матрицалар және оларды талдау нәтижелері (басымдықтар векторлары және келісімділік дәрежелері) 6-11 кестелерде келтірілген

Кесте 6. Сыртқы түрі бойынша басымдықтарды анықтау

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	V _i	P _i	Li	P _i ,%
P1	1	4	0,33	3	2	3	1,9	0,3	6,2	23,9
P2	0,25	1	0,2	2	0,5	1	0,5	0,06	6,06	6,8
P3	3	4	1	5	4	2	3,5	0,44	6,2	44,2
P4	0,25	2	0,2	1	0,5	4	0,54	0,06	6,03	6,9
P5	0,33	1	0,33	2	1	3	0,9	0,11	6,14	11,2
P6	0,33	1	0,2	2	0,5	1	0,56	0,07	6,05	7,9
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	5,16	13	2,26	15	8,5	14	7,9	1,00	36,7	100

Бұл ретте есептелген: $L_{\max}=6,11$, $IY=0,04$, $BY=0,03$. Сәйкестік индексі қанағаттанарлық.

Кесте 7. Түсі бойынша басымдықтарды анықтау

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	V_i	P_i	L_i	$P_i, \%$
P1	1	0,3	1	0,3	0,5	0,3	0,46	0,06	6,0724	6,4
P2	3	1	3	1	0,5	2	1,45	0,20	6,2627	20,3
P3	1	0,3	1	0,3	0,5	0,3	0,46	0,06	6,0724	6,4
P4	3	1	3	1	0,3	0,5	1,07	0,15	6,2666	15
P5	4	2	4	3	1	2	2,40	0,34	6,1335	33,8
P6	5	0,2	3	2	0,2	1	1,30	0,18	6,3011	18,1
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	17	4,8	15	7,6	3	6,1	7,11	1	37,11	100

Йогурттың түсінің критерийі үшін тиісті көрсеткіштер: $L_{\max}=6,18$, $IY=0,04$, $BY=0,03$. Сәйкестік индексінің мәні қанағаттанарлық.

Кесте 8. Дәмі бойынша басымдықтарды анықтау

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	V_i	P_i	L_i	$P_i, \%$
P1	1	0,2	0,3	1	5	3	1	0,12	6,54	12
P2	5	1	3	5	7	5	3,71	0,47	6,34	44,5
P3	3	0,3	1	3	5	3	1,9	0,2	6,30	22,6
P4	1	0,2	0,3	1	4	1	0,8	0,1	6,1	9,6
P5	0,2	0,1	0,5	0,25	1	0,2	0,25	0,03	6,64	3,1
P6	0,3	0,2	0,4	1	5	1	0,09	0,08	6,47	8,3
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	10,5	2	5,5	11,25	27	13,2	7,76	1,0	38,4	100

Есептеулер нәтижесінде алынған мәндер: $L_{\max}=7,17$, $IY=0,23$, $BY=0,19$. Сәйкестік индексі қанағаттанарлық.

Кесте 9. Иісі бойынша басымдықтарды анықтау

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	V_i	P_i	L_i	$P_i, \%$
P1	1	0,5	1	1	0,2	0,5	0,67	0,1	6,00	9,8
P2	2	1	2	2	0,5	1	1,26	0,9	6,01	18,7
P3	1	0,5	1	1	0,2	0,5	0,67	0,1	6,1	9,8
P4	1	0,5	1	1	0,3	0,3	0,62	0,09	6,06	9,2
P5	3	2	3	3	1	2	2,18	0,32	6,05	32,4
P6	2	1	2	3	0,5	1	1,35	0,20	6,08	20,0
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	10	5,5	10	11	2,7	5,3	6,75	1,0	36,7	100

Хош иісінің критерийі бойынша анықталған көрсеткіштердің мәні келесідей:

$L_{\max}=6,16$, $IY=0,03$, $BY=0,03$. Сәйкестік индексінің мәні қанағаттанарлық.

Кесте 10. Консистенциясы бойынша басымдықтарды анықтау

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Vi	Pi	Li	Pi, %
P1	1	0,3	1	1	0,5	0,3	0,57	0,07	6,01	7,5
P2	3	1	3	2	0,5	0,5	1,05	0,14	6,04	13,8
P3	1	0,3	1	1	0,2	0,2	0,57	0,07	6,01	7,5
P4	1	0,5	1	1	0,2	0,2	0,63	0,08	6,02	7,5
P5	5	2	5	5	1	0,3	3,22	0,43	6,12	42,4
P6	2	2	3	3	0,3	1	1,62	0,21	6,4	21,3
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	13	6,1	14	13	2,7	2,5	7,66	1	36,6	100

Консистенциясы бойынша матрицаны талдау нәтижесінде алынған мәндер:

$L_{\max}=6.40$, $IY=0.08$, $BY=0.06$. Сәйкестік индексінің мәні қанағаттанарлық.

Максималды меншікті мәннің $\lambda_{\max}$ ауытқуы 7,17, біртектілік индексі $EO = 0,03$, біртектілік коэффициенті $OO = 0,015$ болды. Біртектілік индексінің мәні $0,015 < 0,1$ болғандықтан, эксперимент нәтижелері объективті деп саналды, сондықтан сарапшылардың пікірлерінің логикасы бұзылған жоқ және алынған мәліметтерді әрбір сарапшы үшін артықшылықты бие және сиыр сүтінің құрамасына асқабақ қосып әзірленген йогуртын бағалау үшін пайдалануға болады. және иерархияның екінші деңгейі дәйектілік көрсетті.

Әрбір респондент үшін артықшылықты бие және сиыр сүтінің құрамасына асқабақ қосып әзірленген йогурттың орташа өлшенген бағасының нәтижелері 11-кестеде келтірілген.

Келесі кезеңде жергілікті басымдықтардың синтезі жүзеге асырылды. 3-ші деңгейдің жергілікті басымдықтар матрицасын 2-ші деңгейдің жергілікті басымдықтар векторына көбейту нәтижесінде жоғары деңгейдің мақсатына қатысты объектілердің жалпылама басымдықтары анықталады.

Жалпыланған үйлесімділік өлшемін есептеу арқылы 2-деңгейдің сәйкестік индексі басымдық векторына 2-деңгейдің сәйкестік индексінің көбейтіндісі түрінде анықталады.

Кесте 11. Әрбір респондент үшін әрбір органолептикалық көрсеткіш бойынша артықшылықты құрама йогуртының орташа рейтингі.

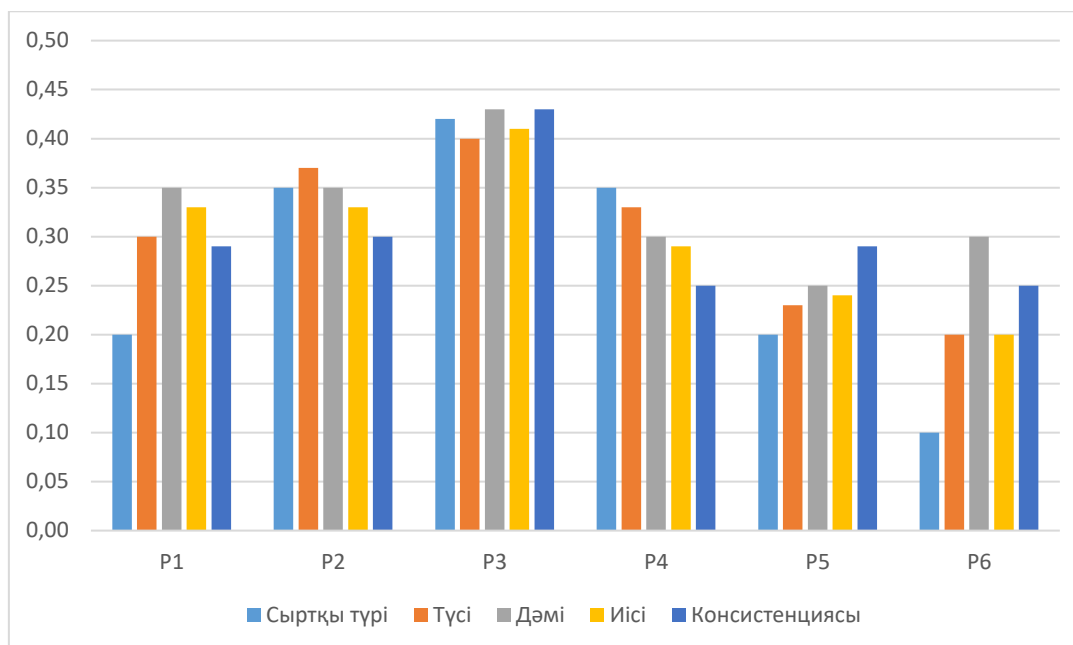
Нысан	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Үлесі	11,22%	23,68%	25,56%	11,02%	14,45%	14,07%
Үлес орны	5	2	1	6	3	4

Жалпыланған сәйкестік индексі 1-ші және 2-ші деңгейлердегі сәйкестік индекстерінің қосындысы ретінде қарастырылады: $\bar{M} = 0.08 + 0.06 = 0.14$. Жалпы кездейсоқ индекс $= 2,67$ және бүкіл иерархия үшін сәйкестік қатынасы бірдей есептеледі: $M/\bar{M}=0.14/2.67 = 0.05$. Бұл бүкіл иерархиядағы есептеулер келісімділіктің қолайлы деңгейіне ие екенін көрсетеді.

$L_{\max}$ максималды мәнінің ауытқуы әрбір органолептикалық көрсеткіш бойынша 7,17 және 6,11, біркелкі индексі $IO = 0,03$ және 0,16,

ал біртектілік коэффициенті $OO = 0,05$ болғанын көруге болады. Біртектілік индексінің мәндері $0,05 < 0,1$ болғандықтан, эксперимент нәтижелері, бірінші деңгей иерархиясын талдаудағы сияқты, объективті және, демек, респонденттердің пайымдауларының логикасы деп санауға болады. бұзылмаған және алынған деректер объективті болып табылады.

Түсінікті болу үшін 6-10-кестелердегі басым векторлар әрбір органолептикалық бағалау көрсеткіші үшін салмақтық коэффициенттер түрінде суретте берілген.



Сурет 1. Әрбір йогурт рецепті үшін басымдық векторлары

Суреттегі деректер органолептикалық бағалау нәтижелері бойынша сарапшылардың бірінші орынды №3 йогурт рецептіне бергенін көрсетеді. Одан әрі олардың қалауы №2 және №4 рецептілерге берілген, №5 және №6 ең аз артықшылыққа ие болды. Құрама сүтке өсімдік өнімін қосып әзірленген йогурт рецептері бойынша біз келесі иерархияны аламыз: 1 орын – 3-рецепт, 2 орын – 2-рецепт, 3 орын – 4-рецепт, 4 орын 1-рецепт және 5 және 6-шы орындар сәйкесінше 5-ші және 6-шы рецепттер.

Алынған нәтиже көрсеткендей, халықтың көпшілігінің тұтынушылық қалауы үшін әрбір нақты тағам өніміндегі бие және сиыр сүтіне асқабақ қосып біріктіру арқылы қалыптасатын дәмді қабылдау басым рөл атқарады. ИТӘ әдісіні бойынша респонденттердің құрамында бие сүті және сиыр сүтінің сәйкесінше 5/3 қатынастағы қоспасына 20% асқабақ жұмсағы қосылған йогурт үлгісін таңдауда басымдық көрсетті. Одан кейінгі таңдау басымдығы бие және сиыр сүтінің 1/1 қатынастағы қоспасына 20% асқабақ жұмсағы қосылған йогурт үлгісіне тиесілі болды. Ең төменгі артықшылықтар бие және сиыр сүтінің 1/2 қатынастағы қоспасына 10% асқабақ жұмсағы қосылған және таза бие сүтіне 10% асқабақ жұмсағы қосылған йогурт үлгілеріне берілді.

Қорытынды

Осылайша, жұмыста салмақ коэффициенттерін, маңыздылық коэффициенттерін әрбір индикатор бойынша бөлек есептеу тәртібі

ұсынылады, содан кейін тұтынушылар үшін қай рецепт неғұрлым қолайлы болатынын белгілейді.

Органолептикалық бағалауды жүргізу кезінде иерархиялық талдау әдісін қолдану бірнеше маңызды қорытындылар жасауға мүмкіндік берді. Біріншіден, иерархияларды талдау йогуртты қабылдаудағы органолептикалық басымдықтың салмағын белгілеу кезінде ескерілетін ең маңызды көрсеткіш дәмдік көрсеткіш екенін көрсетті. Оның салмақ коэффициенті (0,717) өнімді жалпы қабылдаудың 41,7% құрады және басқа органолептикалық көрсеткіштерден әлдеқайда озып кетті. Келесі кезекте респонденттер консистенциясына (0,263) және сыртқы түріне (0,165) артықшылық берді. Ең төменгі салмақ коэффициенттері йогурттардың түсіне (0,098) және иісіне (0,066) берілді.

Екінші жағынан иерархиялық талдау әдісі сарапшылар үшін №3 рецепті бар ең қолайлы йогуртты анықтауға және басқа рецепттер бойынша сарапшылардың қалауын анықтауға көмектесті.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. 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. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-283-287

2. Канарейкина С.Г., Канарейкин В.И. Кисломолочный продукт из кобыльего молока функциональной направленности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2016. -№ 1(57). С. 189-192.

3. Канарейкина С.Г. Влияние паратипических факторов и режимов обработки на пригодность кобыльего молока для производства йогурта: дис. ... канд. с.-х. наук. Уфа, 2007. 173 с.

4. Дмитрук Е. В., Ефимова Е. В., Шлемен М. М., Вырина С. И. Технологическая совместимость молока-сырья различных животных и его предельное соотношение в комбинированных смесях // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья, 2019.- № 13. -С. 76–84

5. Дунченко Н. И., Волошина Е. С., Гаврилова О. С., Безрукова Е. А. Прогнозирование показателей качества йогуртов // Молочная промышленность, 2018. -№ 8. -С. 29–30.

6. Канарейкин В. И., Канарейкина С. Г. Разработка йогурта из кобыльего молока для работников с вредными условиями труда // Нефтегазовое дело, 2015.- № 6. -С. 467–480.

7. Азық-түлік шикізатының және тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігі туралы нұсқаулығы. ҚР Үкіметінің 2000 жылғы 29 қарашадағы 1783 қаулысымен бекітілген.

8. КО ТР 033/2014 «Сүт және сүт өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» Кеден одағының техникалық регламенті.

9. «Халыққа арнайы қызмет көрсету орталығының қызметін бағалау»: Әдістемелік нұсқаулық / Аманбек Н., Мамаева Л.А., Исмагуллаев С.Л., Исакова Ж.А. – Алматы, 2022. – 20 б.

10. Никитина Марина Александровна, Чернуха Ирина Михайловна. Применение метода анализа иерархии при оценке качества продуктов питания // Журнал Все о мясе. 2019. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-analiza-ierarhii-pri-otsenke-kachestva-produktov-pitaniya> (дата обращения: 19.09.2024).

11. Коробов Владимир Борисович, Тутыгин Андрей Геннадьевич Проблемы использования метода анализа иерархий и пути их решения // Экономика и управление, 2016.- №8 (130). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-ispolzovaniya-metoda-analiza-ierarhiy-i-puti>

12. Черкашин Александр Константинович. Математические аспекты реализации метода анализа иерархий // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2020. №1 (17). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-aspekty-realizatsii-metoda-analiza-ierarhiy> (дата обращения: 19.09.2024).

13. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 199. -88 с.

14. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. – М.: Либроком, 2009.-126 с.

15. Гудков П.А. Методы сравнительного анализа. Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. 189 с.

REFERENCES

1. Ginoyan R.V., Nazarova N.E., Bondareva YU.N. Tekhnologiya proizvodstva jogurta funkcional'nogo naznacheniya, obogashchennogo smes'yu suhogo poroshka proroshchennoj psheyny i pyure iz cherniki i golubiki [Technology for the production of functional yogurt enriched with a mixture of dry sprouted wheat powder and mashed blueberries and blueberries] //Vestnik VGUIT. 2018. T. 80. № 4. S. 283–287. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-283-287

2. Kanarejkina S.G., Kanarejkin V.I. Kislomolochnyj produkt iz kobylyego moloka funkcional'noj napravlenosti [Fermented milk product from mare's milk of functional orientation] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2016. № 1(57). S. 189-192.

3. Kanarejkina S.G. Vliyanie paratipicheskikh faktorov i rezhimov obrabotki na prigodnost' kobylyego moloka dlya proizvodstva jogurta [The influence of paratypical factors and processing modes on the suitability of mare's milk for yogurt production]: dis. ... kand. s.-h. nauk. Ufa, 2007. 173 s.

4. Dmitruk E. V., Efimova E. V., SHlemen M. M., Vyrina S. I. Tekhnologicheskaya sovместimost' moloka- syr'ya razlichnyh zhivotnyh i ego predel'noe sootnoshenie v kombinirovannyh smesyah [Technological compatibility of raw milk of various animals and its limiting ratio in combined mixtures] // Topical issues of processing meat and dairy raw materials 2019. № 13. S. 76–84

5. Dunchenko N. I., Voloshina E. S., GavriloVA O. S., Bezrukova E. A. Prognozirovaniye pokazatelej kachestva jogurtov / [Forecasting yogurt quality indicators] // Dairy industry. 2018. № 8. S. 29–30.

6. Kanarejkin V. I., Kanarejkina S. G. Razrabotka jogurta iz kobylyego moloka dlya rabotnikov s vrednymi usloviyami truda [The development of yogurt from mare's milk for workers with harmful working conditions] // Oil and gas business. 2015. № 6. S. 467–480.

7. Guidelines for the quality and safety of food raw materials and food products. Approved by the resolution of the government of the Republic of Kazakhstan dated November 29, 2000 1783.

8. Technical regulations of the customs union TR CU 033/2014 "on the safety of milk and dairy products" «Halyqqa arnayı kyzmet kórsetu ortalygynıń kyzmetin baralau»: Әдістемелік нұсқаулық / Аманбек Н., Мамаева Л.А., Ismatullaev S.L., Iskakova ZH.A. - Almaty 2022. – 20 b.

9. Halykka arnayı kyzmet korsetu ortalygynyn kyzmetin bagalau [Assessment of the activities of the Center for special services to the population]: methodological guide / Amanbek N., Mamaeva L. A., Ismatullayev S. L., Iskakova zh. a. - Almaty 2022. – 20 p.

10. Nikitina Marina Aleksandrovna, CHernuha Irina Mihajlovna. Primenenie metoda analiza ierarhii pri

ocenke kachestva produktov pitaniya [Application of the hierarchy analysis method in food quality assessment] // The magazine is All about meat. 2019. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-analiza-ierarhii-pri-otsenke-kachestva-produktov-pitaniya> (data obrashcheniya: 19.09.2024).

11. Korobov Vladimir Borisovich, Tutygin Andrej Gennad'evich Problems of using the hierarchy analysis method and ways to solve them // Ekonomika i upravlenie. 2016. №8 (130). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-ispolzovaniya-metoda-analiza-ierarhii-i-puti>

12. Cherkashin Aleksandr Konstantinovich. Matematicheskie aspekty realizatsii metoda analiza ierarhij [Mathematical aspects of the implementation of the hierarchy analysis method] // Information and

mathematical technologies in science and management. 2020. №1 (17). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-aspekty-realizatsii-metoda-analiza-ierarhii> (data obrashcheniya: 19.09.2024).

13. Saati T.L. Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij [Decision-making. Hierarchy analysis method]. – M.: Radio i svyaz', 199

14. Saati T.L. Prinyatie reshenij pri zavisimostyah i obratnyh svyaz-yah: analiticheskie seti.[Decision-making with dependencies and feedbacks: analytical networks].– M.: Librokom, 2009.

15. Gudkov P.A. Metody sravnitel'nogo analiza [Methods of comparative analysis]. Study guide. – Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2008.

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-132-139>

EMERGING INNOVATIONS IN PET FOOD INDUSTRY SUSTAINABILITY, NUTRITION, AND CONSUMER TRENDS IN 2024

RISHAV KUMAR* , ANKIT SHARMA 

(Department of Livestock Products Technology, College of Veterinary Sciences and AH, DUVASU, Mathura, U.P., India

Department of Livestock Production Management,

College of Veterinary and Animal Sciences, GBPUAT, Pantnagar, Uttarakhand, India)

Corresponding author e-mail: rishavvet42@gmail.com*

The pet food industry in 2024 is at a pivotal juncture, marked by transformative advancements in sustainability, nutritional science, and consumer-centric innovation. This review explores emerging trends that redefine pet nutrition, including the integration of alternative protein sources such as insects, algae, and yeast to address environmental and ethical challenges. The growing emphasis on eco-friendly manufacturing practices, such as the adoption of biodegradable packaging and local ingredient sourcing, reflects an industry-wide commitment to sustainability. Advances in functional nutrition are highlighted, showcasing products tailored to support gut health, joint care, and mental well-being, driven by breakthroughs in understanding the gut-brain axis. Technological innovations, including AI-driven formulation, DNA-based diet personalization, and precision fermentation, are enhancing product quality and sustainability. The rise of vegan and plant-based pet diets, alongside evolving consumer preferences for transparency and premium offerings, underscores a shift toward ethical and health-conscious consumption. This paper critically examines these developments, their market implications, and identifies avenues for future research to support industry growth and innovation.

Keywords: sustainability; alternative proteins; functional nutrition; technology; consumer trends.

НОВЫЕ ИННОВАЦИИ В ИНДУСТРИИ КОРМОВ ДЛЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ, ПИТАНИЕ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ В 2024 ГОДУ

РИШАВ КУМАР*, АНКИТ ШАРМА

(Кафедра технологии продуктов животноводства,

Колледж ветеринарных наук и АН, ДУВАСУ, Матхура, У.П., Индия

Факультет управления животноводством, Колледж ветеринарии и зоотехники,

GBPUAT, Пантнагар, Уттаракханд, Индия)

Электронная почта автора-корреспондента: rishavvet42@gmail.com. *

Индустрия кормов для домашних животных в 2024 году переживает переломный момент, отмеченный революционными достижениями в области устойчивого развития, науки о питании и

инноваций, ориентированных на потребителя. В данном обзоре рассматриваются новые тенденции, которые пересматривают концепцию питания домашних животных, включая интеграцию альтернативных источников белка, таких как насекомые, водоросли и дрожжи, для решения экологических и этических проблем. Растущее внимание к экологичным методам производства, таким как использование биоразлагаемой упаковки и поиск местных ингредиентов, отражает стремление всей отрасли к устойчивому развитию. Отмечаются достижения в области функционального питания, демонстрируются продукты, предназначенные для поддержания здоровья кишечника, ухода за суставами и психического благополучия, что обусловлено прорывами в понимании оси «кишечник-мозг». Технологические инновации, включая разработку рецептур на основе искусственного интеллекта, персонализацию рациона на основе ДНК и прецизионную ферментацию, повышают качество и устойчивость продукции. Рост популярности веганских и растительных диет для домашних животных, наряду с развивающимися потребительскими предпочтениями в отношении прозрачности и премиальных предложений, подчеркивает сдвиг в сторону этичного и заботящегося о здоровье потребления. В данной статье критически рассматриваются эти изменения, их последствия для рынка и определяются направления будущих исследований для поддержки роста и инноваций в отрасли.

Ключевые слова: устойчивое развитие, альтернативные белки, функциональное питание, технологии, потребительские тренды.

2024 ЖЫЛЫ ҮЙ ЖАНУАРЛАРЫНЫҢ АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ЖАҢА ИННОВАЦИЯЛАРЫ, ТҰРАҚТЫЛЫҚ, ТАМАҚТАНУ ЖӘНЕ ТҰТЫНУШЫЛЫҚ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ

РИШАВ КУМАР*, АНКИТ ШАРМА

(Жануарлардан алынатын өнімдер технологиясы департаменті,
Ветеринария ғылымдары колледжі және ғылым академиясы, DUVASU, Матхура, Ю.П., Үндістан
Мал шаруашылығын басқару департаменті, Ветеринария және жануарлар ғылымдары колледжі,
GBPUAT, Пантнагар, Уттаракханд, Үндістан)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: rishavvet42@gmail.com. *

Үй жануарларына арналған тамақ өнеркәсібі 2024 жылы тұрақтылық, тамақтану ғылымы және тұтынушыға бағытталған инновациялардағы революциялық жетістіктермен ерекшеленетін құбылу нүктесінде тұр. Бұл шолуда қоршаған орта мен этикалық мәселелерді шешу үшін жәндіктер, балдырлар және ашытқылар сияқты баламалы ақуыз көздерін біріктіруді қоса, үй жануарларының тамақтануын қайта анықтайтын дамып келе жатқан тенденциялар қарастырылады. Биологиялық ыдырайтын қаптамаларды пайдалану және жергілікті ингредиенттерді алу сияқты тұрақты өндіріс әдістеріне назардың артуы саланың тұрақтылыққа деген адалдығын көрсетеді. Функционалды тамақтанудағы жетістіктерді атап өтеді, ішек-ми осін түсінудегі жетістіктерге негізделген ішек денсаулығын, бірлескен күтімді және психикалық әл-ауқатты қолдауға арналған өнімдерді көрсетеді. Технологиялық инновациялар, соның ішінде AI негізіндегі формулаларды әзірлеу, ДНҚ негізінде диетаны жекелендіру және дәл ашыту өнім сапасы мен тұрақтылығын жақсартады. Үй жануарларына арналған вегетариандық және өсімдік негізіндегі диеталардың танымалдылығының артуы, сонымен қатар тұтынушылардың мөлдірлік пен премиум ұсыныстарға деген бейімділіктерінің дамуы этикалық және денсаулықты сақтауға бағытталған тұтынуға қарай ауысуды көрсетеді. Бұл мақала осы өзгерістерді, олардың нарыққа әсерін сыни тұрғыдан қарастырады және саладағы өсу мен инновацияны қолдау үшін болашақ зерттеу бағыттарын анықтайды.

Негізгі сөздер: тұрақты даму, альтернативті белоктар, функционалды тамақтану, технологиялар, тұтынушылық тенденциялар.

Introduction

The pet food industry has evolved from merely addressing nutritional basics to becoming a sophisticated market, closely mirroring human food trends. This transformation is underpinned by an increased focus on sustainability, health consciousness, and technological innovation. In 2024, pet owners are more informed and discerning than ever, driving demand for products that prioritize ethical sourcing, functional nutrition, and

environmental stewardship [1]. Key industry innovations include the adoption of alternative proteins such as insects, algae, and plant-based sources, which not only reduce environmental impact but also offer high nutritional value [2]. Sustainable practices, including biodegradable packaging and localized ingredient sourcing, are further reshaping the sector. Concurrently, advancements in nutritional science have led to functional pet foods that target specific health

concerns, such as digestive health, joint mobility, and mental well-being, often leveraging insights from the gut-brain axis. Technological breakthroughs, particularly in AI-driven formulations and DNA-based dietary personalization, are enabling precise nutritional solutions tailored to individual pets [3,4]. These advancements reflect a growing trend toward customization, with premium offerings catering to pets' specific dietary and health needs. Despite economic challenges, many consumers remain willing to invest in such high-quality products, while others turn to affordable private-label options.

This review examines these dynamic trends and their implications, providing a comprehensive analysis of how sustainability, precision nutrition, and personalization are driving the industry's growth. By integrating insights from the latest market data and academic studies, this paper

highlights the challenges and opportunities shaping the future of pet food innovation.

Alternative Proteins: A Sustainable Solution

The inclusion of alternative protein sources such as insects, algae, yeast, and plant-based ingredients is revolutionizing the pet food market[4]. These novel proteins not only meet the growing demand for sustainability but also offer significant nutritional advantages. As pet owners become more environmentally conscious, they are increasingly inclined to choose pet foods made from alternative proteins, which align with ethical sourcing and sustainable practices. Moreover, these protein sources contribute to reducing the environmental footprint of pet food production, as they require less land, water, and other resources compared to traditional animal-based proteins like beef or chicken[5,6].

Table1: Protein Sources and Their Impact

Protein Source	Environmental Impact	Nutritional Benefits	Examples
Insects	Low water and land use, reduced greenhouse gas emissions	High-quality protein, essential amino acids, and micronutrients	Black soldier fly meal, cricket protein
Algae	Carbon-negative production, efficient resource use	Rich in omega-3 fatty acids, antioxidants, and trace minerals	Algal oil-infused products, spirulina supplements
Yeast	Contribution to circular economy, low ecological footprint	Immune-enhancing properties, high in B-vitamins and minerals	Yeast-based treats, functional pet food additives
Plant-based	Reduced greenhouse emissions, lower resource consumption	High fiber content, antioxidants, plant proteins	Legume-based kibbles, pea protein formulations

Sustainability Initiatives

Packaging Innovations

The demand for sustainability within the pet food industry has been particularly evident in the area of packaging [7,8]. With an increasing awareness of environmental issues, consumers are pushing for products that reflect eco-conscious practices. Consequently, packaging innovations

that are recyclable, biodegradable, and upcycled are becoming more common as industry standards, reshaping the way pet food manufacturers approach their product designs and materials [9]. These initiatives not only reduce the environmental footprint of pet food packaging but also align with broader global sustainability goals [10,11].

Table 2. Key Sustainability Practices and Their Impacts

Sustainability Practice	Description	Impact
Biodegradable Packaging	Materials that naturally decompose over time	Reduces landfill waste, mitigates plastic pollution
Upcycled Ingredients	Repurposing by-products from food processing	Minimizes resource wastage, promotes circular economy
Locally Sourced Ingredients	Sourcing ingredients from regional producers	Reduces supply chain emissions, supports local economies

These sustainability initiatives not only reflect a shift toward environmental responsibility but also resonate with the growing consumer base that prioritizes sustainability in their purchasing decisions. As the pet food market continues to evolve, these innovations will play a crucial role in shaping the industry's future, driving both economic and environmental benefits.

Functional Nutrition

Growing Demand

Functional pet foods, which target specific health concerns, are gaining significant traction in the pet food market [12,13]. With pet owners becoming increasingly aware of the importance of personalized care for their animals, there is a rising demand for foods designed to address particular health needs such as gut health, joint mobility, and mental wellness [13]. These products are no longer seen as luxury items but are regarded as essential components of maintaining long-term pet health. Pet foods enhanced with ingredients targeting these issues are especially popular as consumers seek to improve their pets' quality of life by managing or preventing common health issues through diet. Functional pet foods typically contain a variety of specialized ingredients that target distinct physiological areas [14,15] . These include probiotics and prebiotics for digestive health, glucosamine and omega-3 fatty acids for joint

support, and adaptogens or calming herbs for mental wellness [16,17]. Such formulations are often marketed as a way to provide pets with a holistic approach to health, addressing both physical and behavioral needs [18].

The Gut-Brain Axis

Emerging research into the **gut-brain axis** is driving the development of pet foods that address both physical and mental health. The gut-brain axis refers to the biochemical signaling that takes place between the gastrointestinal tract and the central nervous system, influencing mood, behavior, and cognitive function [19,20]. Studies in human nutrition have demonstrated that gut health can directly impact mental well-being, and this knowledge is now being translated into pet food formulations.

Early-stage trials are exploring how probiotics, prebiotics, and other gut-friendly ingredients can not only support digestion but also enhance behavioral health in pets [21]. This could lead to future pet food innovations that integrate the latest findings from human nutritional science to improve the physical and psychological health of animals. As the understanding of this connection deepens, pet food manufacturers may increasingly incorporate gut-health-focused ingredients designed to promote a healthier, more balanced pet mind and body.

Table 3. Key Functional Health Areas and Their Ingredients

Health Focus	Key Functional Ingredients	Benefits	Product Examples
Gut Health	Probiotics, prebiotics	Improves digestion, boosts immunity, supports overall gut health	Probiotic kibble, digestive health chews.
Joint Health	Glucosamine, omega-3 fatty acids	Enhances mobility, reduces inflammation, relieves pain	Joint health chews, omega-3 infused kibble.
Mental Wellness	Adaptogens, calming herbs	Reduces stress, promotes balanced behavior, improves cognitive function	Herbal-infused soft chews, calming supplements

Technological Advancements in Pet Nutrition

Precision Nutrition

Technological advancements are reshaping the landscape of pet nutrition, enabling more personalized and sustainable approaches to feeding pets [22,23]. Precision nutrition, driven by innovations such as DNA testing, artificial

intelligence (AI), and precision fermentation, is revolutionizing how pet foods are formulated [23,24]. These advancements not only aim to improve the quality of pet food but also to enhance its efficiency and sustainability, ensuring that pets receive optimal nutrition tailored to their specific needs.

Table 4. Key Technological Applications in Precision Nutrition

Technology	Application	Example
DNA Testing	Personalized dietary recommendations	Tailored breed-specific diets that meet individual health needs
AI (Artificial Intelligence)	Automated food formulation	AI-driven recipe development for customized diets
Precision Fermentation	Sustainable protein production	Lab-grown meat alternatives that replicate animal protein

These technologies are driving a shift towards more personalized, sustainable, and ethical pet nutrition. As they continue to evolve, they will likely contribute to the development of pet food products that not only meet the specific health needs of pets but also align with broader sustainability and animal welfare goals.

Rise of Vegan and Plant-Based Diets

The vegan pet food market has witnessed remarkable growth and is projected to continue expanding at an annual rate of 12% [25,26]. This

surge is largely driven by ethical considerations regarding animal welfare and increasing consumer awareness of environmental sustainability [27,28] . As more pet owners look for alternatives to traditional meat-based diets, plant-based and vegan options are emerging as key segments within the broader pet food market [29] . These diets are not only seen as a way to align with ethical values but are also viewed as sustainable alternatives to the environmental challenges posed by conventional animal farming.

Table 5. Key Types of Vegan and Plant-Based Diets

Diet Type	Primary Ingredients	Nutritional Considerations
Vegan	Lentils, chickpeas, grains	Must ensure complete protein profiles and adequate amino acid profiles [30]
Flexitarian	Plant-based ingredients with limited meat	Balancing sustainability and nutrition with reduced animal-based protein [31]

Consumer Behavior Shifts

Consumer behavior in the pet food market is undergoing a significant transformation, largely influenced by economic factors, evolving values, and an increasing demand for transparency in sourcing and ethics [32,33]. As the pet food market becomes more diverse, consumers are exhibiting divergent preferences, leading to the rise of two distinct trends: one that prioritizes budget-conscious choices and another that leans toward premium, personalized products [34] . This dual trend reflects both economic pressures and a growing interest in personalized care for pets.

Budget-Conscious Choices

In response to economic uncertainty and rising living costs, many pet owners are turning to more affordable private-label products. These budget-conscious consumers are increasingly seeking cost-effective options without compromising on the basic nutritional needs of their pets [35]. Private-label brands, which offer similar quality to established branded products at lower prices, are gaining popularity among consumers who want to reduce spending without

sacrificing the essential components of a pet’s diet. Retailers are expanding their offerings of private-label pet foods to cater to this growing demand. These products typically emphasize the core requirements for pet nutrition, focusing on ingredients that meet the basic needs of pets while keeping costs low [36]. While these products may not always feature the innovative or functional ingredients found in premium options, they provide a viable alternative for consumers with limited budgets. The growth of private-label brands underscores the importance of affordability in shaping consumer purchasing decisions, especially during periods of economic stress.

Premium Product Interest

On the other end of the spectrum, there is a growing consumer interest in premium, personalized pet foods that promise higher-quality ingredients and tailored nutritional benefits [37]. Driven by a desire for optimal health outcomes for their pets, many owners are willing to invest in products that offer enhanced functionality, such as foods that target specific health concerns (e.g., joint health, gut health, mental wellness). These

products are often marketed as "premium" due to their superior ingredients, ethical sourcing, and technological advancements in formulation, such as DNA-based dietary recommendations and personalized nutrition. Consumers are also increasingly prioritizing transparency and ethical claims when selecting premium pet foods. They seek assurances that the ingredients used in their pets' diets are responsibly sourced, free from harmful additives, and produced in environmentally sustainable ways. The growing focus on ethical production practices—ranging from cruelty-free sourcing to environmentally friendly packaging—reflects a broader societal shift toward more conscious consumption. These premium products not only promise superior health benefits but also align with the values of consumers who are more informed and concerned about the ethical implications of their purchases.

Transparency and Ethical Claims

Transparency has become a key factor in driving consumer purchasing decisions. Pet owners are increasingly demanding information about the sourcing, sustainability, and ethical practices behind the products they buy [38]. Labels that emphasize traceability, ethical sourcing, and certifications such as organic or fair trade are particularly attractive to consumers who wish to make more informed and responsible purchasing decisions. This trend is reshaping the pet food industry, with manufacturers placing greater emphasis on clear, honest marketing that highlights their commitment to sustainability and animal welfare. The shift in consumer behavior, from seeking affordable options to investing in personalized, ethically produced foods, highlights the evolving nature of the pet food market. As economic pressures fluctuate, pet owners are finding a balance between cost and quality, opting for private-label brands when necessary while simultaneously embracing premium offerings that align with their values and desire for optimal pet care.

Challenges and Future Directions

As the pet food industry continues to evolve, several challenges must be addressed to ensure the sustainability and growth of the sector. These challenges range from supply chain disruptions to regulatory hurdles surrounding the use of novel ingredients. However, they also present opportunities for innovation and advancement, particularly in the areas of alternative proteins and functional pet foods.

Supply Chain Disruptions

The pet food industry, like many others, has faced significant supply chain disruptions in recent years, exacerbated by global events such as the

COVID-19 pandemic, geopolitical tensions, and extreme weather conditions [38, 39]. These disruptions have resulted in ingredient shortages, rising costs of raw materials, and delays in production timelines. As pet food manufacturers rely on a complex network of global suppliers, any disruption to the supply chain can have far-reaching consequences on product availability and prices [40]. The volatility in the supply of key ingredients, such as meat, grains, and specialized supplements, has forced companies to explore alternative sources and consider more resilient, localized supply chains to mitigate future risks.

Regulatory Hurdles for Novel Ingredients

Another significant challenge is the regulatory landscape surrounding the use of novel ingredients, particularly those derived from alternative proteins like insects, algae, and precision fermentation [40]. While these ingredients offer promising solutions in terms of sustainability and nutritional value, their approval for use in pet foods is subject to stringent regulations that vary by region. In many countries, the use of novel proteins in animal feed and pet food is closely regulated to ensure safety and nutritional adequacy. For example, insects are still not widely recognized as a standard ingredient in pet food in certain markets, despite their proven benefits as a sustainable protein source. Navigating these regulatory hurdles requires significant investment in research, testing, and collaboration with regulatory bodies to ensure the safety and efficacy of these new ingredients.

Scalability of Alternative Proteins

While alternative proteins offer a promising solution to the environmental challenges posed by traditional animal farming, one of the key obstacles to their widespread adoption is scalability. Many alternative protein sources, such as insects, algae, and plant-based proteins, require specialized production processes that are not yet fully optimized for large-scale manufacturing. Ensuring that these proteins can be produced in sufficient quantities to meet the growing demand for sustainable pet food is a complex challenge. Future research should focus on improving the scalability of these production methods to ensure that they can be commercially viable without compromising their sustainability benefits. This may involve advancements in biotechnology, more efficient farming practices for insect and algae production, and innovative supply chain solutions to reduce costs and improve efficiency.

Exploring New Health Benefits

As the pet food market becomes increasingly focused on functional nutrition, there is significant potential for future research to explore new health benefits and address emerging pet health concerns. The growing interest in the gut-brain axis, for example, offers an exciting area for innovation, as research suggests that the health of the gut microbiome is closely linked to various aspects of mental and physical well-being. Developing functional foods that enhance both the physical and behavioral health of pets could revolutionize pet care and nutrition. Additionally, further research into the role of specific nutrients and supplements in preventing chronic diseases, such as arthritis, obesity, and cognitive dysfunction, will continue to shape the next generation of pet food products.

Conclusion

The pet food industry is poised for significant growth, driven by advancements in sustainability, precision nutrition, and technological innovation. However, challenges such as supply chain disruptions, regulatory obstacles, and the scalability of alternative proteins must be addressed to ensure that the industry can meet the increasing demand for ethical, sustainable, and personalized pet food products. Future research will play a critical role in overcoming these challenges, enabling the development of new ingredients, formulations, and manufacturing processes that will help shape the future of pet nutrition.

REFERENCES

1. Carter, F., & Davis, M. (2024). The role of local ingredient sourcing in reducing pet food supply chain emissions. *Journal of Supply Chain Management*, 47(2), 78-86. <https://doi.org/10.2345/jscm.2024.0142> doi:<http://dx.doi.org/10.15406/jdvar.2024.13.00344>
2. Evans, T., & Clark, S. (2024). Consumer preferences for vegan and plant-based pet foods in 2024. *Food Policy Insights*, 12(1), 34-42. <https://doi.org/10.4321/fpi.2024.1109>
3. Foster, L., & O'Connor, D. (2024). The impact of dietary supplements on pet health: Trends in functional nutrition. *Pet Health Journal*, 22(3), 210-218. <https://doi.org/10.4523/phj.2024.0531>
4. Garcia, P., & Williams, B. (2024). Technological innovations driving personalized pet nutrition. *Food Science and Technology Today*, 55(4), 312-320. <https://doi.org/10.2345/fst.2024.09976>
5. Hong, K., Lee, S., & Tan, R. (2024). The rise of insect-based proteins in pet food: Challenges and opportunities. *Journal of Animal Nutrition*, 99(6), 512-520. <https://doi.org/10.2557/jan.2024.01432>
6. Jackson, P., & Adams, E. (2024). Circular economy practices in pet food manufacturing: Benefits and barriers. *Journal of Environmental Economics*, 8(5), 331-340. <https://doi.org/10.3412/jee.2024.0976>
7. Jones, M., Smith, L., & Walker, R. (2024). Advancements in sustainable packaging within the pet food sector. *Green Packaging Review*, 12(1), 45-52. <https://doi.org/10.1256/gpr.2024.0305>
8. Kumar R, Goswami M, Pathak V, Bharti SK, Verma AK, Rajkumar V, Patel P. Utilization of poultry slaughter byproducts to develop cost effective dried pet food. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2023;23(1):165-74.doi:<http://dx.doi.org/10.5958/0974-181X.2023.00015.X>
9. Kumar R, Goswami M, Pathak V, Singh A. Effect of binder inclusion on poultry slaughter house byproducts incorporated pet food characteristics and palatability. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2024;24(1):177-91.doi:<http://dx.doi.org/10.5958/0974-181X.2024.00013.1>
10. Kumar R, Goswami M, Pathak V, Verma AK. QUALITY IMPROVEMENT OF POULTRY SLAUGHTER HOUSE BYPRODUCTS BASED PET FOOD WITH INCORPORATION OF FIBER-RICH VEGETABLE POWDER. *Exploratory Animal & Medical Research*. 2023 Jun 1;13(1). doi:<http://dx.doi.org/10.52635/eamr/13.1.54-61>
11. Kumar R, Goswami M, Pathak V. Enhancing Microbiota Analysis, Shelf-life, and Palatability Profile in Affordable Poultry Byproduct Pet Food Enriched with Diverse Fibers and Binders. *J. Anim. Res*. 2023 Oct;13(05):815-31. doi:<http://dx.doi.org/10.9734/ajrb/2024/v14i4289>
12. Kumar R, Goswami M, Pathak V. 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*. 2024 May 4;14(4):1-7. doi:<http://dx.doi.org/10.9734/ajrb/2024/v14i4289>
13. Kumar R, Goswami M, Pathak V. Innovations in pet nutrition: investigating diverse formulations and varieties of pet food: mini review. *MOJ Food Process Technols*. 2024;12(1):86-9. doi:<http://dx.doi.org/10.15406/mojfpt.2024.12.00302>
14. Kumar R, Goswami M, Pathak V. Promoting Pet Food Sustainability: Integrating Slaughterhouse By-products and Fibrous Vegetables Waste. *Acta Scientific Veterinary Sciences (ISSN: 2582-3183)*. 2024 May;6(5). doi:<http://dx.doi.org/10.31080/ASVS.2024.06.0871>
15. Kumar R, Goswami M. Exploring Palatability in Pet Food: Assessment Methods and Influential Factors. *International Journal of Livestock Research*. 2024;14(4).
16. Kumar R, Goswami M. Feathered nutrition: unlocking the potential of poultry byproducts for healthier pet foods. *Acta Scientific Veterinary Sciences*. 2024 Apr. doi:<http://dx.doi.org/10.31080/ASVS.2024.06.0868>
17. 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):31-3.

18. Kumar R, Goswami M. Optimizing Pet Food Formulations with Alternative Ingredients and Byproducts. *Acta Scientific Veterinary Sciences.* 2024 Apr.

doi:http://dx.doi.org/10.31080/ASVS.2024.06.0869

19. Kumar R, Sharma A. A Comprehensive Analysis and Evaluation of Various Porcine Byproducts in Canine Diet Formulation. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences.* 2024 Jul 25;7(3):236-46.

doi:http://dx.doi.org/10.9734/ajravs/2024/v7i3308

20. Kumar R, Sharma A. Deciphering new nutritional substrates for precision pet food formulation. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry.* Available: [https://doi.org/10.22271/veterinary.2024;202\(4\):v9](https://doi.org/10.22271/veterinary.2024;202(4):v9). doi:http://dx.doi.org/10.22271/veterinary.2024.v9.i3Sb.1400

21. Kumar R, Sharma A. Prebiotic-driven gut microbiota dynamics: Enhancing canine health via pet food formulation. *International Journal of Bio-resource and Stress Management.* 2024 Jun 19;15(Jun, 6):01-15. doi:http://dx.doi.org/10.23910/1.2024.5359

22. Kumar R, Sharma A. Review of Pet Food Packaging in the US Market: Future Direction Towards Innovation and Sustainability. *Annual Research & Review in Biology.* 2024 May 24;39(6):16-30. doi:http://dx.doi.org/10.9734/arrb/2024/v39i62085

23. Kumar R. Integrating pet nutrition with radiotherapy and nuclear medicine: Advancements in veterinary oncology. *Advances in Radiotherapy & Nuclear Medicine.* 2024 Aug 20:3522. doi:https://doi.org/10.36922/arnm.3522

24. Kumar, R. (2024). Integrating pet nutrition with radiotherapy and nuclear medicine: Advancements in veterinary oncology. *Advances in Radiotherapy & Nuclear Medicine*, 2(3), 3522. <https://doi.org/10.36922/arnm.3522>

25. Kumar, R., & Sharma, A. (2024). Innovative approaches to enhance the integrity of meat products using natural antioxidants and encapsulation. *Bulletin of Almaty Technological University*, 145 (3), 98-104.

26. Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., & Singh, A. (2024). Innovative Approaches in Pet Food Preference Methodology: Developing a Comprehensive Assessment Framework. *Asian Research Journal of Agriculture*, 17(4), 874–884. <https://doi.org/10.9734/arja/2024/v17i4597>

27. Leclerc, J., Johnson, R., & Brown, K. (2024). Impact of alternative proteins on pet food sustainability and health outcomes. *Journal of Animal Science*, 102(3), 101-110. <https://doi.org/10.1234/jas.2024.010101>

28. Lee, H., & Smith, A. (2024). Trends in consumer behavior: The shift toward premium pet foods

in 2024. *Pet Food Market Review*, 45(2), 12-20. <https://doi.org/10.3345/pfm.2024.0227>

29. Morgan, B., Wang, Q., & Li, M. (2024). AI-driven personalization of pet food: Tailoring diets for individual health needs. *Veterinary Science Advances*, 6(1), 42-50. <https://doi.org/10.2147/vsa.2024.00021>

30. Patel, A., & Miller, D. (2024). Exploring the role of artificial intelligence in pet food formulation. *Journal of Food Engineering*, 77(2), 201-209. <https://doi.org/10.5437/jfe.2024.0814>

31. Sharma RK. Advances in Artificial Intelligence (AI) Systems Technology – Image Analysis (IA) for Comprehensive Assessment of Pet Food Quality. *Bulletin of Almaty Technological University.* 2024 Jun 17;144(2):103-11.

32. Sharma, A., Kumar, A., Gangwar, S., Sarma, G., & Kumar, R. (2024). Antibiotics in Poultry: Examining Alternatives for Safer Food Production. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 9(4). <https://i.agriculturejournals.org/index.php/ijeab/article/view/259>

33. Smith, S. (2024). Consumer sustainability trends set to propel the pet industry into the future. *Pet Food Processing.* Retrieved from www.petfoodprocessing.net

34. Taylor, R., & Green, C. (2024). The gut-brain axis in pet nutrition: Implications for mental wellness products. *Journal of Nutritional Neuroscience*, 9(3), 255-264. <https://doi.org/10.9876/jnn.2024.0205>

35. Thompson, R., Evans, C., & Green, M. (2024). Plant-based diets and sustainability in the pet food industry: A market analysis. *Environmental Nutrition Review*, 34(2), 200-210. <https://doi.org/10.5678/enr.2024.0221>

36. Trueba, F. (2024). 5 global trends influencing pet food in 2024. *PetfoodIndustry.* Retrieved from www.petfoodindustry.com

37. Wilson, R., & Matthews, G. (2024). Incorporating sustainable protein alternatives in pet food products. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(4), 101-110. <https://doi.org/10.6762/jsa.2024.1101>

38. Wright, J., & Patel, L. (2024). The evolving role of pet food manufacturers in climate change mitigation. *Journal of Environmental Sciences*, 67(3), 215-225. <https://doi.org/10.1224/jes.2024.0458>

39. Zhang, H., & Liu, W. (2024). Exploring algae-derived omega-3 in pet food formulations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(1), 101-109. <https://doi.org/10.8852/jafc.2024.0293>

40. Zheng, L., Wong, Y., & Lee, J. (2024). Sustainability claims in pet food: A consumer perception study. *Sustainability and Consumption*, 22(3), 45-55. <https://doi.org/10.1360/sc.2024.0426>

ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ЕТ ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАРЫНЫҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ЖӘНЕ САҚТАУ МЕРЗІМІНЕ ТАБИҒИ АНТИОКСИДАНТТАРДЫҢ ӘСЕРІ

Н.К. АБИЛЬМАЖИНОВА* , А.М. ТАЕВА , Б.А. РСКЕЛДИЕВ ,
А.И. МАТИБАЕВА , С.Е. ИБРАИМОВА 

(Алматы технологиялық университеті,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Толе би көш. 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: abilmazhinova85@mail.ru*

Жылқы еті мен оның өнімдерін тағамдық құндылығы жоғары тағам деп санауға болады. Қазіргі уақытта мяса нәзіктігін жақсарту үшін көптеген әдістер қолданылады. Жылқы етін тұтыну сиыр еті, тауық еті немесе шошқа еті сияқты басқа дәстүрлі ет түрлерімен салыстырғанда, адам рационнда алдеқайда маңызды. Жылқы етінің керемет тағамдық қасиеттері бар, яғни оның құрамында май аз, темірге бай және қанықпаған май қышқылдары мен В дәрумені көп болатын май қышқылдарының қолайлы диеталық профилі бар. Мақалада, сақтау кезіндегі жылқы майларының қасиеттерінің тұрақтылығына, табиғи антиоксидант – дигидрохверцетиннің, аскорбин қышқылының және токоферолдың әсері туралы мәліметтер келтірілген. Зерттеу материалы ретінде дигидрохверцетинді 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,75%-да, аскорбин қышқылы мен токоферолды 0,05% және 0,02% пайыздық мөлшерде жылқы майының шикізат массасына қосып қолданылды. Жұмыс барысында қышқыл, пероксид және тиобарбитур сандарын анықтау арқылы тотығу бұзылуларының дамуын зерттеудің жалпы қабылданған әдістері қолданылды. Зерттеулер нәтижесінде дигидрохверцетиннің ингибиторлық қасиеттері оның концентрациясына тікелей тәуелді екені анықталды: өнімдегі дигидрохверцетиннің үлесі неғұрлым жоғары болса, тотығу процесі соғұрлым баяулайды. Сонымен қатар, алынған деректер дигидрохверцетинді токоферол және аскорбин қышқылымен біріктіріп қолдану майдың бастапқы тотығу өнімдерінің жиналуын азайтатынын көрсетті.

Негізгі сөздер: жылқы етінің жартылай фабрикаттары, жылқы майы, дигидрохверцетин, аскорбин қышқылы, токоферол, пероксид саны, қышқыл саны, тиобарбитур саны.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И СРОК ХРАНЕНИЯ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КОНИНЫ

Н.К. АБИЛЬМАЖИНОВА*, А.М. ТАЕВА, Б.А.РСКЕЛДИЕВ,
А.И. МАТИБАЕВА, С.Е. ИБРАИМОВА

(Алматынский технологияческий университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би 100)
Электронная почта автора-корреспондента: abilmazhinova85@mail.ru*

Конина и ее продукты можно считать пищей с высокой пищевой ценностью. В настоящее время применяется множество методов для улучшения нежности мяса. Потребление конины незначительно по сравнению с другими традиционными видами мяса, такими как говядина, курица или свинина, которые гораздо важнее в рационе человека. Конина обладает превосходными питательными свойствами, то есть она содержит мало жира, богата железом и имеет благоприятный диетический профиль жирных кислот с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот и витамина В. В статье представлены данные о влиянии антиоксиданта природного происхождения – дигидрохверцетина, аскорбиновой кислоты и токоферола – на стабильность свойств конских жиров при хранении. В качестве материала для исследования мы использовали конский жир с дигидрохверцетином 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,75% совместно с добавлением аскорбиновой кислоты и токоферола в дозировках 0,05 % и 0,02 % к массе сырья. В процессе работы использовались общепринятые методы изучения развития окислительной порчи путем определения кислотного, перекисного и тиобарбитурового чисел. Исследования показали, что ингибирующие свойства дигидрохверцетина напрямую зависят от его концентрации: чем выше доля дигидрохверцетина в продукте, тем медленнее процесс окисления. Кроме того, полученные данные

показали, что использование дигидрохверцетина в сочетании с токоферолом и аскорбиновой кислотой снижает накопление продуктов первичного окисления жира.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты из конины, конский жир, дигидрохверцетин, аскорбиновая кислота, токоферол, перекисное число, кислотное число, тиобарбитуровое число.

INFLUENCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS ON THE QUALITY INDICATORS AND STORAGE LIFE OF SEMI-FINISHED HORSE MEAT PRODUCTS

N.K. ABILMAZHINOVA*, A.M. TAEVA, B.A. RSKELDIYEV,
A.I. MATIBAYEVA, S.E. IBRAIMOVA

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

Corresponding author e-mail: abilmazhinova85@mail.ru*

Horse meat and its products can be considered a food with high nutritional value. Doing so may result in fire or electric shock. Horsemeat consumption is marginal when compared with other conventional types of meat such as beef, chicken or pork, which are much more important in the human diet. Horsemeat has excellent nutritional properties, i.e. it is of low fat, rich in iron and it has a favorable dietetic fatty acid profile with a high content of unsaturated fatty acids and vitamin B. The article presents data on the influence of natural antioxidants - dihydroquercetin, ascorbic acid and tocopherol - on the stability of the properties of horse fats during storage. As the material for the research we used horse fat with dihydroquercetin 0.01%, 0.025%, 0.05%, 0.75% together with the addition of ascorbic acid and tocopherol in dosages of 0.05% and 0.02% by weight of the raw material. During the research, generally accepted methods were used to study the development of oxidative spoilage by determining the acid, peroxide and thiobarbituric values. Studies have shown that the inhibitory properties of dihydroquercetin directly depend on its concentration: the higher the proportion of dihydroquercetin in the product, the slower the oxidation process. In addition, the obtained data showed that the use of dihydroquercetin in combination with tocopherol and ascorbic acid reduces the accumulation of primary fat oxidation products.

Keywords: semi-finished meat products from horse meat, horse fat, dihydroquercetin, ascorbic acid, tocopherol, peroxide value, acid value, thiobarbituric value.

Kіpіcne

Жылқы еті көптеген елдердің, соның ішінде Еуропаның және әсіресе Азияның аспаздық дәстүрлерінің маңызды бөлігін құрайды. Қазақстан соңғы уақытта жылқы өсірумен белсенді айналысуда. Ғылыми әдебиеттерді талдау және патенттік іздеу ғылыми зерттеулерге негізделген технологияның болмауына байланысты жылқы етінің қотлетін пайдалану шектеулі екенін көрсетті. Сондықтан, жылқы етінен жасалған өнімдердің, оның ішінде туралған жартылай фабрикалардың ассортиментін кеңейту бүгінгі таңда республика үшін өзекті міндет болып табылады [1].

Қазіргі заманғы өндірістік компаниялар көбінесе жаңа өнімдердің сәттілігіне тәуелді және бұл қазіргі бәсекелестік пен тез өзгеретін нарықтарды ескере отырып, бизнесті сәтті жүргізу үшін өте маңызды болады. Өнімдер пайдаланушылар арасындағы айырмашылықтарға, шектеулерге, пайдалану жағдайларына және әлеуметтік құндылықтарға байланысты тұрақты емес белгілі бір қажеттіліктерді қанағаттандыруға бағытталған. Жылқы еті мен

одан алынатын өнімдерді тағамдық құндылығы жоғары тағам ретінде қарастыруға болады [2].

Жылқы етінің бірқатар пайдалы қасиеттері бар. Бұл қан тамырларының қабырғаларында холестериннің жиналуына жол бермейтін линол және линолен май қышқылдарының көп мөлшеріне байланысты адам ағзасына пайдалы әсер етеді [3, 4].

Сонымен қатар, құрамында дәрумендер мен минералдардың едәуір мөлшері бар жылқыны пайдалану семіздік, атеросклероз, гипертония, жүрек, бауыр, ұйқы безі аурулары және т.б. бар адамдарда метаболизмнің жақсаруына ықпал етеді. Сонымен қатар, минералдар мен дәрумендерге бай жылқы етінің құрамы диетологтар анемиядан зардап шегетін адамдарға еттің осы түрін тұтынуды ұсыну үшін қолданатын маңызды дәлел болып табылады [5].

Осындай табиғи антиоксиданттардың бірі-дигидрохверцетин. Дигидрохверцетин (ДГК, Халықаралық жалпы атауы таксифолин) – табиғи антиоксидант немесе биофлавоноид. Ол әртүрлі өсімдіктерде кездеседі, бірақ көп

мөлшерде (4,5% дейін) тек Сібір балқарағайынан (*Larix sibirica*) немесе Даурия балқарағайынан (*L. gmelinii*) ерекшеленеді. Сондықтан олар су-этанолды экстракциялау және одан әрі хроматографиялық тазарту арқылы ДГК өнеркәсіптік өндірісінің негізгі шикізат базасы болып табылады [6, 7].

Дигидрокверцетинкең ауқымды фармакологиялық белсенділігі бар флаванол туындылары тобынан алынған флавоноид. Дигидрокверцетиннің антиоксиданттық әсерін зерттеу, олардың сапасы мен қауіпсіздік көрсеткіштерін төмендетпей, дигидрокверцетин пайдаланып, ет өнімдерін өндіру технологиясын әзірлеу болып табылады [8, 9].

Жылқы етінің химиялық құрамы сойылған жануарлардың жасына байланысты. Басқа жануарлар түрлері сияқты құлындар мен жас жылқылардың өлекселерінен алынған шикізат судың жоғары болуымен және ақуыз бен майдың аз болуымен сипатталады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу процесінде келесі әдістер қолданылды:

1. Алынған липидтердің қышқыл саны (КС) EVS EN ISO 660:2009 әдісіне сәйкес анықталды. Алынған липидтер этил спиртіңде (99%) ерітіліп, 2 минут қыздырылды, содан кейін индикатор ретінде фенолфталеинді қолдана отырып, 0,1 М КОН-ға қарсы ыстық титрленді [10].

2. Пероксид саны гидропероксидтердің қатысуымен Fe^{2+} иондарының Fe^{3+} иондарына дейін тотығу реакциясы негізінде спектрофотометриялық әдіспен анықталды. Fe^{3+} және SCN арасындағы түсті қысудың пайда болуы қабырға әдісімен алынды және оны Шмед пен Холмер нақтылады. Сіңіру 507 нм - де өлшенді [11].

3. Тиобарбитуралық саны Botsoglou және басқалар әдісімен анықталды [12].

Нәтижелер және оларды талқылау

Дигидрокверцетиннің антиоксиданттық қасиеттері бар, олар әртүрлі ет өнімдеріндегі тотығу процесін баяулатады. Зерттеулердің нәтижелері бойынша, фаршқа дигидрокверцетин қосу липидтердің тотығуын бәсеңдетіп, тотығуға төзімділікті арттырады және өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға көмектеседі. Бұл деректер Божко [13] және және Би Чеа [14] т.б. зерттеушілердің нәтижелеріне сәйкес келеді. Зерттеулер

көрсеткендей, дигидрокверцетинді қолдану тотығу процестерінің дамуында туралған жартылай фабрикаттың тұтынушылық қасиеттерін барынша сақтауға мүмкіндік береді [15]. Майларды сақтау кезінде тотықтырғышқа қарсы зерттеулер тотығуға төзімді майлардың ыдырау жылдамдығын бәсеңдететінін растайды [16].

Дигидрокверцетиннің (ДГК) тиімді дозасы мен енгізу әдістерін анықтау үшін шикі жылқы майынан үлгілер дайындалды. Үлгілердің бір бөлігіне ДГК 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,075%, 0,1% және 0,2% концентрацияларда құрғақ түрінде қосылды. Зерттелетін ең төменгі доза 0,01% ДГК өндірушінің ұсыныстарына сәйкес таңдалды.

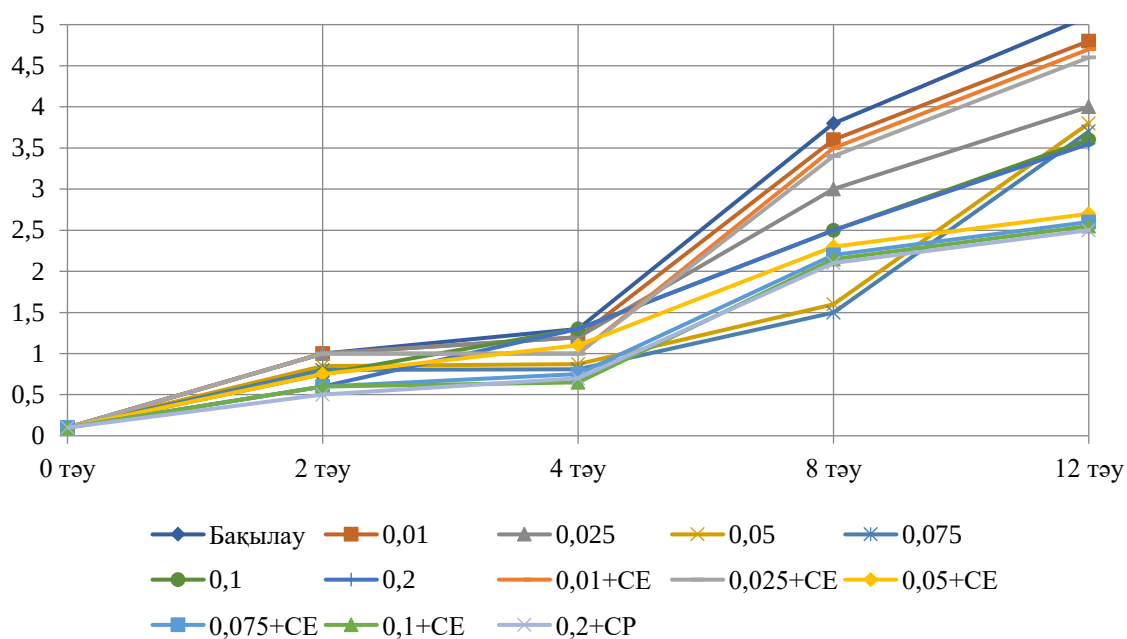
Әдеби дереккөздерді талдау нәтижесінде, ДГК спирт ерітіндісінде (СЕ) жақсы еритіні анықталған. Осыған байланысты, ДГК-ның ұқсас дозалары 25% спирт ерітіндісінде ерітіліп, шикі жылқы майының үлгілері дайындалды [17].

Бақылау үлгіде ДГК қосылмады. Үлгі өндірілгеннен кейін $t=2\pm4^{\circ}C$ температурада сақтадық.

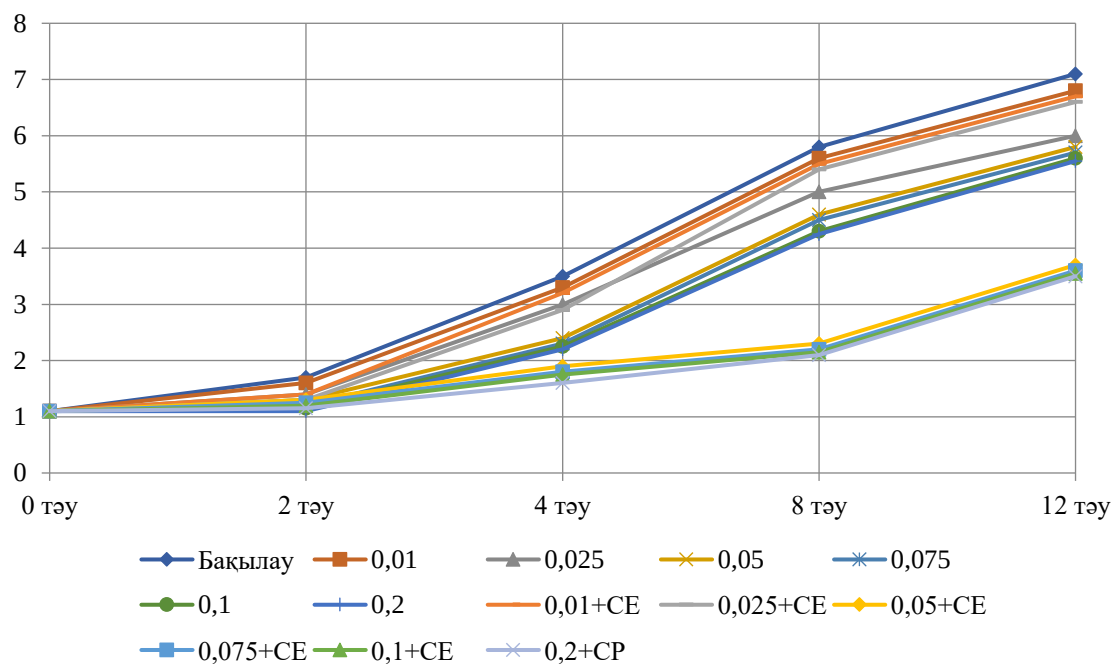
Пероксидтердің жинақталуы бойынша алынған нәтижелер (1-сурет) көрсеткендей, бақылау үлгісінде сақтаудың төртінші күнінен бастап майлардың бастапқы тотығу өнімдерінің қарқынды жинақталуы байқалады.

Құрамында 0,01% ДГК бар үлгілерде сақтаудың 12 тәулігіне пероксид санының мәні бақылаудан тиісінше 1,5% және 4,5% төмен болды, бұл ДГК дозасының жеткіліксіздігін анық көрсетті. Пероксидтерді төмендетуге қатысты тиімдірек ДГК дозалары 0,05% - дан 0,075-ке дейін болды. 1 суреттен көріп отырғаныңыздай ДГК спирттік ерітіндісі пероксидтердің жиналуын азайтуға қатысты әлдеқайда тиімді [17].

Қышқыл санының өзгеру динамикасы сонымен қатар 0,01% дозаның жеткіліксіз екенін көрсетті (2-сурет). Бақылау үлгісі мен 0,01 – 0,025% дозасы бар үлгілер үшін қышқыл санының мәні сақтау мерзімі бойы іс жүзінде бірдей болып қалды. Ал қалған үлгілердегі қышқыл санының мәні алғашқы үш үлгіге қарағанда 1 мг/кг-ға аз болды. Құрамында ДГК спирттік ерітіндісі бар үлгілер үшін қышқыл санының мәндері айтарлықтай төмен болды ДГК мөлшері бар, бірақ құрғақ түрде қолданылатын үлгілерге қарағанда [17].



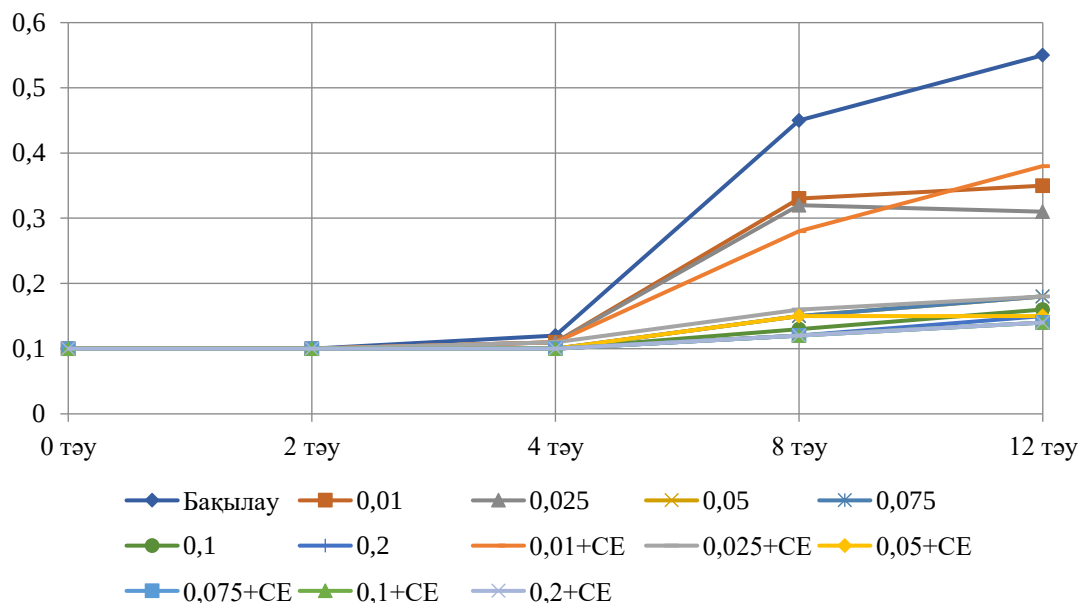
Сурет 1. Сақтау процесінде жылқы майының пероксидінің өзгеру динамикасы (ммоль/О₂ акт)



Сурет 2. Сақтау процесінде жылқы майының қышқыл санының өзгеру динамикасы (мг/кг)

Майлардың қайталама ыдырау өнімдерінің жинақталуы бақылау үлгісінде өте қарқынды болды 3-суретте көрсетілген, және 8 тәулік бойы сақтау кезінде тиобарбитуралық саны үшін 0,5 мг/кг белгіленген нормадан асып кетті,

ал ДГК қосылған үлгіде тиобарбитуралық саны үшін нормаланған мәні асып кетпеді, дегенмен ДГК мөлшері 0,05% - дан асатын үлгілерде майдың тотығуының қайталама өнімдерінің жинақталуы екі есе баяу болды [17].



Сурет 3. Сақтау процесінде жылқы майының тиобарбитуралық санының өзгеру динамикасы (мг/кг)

Жылқының шикі майына жүргізілген зерттеулер 0,01% ДГК дозасының майлардың тотығу бұзылуларын азайтуда тиімді емес екенін көрсетті. 0,05%-дан 0,2%-ға дейінгі ДГК дозалары сынақ үлгілерінде тотығу бұзылуларының даму деңгейін төмендетті, алайда дозаны төрт есе арттыру (0,2%-ға дейін) пероксид саны, қышқыл саны және тиобарбитуралық санның мәндерін аздап ғана төмендетті.

Алынған нәтижелер көрсеткендей, ДГК спирттік ерітінді түрінде қосу тиімдірек болды, себебі бұл әдіс оның май массасына біркелкі таралуын қамтамасыз етеді.

Осылайша, ДГК спирттік ерітіндісінде майдың салмағы бойынша 0,05%-дан 0,075%-ға дейінгі дозасы жылқы шикі майының сапасы мен қауіпсіздігін сақтау үшін ең тиімді болып табылады.

Ет өнімдерінің технологиясында ет жартылай фабрикаттарының рецептурасында аскорбин қышқылы (АК) 0,05% және токоферол (ТФ) 0,02% мөлшерінде қосылады. Сондықтан, аталған компоненттердің дигидрохверцетиннің антиоксиданттық қасиетіне әсерін зерттеп, қажет болған жағдайда ет өнімдеріндегі дозаны реттеу қажет.

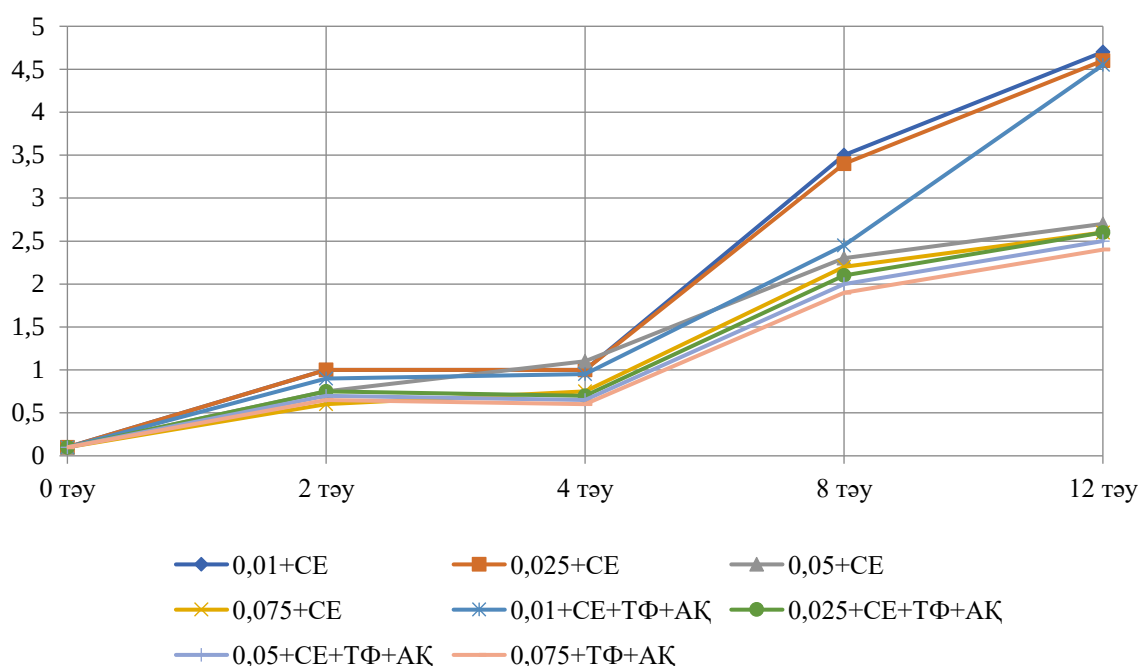
Дигидрохверцетиннің тиімді дозасын анықтау үшін шикі жылқы майынан үлгілер дайындалды. Осы үлгілерге спирт ерітіндісінде 0,01%, 0,025%, 0,05% және 0,075% концентрацияларда дигидрохверцетин қосылды. Майдың массасына сәйкес 0,05% аскорбин қышқылы және 0,02% токоферол қосылды. Бақылау үлгісінде аскорбин қышқылы мен токоферол қолданылмады [17].

Токоферол мен аскорбин қышқылының қолдану мөлшерін өзгерту қажет емес, өйткені олардың мақсаты тек ет құрамды өнімдердегі майлардың тотығу бұзылуын болдырмау ғана емес, сонымен қатар түс сипаттамаларын тұрақтандыру болып табылады.

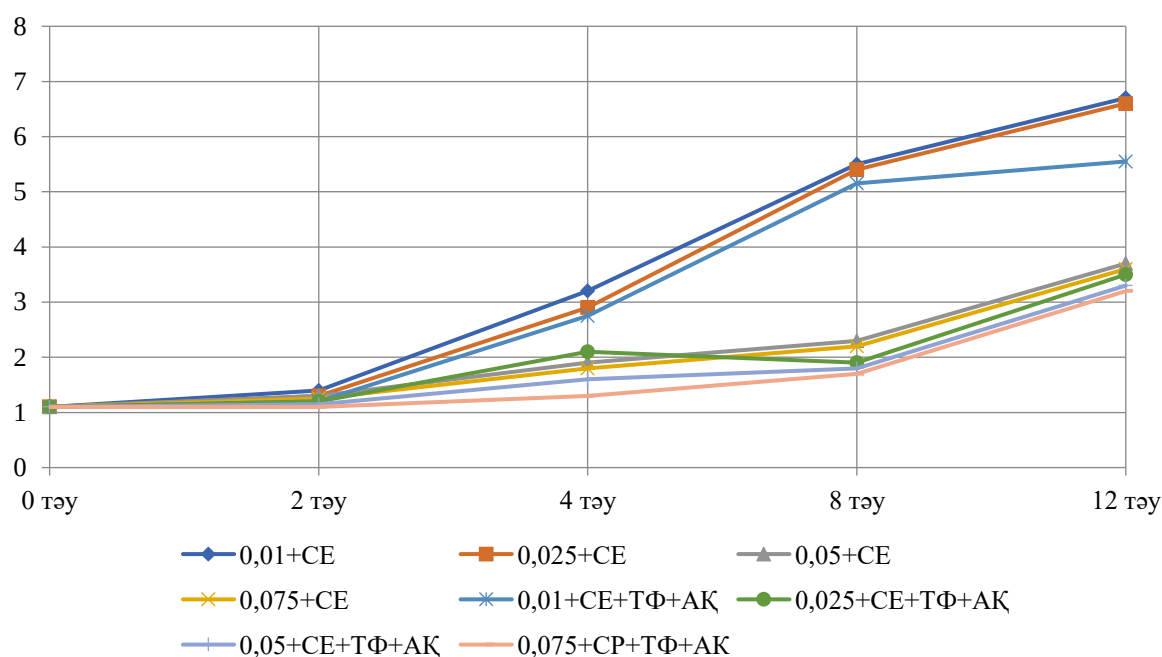
Пероксидтердің жинақталуы бойынша алынған нәтижелерден (4-сурет) ДГК мен токоферол, аскорбин қышқылын бірлесіп қолдану майлардың бастапқы тотығу өнімдерінің жиналуын баяулататынын көруге болады.

Токоферол мен аскорбин қышқылы қосылған барлық үлгілерде пероксидтің мәні 12 тәулікке дейін 15-30% - ға төмен болды.

Қышқыл санының өзгеру динамикасы (5-сурет) сонымен қатар токоферол мен аскорбин қышқылын енгізу органолептикалық көрсеткіштерді жоғалтпай сақтау мерзімін ұзартуға ықпал ететінін көрсетті [17].



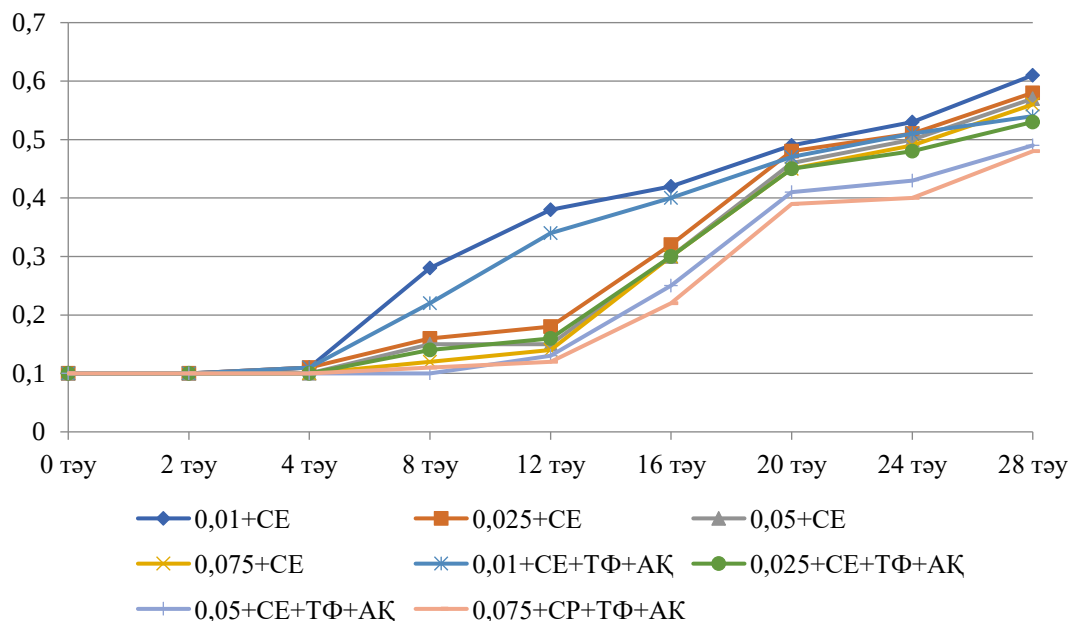
Сурет 4. Сақтау процесінде жылқы майының пероксидінің өзгеру динамикасы (ммоль/О₂ акт)



Сурет 5. Сақтау процесінде жылқы майының қышқыл санының өзгеру динамикасы (мг/кг)

Майлардың екіншілік ыдырауы өнімдерінің жинақталуы барлық үлгілерде қарқынды болған жоқ, бақылау үлгілерінде (6-сурет) сақтау тәулігіне 0,5 мг/кг тиобарбитуралық

саны үшін белгіленген нормадан асып кетті, ал 0,025% – 0,075% дозалары бар үлгілерді тиобарбитуралық саны үшін нормаланған мәні тек 28 тәулікке жоғары болды [17].



Сурет 6. Сақтау процесінде жылқы майының тиобарбитуралық санының өзгеру динамикасы (мг/кг)

Майлардың бүліну процесінде оларда ұшпа май қышқылдары, көмірқышқыл газы жиналады, нәтижесінде хош иісті сипаттамалар өзгереді. Сонымен қатар, күшті тотығу қасиеттері бар қосылыстар түзіледі – пероксидтер, гидропероксидтер, бос радикалдар, атомдық оттегі [17].

Шикі жылқы майындағы ДГК таңдалған дозасының тиімділігін тексеру үшін жылқы етін сақтау бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. Бұл мақсатта екі түрдегі тәжірибелік үлгілер дайындалды: ДГК қосылмаған бақылау үлгісі және май массасына 0,025%, 0,05%, 0,075%, 0,1% ДГК бар спирттік ерітіндісі енгізілген тәжірибелік үлгілер. Әрбір тәжірибелік үлгіге аскорбин қышқылы мен токоферол сәйкесінше 0,05% және 0,02% мөлшерінде қосылды [17].

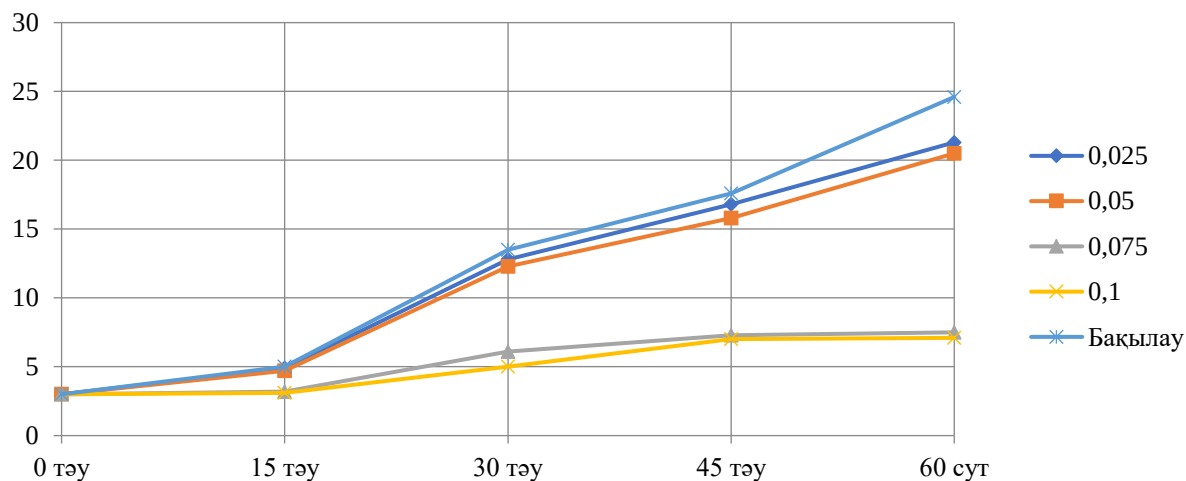
Зерттеулер жүргізу үшін құрамында $15 \pm 1\%$ майы бар жылқы еті пайдаланылды. Жылқы еті таңдалған ДГК дозасын сынау үшін

зерттеу нысаны ретінде таңдалды, себебі бұл нысанда ылғалдың көп мөлшері бар – шамамен 70%, ал ДГК суда нашар ериді.

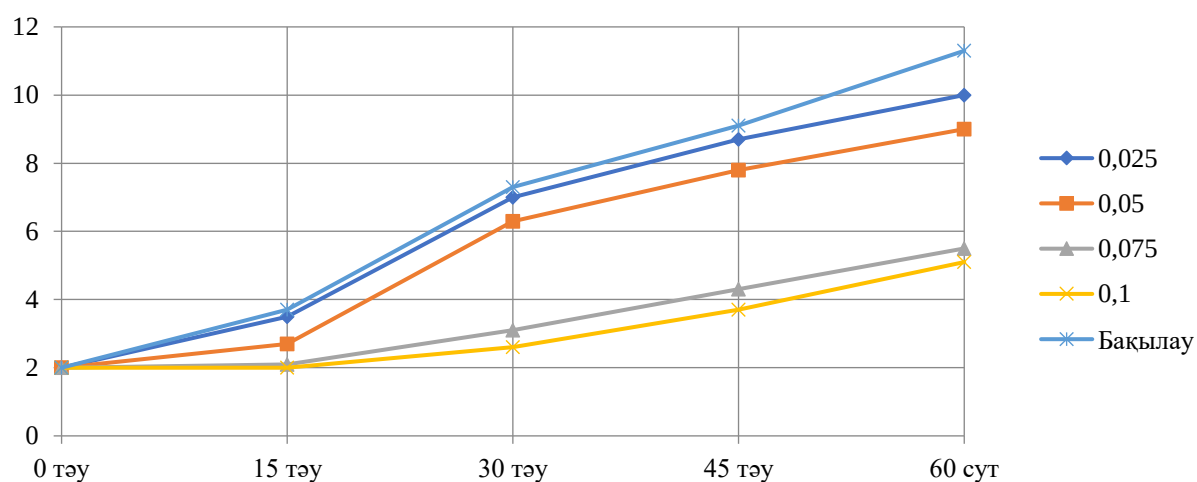
Өндірілгеннен кейін барлық алынған үлгілер бөлініп, $t = -18^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ температурада сақталды.

Тотығу бұзылыстарының өнімдерінің жинақталу динамикасын зерттеу нәтижелері (7,8,9-суреттер) бақылау үлгісінде пероксидтердің қарқынды жинақталғанын көрсетті, олардың концентрациясы 3,1 ммольден 22,0 ммольге дейін өсті. Бұл 60 күн сақтау барысында бастапқы мәнінен 7,1 есе артық екенін көрсетеді [17].

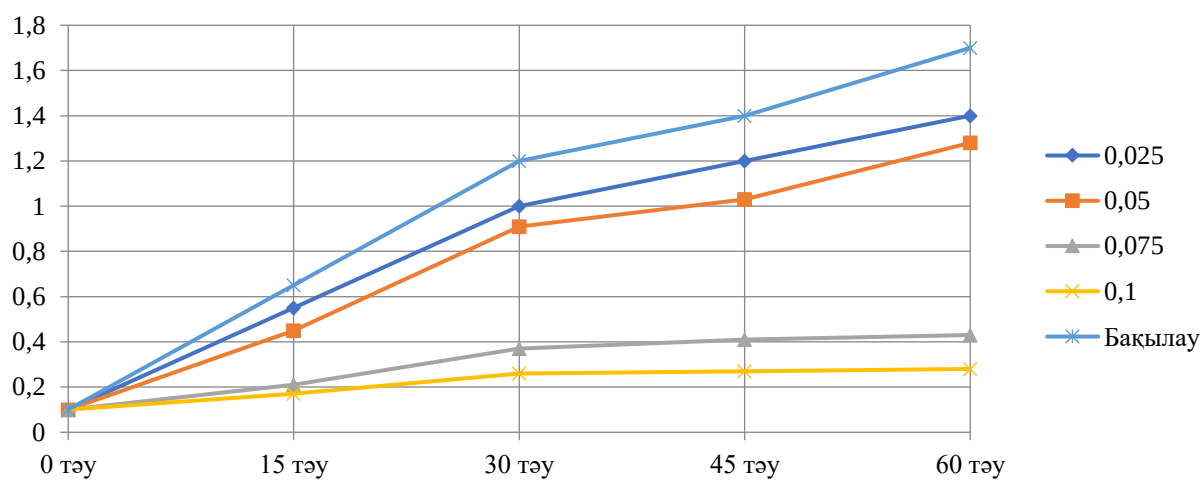
Бұл ретте бақылау үлгісінде қышқыл саны мәндерінің ұлғаюы байқалды және сақтаудың 30 тәулігіне 2 г КОН/кг-ға белгіленген нормадан асып түсті. Тиобарбитур санының мәні бастапқы деңгейге қатысты 14 есе өсті [17].



Сурет 7. Жылқы етін сақтау процесінде тотығу санының динамикасының өзгеруі (ммоль/акт O₂)



Сурет 8. Жылқы етін сақтау процесінде қышқыл санының динамикасының өзгеруі (мг/кг)



Сурет 9. Жылқы етін сақтау процесінде тиобарбитур санының динамикасының өзгеруі (мг/кг)

Алынған нәтижелер көрсеткендей, май массасына 0,025% және 0,05% ДГК дозалары

өнімдердің тотығуын тежеу үшін жеткіліксіз. Сақтаудың 60 күніне қарай, 0,025% және 0,05%

ДГК дозаларындағы үлгілер барлық зерттелетін көрсеткіштер бойынша бақылау үлгісінен іс жүзінде ерекшеленбеді [17].

ДГК дозасы 0,075% - дан 0,1% - ға дейінгі прототиптерде пероксидтердің жиналуы алғашқы екі үлгіге қарағанда едәуір баяу және шамамен бірдей жылдамдықпен жүрді.

Сақтау барысында жылқы етінің модельдік үлгілеріндегі майдың гидролитикалық ыдырауы бос май қышқылдарының жиналуына әкеліп, бұл өз кезегінде қышқыл санының мәнін арттырды. Май массасына 0,075% және 0,01% ДГК бар үлгілер бос май қышқылдарының жиналуына төзімді болды және 60 тәулікке сақтау рұқсат етілген нормадан айтарлықтай аспады [17].

Қорытынды

Табиғи текті дигидрокверцетиннің, аскорбин қышқылының және токоферолдың жылқы етінен ет жартылай фабрикаттарының сақтау мерзіміне әсерін эксперименттік зерттеу оларды қолдану тотығу процестерінің дамуын бәсеңдетуге мүмкіндік беретінін көрсетті. Спирт ерітіндісіндегі май салмағына 0,05%-дан 0,075% - ға дейінгі дигидрокверцетинді енгізу шикі жылқы майының сапасы мен қауіпсіздігі көрсеткіштерін сақтау үшін ең тиімді болып табылады. Аскорбин қышқылы мен токоферолды сәйкесінше 0,05% және 0,02% мөлшерде қосқанда, сақтаудан кейінгі 24 күн ішінде шикі майдың сапалық сипаттамаларын жоғалтпай, дигидрокверцетиннің дозасын 0,025% дейін төмендетуге болады. Аскорбин қышқылымен және токоферолмен бірге спирт ерітіндісіндегі майдың салмағы бойынша 0,075%-дан 0,01%-ға дейін дигидрокверцетинді қосу жылқы етінің және ет жартылай фабрикаттардың (-18°C температурада) 60 тәулікке дейін сақтау мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді.

Ет өнеркәсібінде рұқсат етілген кейбір антиоксиданттар (бутилоксианизол, бутиллокситолуол, бутилгидрохинон және т.б.) өнімдегі жоғары концентрацияда адам ағзасына улы әсер етуі мүмкін, ал дигидрокверцетин улы емес тағамдық қоспа болып табылады [18].

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бердимуратова, М. Х. Анализ потребительских предпочтений по выбору сырья и видам мясных рубленых изделий / М. Х. Бердимуратова, Е. Н. Молчанова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 24 (366). — С. 215-218. — URL: <https://moluch.ru/archive/366/82355/> (дата обращения: 16.08.2024)

2. Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Campagnol, P. C. B., Zhu, Z., Alpas, H., Barba, F. J., & Tomasevic, I. (2017). Technological aspects of horse meat products – A review. *Food Research International*, 102, 176–183. doi:10.1016/j.foodres.2017.09.094

3. Baer A.A., Dilger A.C. Effect of fat quality on sausage processing, texture and sensory characteristics // *Meat Science*. 2014. Vol. 96. P. 1242–1249. doi:10.1016/j.meatsci.2013.11.001

4. Abilmazhinova N., Vlahova-Vangelova D., Dragoev S., Abzhanova Sh., Balev D. (2020). Optimization of the oxidative stability of horse minced meat enriched with dihydroquercetin and vitamin c as a new functional food. *Agricultural sciences. Food science and technology*, Tome 73, No 7, 2020

5. Жаринов, А. И. Мясо птицы механической обвалки: особенности состава, свойств и технологического использования / А. И. Жаринов, О. В. Кузнецова, Т. Б. Сивелькаева // *Мясные технологии*. – 2017. – № 7(175). – С. 14-18.].

6. Polya G. Biochemical targets of plant bioactive compounds: a pharmacological reference guide to sites of action and biological effects. - 2003 - P. 847

7. Родионова, Н. С. Перспективы применения продуктов глубокой переработки лиственницы Сибирской в технологиях синбиотических продуктов / Н. С. Родионова, Е. А. Климова, М. И. Корыстин / *Инновационное предпринимательство: опыт регионов : материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 18–19 мая 2018 года*. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. – С. 225-228

8. Prospects for the application of taxifolin based nanoemulsions as a part of sport nutrition products / I. V. Kalinina, I. Yu. Potoroko, A. V. Nenasheva [et al.] // *Human. Sport. Medicine*. – 2019. – Vol. 19, No. 1. – P. 100-107

9. Зорина, Н. В. Применение дигидрокверцетина в пищевой промышленности / Н. В. Зорина // *Приоритетные научные направления: от теории к практике*. – 2013. – № 8. – С. 162-165

10. МеМСТ 34118-2017 Ет және ет өнімдері. Пероксид санын анықтау әдісі. – 2017. – Б. 12.

11. МеМСТ 55480-2013 Ет және ет өнімдері. Қышқыл санын анықтау әдісі. – 2013. – Б. 8.

12. МеМСТ 55810-2013 Ет және ет өнімдері. Тиобарбитур санын анықтау әдісі. – 2017. – Б. 8.

13. Nataliia Bozhko, Vasil Pasichnyi, V. Tischenko, A. Marynin, M. Polumbryk Analysis of the influence of rosemary and grape seed extract on oxidation the limits of peking duck meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4/11 (88) 2017. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108851>

14. Poh Bee Cheah, Seong Pei Gan Antioxidative/Antimicrobial Effects of Galangal and α -Tocopherol in Minced Beef. *Journal of Food Protection*, Vol. 63, No. 3, 2000, Pages 404–407. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-63.3.404>

15. Н.Н. Шагаева Изменение

потребительских свойств рубленого полуфабриката из мяса в процессе хранения. Вестник КрасГАУ. 2021. № 10. С. 189–194. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-189-194

16. Насонова В.В., Туниева Е.К. Сравнительные исследования эффективности антиокислителей // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9, N 3. С. 563–569. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-563-569

17. Abilmazhinova, N., Tayeva, A., Jetpisbayeva, B., Kozhakhieva, M., Gaukhar, K., & Abdiyeva, K. (2024). The influence of natural antioxidants on the quality and storage capacity of semi-finished horse meat products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 755–775. <https://doi.org/10.5219/1997>

18. Fomichev Yu P, Nikonova L A, Dorozhkin V I. et al 2017 Dihydroquercetin and arabinogalactannatural bioregulators in human and animal life , application in agriculture and food industry: monograph (Moscow: Scientific library)

REFERENCES

1. Berdimuratova, M. KH. Analiz potrebitel'skikh predpochteniy po vyboru syr'ya i vidam myasnykh rublenykh izdeliy [Analysis of consumer preferences for the choice of raw materials and types of minced meat products] / M. KH. Berdimuratova, Ye. N. Molchanova. — Tekst : neposredstvennyy // Molodoy uchenyy. — 2021. — № 24 (366). — S. 215-218. — URL: <https://moluch.ru/archive/366/82355/> (data obrashcheniya: 16.08.2024)

2. Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Campagnol, P. C. B., Zhu, Z., Alpas, H., Barba, F. J., & Tomasevic, I. (2017). Technological aspects of horse meat products – A review. *Food Research International*, 102, 176–183. doi:10.1016/j.foodres.2017.09.094

3. Baer A.A., Dilger A.C. Effect of fat quality on sausage processing, texture and sensory characteristics // *Meat Science*. 2014. Vol. 96. P. 1242–1249. doi:10.1016/j.meatsci.2013.11.001

4. Abilmazhinova N., Vlahova-Vangelova D., Dragoev S., Abzhanova Sh., Balev D. (2020). Optimization of the oxidative stability of horse minced meat enriched with dihydroquercetin and vitamin c as a new functional food. *Agricultural sciences. Food science and technology*, Tome 73, No 7, 2020

5. Zharinov, A. I. Myaso ptitsy mekhanicheskoy obvalki: osobennosti sostava, svoystv i tekhnologicheskogo ispol'zovaniya [Mechanically deboned poultry meat: peculiarities of composition, properties and technological utilisation] / A. I. Zharinov, O. V. Kuznetsova, T. B. Sivel'kayeva // *Myasnyye tekhnologii*. – 2017. – № 7(175). – С. 14-18.]

6. Polya G. Biochemical targets of plant bioactive compounds: a pharmacological reference guide to sites of action and biological effects. - 2003 - P. 847

7. Rodionova, N. S. Perspektivy primeneniya produktov glubokoy pererabotki listvennitsy Sibirskoy v tekhnologiyakh sinbioticheskikh produktov [Prospects of application of products of deep processing of Siberian

larch in technologies of synbiotic products] / N. S. Rodionova, Ye. A. Klimova, M. I. Korystin // *Innovatsionnoye predprinimatel'stvo: opyt regionov : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Voronezh, 18–19 maya 2018 goda. – Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskiy tsentr "Nauchnaya kniga", 2018. – S. 225-228*

8. Prospects for the application of taxifolin based nanoemulsions as a part of sport nutrition products / I. V. Kalinina, I. Yu. Potoroko, A. V. Nenasheva [et al.] // *Human. Sport. Medicine*. – 2019. – Vol. 19, No. 1. – P. 100-107

9. Zorina, N. V. Primeneniye digidrokvertsitina v pishchevoy promyshlennosti [Application of dihydroquercetin in the food industry] / N. V. Zorina // *Prioritetnyye nauchnyye napravleniya: ot teorii k praktike*. – 2013. – № 8. – S. 162-165

10. Memst 34118-2017 Et jáne et ónimderi. Peroksid sanyn anyqtaý ádisi. – 2017. – P. 12.

11. Memst 55480-2013 Et jáne et ónimderi. Qyshqyl sanyn anyqtaý ádisi. – 2017. – P. 8.

12. Memst 55810-2013 Et jáne et ónimderi. Tiobarbitýr sanyn anyqtaý ádisi. – 2017. – P. 8.

13. Nataliia Bozhko, Vasil Pasichnyi, V. Tischenko, A. Marynin, M. Polumbryk Analysis of the influence of rosemary and grape seed extract on oxidation the limits of peking duck meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4/11 (88) 2017. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108851>

14. Poh Bee Cheah, Seong Pei Gan Antioxidative/Antimicrobial Effects of Galangal and α -Tocopherol in Minced Beef. *Journal of Food Protection*, Vol. 63, No. 3, 2000, Pages 404–407. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-63.3.404>

15. N.N. Shagayeva Izmeneniye potrebitel'skikh svoystv rublenogo polufabrikata iz myasa v protsesse khraneniya. [Change of consumer properties of minced semi-finished meat products in the process of storage] *Vestnik KrasGAU*. 2021. № 10. С. 189–194. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-189-194

16. Nasonova V.V., Tuniyeva Ye.K. Sravnitel'nyye issledovaniya effektivnosti antiokisliteley [Comparative studies of antioxidant efficacy] // *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*. 2019. Т. 9, N 3. С. 563–569. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-563-569

17. Abilmazhinova, N., Tayeva, A., Jetpisbayeva, B., Kozhakhieva, M., Gaukhar, K., & Abdiyeva, K. (2024). The influence of natural antioxidants on the quality and storage capacity of semi-finished horse meat products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 755–775. <https://doi.org/10.5219/1997>

18. Fomichev Yu P, Nikonova L A, Dorozhkin V I. et al 2017 Dihydroquercetin and arabinogalactannatural bioregulators in human and animal life , application in agriculture and food industry: monograph (Moscow: Scientific library)

NON-TRADITIONAL PLANT RAW INGREDIENTS IN THE PRODUCTION OF MEAT AND VEGETABLE PATES

B. KHAMITOVA , I. SADYRBAEVA 

(M.Auezov South-Kazakhstan University, 160000,
Kazakhstan Shymkent, Tauke Khan Ave., 5)
Corresponding author e-mail: barno-007@mail.ru

This article explores the use of non-traditional plant-based raw materials in the production of meat-and-vegetable pâté. Duck meat and offal serve as the primary meat components, while the vegetable ingredients include flaxseed and lentil flour, onions, garlic, sesame oil, carrots, table salt, cloves, ground black pepper, paprika, broth, and water. The broth is utilized after cooking the duck meat. To create high-quality, multi-component meat products with excellent organoleptic characteristics and to address deficiencies in specific nutrients, it is crucial to consider the biological value and qualitative composition of the protein component. The quality assessment, based on organoleptic and physicochemical indicators, was conducted using standard methods. The study also presents findings on the food safety and microbiological indicators of the meat-and-vegetable pâté. The research confirms that the pâté with non-traditional additives meets all regulatory requirements for microbiological safety and food quality. The development of meat products, including pâtés, with plant-based additives not only enhances the technological properties of raw materials but also enriches the products with essential nutrients and helps prevent potential functional disorders in the human body. This approach represents a key focus area in the modern meat industry.

Keywords: pates, duck meat, non-traditional vegetable raw materials, by-products, flax meal, biological value, organoleptic characteristics.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИНГРИДИЕНТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ

Б.М. ХАМИТОВА, И.Р. САДЫРБАЕВА

(Южно-Казахстанский университет им. М. Аэзова,
Республика Казахстан, 160000, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5)
Электронная почта автора-корреспондента: barno-007@mail.ru

В статье изучено использование нетрадиционного растительного сырья для производства мясорастительного паштета. В качестве мясного компонента были использованы утиное мясо и субпродукты. В качестве растительной части применялись льняная и чечевичная мука, лук, чеснок, кунжутное масло, морковь, поваренная соль, гвоздика, молотый черный перец, паприка, томатный бульон и вода. Для создания качественных многокомпонентных мясных продуктов, которые могут компенсировать недостаток определенных пищевых веществ, важна биологическая ценность и качественный состав белкового компонента. Продукция также должна обладать хорошими органолептическими свойствами. Оценка качества проводилась по органолептическим и физико-химическим показателям с использованием общепринятых методик. Результаты исследования также включают анализ пищевой безопасности и микробиологических показателей мясорастительного паштета. Результаты исследований подтверждают, что по микробиологическим показателям и безопасности пищевых продуктов паштеты полностью соответствуют нормативным требованиям. Современная мясная промышленность занимается производством мясных продуктов, таких как паштеты, с использованием пищевых добавок и ингредиентов растительного происхождения. Эти добавки не только улучшают свойства сырья, но и обогащают продукцию различными веществами, предотвращая потенциальные нарушения здоровья в организме.

Ключевые слова: паштеты, мясо утки, нетрадиционное растительное сырье, субпродукты, льняная мука, биологическая ценность, органолептические показатели.

ЕТ-КӨКӨНІС ПАШТЕТТЕРІН ӨНДІРУДЕГІ ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ӨСІМДІК ИНГРЕДИЕНТТЕРІ

Б.М. ХАМИТОВА, И.Р. САДЫРБАЕВА

(М. Әузов атындағы Оңтүстік- Қазақстан университеті,
Қазақстан Республикасы Шымкент қ., Тауке хан даңғылы, 5)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: barno-007@mail.ru

Мақалада дәстүрлі емес өсімдік шикізатын пайдаланып, ет-көкөніс паштетінің өндірісі қарастырылған. Құрамында зығыр және жазымық ұны, пияз, сарымсақ, күнжіт майы, сәбіз, ас тұзы, қалампыр, ұнтақталған қара бұрыш, паприка, сорпа және су бар компоненттер қолданылған. Үйрек етінен дайындалған сорпа пайдаланылады. Құрамында көп компонентті ет өнімдерін жасау үшін биологиялық құндылық критерийлері мен ақуыз компонентінің сапалық құрамын ескеру қажет. Бұл өнімнің сапасын органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштер бойынша бағалау жалпы қабылданған әдістер арқылы жүзеге асырылды. Сонымен қатар, ет-көкөніс паштетінің тағамдық қауіпсіздігі мен микробиологиялық көрсеткіштері зерттелді. Зерттеулер нәтижелері бойынша, микробиологиялық көрсеткіштері мен дәстүрлі емес қоспалары бар ет-көкөніс паштетінің тағамдық қауіпсіздігі нормативтік құжаттарға толық сәйкес екені анықталды. Шикізаттың технологиялық қасиеттеріне әсер ететін және өнімдерді маңызды заттармен байытуға, сонымен қатар мүмкін болатын функционалдық бұзылулардың алдын алуға арналған өсімдік тектес тағамдық қоспалар мен компоненттерді пайдалану, қазіргі заманғы өнеркәсіптің басым бағыттарының бірі болып табылады.

Негізгі сөздер: паштеттер, үйрек еті, дәстүрлі емес өсімдік шикізаты, субөнімдер, зығыр ұны, биологиялық құндылық, органолептикалық көрсеткіштер.

Introduction

At the moment, meat pates produced in processing enterprises of the agro-industrial complex are high-calorie homogeneous preserves, the content of which is pure meat. The delicate texture of pates is achieved through special methods of processing raw materials and selecting ingredients according to the recipe. Meat pies are in great demand among the people.

Meat and meat-based products hold significant promise as raw materials for developing functional foods that not only deliver complete protein but also include biologically active components. Pates, in particular, exemplify meat products that benefit from a manufacturing process that facilitates the efficient use of raw materials and allows for the combination of various types of ingredients. Typically, pate is a finely ground, paste-like product primarily made from boiled offal and baked in a mold. The recipe can be supplemented with vegetable ingredients and other food components [1].

Many researchers agree that integrating meat with vegetable ingredients represents a highly promising approach to addressing the challenge of healthy nutrition. This combination yields high-quality products with diverse compositions, broadens the product range, and enables the creation of optimal, customized recipes that enhance the

consistency and biological value of the final product [2].

Functional and therapeutic-prophylactic foods are designed to provide not only nourishment and energy but also essential vitamins, dietary fibers, and biologically important substances. Additionally, producing such products expands the variety of goods offered by processing enterprises, thereby boosting their economic activity by increasing net income and profitability. Currently, meat products produced in meat processing plants are predominantly high-calorie, homogenized canned foods, primarily composed of meat or its byproducts. Expanding the range of pâtés can be justified from the perspective of optimizing the use of available raw materials to maximize the production of high-quality edible meat products.

Pâtés are meat products where the production technology enables the efficient use of raw materials and allows for the combination of various types of ingredients. Besides meat, these products can include vegetable materials and other food components [3].

However, many pâtés available in the regional market are high in animal fat and low in protein, which does not align with contemporary scientific principles for designing healthy food products. Developing new types of pâtés involves maximizing the use of diverse raw materials, including non-traditional resources from the Republic of

Kazakhstan, such as secondary and byproducts from protein-rich animals and poultry [4].

L.V. Antipova, I.N. Tolpygina, and A.A. Mishchenko have proposed a method for preparing low-calorie pâté using white poultry meat, mushrooms, tomatoes, herbs, and lentils as the meat components, with olive oil and spices as vegetable components. This approach results in a product with high biological value and a balanced amino acid profile, which supports improved digestion and metabolism [5].

Currently, most meat pâtés are calorie-dense regardless of their chemical composition. However, by utilizing raw materials more efficiently and producing mixed meat products, it is possible to increase the availability of pâtés that are lower in calories, higher in protein, and possess greater biological value [6].

Current recipes for mixed meat pâtés often include processed grain and soy products as vegetarian elements. Among these, butter pie is highly regarded by experts for its exclusive blended meat-vegetable pâté recipes that ensure the inclusion of specific nutrients. Typical ingredients for making canned pâté include minced beef, pork or lamb liver, chopped brain, unsalted butter, fried onions, high-quality table salt, sand sugar, and various spices [6].

However, this method involves cooking the ingredients at high temperatures for extended periods, which significantly reduces the levels of several physiologically active components, particularly vitamins. This is a notable disadvantage of the process. Additionally, the inclusion of butter in the recipe is problematic due to its high saturated fat content, which results in elevated cholesterol levels in the final product. Consequently, pâtés prepared using this recipe are energy-dense [6].

Beef liver pâté typically contains beef liver, refined beef bone fat, full-fat soy flour, onion, red sweet pepper, bone broth, CO₂ extracts of nutmeg and black pepper, vegetable lecithin, vitamin E, beta-carotene, and salt.

The widespread use of genetically modified soybeans has led to a negative perception of soy-containing products among many consumers. As a result, the inclusion of soy flour in the pâté recipe is viewed as a drawback of this technique [7].

The composition of beef fat is primarily made up of saturated fatty acids, which does not align with modern nutritional principles. Additionally, incorporating a gas-liquid processing phase for animal fats—designed to improve their quality and utilize fats with lower quality

indicators—adds complexity to pâté manufacturing. This complexity reduces productivity and increases the cycle count. Furthermore, processing at temperatures ranging from 70 to 800 degrees Celsius for extended periods, along with intermittent high pressure, results in increased energy consumption [7].

A recipe provided by the authors for meat-vegetable pâté includes diced cow liver, cooked and pre-soaked chickpeas, vegetable oil, sautéed onions, table salt, spices, carrageenan, and cooking broth made from by-products [7].

One disadvantage of this method is the reliance on pre-cooked beans. The high temperatures used during processing cause protein denaturation, which reduces the nutritional value of the product [8].

To enhance the functionality of the pâté, Zhumagul M.S. suggested adding peas and carrots to a meat-vegetable pâté recipe that already includes lamb liver [9].

Incorporating different types of flour into meat pâté recipes can not only improve the consistency of the meat mixture but also significantly alter the flavor and aroma of the finished product. Various types of flour, such as those made from pea and bean sprouts, wheat and barley sprouts, as well as flax meal and lentil flour, offer nutritional and biological benefits comparable to wheat flour.

Flax meal, in particular, is a highly nutritious plant-based protein source. It is rich in amino acids such as arginine, valine, leucine, phenylalanine, and tyrosine. Due to its low calorie content, flax meal is suitable for producing products that meet both functional and nutritional objectives. Additionally, flax meal is known for its exceptional water (137.5%) and fat (123%) absorption capacities. It also exhibits a high emulsifying ability when mixed with oil, particularly in formulations containing 30% flax meal and 70% oil [12].

Sesame oil is used as a substitute for animal fats in semi-finished products, providing a rich source of fatty acids. Excessive consumption of animal fats has been linked to a rise in cardiovascular diseases among the population. Regular use of sesame oil, however, can positively impact cardiovascular health by improving vein tone, enhancing their strength and flexibility, reducing "bad" cholesterol, and normalizing blood pressure. Moderate consumption of fatty liquids like sesame oil has also been associated with an increase in platelet count [13].

Our goal is to broaden the range of meat products by developing a functional pâté with a

balanced chemical composition, exceptional sensory qualities, high nutritional value, and beneficial nutritional properties [13].

Poultry meat is a highly nutritious product, rich in easily digestible proteins, vitamins, and essential fatty acids. It provides healthy and satisfying proteins at a lower cost compared to other types of meat, making it economically advantageous. The production and sales of poultry meat and its processed products are crucial for food safety and hold significant societal value [14].

To address deficiencies in trace elements and vitamins, diversifying food ingredients is an effective strategy. Incorporating plant-based protein sources such as lentils and flax, and carbohydrate sources like pumpkin and carrots, can help balance the nutritional profile. Additionally, spices, medicinal herbs, and raw plant components can be used to enhance both the flavor and aroma of the pâté [14]. Plant-derived ingredients can supplement the physiological compounds that may be lacking in meat products, improving their overall nutritional quality. This study investigates meat-vegetable pâté incorporating plant-based components such as flax and lentil flour, along with onion, garlic, sesame oil, carrot, broth, and water. The broth is prepared from cooked duck meat. While traditional pâté recipes use wheat flour, this

research substitutes flax and lentil flour for wheat flour when incorporating herbal components. The crushed flour is added to form a protein-fat emulsion, with sesame oil also utilized to create this emulsion [15], resulting in a product with enhanced organoleptic properties.

For the pâté production, minced duck meat, previously prepared from freshly frozen poultry, was used. The raw materials employed meet the standards set by technical documents and TR TS 034/2013 "On the Safety of Meat and Meat Products" [15].

Quality assessment of the meat-vegetable pâté was carried out using established methodologies. The physico-chemical characteristics of the pâté, including moisture content, ash content, and overall acidity, were evaluated using arbitration techniques [16].

Results and discussion

When selecting a product, consumers consider several organoleptic qualities, including appearance, cut style, flavor, aroma, and texture. These sensory factors are crucial for evaluating pâté. The table below presents the sensory attributes of the pâté samples assessed for functional purposes. Based on the data, the analyzed samples meet the established standards for organoleptic qualities.

Table 1. Organoleptic Parameters of Meat-Vegetable Pâté for Functional Purposes

№	Indicator	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
1	Appearance	Light brown homogeneous mass	Homogeneous brown mass with inclusions	Light brown mass with inclusions	Thick, finely ground, paste-like mass, homogeneous, without extraneous impurities
2	Consistency	dense, not homogeneous	pasty with flexible inclusions	Homogenous, paste-like	Finely ground, spread, homogeneous, grainless
3	Colour	Too yellow	Uniform, light yellow	Pleasant yellow brown	Uniform, light brown
4	Smell	sweet, distinct aroma of spices	strong smell of spices	odor characteristic of this type of product	Normal, characteristic of meat, without foreign taste and smell
5	Taste	taste of oil and spices	taste of spices	pleasant aftertaste	Moderately pronounced meaty taste, without bitterness and foreign taste

Based on our research, we selected the fourth sample of the finished product for further development. Using these findings, we can produce

a functional additive and incorporate it into poultry meat to create a high-value product.

Table 2. presents the physico-chemical indicators and energy value of the functional meat-vegetable pâté.

№	Indicator	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
1	Mass fraction of protein, %,	14.5	15.3	15.7	16.7
2	%, not less	12.3	14.7	15.2	17.5
3	Mass fraction of carbohydrates, %, not less	1.35	1.47	1.55	1.65
4	Mass fraction of sodium chloride (cooking salt), %, not more	1.5	1.5	1.7	2.4
5	Mass fraction of starch, %, not more	2.0	3.7	5.0	5.0
6	Calory content, kcal	180.2	181.3	183.3	192.6

Based on the experimental results, it can be concluded that the samples containing flax and lentil flour offer greater protein content. The pâté made from duck meat and by-products adheres to food safety and microbiological regulations (Table

3). Levels of toxic elements such as lead and arsenic are 8-10 times below the maximum allowable concentration (MAC), and no traces of cadmium or mercury were detected in the samples.

Table 3. Food Safety Indicators of Meat-Vegetable Pâté for Functional Purposes

№	Indicator, measuring unit	Amount	MAC
1	Toxic elements, mg/kg, not more		
	Lead	0.058	0.5
	Arsenic	0.0092	0.1
	Cadmium	Not identified	0.05
	Mercury	Not identified	0.03
2	Antibiotics, not more than mg/kg		
	Levomycetin	Not identified	Not allowed
	Tetracycline groups	Not identified	
3	Pesticides, mg/kg, not more		
	Hexachlorocyclohexane (α , β , γ -isomers)	Not identified	0.1
	DDT (dichlorodiphenyltrichloromethylmethane) and its metabolites	Not identified	0.1
	Radionuclides, Bq/kg, no excess		
4	Cesium-137	8.3	200
	Mass fraction of sodium chloride (table salt), %, not more	2.4	-

Microbiological indicators for the meat and vegetable pâté were assessed in accordance with the Technical Regulation by incorporating a

protein-fat emulsion [16]. The microbiological indicators for the functionally oriented meat-vegetable pâté are presented in Table 4.

Table 4. Microbiological Indicators of Meat-Vegetable Pâté for Functional Purposes

Indicator, measuring unit	Composition of pate prepared from duck meat and by-products	Accepted norms according to regulatory documents
Bacterial group of Escherichia coli (coliforms)	1.2±0.2	1.0
Pathogenic, including salmonella	23.5	25.0
Sulfite-reducing clostridia	0.11	0.1
S. aureus	1.3	1.0
L. monocytogenes	27±0.2	25.0

Conclusion

The use of non-traditional raw materials in the production of meat-vegetable pâté enhances the potential to create balanced products that address deficiencies in essential nutrients (proteins, dietary fibers, vitamins, minerals, etc.). This approach contributes to achieving a high chemical composition, as well as improved nutritional and biological value. Additionally, incorporating non-traditional ingredients such as flax, lentils, and various meat by-products not only optimizes the utilization of meat raw materials but also enhances their nutritional properties, functional benefits, and organoleptic qualities.

REFERENCES

1. Ахмедьярова Р.А., Щербакова Е.И. Способы производства мясорастительных паштетов (Патентный поиск). Научно-практический электронный журнал «Аллея науки» №11(27). 2018, Том 7. - С. 283-288
2. Макангали К.К. Мясорастительный паштет на основе субпродуктов / К.К. Макангали, Г.М. Токишева, Н.Ж. Кажгалиев, С.Н. Туменов // Наука и мир. - 2014. - Т.1. - №12(16). - С. 51-53
3. Ясаков, А.В. Мясорастительные паштеты функциональной направленности / А.В. Ясаков, Л.Е. Мартемьянова // Россия молодая: передовые технологии - в промышленности! - 2013. - №3. - С. 74-75.
4. Рахимова С.М., Туменова Г.Т. Обоснование применения малоценных продуктов переработки мяса в производстве пищевых продуктов / С.М. Рахимова, Г.Т. Туменова // Переработка продукции сельского хозяйства. - 2010. - №11. - С. 63-65.
5. Пат 2 642 452 Российская Федерация, МПК A23L 13/50. Способ производства паштетов с растительными компонентами (варианты) /Л.В. Антипова, И.Н. Толпыгина, А.А. Мищенко; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» - № 2016124185; заявл. 21.12.2017, опубл. 25.01.2018.
6. Мартемьянова, Л.Е. Мясорастительные паштеты функциональной направленности / Л.Е. Мартемьянова, А.В. Ясаков // Международный научно-исследовательский журнал. - 2013 - №72. - С.138-139
7. Сатина, О.В. Разработка технологии мясорастительного паштета функционального назначения / О.В. Сатина, С.Б. Юдина // Мясная индустрия. - 2010. - № 2. - С. 37-41
8. Пат. 2472362 Российская Федерация, МПК A23L 1/312, A23L 1/314, A23L 1/317. Мясорастительный паштет / И.Л. Казанцева, Л.Ф. Рамазаева, патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет» - №2011117471/13; опубл. 20.01.2013.
9. Жумагул, М.С. Мясорастительные паштеты как профилактический лечебный продукт питания / М.С. Жумагул. - Сейфуллинские чтения-11: Молодежь и наука: материалы Республиканской научно-теоретической конференции. - 2015. - Т.1, ч.1. - С. 242-245.
10. Гаврилова А.И. Функционально-технологические свойства мясных паштетов при замене пшеничной муки на муку нетрадиционных видов / А.И. Гаврилова, Т.Е. Лободина, К.А. Лешуков //Биология в сельском хозяйстве. - 2018. - №1(18). - С. 23-26
11. Гурова Т.Н., Чиркова О.Я. Мясные продукты с растительными ингредиентами для функционального питания /Т.Н. Гурова, О.Я. Чиркова // Мясная индустрия. - 2007. - №1. - С. 43-46
12. Брякуй Е.Ю., Юдина С.Б., Алешина В.В., Азарова Н.Г. Геродиетические продукты с использованием биологической активной добавки // Мясная индустрия. - 2001. - №3. - С. 19-23
13. Волощенко, Л.В., Перспективы использования льняной муки в мясной промышленности /Л.В. Волощенко, Д.В. Астахова // Современные тенденции развития науки и технологий. - 2016. - №9-2. - С. 11-13
14. Малыгина В.Д. Пути совершенствования ассортимента и качества мясных продуктов: монография /В.Д. Малыгина, О.Ю.Холодова. Донецк: ДонНУЭТ, 2012. - 222 с.
15. Гиро Т.М. Мясные продукты с растительными ингредиентами для функционального питания / Т.М. Гиро, О.И. Чиркова // Мясная индустрия, №1, 2007. С. 43-46
16. ТР ТС 034/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции». - Утвержденные Решением Совета Евразийской экономической Комиссии Таможенного союза от 9 октября 2013 года №68. - М.: 2013.
17. ГОСТ Р 55334-2012. Паштеты мясные и мясодержащие. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2014.

REFERENCES

1. Akhmedyarova, R.A., & Shcherbakova, E.I. (2018). Sposoby proizvodstva myasorastitel'nyh pashtetov [Methods for the Production of Meat and Vegetable Pâtés] (Patent Search). *Scientific and Practical Electronic Journal "Alley of Science,"* 7(11), 283-288. (In Russian)
2. Makangali K.K., Tokysheva G.M., Kazhgaliev N.Zh., & Tumenov S.N. (2014). Myasorastitel'nyj pashtet na osnove subproduktov [Meat and Vegetable Pâté Based on Byproducts]. *Nauka i Mir*, 1(12), 51-53. (In Russian)
3. Jasakov, A.V., & Martem'yanova, L.E. (2013). Myasorastitel'nye pashtety funkcional'noj napravlenosti [Meat and Vegetable Pâtés for

Functional Orientation]. *Rossiia Molodaya: Peredovye Tekhnologii - v Promyshlennost'i*, 3, 74-75. (In Russian)

4. Rahimova, S.M., & Tumenova, G.T. (2010). Obosnovanie primeneniya malocennykh produktov pererabotki myasa v proizvodstve pishchevykh produktov [Justification for the Use of Low-Value Meat Processing Products in Food Production]. *Pererabotka Produktsii Sel'skogo Khozyaystva*, 11, 63-65. (In Russian)

5. Antipova, L.V., Tolpygina, I.N., & Mishchenko, A.A. (2018). Sposob proizvodstva pashtetov s rastitel'nymi komponentami (varianty) [Method for the Production of Pâtés with Vegetable Components (Variants)]. *Patent No. 2 642 452*, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Engineering Technologies." (In Russian)

6. Martem'yanova, L.E., & Jasakov, A.V. (2013). Myasorastitel'nye pashtety funktsional'noj napravlenosti [Meat and Vegetable Pâtés of Functional Orientation]. *International Scientific Research Journal*, 72, 138-139. (In Russian)

7. Satina, O.V., & Judina, S.B. (2010). Razrabotka tekhnologii myasorastitel'nogo pashteta funktsional'nogo naznacheniya [Development of Technology for Meat and Vegetable Pâté for Functional Purposes]. *Meat Industry*, 2, 37-41. (In Russian)

8. Kazanceva, I.L., & Ramazaeva, L.F. (2013). Myasorastitel'nyj pashtet [Meat and Vegetable Pâté]. *Patent No. 2472362*, Russian Federation. (In Russian)

9. Zhumagul, M.S. (2015). Myasorastitel'nye pashtety kak profilakticheskij lechebnyj produkt pitaniya [Meat and Vegetable Pâtés as Preventive Medicinal Food Products]. *Seifullinskie Chteniya-11: Molodezh' i Nauka: Materialy Respublikanskoj Nauchno-Teoreticheskoy Konferencii*, 1(1), 242-245. (In Russian)

10. Gavrilova, A.I., Lobodina, T.E., & Leshchukov, K.A. (2018). Funktsional'no-tekhnologicheskie svoystva myasnykh pashtetov pri

zamene psheichnoj muki na muku netraditsionnykh vidov [Functional and Technological Properties of Meat Pâtés When Replacing Wheat Flour with Non-Traditional Flours]. *Biologiya v Sel'skom Khozyaystve*, 1(18), 23-26. (In Russian)

11. Gurova, T.N., & Chirkova, O.Ya. (2007). Myasnye produkty s rastitel'nymi ingredientami dlya funktsional'nogo pitaniya [Meat Products with Plant Ingredients for Functional Nutrition]. *Meat Industry*, 1, 43-46. (In Russian)

12. Bryachuk, E.Yu., Judina, S.B., Aleshina, V.V., & Azarova, N.G. (2001). Gerodieticheskie produkty s ispol'zovaniem biologicheskoy aktivnoj dobavki [Gerodietetic Products Using Dietary Supplements]. *Meat Industry*, 3, 19-23. (In Russian)

13. Voloshhenko, L.V., & Astakhova, D.V. (2016). Perspektivy ispol'zovaniya l'nyanoj muki v myasnoj promyshlennosti [Prospects for the Use of Flaxseed Flour in the Meat Industry]. *Contemporary Trends in Science and Technology*, 9-2, 11-13. (In Russian)

14. Malygina, V.D., & Kholodova, O.Yu. (2012). Puti sovershenstvovaniya assortimenta i kachestva myasnykh produktov [Improving the Assortment and Quality of Meat Products]: Monograph. Donetsk: DonNUET. (In Russian)

15. Giro T.M. Myasnye produkty s rastitel'nymi ingredientami dlya funktsional'nogo pitaniya [Meat products with plant ingredients for functional nutrition] / T.M. Giro, O.I. Chirkova // *Meat industry*, - №1, 2007. - P. 43-46 (In Russian)

16. Technical Regulation of the Customs Union "On the Safety of Meat and Meat Products" (2013). *TR TS 034/2013*. Approved by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission of the Customs Union dated October 9, 2013. No. 68. (In Russian)

17. GOST R 55334-2012. Meat and Meat-Containing Pâtés. *Technical Conditions*. Moscow: Standartinform, 2014. (In Russian)

FTAMA 65.63.39

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-156-163>

ҰЛТТЫҚ АҚУЫЗДЫ СҮТ ӨНІМІН ӨНДІРУДЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚОСПА РЕТІНДЕ ШЫРҒАНАҚ ЖЕМІСІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

¹Б.Қ.ОСПАНОВА , ¹Т.Ч.ТУЛТАБАЕВА , ²Ш.Т.ҚЫРЫҚБАЕВА ,

²А.Е.ТУРСЫНХАНОВА 

(¹ «С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ,

Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғылы 62

²«Alikhan Bokeikhan University» ББМ,

Қазақстан Республикасы, 071411, Семей қ., Мәңгілік ел 11)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ospanova93-93@mail.ru*

Мақалада шырғанақ өсімдігінің тағам өнеркәсібінде экологиялық таза, экономикалық тиімді ұлттық ақуызды сүтқышқылды функционалдық өнім жасауда қолдану жайлы жазылған. Функционалдық

өнімдердің негізгі мақсаты адам ағзасын биологиялық активті заттармен, энергетикалық заттармен байыту. Яғни ұлттық ақуызды сүтқышқылды өнімді жасауда дәстүрлі технологияны қолдана отырып өнімге өсімдік шикізатын қосу арқылы өнімді жасау технологиясына өзгеріс енгізу; өсімдік шикізатынан экстракт алу әдістемесіне жұмыс жасау барысында өзгерістер енгізу. Ақуыздық өнімге өсімдік шикізатын енгізу арқылы максималды түрде функционалдық қасиеттерін арттыратын өнім жасап шығару. Зерттеуге алынған шырғанақ жемістері арнайы Абай облысы, Семей орманыштарынан жинап алынды. Мақалада шырғанақ өсімдігіне толық зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде жемістің құрамында B₁, B₂, C, E тобының дәрумендері, фруктоза мен глюкоза бар екендігі анықталды. Сондай-ақ шырғанақ құрамы макро-микроэлементтерге бай. Шырғанақ құрамының биологиялық активті заттарға бай болуына байланысты ақуыздық өнім алуда қолданылды. Жабайы шырғанақ жемісі қосылған ақуыздық өнімнің органолептикалық және биохимиялық көрсеткіштері: дәмі, иісі, консистенциясы, қышқылдығы, құрамындағы белок мөлшері қоспасы жоқ өнімнен қарағанда әлдеқайда жақсы болды.

Негізгі сөздер: шырғанақ, сары ірімшік, ұлттық өнім, шырғанақ экстрактісі, функционалдық өнім.

THE EFFECTIVENESS OF USING SEA BUCKTHORN FRUITS AS A FUNCTIONAL ADDITIVE IN THE PRODUCTION OF NATIONAL PROTEIN DAIRY PRODUCT

¹B.K. OSPANOVA, ¹T.CH. TULTABAYEVA,
²SH.T. KYRYKBAYEVA, ²A.E. TURSINHANOVA

(¹HAO «Kazakh Agrotechnical University», Kazakhstan, 010000, Astana city, avenue. Pobeda 62,

²УО «Alikhan Bokeikhan University», Kazakhstan, 071400, Semey, Mangilik el str.11)

Correspondent author e-mail: ospanova93-93@mail.ru

The article describes the use of wild sea buckthorn in the food industry when creating an environmentally friendly, cost-effective national protein fermented milk functional product. The main purpose of functional products is to enrich the human body with biologically active substances, energy substances. That is, to make changes in the production technology by adding vegetable raw materials to the product using traditional technology when creating a National protein fermented milk product; make changes to the method of extracting extract from plant raw materials in the process of work. Development of a product that increases the maximum functional properties by introducing vegetable raw materials into a protein product. The sea buckthorn fruits obtained for the study were collected in the Semipalatinsk forest areas of the Abai region. In the article, a complete study of the sea buckthorn plant was carried out. The study showed that the fruit contains vitamins B₁, B₂, C, E, fructose and glucose. Also, the composition of sea buckthorn is rich in macro-microelements. Sea buckthorn was used in the production of a protein product due to the rich content of biologically active substances. The organoleptic and biochemical parameters of the protein product with the addition of wild sea buckthorn fruits were much better than those of the product without additives: taste, smell, consistency, acidity, protein content.

Keywords: buckthorn, cheese product, national product, buckthorn extract, functional product.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ В КАЧЕСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НАЦИОНАЛЬНОГО БЕЛКОВОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

¹Б.К. ОСПАНОВА, ¹Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА,
²Ш.Т. КЫРЫКБАЕВА, ²А.Е. ТУРСЫНХАНОВА

(¹HAO «Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина»,
Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Победа 62

²УО «Alikhan Bokeikhan University»,
Республика Казахстан, 071411, г.Семей, ул. Мәңгілік ел 11)

Электронная почта автора-корреспондента: ospanova93-93@mail.ru*

В статье рассказывается об использовании облепихи дикорастущей в пищевой промышленности при создании экологически чистого, экономически эффективного национального белкового кисломолочного функционального продукта. Основное назначение функциональных продуктов – обогащение организма

человека биологически активными и, энергетическими веществами. То есть внести изменения в технологию производства продукции путем добавления растительного сырья в продукт с использованием традиционной технологии при создании национального белкового кисломолочного продукта; внести изменения в методику извлечения экстракта из растительного сырья в процессе работы. Разработка продукта, повышающего максимальные функциональные свойства за счет введения растительного сырья в белковый продукт. Плоды облепихи, полученные для исследования, были собраны на территории города Семей области Абай. В статье было проведено полное исследование ягод облепихи. Исследование показало, что ягода содержит витамины группы B1, B2, C, E, фруктозу и глюкозу. Также состав облепихи богат макро- и микроэлементами. Облепиха использовалась при получении белкового продукта из-за богатого содержания биологически активных веществ. Органолептические и биохимические показатели белкового продукта с добавлением плодов облепихи дикой были намного лучше, чем у продукта без добавок: вкус, запах, консистенция, кислотность, содержание белка.

Ключевые слова: облепиха, сырный продукт, национальный продукт, экстракт облепихи, функциональный продукт.

Kіріспе

Функционалды ингредиент қосылған ақуыздық өнім адам ағзасын қоректік заттармен қамтамасыз етеді. Сонымен қатар емдік және профилактикалық қасиетке ие.

Функционалдылық қасиеті жоғары өнімдердің пайдалылығын анықтайтын құрамдас заттардың әртүрлі топтары бар: диеталық талшықтар, дәрумендер, минералдар, поликанықпаған май қышқылдары, антиоксиданттар.

Сүттен жасалған ақуыздық өнімдерге өсімдік шикізатын енгізу олардың функционалды қасиетін арттырады. Функционалды қоспалар құрамындағы пайдалы заттар адам ағзасы үшін маңызды және пайдалы. Өсімдік шикізатының алуан түрін сүттен жасалған өнімдердің құрамын байыту үшін қолданады, мысалы жидектер, бұршақ дақылдары, дәндер, түрлі майлы дақылдар. Сүт өнімдерінің құрамына әртүрлі өсімдік шикізатын енгізу жаңашыл замануи бағыт болып саналады [1].

Бұл мақалада функционалды сүт өнімін әзірлеудің маңызды факторларына, құрамына өсімдік шикізатын енгізу арқылы өнімге жаңа пайдалы қасиеттер беру, кәсіпорындарда технологиялық процестерді оңтайландыру арқылы ресурсөнемді технология әзірлеу, өзіндік құнын арзандату арқылы қолжетімді өнім ұсыну болып табылады.

Осы орайда функционалды бағыттағы сүт өнімінің табиғи емдік қасиеттерін максималды түрде сақтауға мүмкіндік беретін шикізатты қалдықсыз өңдеу арқылы кешенді бақылау жүргізу. [2,7].

Шырғанақ жидектерінің дәмі қышқыл тәтті дәмді немесе қышқыл, кейде ащы, өзінің жағымды иісімен белгілі, иісі ананас немесе цитрустың иісіне ұқсайды. Жидектердің тағамдық құндылығы оның жемістерінде тез сіңірілетін көмірсулар, органикалық қышқылдар,

витаминдер, пектиндер, минералды заттар бар екендігімен анықталады. Шырғанақ жидектері – бұл биологиялық активті заттардың табиғи концентраты болып табылады. Оның құрамында бүкіл суда және майда еритін витаминдер бар. Шырғанақ 10-19% құрғақ заттардан, 7,3-11,3% еритін заттардан да тұрады. Қанттың мөлшері - 2,5-3,6% (сахароза, глюкоза, фруктоза). Шырғанақ жидегіндегі пектинді заттардың мөлшері - 0,3-1,2%, пісіп жетілгеннен кейін пектинді заттардың мөлшері азаяды. Шырғанақ жидектері азотты заттарға бай (0,3% дейін) [8,9,10].

Адам денсаулығын жақсартуда кеңінен қолданылатын өсімдік майларының ішінде салыстырмалы түрде шырғанақ өсімдігінің майы биологиялық активті заттардың мөлшерінің көп болуымен алдыда тұр.

Шырғанақ майы жағымсыз құбылыстарды тудырмайды, ресми медицинада өзінің қолданысын тапқан. Ол регенеративтік қасиетке ие, терінің сәулелік зақымдануын, термиялық және химиялық күйікті, торфиялық ойық жараларды емдеу үшін қолданылады. Ол арқылы дәрігерлер асқазанның ойық жарасын және он екі елі ішектің ауруларын емдеуде, стоматит пен пульпитті емдеуде, көздің ауруларын емдеуде көмектеседі. [4,5,6].

Функционалды өнім жасауда қолданылатын өсімдіктегі ингредиенттермен салыстырғанда шырғанақ белсенді заттардың құрамы бойынша жеміс-жидек дақылдарының арасында жетекші орын алады, витаминдік белсенділігі жоғары, сондықтан ол дәрілік дақыл болып саналады. Оның барлық жер үсті мүшелерінде көптеген дәрумендер бар. Құрамында B1, B2, C, E, K, P; флаванонидтар, каротиноидтар, фоли қышқылы, холин, бетаин, кумарин, фосфолипидтер, стериндер, фруктоза мен глюкоза, алма, лимон, кофе, шарап

қышқылдарынан, дубильдік заттардан, микро және макроэлементтерден тұрады.

Жұмыс барысында шырғанақ жемісінің шырынының биологиялық ерекшеліктерімен қатар, химиялық құрамыда зерттелді. Шырғанақ жемісінің шырыны қосылған дәстүрлі ірімшік өніміне физика-химиялық зерттеулер жүргізілді. Шырғанақ жемісі қосылған ақуыздық өнімді салыстыру ретінде бақылау өнімі де жасалды. Бақылау өнімінің жасалу технологиясы шырғанақ жемісі қосылған өнімнің жасалу технологиясымен бірдей, айырмашылығы бақылау өніміне шырғанақ жемісі қосылмаған. [11,12]

Зерттеу мақсаты шырғанақ жемісін қосу арқылы байытылған өнімнің химиялық құрамы, дәрумендік көрсеткіштері жоғарлайды немесе пайдалы көрсеткіштері төмендеуі мүмкін жағдайын анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны – шырғанақ. Эксперименттік зерттеулер Астана қаласының «С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, Российский университет дружбы народов (РУДН), Аграрлы-технологиялық институтында жүргізілді.

Зерттеу әдістері:

- Органолептикалық көрсеткіштері МемСТ 22935-2- 2011;

- физико-химиялық құрамы МемСТ 7616-85;

- май-қышқылдық құрамы МемСТ 32915-2014;

- А, D₃, Е тобының дәрумендері МемСТ 32307-2013 бойынша анықталды.

МемСТ 22935-2- 2011 бойынша сынама алушының көмегімен өнімнен сынама алынып органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Анализ жасау барысында сынаманың температурасы $18 \pm 2^\circ \text{C}$ ұсталып тұрды.

МемСТ 7616-85 бойынша жасалынған ақуызды өнімнің ылғалдылығын Чижовой құрылғысының көмегімен МемСТ-те көрсетілген әдістеме бойынша РУДН зертханасында анықталды.[13] Ақуызды өнімнің құрамындағы майдың мөлшерін анықтағанда өнімге концентрленген күкірт қышқылы мен изоамил спиртінің әсер етуімен центрифугалау, центрифугалаудан кейін май өлшегіш құрылғының градуирленген бөлігіндегі бөлінген майдың көлемін өлшеу. [14,15]

МемСТ 32915-2014 бойынша май-қышқылдық құрамды газ хроматография әдісі арқылы ыдырамай буланатын әртүрлі заттардың қоспаларын бөлуге негізделген әдіспен

анықталды. Хроматографиялық баған бойымен қозғалу кезінде бөлінетін қоспа тасымалдаушы газ (жылжымалы фаза) бен баған толтырылған инертті материалға (қатты тасымалдаушыға) қолданылатын ұшпайтын қозғалмайтын сұйық фаза арасында бірнеше рет бөлінеді. Қоспаның компоненттері соңғысымен таңдамалы түрде кешіктіріледі. Осылайша, олардың бөлінуі жүреді, ал бағаннан шыққан заттар детектормен тіркеледі.[16,17]

МемСТ 32307-2013 бойынша өнім құрамындағы дәрумендердің мөлшері өнім үлгісінің сілтілі гидролизіне және майда еритін витаминдерді диетил эфирімен алуға негізделген. Алынған сығындыларды талдау спектрдің берілген толқын ұзындығы бар ультракүлгін аймағында жоғары тиімді сұйық хроматография әдісімен жүзеге асырылады. Алынған хроматограммадағы шыңдар түріндегі нәтижелер белгілі массалық концентрациядағы витамин үлгілерінің стандартты ерітінділерінің шыңдарымен салыстырылады.

МемСТ 54662-2013 бойынша әдіс аммоний сульфатын қалыптастыру үшін катализатор мен инертті тұздың қатысуымен қайнаған концентрацияланған күкірт қышқылы талданатын өнімінің органикалық затын ыдыратуға, аммиакты су буымен және оны бор қышқылының ерітіндісіне айдауға, жалпы азотты титриметриялық Кьельдаль әдісімен сандық өлшеуге (қолмен немесе автоматты титрлеу) және ақуыздың массалық үлесін есептеуге негізделген. [18,19]

Шырғанақ жемісі қосылған ұлттық ақуыздық өнімнің және бақылау өнімінің физико-химиялық көрсеткіштері (сары ірімшік) 1- кестеде берілген.

Нәтижелер және оларды талқылау

Ұлттық өнімді байыту мақсатында шырғанақ өсімдігінен экстракт алынды. Экстракт Alikhan Bokeikhan University ББМ қолданбалы биология кафедрасының әдістемесі бойынша алынды. Өнімді байытуға керекті шырғанақ өсімдігін қыркүйек-қазан айларында Абай облысы Семей өңірінен жиналып алынды. Экстракт мацерация әдісі арқылы алынды. Яғни шырғанақтан жасалған өсімдік шикізаты қоймалжың консистенцияға дейін ұнтақталады, өсімдік шикізатының қоспасында экстрагент 1:5 қатынасында 70% этил спирті қосылады. Пайда болған қосындыны жақсылап араластырылып, 18 сағатқа қойып қоямыз. Пайда болған тұнбаны фильтрациядан өткіземіз. Фильтрленген қоспаны кері тоназытқыш арқылы су моншасына (80 °C) қойып

құрамын-дағы спиртті бұмен шығарамыз. Су монша-сында тұрған қоспаның құрамындағы спирт толығымен шыққаннан кейін экстрактіні суытып пробиркаларға құйып тоңазытқышта сақтаймыз.

Ұлттық өнім сары ірімшікті дәстүрлі технология бойынша жасалады. Бұл үрдіс бізге бақылау өнім алу үшін қажет.

Дәстүрлі технология бойынша ірімшік жасау.

Өнімге басты шикізат ретінде сиыр сүті алынды. Сүтке бастапқы анализдер жасалды. Қышқылдығы, майлылығы тексерілді. Сүттің майлылығы 3,5 пайыз болса, қышқылдығы рН - көрсеткіші сүт стандартына сай көрсетіштер. Өнім таза үйдің сүтінен жасалды. Сүтке қажетті сапалық анализдер жасалғаннан кейін сүтті қажет мөлшерде өлшеп алып жылытамыз, 35-36°C температурада жылытылған сүттің ұюы үшін алдын ала дайындалған айран қосып ұйытамыз. Сүт ұйығаннан кейін отқа қойып қайнатамыз, қайнату барысында қант қосамыз, қанты бар сүтті баяу отта қайнатамыз, қайнау барысында сарысу бөлініп бөліктерге бөліне бастайды. Сарысуы тартылғанша 3-4 сағат қайнатамыз.

Бақылау өнімі алынғаннан кейін бізге қажетті функционалдық өнімді аламыз. Экстракт қосылған сары ірімшікті алудың технологиясы дәстүрлі өнімнен өзгеше қарқындалатын. Функционалдық қоспамен түрленген өнімді алу үшін сүт шикізаты алынды. Сүтке сапалық анализдер жасалды. Сүтке қажетті сапалық анализдер жасалғаннан кейін сүтті қажет мөлшерде өлшеп алып жылытамыз, 35-36°C температурада жылытылған сүтке бөліп алған шырғанақ экстрактісінің (2 литр сүтке 10 мл экстракт мөлшерінде) қосып жақсылап арластырып

болғаннан кейін, ұю үшін табиғи фермент қосылады. 2 литр сүтке 3 түрлі нұсқада экстракт құйылды. 1 нұсқада – 10 мл, 2 нұсқада – 15 мл, 3 нұсқада – 20 мл. Бірінші нұсқадағы сүтті қайнату барысында оның қышқылдығы өзгеріске ұшырамады. Екінші және үшінші нұсқадағы сүтті қайнату барысында сүт бірден іріп кетті яғни қышқылдығы жоғарылап кетті. Осы себептен бірінші нұсқадағы экстракт мөлшері өнімді алуға қолайлы болып таңдап алынды. Фермент (2 литр сүтке 1 мг мөлшерінде) қосқаннан кейін 5 мин соң ұю процесі басталады.

20-30 мин уақыт аралығында ұю процесі болғаннан кейін, отқа қоямыз. Сарысуы үстіне бөлініп шығып қайнау процесі жүреді. Қайнау барысында бір сағаттан кейін ірімшік ақ түстен сары түске боялады. Сарысуы тартыла бастайды. Екі сағат отыз минут уақыт аралығында өнім дайын болады. Сарысу толық тартылу процесіне дейін қайнайды.

Жоғарыда қойылған тәжірибенің тиімділігіне сүйене отырып экстрактіні біз сүтті ұйыту барысында қостық. Өнімді қайнау процесінен кейін кептіру процесіне жібереміз. Кептіру бізде екі түрлі жолмен жүргізілді микротолқынды кептіру және вакуумдык кептіру.

Жүргізілген тәжірибе бойынша микротолқындык кептіруде 2 сағатта өнімнің ылғалдылығы 10 процентке түскен. Бұл вакуумдык кептірумен салыстырғанда өте төмен көрсеткіш. Вакуумдык кептіру барысында 10 минуттың ішінде өнімдегі ылғалдылық 25 процентке төмендеген. Өнімдегі ылғалдылық кем дегенде біздің өнім үшін 20 пайызды көрсетуі қажет. Кептірілген өнімнің сақталуы ұзақ болуы үшін вакуумдык қаптау жасаймыз.

Кесте 1. бақылау өнімінің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер		
Сыртқы түрі мен консистенциясы	Дәм мен иісі	Түсі
Түйіршікті, консиситенциясы біртекті	Сүтқышқылды өнімге тән қышқылдау, иісі кондитерлік өнімдерінің иісіне тән.	Тоқ сары, сарғыш,

Кесте 2. Функционалдық қоспамен байытылған өнімнің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер		
Сыртқы түрі мен консистенциясы	Дәм мен иісі	Түсі
Түйіршікті, консиситенциясы біртекті, тығыз	Сүтқышқылды өнімге тән қышқылдау, тәтті дәмді, иісі кондитерлік өнімдерінің иісіне тән.	Тоқ сары, сарғыш, қоңырлау

Кесте 3. Функционалдық қоспамен байытылған өнім және бақылау өнімінің (сары ірімшік) физикалық – химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер атауы, өлшем бірлігі	Зерттеудің көрсеткіштері	
		Бақылау	Байытылған өнім
	-ылғалдылықтың массалық үлесі, %	12± 3,1	15±0,275
	-майлылықтың массалық үлесі	23.112± 2,3	27.2±7,42
	-ақуыздың массалық үлесі	21.1812± 3,4	26.54±3,561

2-кесте нәтижесі шырғанақ жемісімен байытылған өнімнің бақылау ретінде алынған өніммен салыстырғанда физико-химиялық көрсеткіштері жоғары екендігін көрсетті.

Ұлттық ақуызды өнімнің шикізаты сүт болғандықтан сүттің құрамындағы барлық ақуыз (казеин, альбумин, глобулин т.б.) жасалынып жатқан өнім құрамына өтеді. Сүтті ұйыту барысында ақуыздардың белгілі бір мөлшері пайда болатын сарысуға өтеді. Өнімді жасау технологиясы бойынша сарысу бөлініп алынбай жасалынатын өнімге бірге қосылып

қайнатылады. Осыған байланысты сүттің құрамындағы ақуыз ешқайда жоғалмай өнімге өтеді.

Жасалынып жатқан өнімнің ерекшелігі функционалдық қоспамен байыту. Функционалдық қоспа ретінде шырғанақ экстрактісі алынды. Шырғанақ экстрактісінің құрамындағы ақуыз мөлшерінің көп болуына байланысты оны сүтқышқылды өнімге қосу арқылы құрамындағы ақуыз мөлшерінің артқаны 2 кестеде көрсетілген.

Кесте 4. Функционалдық қоспамен байытылған өнім және бақылау өнімінің (сары ірімшік) май-қышқылдық көрсеткіштері, мг/л

№	Май қышқылдарының атауы	Мөлшері	
		Бақылау	Байытылған өнім
1.	Май қышқылы C _{4:0}	2,33	3,32
2.	Капрон қышқылы C _{6:0}	1,92	1,51
3.	Каприл қышқылы C _{8:0}	1,03	0,93
4.	Каприн қышқылы C _{10:0}	2,04	2,32
5.	Децен қышқылы C _{10:1}	0,00	0,00
6.	Лаурин қышқылы C _{12:0}	2,38	2,99
7.	Миристин қышқылы C _{14:0}	9,77	11,52
8.	Миристолеин қышқылы C _{14:1}	1,15	0,79
9.	Пальмитин қышқылы C _{16:0}	25,67	33,18
10.	Пальмитолеин қышқылы C _{16:1}	2,06	2,34
11.	Стеарин қышқылы C _{18:0}	11,95	12,93
12.	Олеин қышқылы C _{18:1}	23,69	29,07
13.	Линол қышқылы C _{18:2}	2,40	1,67
14.	Линолен қышқылы C _{18:3}	0,78	0,79
15.	Арахин қышқылы C _{20:0}	0,26	0,29
16.	Беген қышқылы C _{22:0}	0,00	0,00
17.	Басқа	4,56	4,37

Функционалдық қоспамен байытылған өнім және бақылау өнімінің құрамын талдау нәтижесі, байытылған өнімде бақылауға қара-

ғанда оның құрамында барлық алмастырылмайтын аминқышқылдарының көрсеткіші жоғары екенін көрсетті.

Кесте 5. Функционалдық қоспамен байытылған өнім және бақылау өнімінің (сары ірімшік) дәрумендік көрсеткіштері, мг/кг

№	Көрсеткіштер, өлшем бірлігі	Зерттеудің көрсеткіштері	
		Бақылау	Байытылған өнім
	Дәрумендер		
	А, мкг/100г	126,48±25,27	139,48±27,90
	D3, мкг/100г	1,0 аз емес	1,0 аз емес
	Е, мг/100г	0,49±0,10	0,56±0,11

Функционалдық қоспамен байытылған өнімнің элементтік құрамына келетін болсақ адам ағзасына қажетті бірқатар элементтердің бар екендігін көруге болады. Мысалы

функционалдық қоспамен байытылған өнімнің құрамындағы магнийге келсек, магний мөлшері жүрек пен бұлшықеттің жай-күйіне тікелей ықпал етеді. [20, 21]

Кесте 6. Функционалдық қоспамен байытылған өнімнің элементтік құрамы

Магний	Цинк	Кальций	Марганец
7-15 мкг/г	6.99 мкг/г	0.171 %	3.66 мкг/г

Функционалдық қоспамен байытылған өніммен (сары ірімшік), дәстүрлі технологиямен жасалған өнімнің (сары ірімшік) артықшылықтарын салыстырмалы түрде айтатын болсақ:

- Ұйыту уақытының қысқару (арнайы ферменттің көмегімен)

- Витаминдік көрсеткіштерінің көтерілуі

- Аминқышқылдық көрсеткіштерінің жоғарлауы

- Өнімнің қайнау уақытының қысқаруы

- Кептіруге кететін уақыттың қысқаруы

Шырғанақ жемісінің таралу аймағы өте кең, түрдің экологиялық факторларға бейімделу мүмкіндігі жоғары. Яғни өнімді жасау барысындағы технологиялық процестерге кететін шығындарды санамағанда, шырғанақ шикізатының таралу ареалы кең болуына байланысты көп мөлшерде табу оңай.

Қорытынды

Қорыта келгенде функционалдық қоспамен байытылған өнім және бақылау өнімінің (сары ірімшік) дәрумендік көрсеткіштері әр түрлі мөлшерде екенін көруге болады.

Функционалдық қоспамен байытылған өнімнің құрамындағы дәрумендік заттар айтарлықтай жоғарғы көрсеткішке ие болды.

Сондай-ақ адамзатқа қажетті А, D3, Е сияқты дәрумендер тобы, алмастырылмайтын аминқышқылдары (гистидин, треонин, валин, метеонин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, триптофан), және ақуыздар, пайдалы майлар шырғанақ жемісімен байытылған өнімде көп мөлшерде кездесетіндігі анықталды. Шырғанақ жемісін тағам өнімдерін функционалдық қоспалар арқылы байытуда қолдануға болатындығы дәлелденді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Акимов М.Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания // Вопросы питания. - 2020. -Т. 89, № 4. -С. 244–254.

2. Акимов М. Ю., Бессонов В. В., Коденцова В. М., Эллер К. И. [и др.]. Биологическая ценность

плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. -2020. -Т. 89, № 4. -С. 220–232.

3. Борисова А.В., Рузьянова А.А., Тяглова А. М., Поликарпова К. В. Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения //Техника и технология пищевых производств. -2020. -Т. 50, № 1. С. -11–20.

4. Бывалец О.А. Технология производства хлеба с повышенной витаминной ценностью // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 2(16). -С. 49–52.

5. Горемыкина Н.В., Верещагин А.Л., Бычин Н.В., Кошелев Ю.А. Сравнение триглицеридного состава облепихового масла Алтайского края методом дифференциальной сканирующей калориметрии //Техника и технология пищевых производств. 2015.- № 2(37). -С. 104–109.

6. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. -400. С.

7. Егорова Е.Ю. Использование сушеной облепихи и брусники в технологии кексов //Хлебопродукты. -2018.- № 7. -С. 40–43.

8. Роина, А.С. Сыворотки для создания кислородного коктейля // Известия КГТУ. -2014. – № 34.- С. 149-155.

9. Лупинская С.М. Разработка рецептуры творожного продукта, обогащенного БАВ крапивы и облепихи //Технология и товароведение инновационных пищевых производств: 2015; -№ 5:- С. 42.

10. Короткая Е.В. Исследование физико-химических показателей свежих и замороженных плодов облепихи // Известия вузов. -Пищевая технология. - 2008. - №1. С. 116-117.

11. Рудакова, А. Ю. Разработка и производство сырных продуктов с растительными компонентами // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. -№ 4. -С. 204–209.

12. И. В. Коротких // Сыроделие и маслоделие. -2016.-№ 2.-С. 46–47.

13. ГОСТ 7616-85. Сыры сычужные твердые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008.

14. ГОСТ 3626. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. М.: Стандартинформ, 2008.

15. ГОСТ 5867. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. М.: Стандартинформ, 2008.

16. ГОСТ 32915-2014. Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии. М.: Стандартинформ, 2015.

17. ГОСТ 32307-2013. Мясо и мясные продукты. Определение содержания жирорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Стандартинформ, 2014.

18. Pozzobon V. and Pozzobon C, «Cottage cheese in a diet.» A review Nutri and Food Science, 49 (6)(2019):1265-74

19. Jabbari S, Hasani R, Kafizadeh F, Janfeshan S, «Antimicrobial peptides from Milk proteins: A prospectus.» Ann Biol Res, 3(2012):5313-8

20. Codex Alimentarius Commission. Milk and milk products, second edition, 2011.

21. Lucey JA, Wilbanks DJ, Horne DS. «Impact of heat treatment of milk on acid gelation.» Int Dairy J, 125(2022) :105222

REFERENCES

1. Akimov M.YU. Novye selekcionno-tekhnologicheskie kriterii ocenki plodovoj i yagodnoj produkcii dlya industrii zdorovogo i dieticheskogo pitaniya //Voprosy pitaniya. 2020. T. 89, № 4. S. 244–254.

2. Akimov M. YU., Bessonov V. V., Kodencova V. M., Eller K. I. [i dr.]. Biologicheskaya cennost' plodov i yagod rossijskogo proizvodstva //Voprosy pitaniya. 2020. T. 89, № 4. S. 220–232.

3. Borisova A.V., Ruzyanova A.A., Tyaglova A. M., Polikarpova K. V. Ispol'zovanie yagodnogo syr'ya v tekhnologii myagkogo syra funkcional'nogo naznacheniya //Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. 2020. T. 50, № 1. S. 11–20.

4. Byvalec O.A. Tekhnologiya proizvodstva hleba s povyshennoj vitaminnoj cennost'yu // Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2017. № 2(16). S. 49–52.

5. Goremykina N.V., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Koshelev YU.A. Sravnenie trigliceridnogo sostava oblepihovogo masla Altajskogo kraja metodom differencial'noj skaniruyushchej kalorimetrii //Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. 2015. № 2(37). S. 104–109.

6. Dobrovol'skij V.V. Osnovy biogeoхимии. М.: Akademiya, 2003. S. 400.

7. Egorova E.YU. Ispol'zovanie sushennoj oblepihi i brusniki v tekhnologii keksov //Hleboprodukty. 2018. № 7. S. 40–43.

8. Roina, A.S. Syvorotki dlya sozdaniya kislorodnogo koktejlya // Izvestiya KGTU. 2014. – № 34. S. 149-155.

9. Lupinskaya S.M. Razrabotka receptury tvorozhnogo produkta, obogashchennogo BAV krapivy i

oblepihi //Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh proizvodstv. 2015. № 5. S. 42.

10. Korotkaya E.V. Issledovanie fiziko-himicheskikh pokazatelej svezhih i zamorozhennyh plodov oblepihi // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2008. №1. S. 116-117.

11. Rudakova, A. YU. Razrabotka i proizvodstvo syrnyh produktov s rastitel'nymi komponentami // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv. 2014. № 4. S. 204–209.

12. I. V. Korotkih // Syrodelie i maslodelie. 2016. № 2. S. 46–47.

13. GOST 7616-85. Syry sychuzhnye tverdye. Tekhnicheskie usloviya. – М.: Standartinform, 2008.

14. GOST 3626. Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya vlagi i suhogo veshchestva. М.: Standartinform, 2008.

15. GOST 5867. Moloko i molochnye produkty. Metody opredeleniya zhira. М.: Standartinform, 2008.

16. GOST 32915-2014. Moloko i molochnaya produkcija. Opredelenie zhirotnokislotojnogo sostava zhirovoy fazy metodom gazovoj hromatografii. М.: Standartinform, 2015.

17. GOST 32307-2013. Myaso i myasnye produkty. Opredelenie soderzhaniya zhiroastvorimyh vitaminov metodom vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii. М.: Standartinform, 2014.

18. Pozzobon V. and Pozzobon C, «Cottage cheese in a diet» A review Nutri and Food Science, 49 (6) (2019):1265-74

19. Jabbari S, Hasani R, Kafizadeh F, Janfeshan S, «Antimicrobial peptides from Milk proteins: A prospectus» Ann Biol Res, 3(2012):5313–8

20. Codex Alimentarius Commission. Milk and milk products, second edition, 2011.

21. Lucey JA, Wilbanks DJ, Horne DS. «Impact of heat treatment of milk on acid gelation.» Int Dairy J, 125(2022) :105222

STUDYING VARIOUS METHODS FOR DETERMINING RESIDUAL LIGNIN IN BAST FIBERS

¹M.B. OTYNSHIYEV , ¹A.N. ASSANOVA *, ¹A. ERKINKYZY ,
¹B.ZH. NIYAZBEKOV , ²M. TOISHIMANOV 

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
050012, Almaty, Tole bi str., 100,
Institute of Plant Biology and Biotechnology,
Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty, Timiryazev str., 45)
Corresponding author e-mail: aleka_09.21@mail.ru*

This paper investigates and compares various methods for determining residual lignin in industrial hemp. Lignin is a complex polymer that is one of the main components of plant cell walls, which gives rigidity and strength to the plant structure. For industrial hemp, which is used in the industry for the production of paper, fabrics and other products, it is important to control the residual lignin content, since its excess can affect the quality of the final product and processing processes. When determining residual lignin, the influence of various factors such as time, bath module and temperature is assessed, and a regression equation is determined. The study experimentally compares several methods for determining residual lignin using acid and alkali to remove primary lignin, including 72% sulfuric acid and 2% hydrochloric acid. The obtained data are presented in a tabular state, analyzed, graphs are made for full and single-factor regression. The main objective of this work is to identify the most accurate, reliable and effective method for determining residual lignin in industrial hemp, which can be used in industry for quality control and optimization of production processes. The results of the study can be useful for enterprises engaged in hemp processing, as well as for scientific laboratories studying the properties of industrial plants.

Keywords: hemp, lignin, textiles, raw materials, technical fibers.

ЗЫҒЫРТЕКТІ ТАЛШЫҚТАРДАҒЫ ҚАЛДЫҚ ЛИГНИНДІ АНЫҚТАУДЫҢ ТҮРЛІ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

¹М.Б. ОТЫНШИЕВ, ¹А.Н.АСАНОВА*, ¹А. ЕРКІНҚЫЗЫ,
¹Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ, ²М. ТОЙШИМАНОВ

(¹Алматы технологиялық университеті,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100,
²Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты,
Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қ., Тимирязев көш., 45)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aleka_09.21@mail.ru*

Бұл мақалада техникалық кендірдегі қалдық лигнинді анықтау үшін әртүрлі әдістерді зерттеу және салыстыру жүргізіледі. Лигнин-өсімдік құрылымына қаттылық пен беріктік беретін өсімдік жасушаларының қабырғаларының негізгі компоненттерінің бірі болып табылатын күрделі полимер. Өнеркәсіпте қағаз, мата және басқа да бұйымдар жасау үшін қолданылатын техникалық кендір үшін қалдық лигниннің құрамын бақылау маңызды, өйткені оның артық болуы соңғы өнімнің сапасына және өңдеу процесіне әсер етуі мүмкін. Жұмыс барысында лигнинді анықтаудың қолданыстағы әдістеріне, соның ішінде химиялық тәсілдерге шолу жасайды. Олардың тиімділігі, дәлдігі және техникалық кендір контекстінде қолданылуы салыстырылады. Қалдық лигнинді анықтауда уақыт, ванна модулі және температура сияқты әртүрлі факторлардың әсері бағаланады және регрессия теңдеуі анықталды. Зерттеуде бастапқы лигнинді жою үшін қышқылмен және сілтіні пайдалану, одан кейін қалдық лигнинді анықтаудың бірнеше әдістерін, оның ішінде 72 % күкірт қышқылы мен 2% тұз қышқылы арасында эксперименттік салыстыру жүргізіледі. Алынған мәліметтер кесте күйінде беріліп, талданып, толық және бір факторлы регрессия бойынша графиктер жасалынады. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты сапаны бақылау және өндірістік процестерді оңтайландыру үшін өнеркәсіпте қолдануға болатын техникалық кендірдегі қалдық лигнинді анықтаудың ең дәл, сенімді және тиімді әдісін анықтау. Зерттеу нәтижелері кендір

өңдейтін кәсіпорындар үшін, сондай-ақ техникалық өсімдіктердің қасиеттерін зерттейтін ғылы-ми зертханалар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Негізгі сөздер: кендір, лигнин, тоқыма, шикізат, техникалық талшықтар.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ЛИГНИНА В ЛУБЯНЫХ ВОЛОКНАХ

¹М.Б. ОТЫНШИЕВ, ¹А.Н. АСАНОВА*, ¹А. ЕРКЫНКЫЗЫ,
¹Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ, ²М. ТОЙШИМАНОВ

(¹Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100
²Институт биологии и биотехнологии растений,
Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева, 45)
Электронная почта автора-корреспондента: aleka_09.21@mail.ru*

В данной работе проводится исследование и сравнение различных методик для определения остаточного лигнина в технической конопле. Лигнин – это сложный полимер, являющийся одним из основных компонентов растительных клеточных стенок, который придает структуре растений жесткость и прочность. Для технической конопли, которая используется в промышленности для производства бумаги, тканей и других изделий, важно контролировать содержание остаточного лигнина, так как его избыток может влиять на качество конечной продукции и процессы обработки. При определении остаточного лигнина оценивается влияние различных факторов, таких как время, модуль ванны и температура, и определяется уравнение регрессии. В исследовании проводится экспериментальное сравнение нескольких методов определения остаточного лигнина с использованием кислоты и щелочи для удаления первичного лигнина, включая 72% серной кислоты и 2% соляной кислоты. Полученные данные представляются в табличном состоянии, анализируются, составляются графики по полной и однофакторной регрессии. Основной целью данной работы является выявление наиболее точного, надежного и эффективного метода для определения остаточного лигнина в технической конопле, который может быть использован в промышленности для контроля качества и оптимизации производственных процессов. Результаты исследования могут быть полезны для предприятий, занимающихся переработкой конопли, а также для научных лабораторий, занимающихся изучением свойств технических растений.

Ключевые слова: конопля, лигнин, текстиль, сырье, технические волокна.

Introduction

Lignin is one of the main components of plant cell walls, which gives the structure of plants rigidity and strength. It plays a key role in ensuring the mechanical stability of plants, as well as protecting them from destruction by micro-organisms. However, in an industrial context, especially in the production of hemp, lignin may be an undesirable component, since its presence can make processing difficult and affect the quality of the final product [1]. Technical hemp, characterized by a low content of psychoactive compounds, is actively used in various industrial fields, including the production of textiles, paper, biocomposites and building materials. In these processes, excess lignin can complicate the processing of hemp fiber, reduce the quality of products, and increase production costs [2]. The determination of residual lignin in industrial hemp is important for optimizing industrial processes, product quality control and improving

environmental sustainability. However, there are currently many different methods for determining the lignin content, each of which has its own advantages and limitations. The purpose of this study is to review and compare various techniques for determining residual lignin in industrial hemp. In the course of the study, chemical methods are considered, their accuracy, reproducibility and applicability in industrial production conditions are evaluated [3,4]. The study will also include an experimental analysis aimed at comparing the effectiveness of various methods, identifying possible sources of errors and determining the most reliable and accurate methodology for use in an industrial context. The results of this study will be of practical importance for enterprises engaged in the processing of cannabis, as well as for researchers studying the properties of industrial plants and developing new methods of their analysis [5].

Hemp is the most promising domestic vegetable raw material capable of fully replacing cotton and ensuring the strategic and financial independence of the country. Bast cellulose has a very high quality and can be used in the production of various grades of paper and other industrial products based on cellulose. At the same time, cannabis can be produced in various climatic zones of the country, including in regions where the cultivation of other crops is ineffective. Hemp fiber is long and coarse, but has good strength. Thus, these fibers are the strongest, most durable and strong among plant fibers and do not rot when exposed to water for a long time. [6,7]. Many products are made from hemp fiber, such as fabrics and canvases, tarpaulin, burlap, ropes, cords and valuable paper. Hemp fabrics are antimicrobial, antistatic and hygienic, can absorb up to 30% of sweat and 95% of ultraviolet rays. Hemp clothing is recommended for people prone to skin allergies, rheumatism and spinal diseases. The service life of clothing made from such materials is several times higher than that of their main competitors. Hemp materials are not only very dense, but they also do not stretch, while they can retain their shapes and proportions [8,9,10]. The porosity of the hemp fibers allows the fabric to absorb moisture better, and therefore color loss during washing is minimal. This allows the body to "breathe" during extreme heat while keeping cool. Hemp seeds contain about 30-35% oil, 20% starch, 18-23% protein, 15% fiber, 4-5%. The material made of hemp is very soft and durable, durable. With constant application, the qualities and properties of the fabric are enhanced.

The durability of the fabric is supported by the special structure of hemp fibers: - stable resistance to external influences;

- the material does not deform it also does not deteriorate when washing the 90°C;

- the material does not lose shape during use. With constant wear, hemp does not allow pathogenic viruses and micro-organisms to develop, and does not create conditions that interfere with metabolic processes in the skin. In addition, hemp fabrics gently interact with the skin, and are able to protect the skin from the harmful effects of the external environment, an unfavorable combination of temperature and humidity, heavy metal salts, and the negative effects of excessive ultraviolet radiation [11,12]. Ultraviolet radiation

is delayed by hemp fabric by almost 95%, whereas other fabrics are only 30-50%. Such fabrics possess the highest degree of durability and, when processed, can preserve useful and necessary, as well as valuable qualities of natural material. In the twentieth century, the production of industrial hemp declined. The persecution is related to the fight against the spread of drugs. In the last two decades, in the wake of the popularity of reasonable consumption and environmental friendliness, hemp fabrics have been gaining popularity. And flax and hemp are becoming the main raw materials for ecotextiles [13,14]. In most countries, decorative and technical cannabis of the Cannabis Sativa variety is allowed for cultivation. Fabric, yarn, building insulation, ropes are made from it. The processing and cultivation of cannabis does not harm nature. And the resulting fibers are hypoallergenic [15].

Materials and research methods

The following raw materials were used for testing. Cannabis variety: Santhica 70. Santhica 70 contains few CBD cannabinoids, and this "negative" characteristic limits its use in the production of light cannabis. The THC content is less than 0.6%, while the CBD cannabinoid content is zero. When growing outdoors, an annual mid-late cycle is used, and the yield per square meter is very high. Santhica 70 is a French variety, the production of which is aimed at obtaining fiber and seeds. Genotype: Annual. Climate adaptability: Central and Northern Europe. Growing season: 120 days. Height: 2.0 - 3.0 meters. Full bloom: July. [21] Place of cultivation: Kostanay region, Moscow region. The fiber of their stems was obtained in laboratory conditions at the Almaty Technological University



Figure 1. Hemp stem

The hemp stalks were dried for 2 months until a moisture content of 10-12% was reached. Then they were processed on a grinding line

consisting of one grinding machine, one shaking machine. The 2,3 - figure shows the used equipment.



Figure 2. The grinding machine



Figure 3. The loosening and shaking machine

The dissolution of lignin from cannabis is an important process that has several practical applications and purposes.

Lignin is the main component of lignocellulose plants, which gives strength and

rigidity. To obtain pure cellulose, lignin must be removed.

To conduct a complete factor experiment to obtain a regression model of lignin removal, an apparatus was used, which in Figure 7 HG2009 is a coloring machine.



Figure 4. The coloring machine HG2009



Sample Determination of the equation of the influence of temperature, time and modulus of fiber processing on the residual content of lignin. The process of removing lignin from hemp includes sulfonation and alkali treatment, where various treatment modes are used to study the effect of temperature on the effectiveness of delignification. The above processing mode provides for working with samples of different weights and under different temperature conditions. If we consider the process in more detail:

preparation

- Sample weight: 30 g.
- Module: 1:10, 1:15, 1:20.
- Time Sulfonation

The first stage is sulfonation, which uses sulfuric acid (H_2SO_4) to prepare the material for further alkali treatment. First, we will measure our sample and put it in a jar as on the 8-rusinka. The samples are placed on a dyeing machine at a temperature of 100 °C for 1 hour. Sulfonation solution: A sulfonation solution is used for each sample, which contains 9 g/l of sulfuric acid in 300 ml of water. When adding sulfuric acid to water in the laboratory, always remember the main rule: "Add acid to the water, not the other way around."

If you pour water into the acid first, a strong reaction may occur and the acid will start to spray, it is dangerous.

Alkali treatment After sulfonation, the samples are subjected to alkaline treatment for further decomposition of lignin. Solution for alkaline dissolution: the composition of the solution includes 4.5% sodium hydroxide (1.35 g), 2.5% sodium silicate (0.75 g), 0.6% sodium sulfite (0.18 g), 2.5% urea (0.75 g) and 2.5% tripolyphosphate (0.75 g) in 300 ml of water. Temperature conditions. The samples undergo three stages of processing at different temperatures: 100°C 110 °C 120 °C The purpose of this scientific study is to vary the temperature conditions and modulus to obtain more accurate data on which temperature removes lignin most effectively. The results of this study may help to further optimize the processing of cannabis in an industrial environment.

Results and discussion

The results showed that with the applied methods of separating lignin from hemp fibers, lignin dissolves to the desired value. The results of the decrease in lignin can be seen in Table 1.

Table 1. Residual lignin content in hemp

№	Y_i										m_i	$\sum \bar{Y}$	S^2
1	7,70	7,50	7,00	6,65	6,21	5,96	5,53	4,97	5,50	4,90	10	6,19	0,9979
2	7,90	7,75	7,30	6,90	6,37	6,23	5,03	4,73	5,87	6,12	10	6,42	0,7791

Conclusion

The production of hemp fibers in our country is relatively new, but the promising industry is, in our opinion, industrial the cultivation of permitted varieties of hemp has improved the country's economy to the appropriate level helps to lift. Industrial hemp farming in Kazakhstan the issue of production began to rise.

Hemp production is waste-free. Obtained as a result of shaking and combing waste is mainly used for the production of technical materials, and the production of lignin biofuels, chemicals obtained from hemp, soil can be used for improvement, bioplastics, biomass and even medicine. For growing vegetable and fruit crops according to a hydroponic system for the purpose of use to make substrates and to make solid biofuels head fibers-waste from fire processing for safety it is necessary to study. At the moment, some problems have been solved, for example: quadratic mean deviation, coefficient of variation, variance and confidence interval. We the studied technology summarizes the determination of residual lignin-the variation is the largest by looking at the regression equation as a result of the analysis the value is X_2 , i.e. the temperature in the process of removing lignin than in others more affects the time and module after it. - Two for the significance level of 0.05 according to the Laplas criterion in the Z-sided test, the critical value is about 1.96. Z-statistics - 0.546 does not exceed this limit, which indicates a lack of importance. - Fisher criterion of 0.05 and 9 degrees of freedom of significance for a level of F the critical value is about 3.179 or two for a one-way Test 4,026 for the side test. the resulting 1,131 F statistic is from the critical value since it is significantly smaller, it statistically shows the variance between the two samples shows that it can be considered equal. 81 - Student's aneurysm t-test based on the T-test performed on average values the difference between the two samples is not statistically significant, because the T-statistic is much less than the critical value of - 0.545, and the p-value is 0.05 much higher than the value level. These are two data sets it is enough to prove that the difference between it means that there is no evidence. What we conclude through these criteria is that the residual lignin effective in detection in two methods.

REFERENCES

1. Сейітмұрат А.Ж., Отыншиев М.Б., Джуринская И.М. Этапы первичной переработки стеблей конопли в волокно /Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий 2019: Сб. докл.І Междун.научн.-практ.конф. – Алматы, 2019. -С. 52-54
2. Далабаев А.Б., Сакенова Б.А., Шаймерденов Ж.Н. Технологические свойства волокна масличного льна /Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий 2019: Сб. докл.І Междун.научн.-практ.конф. – Алматы, 2019. -С. 67-69
3. Evon P., Barthod-Malat B., Gregoire M. et al. Production of fiberboards from shives collected after continuous fiber mechanical extraction from oleaginous flax // Journal of Natural Fibers. 201Vol. 16, Issue 3. – pp. 453-469;
4. Assanova Albina, Murat Otynshiyev, Hans-Jörg Gusovius, Yelzhas Otynshiyev, Saule Rakhimova. Evaluation of Linseed Straw as a Fiber Resource from Kazakh Agriculture // Journal of Natural Fibers. – 2024. - Vol. 21, Issue 1.
5. Cierpucha W., Kozłowski R., Mańkowski J., Waśko J., Mańkowski T. Applicability of Flax and Hemp as Raw Materials for Production of Cotton-like Fibres and Blended Yarns in Poland. // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 2004, Vol. 12, No. 3 (47). - pp. 13-18.
6. Ming Liu, Anne S. Meyer, Dinesh Fernando, Diogo Alexandre Santos Silva, Anders Thygesen 9. Influence of chemical modification on hemp–starch concrete. Construction and Building Materials, Volume 81, 15 April 2015, PP 208-215
7. Vahid Sadrmanesh & Ying Chen Bast fibres: structure, processing, properties and applications // International Materials Reviews. – 2019., Vol. 64, Issue 7. pp. 381-406
8. Gnaba I., Omrani F., Peng W. et al. Mechanical behavior of flax/polypropylene commingled nonwoven at dry scale: Influence of process parameters // Textile Research Journal. – 2018. - Vol.89, Issue 5. pp. 791-800
9. Айтжан А.М., Логинова Л.В., Джуринская И.М. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств текстильных матери-алов из лубяных волокон /Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий 2019: Сб. докл.І Междун.научн.-практ-конф. – Алматы, 2019. С. 61-63
10. Pappu A., Pickering K., Thakur V.K. Manufacturing and characterization of sustainable hybrid composites using sisal and hemp fibers as reinforcement of poly(lactic acid) via injection moulding // Industrial Crops & Products. – 2019. – Issue 137. – pp. 260-269
11. Sheychenko V., Marynchenko I., Dud-nikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation // Independent Journal of Management & Production. – 2019. – Vol.10, Issue 7. – pp.687-701.
- 12.Gregory D. Smith.Flax and Hemp fiber-reinforced particleboard. Industrial Crops and Products, Volume 77, 23 December 2015, P.P 940-948
13. Е.П. Лаврентьева, О.К. Санина, Р.О. Белоусов, Глубокая переработка лубяных волокон –

путь к возрождению национальных традиций России, № 3 (399) Технология Текстильной Промышленности 2020 (07.01.2024)

14. В.А. Серков, Р.О. Белоусов, М.Р. Александрова, О.К. Давыдова, Новый сорт конопли посевной роман для целлюлозно-бумажной промышленности, Международный сельскохозяйственный журнал, 2021, том 64.- № 3 (381).- С. 86-89. (27.01.2024)

15. Пашин Е.Л. Взаимосвязь свойств конопли с особенностями строения её стеблей / Е.Л. Пашин, С.В. Жукова // Известие вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №2 – С. 25 – 28.

REFERENCES

- Seyitmurat A.Zh., Otyynshiyev M.B., Dzhurinskaya I.M. Etapy pervichnoy pererabotki stebley konopli v volokno [Stages of primary processing of hemp stems into fiber] // Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy 2019: Sb. dokl.I Mezhdun.nauchn.-prakt.konf. – Almaty, 2019. S. 52-54
- Dalabayev A.B., Sakenova B.A., Shaymerdenov ZH.N. Tekhnologicheskiye svoystva volokna maslichnogo l'na [Technological properties of oilseed flax fiber] // Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy 2019: Sb. dokl.I Mezhdun.nauchn.-prakt.konf. – Almaty, 2019. S. 67-69
- Evon P., Barthod-Malat B., Gregoire M. et al. Production of fiberboards from shives collected after continuous fiber mechanical extraction from oleaginous flax // Journal of Natural Fibers. – 2019. -Vol. 16, Issue 3. – pp. 453-469;
- Assanova Albina, Murat Otyynshiyev, Hans-Jörg Gusovius, Yelzhas Otyynshiyev, Saule Rakhi-mova. Evaluation of Linseed Straw as a Fiber Resource from Kazakh Agriculture // Journal of Natural Fibers. – 2024. - Vol. 21, Issue 1.
- Cierpucha W., Kozłowski R., Mańkowski J., Waśko J., Mańkowski T. Applicability of Flax and Hemp as Raw Materials for Production of Cotton-like Fibres and Blended Yarns in Poland. // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 2004, Vol. 12, No. 3 (47). - P. 13-18.
- Ming Liu, Anne S. Meyer, Dinesh Fernando, Diogo Alexandre Santos Silva, Anders Thygesen 9. Influence of chemical modification on hemp–starch concrete. Construction and Building Materials, Volume 81, 15 April 2015, Pages 208-215
- Vahid Sadrmanesh & Ying Chen Bast fibres: structure, processing, properties and applications // International Materials Reviews. – 2019., Vol. 64, Issue 7. - pp. 381-406
- Gnaba I., Omrani F., Peng W. et al. Mechanical behavior of flax/polypropylene commingled nonwoven at dry scale: Influence of process parameters // Textile Research Journal. – 2018. - Vol.89, Issue 5. – pp. 791-800
- Aytzhan A.M., Loginova L.V., Dzhurinskaya I.M. Sravnitel'nyy analiz ekspluatatsionnykh svoystv tekstil'nykh materialov iz lubyanykh volokon [Comparative analysis of the performance properties of textile materials made from bast fibers] // Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy 2019: Sb. dokl.I Mezhdun.nauchn.-prakt.konf. – Almaty, 2019. S. 61-63
- Pappu A., Pickering K., Thakur V.K. Manufacturing and characterization of sustainable hybrid composites using sisal and hemp fibers as reinforcement of poly(lactic acid) via injection moulding // Industrial Crops & Products. – 2019. – Issue 137. – pp. 260-269
- Sheychenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation // Independent Journal of Management & Production. – 2019. – Vol.10, Issue 7. – pp.687-701.
- Gregory D. Smith. Flax and Hemp fiber-reinforced particleboard. Industrial Crops and Products, Volume 77, 23 December 2015, Pages 940-948
- Ye.P. Lavrent'yeva, O.K. Sanina, R.O. Belousov Glubokaya pererabotka lubyanykh volokon – put' k vrozozhdeniyu natsional'nykh traditsiy Rossii [Deep processing of bast fibers is the path to the revival of Russian national traditions], № 3 (399) Tekhnologiya Tekstil'noy Promyshlennosti 2020 (07.01.2024)
- V.A. Serkov, R.O. Belousov, M.R. Aleksandrova, O.K. Davydova Novyy sort konopli posevnoy roman dlya tsellyulozno- bumazhnoy promyshlennosti [A new variety of hemp seed novel for the pulp and paper industry], Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal, 2021, tom 64, № 3 (381), s. 86-89. (27.01.2024)
- Pashin Ye.L. Vzaimosvyaz' svoystv konopli s osobennostyami stroyeniya yeyo stebley [The relationship between the properties of hemp and the structural features of its stems] / Ye.L. Pashin, S.V. Zhukova // Izvestiye vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2012. – №2 – S. 25 – 28

PREPARATION OF TEXTILE MATERIALS FOR DYEING AND PRINTING

K.ZH. DYUSSENBIYEVA



(Almaty Technological University,
Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)
Corresponding author e-mail: d.kulmairam@mail.ru

The article presents data on the development of technology for the preparation of cotton fabrics for subsequent coloring processes and final finishing. Improving the quality of products in the process of preliminary preparation of fabrics is associated with the development of highly efficient technologies using textile auxiliaries, new chemical and physical methods for intensifying ongoing processes. Technologies have been developed for the preparation of cotton fabrics aimed at obtaining the required level of physical and mechanical characteristics of materials. The optimal parameters for the preparation of technological solutions, concentrations of chemicals, the ratio of components in the solution, temperature and duration of the process were selected. The qualitative parameters of the treated tissue, capillarity, degree of whiteness, and discontinuity characteristics were studied. A periodic and continuous method of preparing cotton fabrics is proposed, ensuring the removal of non-fibrous impurities from harsh fabrics, which will improve the quality of the treated fabric by increasing capillarity and whiteness, reduce energy consumption and duration of the process. The obtained research allows us to build modern and promising, economically justified technological processes for the preparation of textile materials made from natural, chemical fibers and their mixtures.

Keywords: textile materials, concomitant impurities, textile auxiliaries, finishing preparations, technological processes of preparation, decoction, bleaching, final finishing of textile materials, consumer characteristics.

ПОДГОТОВКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ К КРАШЕНИЮ И ПЕЧАТАНИЮ

К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: d.kulmairam@mail.ru

В статье представлены данные по разработке технологии подготовки хлопчатобумажных тканей к последующим процессам колорирования и заключительной отделке. Повышение качества выпускаемой продукции в процессе предварительной подготовки тканей связано с разработкой высокоэффективных технологий с использованием текстильно-вспомогательных веществ, новых химических и физических способов интенсификации протекающих процессов. Разработаны технологии по подготовке хлопчатобумажных тканей, направленные на получение требуемого уровня физико-механических характеристик материалов. Подобраны оптимальные параметры приготовления технологических растворов, концентрации химических веществ, соотношение компонентов в растворе, температура и длительность процесса. Исследованы качественные показатели обработанной ткани, капиллярность, степень белизны, разрывные характеристики. Предложены периодический и не-прерывный способы подготовки хлопчатобумажных тканей, обеспечивающие удаление из суровых тканей неволокнистых примесей, которые позволят повысить качественные показатели обработанной ткани за счет повышения капиллярности и степени белизны, снизить энергозатраты и длительность процесса. Полученные исследования позволяют строить современные и перспективные, экономически обоснованные технологические процессы подготовки текстильных материалов, изготовленных из природных, химических волокон и их смесей.

Ключевые слова: текстильные материалы, сопутствующие примеси, текстильные вспомогательные вещества, отделочные препараты, технологические процессы подготовки, отварка, белиение, заключительная отделка текстильных материалов, потребительские характеристики.

ТЕКСТИЛЬ МАТЕРИАЛДАРЫН БОЯУҒА ЖӘНЕ СУРЕТ БАСУҒА ДАЙЫНДАУ

К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА

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

Мақалада мақта маталарын бояу және соңғы өңдеу процестеріне дайындау технологиясын әзірлеу бойынша деректер ұсынылған. Маталарды алдын ала дайындау процесінде өнімнің сапасын арттыру, процестердің қарқындылығын арттырудың жаңа химиялық және физикалық әдістерін, сондай-ақ тоқыма-көмекші заттарды қолдана отырып, жоғары тиімді технологияларды әзірлеумен байланысты. Қажетті физикалық-механикалық сипаттамалары бар материалдарды алу мақсатында мақта маталарын дайындау технологиялары әзірленді. Технологиялық ерітінділерді дайындаудың оңтайлы параметрлері, химиялық заттардың концентрациясы, ерітіндідегі компоненттердің арақатынасы, температура мен процестің ұзақтығы таңдалды. Өңделген матаның сапалық көрсеткіштері, капиллярлығы, ағаруының дәрежесі, жыртылу сипаттамалары зерттелді. Мақта маталарын кезеңдік және үздіксіз дайындау әдістері ұсынылды, олар табиғи маталардан қоспаларды алып тастауды қамтамасыз етеді, бұл өңделген матаның сапалық көрсеткіштерін арттыруға, капиллярлығы мен ағаруының дәрежесін жақсартуға, энергия шығындарын азайтуға және процестің ұзақтығын қысқартуға мүмкіндік береді. Алынған зерттеулер табиғи, химиялық талшықтардан және олардың қоспаларынан жасалған тоқыма материалдарын дайындаудың заманауи және перспективалы, экономикалық тұрғыдан тиімді технологиялық процестерін құруға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: текстиль материалдары, қоспалар, текстиль көмекші заттары, өңдеу препараттары, технологиялық процесстерді әзірлеу, қайнату, ағарту, текстиль материалдарын соңғы өңдеу, тұтынушылық сипаттамалары.

Introduction

Preparation of fabrics for dyeing and printing is a set of processes that ensure the removal of non-fibrous impurities from harsh fabrics in order to give them the ability to quickly and evenly wet with water and stable whiteness. The substances to be removed include natural impurities that accompany natural fibers, and chemical materials applied to fiber and yarn in the processes of their manufacture and processing. For fabrics made of natural fibers, such materials include natural cellulose satellites, oilers and dressings, residues of fatty and sweat substances, cellulose impurities, sericin, waxy substances, fatty emulsions and soaps applied before twisting and weaving [1-3].

Harsh fabrics containing these impurities are poorly wetted with water, it is almost impossible to get bright, uniform, saturated and durable colors on them. In the process of preparing fabrics for dyeing and printing, it is necessary to free the surface and pores of the fibrous material for subsequent interaction with the dye and auxiliary materials, to remove internal stresses that cause uneven properties, while the physico-mechanical and chemical properties of the fiber must be preserved [4-6].

At the same time, chemical reagents and textile auxiliaries used in preparatory operations should not cause the destruction of cellulose. In this

regard, it is necessary to know the structure and properties of non-cellulose impurities, which must be destroyed and removed during the preparation of cotton materials [7-9].

Currently, training is carried out on continuously operating equipment or on high-performance batch machines. To increase labor productivity, separate operations are combined in the preparation of textile materials. However, in this case, it must be remembered that the properties of textile materials do not deteriorate.

The preparation of fibrous materials for dyeing and printing is a complex process and involves a large number of operations. Technological processes and equipment for chemical purification of fibrous materials are determined by the nature of impurities and the strength of their bond with the fiber, the chemical, physico-chemical structure of the fiber and its properties.

The process of preparing cotton products for dyeing and printing should be carried out under quality control, so that when the best whiteness and maximum capillarity are achieved, the cellulose is damaged as little as possible, in this regard, the development of technology for preparing cotton textile materials for dyeing and printing is an urgent scientific task [10,11].

Materials and research methods

The cotton fabric was boiled according to a periodic method in a 400 ml bath module: NaOH - 10 g/l, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - 5 g/l, OP-10 - 2 g/l, NaHSO_3 - 10 g/l. After preparing the solution at a temperature of up to 40-50 °C, we place the samples, then raise the temperature to 80 °C and boil for 30 minutes. We wash the tested samples, squeeze them out and proceed to the next bleaching process. At the first stage of processing, the fiber swells and adsorbs caustic soda, then chemical reactions of caustic soda with impurities occur. As a result of hydrolysis, pectin substances pass into soluble compounds and are completely removed from the fiber. Nitrogen-containing protein substances are hydrolyzed to form amino acids, which, with caustic soda, give water-soluble salts. The remaining waxy substances are removed by emulsification using surfactants. The bleaching

process was carried out in a 400 ml bath module: NaOH-5 g/l, Na_2CO_3 - 2,5 g/l, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – 7,5 g/l, H_2O_2 - 30-40-50 g/l. Bleaching at a temperature of 90 °C for 30 minutes. Next, washing, pressing and drying.

The cotton fabric was boiled and bleached using a continuous method in a 400 ml bath module: NaOH-12 g/l, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – 7,5 g/l, OP-10 - 2 g/l, NaHSO_3 -10 g/l, H_2O_2 - 30-40-50 g/l. The temperature is 90 °C, the time is 30 minutes. The processed samples are washed, squeezed and dried.

Results and discussion

The main indicators characterizing the quality of prepared textile materials are: capillarity, whiteness and degree of damage to cellulose.

Periodic and continuous methods of preparing cotton fabrics have been developed. The results of the studies are shown in Table 1 and Figure 1.

Table 1. Indicators of bleaching of samples treated in a periodic and continuous method

№	Boiling process	NaOH-10 g/l, Na_2SiO_3 -5 g/l, OP-10-2 g/l, NaHSO_3 -10 g/l		
1	Bleaching process	NaOH-5 g/l, Na_2CO_3 -2,5 g/l, Na_2SiO_3 -7,5 g/l.		
		H_2O_2 -30 g/l	H_2O_2 -40 g/l	H_2O_2 -50 g/l
		Whiteness, %		
		87,8	88,5	92,8
2	Boiling and bleaching process	NaOH 12 g/l, Na_2SiO_3 7,5 g/l, OP-10 - 2 g/l, NaHSO_3 10 g/l		
		H_2O_2 -30 g/l	H_2O_2 -40 g/l	H_2O_2 -50 g/l
		Whiteness, %		
		89,5	90,2	90,7
3	Raw material	69,04		

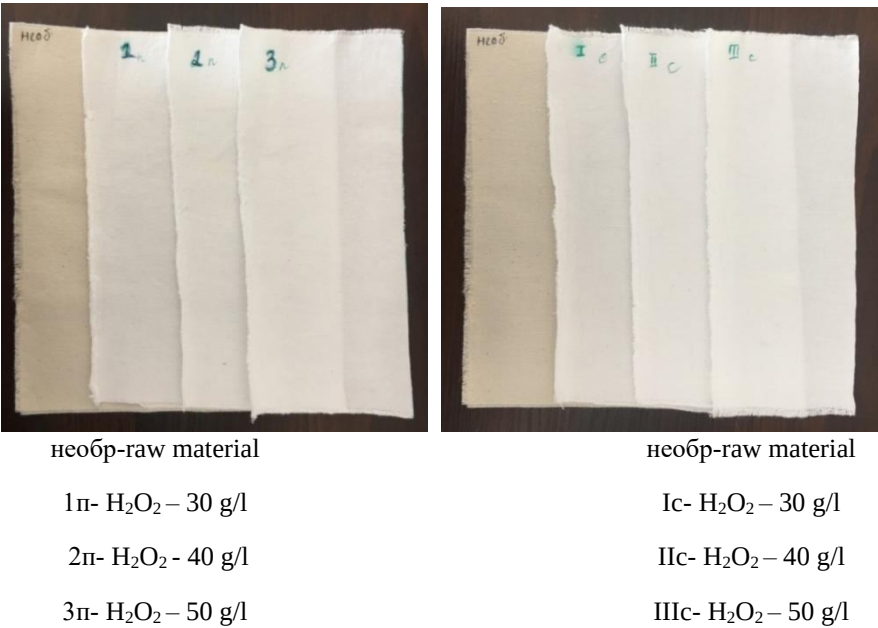


Figure 1. Comparison of the whiteness of cotton textile materials

According to the results of the study using the periodic method, the whiteness of cotton fabrics was 92,8 %, according to the continuous method 90,7 %, and the harsh sample was 68 %. In accordance with the requirements of the standards, the whiteness of linen fabrics should be at least 80 %, and for improved varieties – 83 %, the whiteness of magpie fabrics should be 87- 88 %.

Based on experimental data, it was found that the preparation of cotton fabrics according to the proposed methods leads to an increase in the whiteness index in accordance with the requirements of GOST 18054-72 [12,13].

The results of determining the capillary properties of cotton fabrics are presented in Table 2 and Figure 2.

Table 2. The effect of treatment and concentration of solutions on the capillary properties of cotton fabric

№	Time, min	Raw material	Capillary properties, h, cm					
			periodic method	continuous method	periodic method	continuous method	periodic method	continuous method
			H ₂ O ₂ -30 g/l		H ₂ O ₂ -40 g/l		H ₂ O ₂ -50 g/l	
1	15	1 cm	11,5 cm	10,5 cm	12,0 cm	10,7 cm	12,6 cm	10,9 cm
2	30		13,6 cm	12,9 cm	14,9 cm	13,2 cm	15,5 cm	13,3 cm
3	45		14,7 cm	14,7 cm	17,0 cm	15,2 cm	17,2 cm	15 cm
4	60		15,5 cm	15,8 cm	18,1 cm	16,4 cm	18,2 cm	16,2 cm



необр-raw material

1п- H₂O₂ – 30 g/l

2п- H₂O₂ – 40 g/l

3п- H₂O₂ – 50 g/l



необр-raw material

Ic- H₂O₂ – 30 g/l

IIc- H₂O₂ – 40 g/l

IIIc- H₂O₂ – 50 g/l

Figure 2. Determination of capillarity of cotton textile materials

According to the results of studies of the capillary properties of cotton fabrics, where OP-10 was used as a textile auxiliaries, capillarity indicators reached $h = 18.2$ cm using the periodic method, $h = 16.2$ cm using the continuous method at a concentration of $H_2O_2 = 50$ g/l. At a concentration of $H_2O_2 = 30$ g/l, the capillarity indices according to two methods were $h = 15.8$ cm, in contrast to the harsh sample $h = 1$ cm. This

is due to the fact that the textile auxiliaries in the preparation process contributed most to the removal of the main part of the natural satellites of natural fiber and substances deposited on textile fibers during their processing [14].

The determination of the tensile properties of cotton fabrics was carried out according to GOST 3813-72 [15]. The results of the studies are presented in Table 3.

Table 3. Indicators of the absolute breaking load of samples according to the periodic and continuous method

№	Breaking load, F (H)								
1	H ₂ O ₂	weft				warp			
		periodic method		continuous method		periodic method		continuous method	
		F (H)	L (mm)	F (H)	L(mm)	F (H)	L (mm)	F (H)	L (mm)
	30 g/l	391	44,51	371	54,70	266	23,79	268	23,77
	40 g/l	372	42,98	385	50,26	279	53,52	244	27,32
	50 g/l	402	46,89	369	42,56	271	59,03	266	44,63
2	raw material	344	46,79	344	46,79	286	30,84	286	30,84

It can be seen from the data that the breaking load of the continuous method decreases slightly with an increase in the concentration of H₂O₂ = 50 g/l. In the periodic method, the discontinuous characteristics do not decrease with an increase in hydrogen peroxide.

Conclusion

The preparation process was carried out according to periodic and continuous methods. According to the periodic method, the whiteness of cotton fabrics was 92,8%, according to the continuous method 90,7%, and the harsh sample was 68 %. In accordance with the requirements of the standards, the whiteness of linen fabrics should be at least 80 %. The capillarity indices were reached by the periodic method $h = 18,2$ cm, by the continuous method $h = 16,2$ cm at a concentration of H₂O₂ = 50 g/l. At a concentration of H₂O₂ = 30 g/l, the capillarity indices according to two methods were $h = 15,8$ cm, in contrast to the harsh sample $h = 1$ cm. The breaking load of the combined method decreases slightly with an increase in the concentration of hydrogen peroxide to 50 g/l. In the periodic method, the discontinuous characteristics do not decrease with an increase in hydrogen peroxide. According to the results of the study, an optimal combined method for the preparation of cellulose textile materials with a concentration of components was found: NaOH=12 g/l, Na₂SiO₃=7,5 g/l, OP-10=2 g/l, NaHSO₃=10 g/l, H₂O₂=40 g/l. With a continuous method, the processing process is more economical both in terms of labor productivity and in terms of removing products from 1 m² of production area.

Gratitude, conflict of interest (funding)

The work was carried out at the Almaty Technological University. The author declares that there is no conflict of interest.

REFERENCES

1. A.K. Roy Choudhury, "Green Chemistry and the Textile industry", Text. Prog, 45(1), (2013): pp. 3-143.
2. Красина И.В. Химическая технология технических материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Красина И.В., Вознесенский Е.Ф.- Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014 г.- 116 с.- ISBN 978-5-7882-1600-3
3. T. Wright, A. Mahmud-Ali, T. Bechtold. "Surface coated cellulose fibers as a biobased alternative to functional synthetic fibers", Journal of Cleaner Production, Volume 275, article number 123857, (2020).
4. I. Zerin, N. Farzana, A.S.M. Sayem, D.M. Anang, J. Haider, "Potentials of natural dyes for textile applications, in Encyclopedia of renewable and sustainable materials", vol. 2, 1st edn., ed. by I. Choudhury, S. Hashmi (Elsevier Science, Amsterdam, 2020), pp.873–883
5. R. Repon, M. T.Islam, A. Al. Mamun, M. A. Rashid, "Comparative study on natural and reactive dye for cotton coloration", Journal of applied research and technology. Versión On-line ISSN 2448-6736, vol. 16, № 3 (2018).
6. Скобова Н. В., Ясинская Н. Н., Козодой Т. С. Интенсификация процесса крашения шерстяных волокон, Вестник Витебского государственного технологического университета, 2018.- № 1(34).- С. 103–108.
7. Ясинская Н. Н., Скобова Н. В. Применение ферментных препаратов для подготовки хлопчатобумажных и смесовых тканей. //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, 2018.- Т. 40.- № 2.-С. 58–62.
8. F.H.H. Abdellatif, M.M. Abdellatif, "Utilization of sustainable biopolymers in textile processing, in Green chemistry for sustainable textiles: modern design and approaches", 1st edn., ed. by N. Ibrahim, C.M. Hussain, (Elsevier Science, Amsterdam, 2021), p. 453–467
9. L. Jajpura, A. Rangi, A. Khandual, "Natural finishes, technologies and recent developments, in Sustainable technologies for fashion and textiles", 1st

edn., ed. by R. Nayak (Woodhead Publishing, Cambridge, 2020), pp.209–229

10. K. M. Zaman, Zia, M. Zuber, “Preparing Delicate Cellulose Fabric by Utilizing Polyacrylamide Softener to Enhance Surface Smoothness and Quality Properties,” *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, Volume 23, No 2 (2015), pp. 396–406.

11. S. A. Rahman, A. B. M. Foisal and A. Sarker, “Treatment of Cotton Fabric with Cationic Polyacrylamide – An Initiative to Salt Free Reactive Dyeing”, *SEU Journal of Science & Engineering*, Vol. 9, No. 1-2, December (2015).

12. ГОСТ 7138-83. Ткани хлопчатобумажные миткалевой группы. Технические условия.

13. ГОСТ 18054-72 (ISO 105-J02-87) Материалы текстильные. Метод определения белизны.

14. ГОСТ 3816-81 (ISO 811-81) Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

15. ГОСТ 3813-72 (ISO 5081-77, ISO 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

REFERENCES

1. A.K. Roy Choudhury, “Green Chemistry and the Textile industry”, *Text. Prog*, 45(1), (2013): pp. 3–143.

2. Krasina I.V. *Himicheskaya tekhnologiya tekstil'nykh materialov* [Chemical technology of technical materials] [Elektronnyj resurs]: Uchebnoe posobie / Krasina I.V., Voznesenskij E.F.-Kazan': Kazanskij nacional'nyj issledovatel'skij tekhnologicheskij universitet, 2014. - 116 s. - ISBN 978-5-7882-1600-3 (In Russian).

3. T. Wright, A. Mahmud-Ali, T. Bechtold. “Surface coated cellulose fibers as a biobased alternative to functional synthetic fibers”, *Journal of Cleaner Production*, Volume 275, article number 123857, (2020).

4. I. Zerín, N. Farzana, A.S.M. Sayem, D.M. Anang, J. Haider, “Potentials of natural dyes for textile applications, in *Encyclopedia of renewable and sustainable materials*”, vol. 2, 1st edn., ed. by I. Choudhury, S. Hashmi (Elsevier Science, Amsterdam, 2020), pp.873–883

5. R. Repon, M. T.Islam, A. Al. Mamun, M. A. Rashid Comparative study on natural and reactive dye for cotton coloration”, *Journal of applied research and technology*. Versión On-line ISSN 2448-6736, vol. 16, № 3 (2018).

6. Skobova, N. V., Yasinskaya, N. N., Kozodoj, T. S., *Intensifikaciya processa krasheniya sherstyanykh volokon* [Intensification of wool fiber dyeing process], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2018, № 1(34), S. 103–108 (In Russian).

7. Yasinskaya, N. N., Skobova, N. V., *Primenenie fermentnykh preparatov dlya podgotovki hlopchatobumazhnykh i smesovykh tkaney* [Use of enzyme preparations for preparation of cotton and blended fabrics]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti*, 2018, T. 40, № 2, S. 58–62 (In Russian).

8. F.H.H. Abdellatif, M.M. Abdellatif, “Utilization of sustainable biopolymers in textile processing, in *Green chemistry for sustainable textiles: modern design and approaches*”, 1st edn., ed. by N. Ibrahim, C.M. Hussain, (Elsevier Science, Amsterdam, 2021), p. 453–467

9. L. Jajpura, A. Rangi, A. Khandual, “Natural finishes, technologies and recent developments, in *Sustainable technologies for fashion and textiles*”, 1st edn., ed. by R. Nayak (Woodhead Publishing, Cambridge, 2020), pp.209–229

10. K. M. Zaman, Zia, M. Zuber, “Preparing Delicate Cellulose Fabric by Utilizing Polyacrylamide Softener to Enhance Surface Smoothness and Quality Properties,” *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, Volume 23, No 2 (2015), pp. 396–406.

11. S. A. Rahman, A. B. M. Foisal and A. Sarker, “Treatment of Cotton Fabric with Cationic Polyacrylamide – An Initiative to Salt Free Reactive Dyeing”, *SEU Journal of Science & Engineering*, Vol. 9, No. 1-2, December (2015).

12. GOST 7138-83. Ткани хлопчатобумажные миткалевой группы. Технические условия [Cotton fabrics of cotton mitchale group. Technical conditions.].

13. GOST 18054—72 (ISO 105-J02—87) Материалы текстильные. Метод определения белизны [Textile materials. Method for determination of whiteness].

14. GOST 3816—81 (ISO 811—81) Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств [Textile fabrics. Methods of determination of hygroscopic and water-repellent properties].

15. GOST 3813—72 (ISO 5081—77, ISO 5082—82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении [Textile materials. Fabrics and piece goods. Methods of determination of tensile breaking characteristics].

ГИДРОФОБТЫ ЖӘНЕ ОЛЕОФИЛЬДІ ҚАСИЕТТЕРІ БАР ТЕКСТИЛЬ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

А.Б. ДАУКЕНОВА  , И.М. ДЖУРИНСКАЯ 

(Алматы технологиялық ниверситеті,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш.,100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aidana_-2000@mail.ru, indi_06.79@mail.ru

Өнеркәсіп пен қоғамның дамуымен бірге жүретін майлы ағынды сулардың көбеюіне, сондай-ақ мұнайдың жиі төгілуіне байланысты мұнайды сіңіретін және мұнай мен суды бөлетін функционалды материалдарға қажеттілік артып келеді. Мұндай функционалды материалдарды жасау үшін әртүрлі тәсілдер қолданылды. Гидрофобтылық пен олеофильділікті арттыру арқылы су мен майға қатысты жоғары селективтілігі бар жаңа май сіңіретін материалдарды жасау перспективалы болып табылады. Бұл жұмыста текстиль материалдарына гидрофобтылық пен олеофильділік беру үшін композиция алу мәселесі қарастырылады. Бұл жұмыстың мақсаты су ресурстарын мұнай ластануынан тазартуға арналған инновациялық текстиль материалдарын әзірлеу және материалдардың тиімділігі мен қауіпсіздігін базалау болып табылады. Жұмыстың практикалық маңыздылығы мұнай ластануын тазарту тиімділігінде, экологиялық таза және құнында басқа материалдардан асып түсетін текстиль материалын жасау қажеттілігінде. Осы мақсатта натрий олеаты, сұйық шыны және лимон қышқылы қолданылды. Материалдар дайын ерітіндімен өңделді, содан кейін 120 °C температурада 10 минут кептірілді және термофиксация үшін 150 °C температурада термопресте өңделді. Зерттеу нысаны ретінде 100%-дық артикулы 1030 мақта матасы және артикулы 81421 премьер Standard 250 (65% ПЭ,35% мақта) матасы пайдаланылды. Мұнайды судан тиімді бөлуді қамтамасыз ететін жаңа материалдар әзірленді, су ресурстарын мұнай ластануынан тиімді тазарту үшін текстиль материалдарына гидрофобты және сонымен бірге олеофильді қасиеттер беру мақсатында жаңа әдістің физика-химиялық негіздері жетілдірілді. Жаңа материалдар суды мұнай ластануынан сапалы тазарту үшін тиімді қолданылатыны анықталды.

Негізгі сөздер: текстиль материалы, натрий олеаты, гидрофобтылық, олеофильділік, термофиксация, пенетрометр.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

А.Б. ДАУКЕНОВА, И.М. ДЖУРИНСКАЯ

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би 100)
Электронная почта автора-корреспондента: aidana_-2000@mail.ru, indi_06.79@mail.ru

Из-за увеличения количества маслянистых сточных вод, сопровождающих развитие промышленности и общества, а также частых аварийных разливов нефти, существует растущая потребность в функциональных материалах, поглощающих нефть и разделяющих нефть и воду. Для изготовления таких функциональных материалов использовались различные подходы. Перспективным является создание новых маслопоглощающих материалов с высокой селективностью по отношению к воде и маслу путем повышения гидрофобности и олеофильности. В данной работе рассматривается вопрос получения состава для придания текстильным материалам гидрофобности и олеофильности. Целью данной работы является разработка инновационных текстильных материалов, предназначенных для очистки водных ресурсов от нефтяных загрязнений и оценка эффективности и безопасности материалов. Практическая значимость работы в необходимости разработки текстильного материала, который будет превосходить другие материалы в эффективности очистки нефтяных загрязнений, экологичности и стоимости. Для этой цели использовались олеат натрия, жидкое стекло и лимонная кислота. Материалы обрабатывали готовым раствором, затем сушили 10 мин при 120 °C и обрабатывали в термопресте при 150 °C для термофиксации. В качестве объекта исследования были использованы хлопковая ткань 100% артикул 1030 и синтетическая ткань 81421 премьер Standard 250 (65% ПЭ,35% хлопок). Разработаны новые материалы, обеспечивающие эффективное разделение нефти от воды, усовершенствованы физико-химические основы нового метода, с целью придания текстильным материалам гидрофобных и в то же время олеофильных

свойств для эффективной очистки водных ресурсов от нефтяных загрязнений. Установлено, что новые материалы эффективно применять для качественной очистки воды от нефтяных загрязнений.

Ключевые слова: текстильный материал, олеат натрия, гидрофобность, олеофильность, термофиксация, пенетрометр.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR TEXTILE MATERIALS WITH SPECIAL PROPERTIES

A.B. DAUKENOVA, I. M. JURINSKAYA

(Almaty Technological University,

Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi st., 100)

Corresponding author e-mail: aidana_-2000@mail.ru, indi_06.79@mail.ru

Due to the increasing amount of oily wastewater accompanying the development of industry and society, as well as frequent accidental oil spills, there is a growing need for functional materials that absorb oil and separate oil and water. Various approaches have been used to manufacture such functional materials. The creation of new oil-absorbing materials with high selectivity towards water and oil by increasing hydrophobicity and oleophilicity is promising. In this paper, the issue of obtaining a composition for making textile materials hydrophobic and oleophilic is considered. The purpose of this work is to develop innovative textile materials designed to purify water resources from oil pollution and evaluate the effectiveness and safety of materials. The practical significance of the work lies in the need to develop a textile material that will surpass other materials in the efficiency of cleaning oil pollution, environmental friendliness and cost. Sodium oleate, liquid glass and citric acid were used for this purpose. The materials were treated with a ready-made solution, then dried for 10 minutes at 120 °C and processed in a thermal press at 150 °C for thermal fixation. 100% cotton fabric article 1030 and synthetic fabric 81421 premier Standard 250 (65% PE, 35% cotton) were used as the object of the study. New materials have been developed to ensure effective separation of oil from water, the physico-chemical foundations of the new method have been improved in order to give textile materials hydrophobic and at the same time oleophilic properties for effective purification of water resources from oil pollution. It has been established that new materials can be effectively used for high-quality water purification from oil pollution.

Keywords: textile material, sodium oleate, hydrophobicity, oleophilicity, thermal fixation, penetrometer.

Kіpіcne

Мұнай бар ағынды сулар өнеркәсіп пен экономиканың дамуындағы маңызды мәселе болып табылады, бұл бүкіл әлемде экологиялық проблемаларды немесе тіпті дағдарысты тудырды. Осылайша, судан майды немесе органикалық заттарды бөлу және жинау үлкен назар аударды. Биологиялық өңдеу, гравитациялық бөлу және адсорбциялық материалдар сияқты көптеген дәстүрлі әдістер әзірленді. Бұл материалдар май мен суды бөлуде практикалық қолдануды тапты. Дегенмен, жоғары шығындарға, күрделі пісіру процесіне, қайталама ластаушы заттарға және т.б. байланысты әлі де кейбір шектеулер бар [1]. Сондықтан жоғарыда аталған шектеулерді жеңу үшін керемет материалдарды дайындаудың қарапайым әдістерін табу керек. Материалдардың сулануы олардың сипаттамаларына әсер ететін маңызды параметрлердің бірі болып табылады. Гидрофобтылық пен олеофильділікті арттыру арқылы су мен майға қатысты жоғары селективтілігі бар жаңа май сіңіретін материалдарды жасау перспективалы болып табылады. Беттік энергиясы төмен және беттік топографиясы дұрыс

материалдарды енгізу арқылы май мен суды бөлуге арналған тамаша материалдарды дайындауға мүмкіндік бар, бұл оларды супергидрофобты және суперолеофильді етеді. Өртүрлі материалдар, соның ішінде тоқыма, кремний, металдар және пластмассалар супергидрофобты беттерді дайындау үшін субстрат ретінде пайдаланылды. Осы уақытқа дейін марганец оксидінің нано сымы, металл торлар, сүзгі қағазы, губка және көміртекті көбік сияқты мұнай мен суды бөлуге арналған супергидрофобты материалдарды қолдана отырып бірнеше зерттеулер жүргізілді. Мұнай мен суды бөлу үшін супергидрофобты материалдарды қолданудың жаңашыл жұмысы жігерлендіреді, бірақ олардың практикалық қолданылуын айтарлықтай қиындататын кейбір мәселелер бар. Бір жағынан, механикалық және химиялық тұрақтылық күрделі процедуралар мен қымбат материалдарға байланысты. Екінші жағынан, субстраттардың механикалық тұрақтылығының нашарлығы (мысалы, сүзгі қағазы және полимерлі пленка), марганец оксидінің нано сымдарының ықтимал ұйттылығы және металл

торлардың төмен икемділігі олардың майды судан бөлу үшін қолданылуын шектейді. Кеуекті материалдар, мысалы, губкалар, олардың үлкен кеуектерінің көлеміне, икемділігіне, сондай-ақ қиын жағдайларда және практикалық жағдайларда төмен құны мен жоғары механикалық тұрақтылығына байланысты мұнай мен суды бөлуге жақсы үміткерлер болып табылады. Дегенмен, бұл материалдар су мен майларды бір уақытта сіңіреді.

Зерттеу жұмысының мақсаты - су ресурстарын мұнай ластануынан тазартуға арналған арнайы қасиеттері бар техникалық текстиль материалдарын әзірлеу және материалдардың тиімділігі мен қауіпсіздігін бағалау болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсатына жету барысында қойылған міндеттері:

- су көздерін мұнай ластануынан тазартуға арналған технологиялар мен материалдарды дамыту проблемасының қазіргі жай-күйіне шолу;

- су көздерін мұнай ластануынан тазартуға арналған текстиль материалдарына арнайы қасиеттер беру мәселесін зерттеу;

- зерттеу әдістерін таңдау және негіздеу;

- су ресурстарын мұнаймен ластанудан тазарту үшін жаңа сорбциялық материалдарды әзірлеу және бағалау;

- әзірленген материалдың зерттеу нәтижелерін талдау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысандары ретінде 100%-дық артикулы 1030 мақта матасы және артикулы 81421 премьер Standard 250 (65% ПЭ, 35% мақта) матасы, сұйық шыны (жидкое стекло), лимон қышқылы және натрий олеаты пайдаланылды.

Текстиль материалдарының суға төзімділігін анықтау. Үлгілерді сынау сынақ үлгісі үшін қажетті су қысымын қамтамасыз ететін МТ-158 пенетрометрді құрылғысында жүргізілді. Суға төзімділіктің сипаттамасы ретінде ол көбінесе үлгіні толығымен суланғанға дейін қолданылатын қысыммен анықталады. Кейде үлгінің суға төзімділігі үлгідегі қысымды ұстап тұру үшін қажет уақытпен де сипатталады. Гигроскопиялық (суға төзімділік, капиллярлық) анықтау әдістері МЕМСТ 3816-81 арқылы анықталды.

Сонымен қатар, маталардың МТ-032 құрылғысындағы беткі сулануға (бүрку сынағы) төзімділігі МЕМСТ 30292 – 96 арқылы анықталды. Құрылғыдағы сынақ материалдың су өткізбейтіндігін анықтауға мүмкіндік береді, яғни сыналатын материалдың бетіне түсетін су тамшыларын айналдыру мүмкіндігі.

Өңделген текстиль материалының адсорбциялық белсенділігін анықтау әдістемесі МЕМСТ 33627-2015 сәйкес жүзеге асырылады.

Мұнай өнімдерінің адсорбциясын жеделдетілген сынау бұл әдіс адсорбенттерді мұнай өнімдеріне адсорбциялық қабілеті бойынша салыстыру үшін, сондай-ақ олардың тиімділігін салыстырмалы бағалау үшін пайдалануға болатын идеалдандырылған зертханалық нәтижелерді алуға мүмкіндік береді. Осы сынақтың мақсаты адсорбентті сумен өңдеу кезеңі болмаған жағдайда оңтайлы адсорбентті таңдау болып табылады.

Әдебиеттерге шолу

Май мен суды бөлуге арналған дәстүрлі материалдардың жеңіл ластануын және төмен тиімділігін жеңу үшін супергидрофильді және суперолеофобты жабындар хитозан негізіндегі нанокөпозиттерді (CTS) бүрку әдісімен жасалған. Гексадекан тамшылары құрғақ және суға малынған жабыннан оңай сырғып кетеді, ешқандай майлы дақтар қалдырмайды. Май мен суды бөлу үшін CTS негізіндегі супергидрофильді және суперолеофобты нанокөпозиттік жабындар қолданылғанда, олар жоғары ластануға қарсы қабілетін, жоғары бөлу тиімділігін және оңай қайта өңдеуге жарамдылығын көрсетті. CTS негізіндегі супергидрофильді және суперолеофобты жабын мұнаймен ластанған өнеркәсіптік суды тазартуға және мұнай төгілуін жоюға жақсы үміткер болар еді [2].

Бұл жұмыста иерархиялық кедір-бұдырды жақсарту және сәйкесінше сілтілі және катиони-зацияланған сиыр сүтінің сарысуы альбуминін (cBSA) пайдаланып қарама-қарсы зарядтарды тарту арқылы адгезия беріктігі мен гидрофобтылығын арттырудың бірегей қарапа-йым тәсілі ұсынылды. Осы жаңа тәсілдің арқасында үлгілердің жақсартылған қасиеттері сумен сулану бұрышы (WCA), өзін-өзі тазарту әсері, химиялық және механикалық тұрақтылық және органикалық еріткіштерді селективті сіңіру арқылы расталды. Жоғары гидрофобтылықпен қатар супергидрофобты мата жоғары химиялық және механикалық тұрақтылыққа және өзін-өзі тазарту қабілетіне ие болды [3].

Бұл зерттеуде жоғары механикалық қасиеттері, қышқылдар мен сілтілерге төзімділігі, өзін-өзі тазартатын және эмульсиялайтын қасиеттері бар супергидрофобты және липофильді мақта матасы жасалды. Бұл жұмыстың мақсаты - әртүрлі стратегиялар арқылы эмульсиялау қабілеті бар суланатын мақта матасын (p-GMA/SiO₂/OA мақта ретінде анықталады) алу (полимер кеуектілікті азайтады; октадециламин гидрофобтылық пен липофильділікті қамтамасыз етеді; нанобөлшектер ылғалдылықты арттырады).

Кейіннен супергидрофобты кремний диоксиді өңделген бетке жағылды, содан кейін октадециламин егілді. Бұл модификацияланған мақта нақты жұмыс жағдайында құрамында беттік белсенді заттар бар эмульсияланған майды бөлу үшін практикалық қолданысқа ие [4].

Қоршаған ортаға ұқыпты қарайтын және ағынды сулардан май алу үшін супергидрофобтылық пен олеофильді қасиеттердің жоғары деңгейіне ие, қайта өңдеуге болатын арзан губка жасалды. Титан диоксиді, көміртекті күйе және гексадецитриметоксисилан (HDTMS) супергидрофобты беттерді жасау үшін жабын материалдары ретінде пайдаланылды. Қаптаманы қолданғаннан кейін талдау үшін май мен судың жанасу бұрышы, FTIR жабындары және SEM әр түрлі жабындысы бар PVA губкалары зерттелді. Жабындардың тиімділігін бағалау үшін май сіңіру қабілеті және уақыт өте келе май мен су тамшыларының жанасу бұрыштарының өзгеруі зерттелді. Супергидрофобтылық сипаттамаларына жету үшін VF/CF қатынасы $2,9 \times 10^{-4}$ төмен болуы керек. Сонымен қатар, hdtms губкасының майды 99,9% сіңіру қабілеті анықталды. Сонымен қатар, май сипаттамаларының сіңіру қабілетіне әсері зерттелді. Жоғарыда айтылғандардан басқа, механизм мен жылу тұрақтылығы да қарастырылды [5].

Бұл мақала әртүрлі ресурстардың қалдықтарына негізделген арнайы суланатын беттер арқылы май мен суды бөлуді қолдануды сипаттайды. Жеміс қабығы, жержаңғақ қабығы, картоп қабығы, жаңғақ қабығы, кокос қабығы, үгінділер, макулатура және темекі сүзгісі сияқты табиғи және лигноцеллюлоза материалдары оңай қол жетімді, биологиялық ыдырайтын және табиғатта улы емес. Гидроксил (-OH) топтарының көп болуына байланысты бұл материалдардың тығыздығы төмен, үлпілдек және гидрофильділігі жоғары целлюлоза құрамындағы артықшылықтары. Осы ерекше қасиеттерге байланысты мұндай материалдар мұнай мен су қоспаларын бөлуге уәде беретін су астындағы суперолеобобты немесе супер гидрофобты сүзгілерді өндіруде өте пайдалы. Осылайша, су астындағы супергидрофобты–суперолеофильді, суперолеобобты–супергидрофильді беттерді, топырақ бетінің астындағы супергидрофобты–суперолеофильді беттерді және ауыспалы сулануы бар беттерді агроөнеркәсіптік кешен қалдықтарын белгілі бір оңтайландырылған арақатынас пен мөлшерде пайдалану арқылы алуға болады. Авторлар үздіксіз сүзу әдісі арқылы су асты жағдайында жасалған қабаттағы мұнай мен суды бөлудің тиімділігін зерттеді. Мұнай мен судың араласпайтын қоспасын бөлуден басқа, дамыған

қабат керосин мен дизельден жасалған су-мұнай эмульсиясын бөлуде жоғары тиімділікті (>99%) көрсетті [6].

Қытай ғалымдары Лян, Липин, Донг, Яньян, Сюй, Ван, Мэн, Сюй тиоленнің шерту реакциясы негізінде гидрофобты/олеофильді мақта матасын дайындады. Дайындау әдісі қарапайым және тек екі қадамнан тұрды. Алдымен мақта матасын модификациялау үшін 3-меркаптопропилтриетоксисиланның (MPTES) өздігінен құрастырылуы жүргізілді, содан кейін октадецил метакрилат төмен беттік бос энергияны алу үшін мақта матасының бетіне қосымша егілді. Химиялық құрылымы, жер бедері және суланғыштығы сипатталды. Нәтижелер дайын-далған матаның сумен жанасу бұрышы (WCA) $150,1^\circ$ болғанда гидрофобты/олеофильді қасиетке ие болғанын, ал маймен жанасу бұрышы (OCA) 0° -қа жақын екенін көрсетті. Сонымен қатар, ол 600 циклдік үйкеліс сынақтарынан кейін де жақсы гидрофобты қасиеттерге ие болды. Бұл ретте дайындалған мата май-су қоспаларының әртүрлі түрлерін ажырата алады және бөлу тиімділігі орта есеппен 94% -дан асты. Май мен суды айыру үшін матаны алудың жаңа әдісі жасалып, тәжірибеде қолданылатын болады. Жоғары өнімділік дайын матаның май мен суды бөлуге арналған перспективалы материал болатынын білдірді [7].

Зерттеушілер гидрофобты және олеофильді мақта матасын алу үшін полидиметилсилоксан сияқты экологиялық таза материалдарға негізделген төмен қысымды плазмалық поли-мерлеу әдісін қолданды. Бөліну жылдамдығын анықтау және сәйкесінше қапталған мақтаның беріктігін көрсету үшін су-майды бөлу тиімділігі сынағы және жуу сынағы жүргізілді. Қапталған мақта матаның сумен жанасу бұрышы 143 ± 3 болды және бұл жоғары гидрофобтылық 10 жуу циклынан кейін іс жүзінде сақталды. Біздің су-май бөлу сынақтары сонымен қатар қапталған маталар 250°C және 900°C температурада 15 циклден кейін де көптеген өнеркәсіптік майлар үшін 80-100 пайызға дейін бөлу тиімділігіне ие екенін көрсетті. Осылайша, бұл нәтижелер плазмалық полимерлеумен қапталған мақта маталар су-май бөлу және іріктеп майды сіңіру қолдану үшін жоғары әлеуетке ие болуы мүмкін екенін көрсетеді [8].

Ғалым Сионг ауыспалы ылғалдылығы бар бірегей жауап беретін мата туралы хабарлады. Олар атом қабатының тұндыруын, содан кейін қолданды гидротермиялық өңдеу полиэтилен-терефталат (ПЭТ) маталарында ZnO иерархиялық нанородтарын жасау. Бір қызығы, алынған тін су

астындағы олеофобияны да, май астындағы гидрофобтылықты да көрсетті. Осылайша, май мен судың селективті бөлінуіне гравитациялық сүзу процестерінде модификацияланған матаның бетін ауыр компонентпен алдын-ала сулау арқылы қол жеткізілді. Ол қосымша сыртқы ынта-ландыруды қолданбай, ылғалдылықты орнында реттеудің өте қарапайым әдісін ұсынды [9].

Бұл зерттеуде мақта мата инемен басу процесі арқылы тоқыма емес матаға айналдырылды. Тоқыма емес материал Stober процесі арқылы синтезделген кремний диоксиді нанобөлшектерімен өңдеу, содан кейін гексадецилтриметоксисиланмен (HDTMS) өңдеу арқылы химиялық түрлендірілген. Химиялық функционалды тін супергидрофобты және суперолеофильді қасиеттерді көрсетті. Дамыған сорбенттің май сіңіру қабілеті 25-30 г / г, ал сумен жанау бұрышы 150 - ден асады. Сорбент морфологиясын SEM сипаттады. Сорбент 60% - дан астам май шығарумен кем дегенде 5-6 рет қайта пайдалануға жарамды екендігі анықталды [10].

Сун, Юэ, Бай, Цзяо цзяо, Ван, Чжэ авторлары жалпы тығыздығы өте төмен целлюлоза аэрогелін целлюлозаның сулы ерітіндісін мұздату арқылы кептіру арқылы жасады. Целлюлозадан жасалған гидрофобты / олеофильді аэрогель целлюлоза аэрогелін гексилтриметоксисиланмен модификацияланған SiO_2 нанобөлшектерімен жабу арқылы одан әрі өндіріледі. Целлюлозадан жасалған гидрофобты / олеофильді аэрогелдің ерекшеліктері тығыздық пен кеуектілікті өлшеумен, инфрақызыл спектро-скопиямен сипатталады. Бұл гидрофобты / олео-фильді целлюлоза аэрогелі мұнайдың лас-тануынан туындаған судың ластануын жою үшін перспективалы таңдау болуы мүмкін [11].

Зерттеушілердің жұмысында слюда тақтатас кенінің қалдықтарынан алынған түйіршікті пеносиликаттың қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Термохимиялық модификацияның материалдың кеуектілігіне әсері талданды. Модификацияланған пеносиликат олеофильді және гидрофобты қасиеттерге ие болатыны анықталды, бұл материалдың ылғал мен мұнай сыйымдылығына салыстырмалы сынақтарының нәтижелерімен расталады. Жаңа олеофильді материалдарды жасау үшін негіз ретінде модификацияланған пеносиликатты қолдану мүмкіндігі көрсетілген [12].

Келесі жұмыста тұрақты су өткізбейтін қасиеттер беру үшін полиэтиленгликоль (Peg 6000) және толуилен-2,4-диизоцианат (2,4-ТДИ) негізіндегі целлюлозалық текстиль материал-

дарын гидрофобты өңдеудің жаңа әдісі әзірленді. Сіндіру ваннасы компоненттерінің концентрациясының матаның гидрофобты, пайдалану және физика-механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Ұсынылған технологияның тиімділігі ауа өткізгіштігін, эстетикалық, пайдалану-гигиеналық көрсеткіштерін барынша сақтай отырып, текстиль материалының жоғары гидрофобизациясын қамтамасыз ету, тозуға төзімділікті арттыру, сондай-ақ материалды термиялық өңдеу уақытын қысқарту және аппрет компоненттерінің ең аз санын қолдану болып табылады, бұл оның құнын төмендетуге мүмкіндік береді [13].

Мақалада гидрофобты композициялар табиғатының мақта матасының су өткізбейтін қабілетіне әсерін зерттеу бойынша ғылыми зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Зерттеулерде құрамында фторкөміртегі жоқ фторлы қосалқы зат пен композицияны пайдаланған кезде судың максималды репелленттік қабілетіне екі минут ішінде 150°C аппреттелген маталардың термиялық өңдеу температурасында, ал хлор-сульфурленген полиэтиленді 160°C температурада пайдаланған жағдайда қол жеткізілетіні анықталды. Гидрофобты заттар функционалды топтардың талшықтардың гидрофильді топтарымен химиялық әрекеттесуі арқылы маталарға гидрофобтылық береді [14, 15].

Нәтижелер және оларды талқылау

Аталған жұмыстармен таныса отырып, мақта матасы мен аралас мата таңдалды. Көлемі 200 x200 мм мақта және аралас матасы тазартылған суда алдын ала жуылып, термошкафта кептіріледі. Ерітіндіге сіндіру процесі көлемі 300 мм ваннасында жүзеге асырылады. Үлгілер су, сұйық шыны (K_2SiO_3), натрий олеаты ($\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{O}_2\text{Na}$), лимон қышқылы ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) бар ерітіндіге малынып, 5 минут ішінде сіндіру процесі жүзеге асады. Содан кейін үлгі сығылып, термошкафта 120°C температурада 15 минут кептіріледі. Содан кейін 150°C температурада 1 минут термофиксация жүргізіледі.

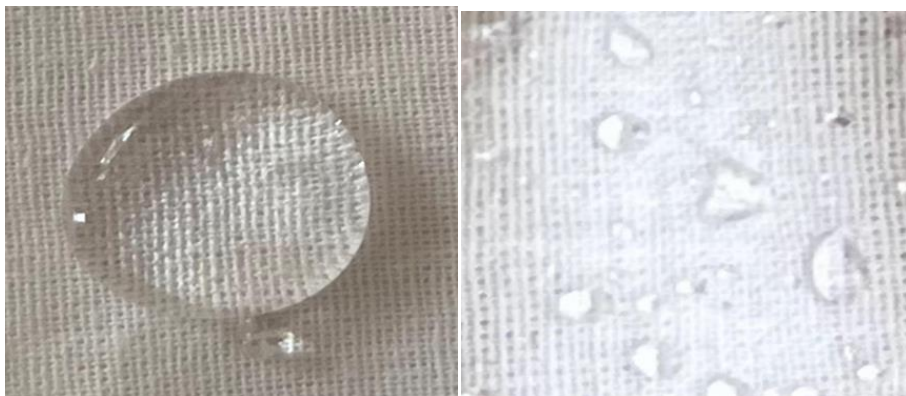
Мақта матасы және аралас матаны зерттеу нәтижесінде суға төзімділік, матаның беткі сулануға төзімділігі (бүрку сынағы) анықталды. Өңделген маталардың суға төзімділігі және өңделген маталардың беткі сулануына төзімділігі негізгі үлгідегі маталарға қарағанда жоғары екендігі анықталды. Сонымен қатар ұсынылған құрамның ең жоғарғы концентрациясының нәтижесі төменгі концентрацияға қарағанда жоғары екені байқалады. Зерттеу нәтижелері көрсетілген (кесте 1).

Кесте 1. Текстиль материалының гидрофобты қасиеттерін анықтау

Көрсеткіштің атауы	Мағынасы							
	өңделмеген 100% мақта матасы	өңделген 100% мақта матасы			өңделмеген аралас мата (мақта – 35%, полиэстер- 65%)	өңделген аралас мата (мақта – 35%, полиэстер- 65%)		
		10 г/л	15 г/л	20 г/л		10 г/л	15 г/л	20 г/л
Маталардың беттік сулауға тұрақтылығын анықтау, %	0 %	50 %	55 %	60 %	0 %	65 %	70 %	80 %
Пенетрометр (суға төзімділікті анықтау)	20 мм су бағанасы	150 мм су бағ.	150 мм су бағ.	150 мм су бағ.	10 мм су бағ.	200 мм су бағ.	220 мм су бағ.	250 мм су бағ.

Бұл жұмыста текстиль материалдарына гидрофобтылық беру үшін арнайы қасиет беру міндеті ұсынылған құрамның көмегімен текстиль материалының сыни беттік керілуін төмендетуге дейін азаяды, ол талшықтың бетінде пленка

жасайды, оның беттік керілуі судың беткі керілуінен төмен болады, бірақ мұнайдың беткі керілуінен жоғары болады. Сондықтан текстиль материалдары сумен суланбайды, бірақ мұнаймен белсенді суланып, оны сіңіреді (сурет 1, 2).



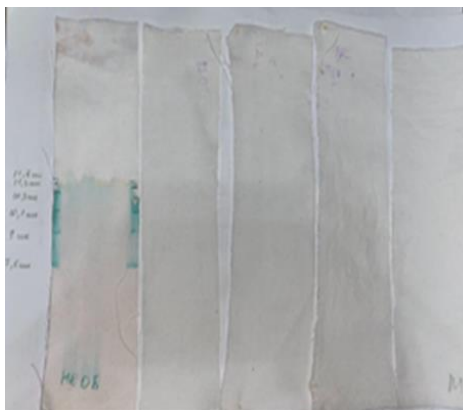
Сурет 1. Өңделгеннен кейінгі мақта матасы



Сурет 2. Өңделгеннен кейінгі аралас мата

Капиллярлық сынақтың нәтижелері бойынша өңделген материалдардың супер-гидрофобтылығы анықталды, өйткені

материалдар 100% суланбайды. Өңделген үлгілерді өңделмеген үлгімен салыстырды (сурет 3).



Сурет 3. Капиллярлық анықталғаннан кейінгі үлгілер

Зерттеу нәтижелері бойынша өңделмеген материалдың сіңімділігі 116 мм, ал өңделген материалдардың сіңімділігі 0 мм екендігі анықталды.

Қажетті материалды және оларға қажетті қасиеттерді алғаннан кейін, әзірленген материалды қанша май сіңіретінін және қай уақытта екенін тексеру ғана қалады.

Ол үшін біз МЕМСТ 33627 - 2015 бойынша сынақ өткіздік және бастапқы материал мен алынған өңделген текстиль материалын салыстырдық. Сондай-ақ, МЕМСТ бойынша сіңірілген мұнай мөлшері есептелді. Нәтижелер кестеде төкөрсетілген (кесте 2).

Кесте 2. Мұнай өнімін сіңіру бойынша сараптама

№	өңдеуге дейін, гр	сіңіру уақыты, сек	мақта мата массасы, гр	аралас мата массасы, гр
1	15 гр	20	44	24
2	15 гр	20	46	23
3	15 гр	20	43	22
жалпы массасы	-	-	44,3	23
мұнай өнімінің адсорбциялануы	-	-	1,95	0,5

Осылайша, біз өңделген мақта матасы майды көбірек сіңіре алатынын және ең бастысы аралас матадан айырмашылығы сіңірілген майды ұстай алатынын және мұнайды сіңіру үшін тамаша сорбент екенін көрдік.

Мақта матасының бастапқы салмағы = 15 г;

Мұнай өнімдерін өңдеуден кейінгі мақта матасының орташа массасы = 44,3 г;

Мұнай өнімінің адсорбциялануы = S_s / S_o
= (44,3-15)/15 = 1,95.

Осылайша, мұнай өнімінің осы адсорбентпен адсорбциялануы 1,95 құрайды.

Аралас матаның бастапқы салмағы = 15 г;

Мұнай өнімдерін өңдеуден кейінгі аралас матаның орташа массасы = 23 г;

Мұнай өнімінің адсорбциялануы = S_s / S_o
= (23-15)/15 = 0,5.

Осылайша, мұнай өнімінің осы адсорбентпен адсорбциялануы 0,5 құрайды.

Қорытынды

Зерттеу жұмысында су ресурстарын мұнай ластануынан тазартуға арналған арнайы қасиеттері бар техникалық текстиль материалдарын әзірлеу көзделді. Осы мақсатта сұйық шыны, лимон қышқылы және натрий олеаты пайдаланылды.

-Гидрофобты және олеофильді қасиеттері бар материалдар әзірленді, олар материалға суды өткізбестен тек майды сіңіруге мүмкіндік береді.

-Су ресурстарын мұнай ластануынан тиімді тазарту үшін текстиль материалдарына гидрофобты және сонымен бірге олеофильді қасиеттер беру мақсатында талшықтардың бетін өзгертудің жаңа әдісінің физика-химиялық негіздері жасалды.

-Текстиль материалдарын гидрофобты өңдеу технологиясы оның пайдалану-гиги-

налық және эстетикалық қасиеттерін барынша сақтауға мүмкіндік беретіні анықталды.

-Зерттеу жұмысында өңделген үлгілердің беттік сулауға тұрақтылығы 50% - дан жоғары екені анықталды. Ал өңделмеген үлгілердің көрсеткіші 0 % болды.

-Өңделген үлгілердің су қысымын анықтау МТ-158 пенетрометрі құрылғысында жүргізілді. Өңдеуден кейін ұсынылған құрамның ең жоғарғы концентрациясының нәтижесі төменгі концентрацияға қарағанда жоғары екені байқалады.

Капиллярлық сынақтың нәтижелері бойынша өңделген материалдардың супер-гидрофобтылығы анықталды.

МЕМСТ 33627 - 2015 бойынша сынақ өткізілді. Өңделген мақта матасы майды көбірек сіңіре алатыны және аралас матадан айырмашылығы сіңірілген майды көбірек ұстай алатыны көрінді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Deng Yu., Han D., Deng Yu.-Yu., Zhang K., Chen F. and Fu K. (2020). Simple one-step production of durable hydrophobic cotton fabric by covalent binding of polyhedral oligomeric silsesquioxane for ultrafast separation of oil and water. *Journal of Chemical Engineering*, 379, 122391
2. Yang, Jin1, Song, Haojie1, Yan, Xuehua1, Tang, Hua1, Li, Changsheng1. Superhydrophilic and superoleophobic chitosan-based nanocomposite coatings for oil/water separation // *Institute for Advanced Materials, School of Materials Science and Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013 People's Republic of China. Jun2014, Vol. 21 Issue 3, p1851-1857. 7p.*
3. Anjum, Aima Sameen; Ali, Mumtaz; Sun, Kyung Chul; Riaz, Rabia; Jeong, Sung Hoon. /Self-assembled nanomanipulation of silica nanoparticles enable mechanochemically robust super hydrophobic and oleophilic textile. // *Journal of Colloid and Interface Science*. - Department of Organic and Nano Engineering, Hanyang University, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul, 04763, South Korea. -15 March 2020. – p. 62 – 73.
4. Zhang, Jiayan; Lei, Xin; Yu, Xinping; Fang, Ruochen. Self-cleaning and friction-resistant superhydrophobic and oleophilic cotton for separation of stable emulsified oil. // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. -School of Chemistry, Beihang University, Beijing, 100191, China, Research Institute for Frontier Science, Beihang University, Beijing, 100191, China. -20 November 2023. -Том 677.
5. Bairagi, Anup Kumar; Mohapatra, Soumya Sanjeeb. The Development of Superhydrophobic PVA Sponge, Using HDTMS and HMDS, for the Separation of an Oil–Water Mixture with a Very High Separation Efficiency. // *Journal Water, Air, and Soil Pollution*. Department of Chemical Engineering, NIT Rourkela, Rourkela, 769008, India. - May 2023. -Том 234, Выпуск 5. -Номер статьи 298
6. Singh, Arun K. Oil/Water Separation Using Waste-Derived Functional Materials with Special Wetting Behavior. // *Resources*. Department of Chemistry, M. M. Engineering College, Maharishi Markandeshwar (Deemed to be University), Mullana, Haryana, Ambala, 133207, India. -October 2022. -Том 11, Выпуск 10. -Номер статьи 83.
7. Liang, Liping, Dong, Yanyan, Xu, Wang, Meng, Xu. Fabrication of hydrophobic/oleophilic cotton fabric based on thiol–ene click reaction for oil/water separation. // *Journal of the Textile Institute*. - Sep2022.- Vol. 113 Issue 9, p1838-1844
8. Ghorbani L., Khatibi A., Shokri B. Hydrophobic and oleophilic cotton fabrics for efficient oil-water separation through low-pressure plasma polymerization. // *Iranian Journal of Physics Research*. Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Faculty of Physics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. -2020. -Том 19, Выпуск 4, p683 – 690
9. Ma, Qinglang, Cheng, Hongfei, Fane, Anthony G., Wang, Rong, Zhang, Hua. Recent Development of Advanced Materials with Special Wettability for Selective Oil/Water Separation. // *Center for Programmable Materials, School of Materials Science and Engineering, Nanyang Technological University, 50 Nanyang Avenue, Singapore, 639798, Singapore. – Small*. - 27 April 2016. - Том 12, Выпуск 16, p 2186 – 2202
10. Sathianarayanan, M. P., Hemani, Karishma. Development of Bio-degradable Cotton Waste Based Super Oleophilic and Super Hydrophobic Sorbent for Oil Spill Clean-up. // *BTRA Scan*. - Oct2022, Vol. 51 Issue 4, p1-8. 8p.
11. Sun, Yue, Bai, Jiaojiao, Wang, Zhe, Li, Huabin, Dong, Hua1. A hydrophobic/oleophilic silica-cellulose composite aerogel for oil–water separation. // *Journal of Applied Polymer Science*. -10/5/2023, Vol. 140 Issue 37, p1-10. 10p.
12. Цыбульская О.Н., Ксеник Т.В., Юдаков А.А., Кисель А.А., Павлов В.Ф. Экспериментальное получение олеофильных материалов на основе отходов рудного сырья. // *Вестник ДВО РАН*. 2020. № 6. – С. – 99 – 108.
13. Баданова А.К., Кричевский Г.Е., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Баданов К.И. Разработка и исследование нового способа гидрофобной отделки целлюлозных текстильных материалов. // *Вестник Алматинского технологического университета*. (2014). – С. 23 – 30.
14. Павлычева Е.А. Разработка защитного полимерного покрытия с высокими гидрофобными и адгезионными свойствами. // *Инженерный Вестник Дона №5 (2020)*. – С. 1 – 12.
15. Калдыбаева Г.Ю., Набиева И.А., Елдияр Г.К., Нуркулов Ф.Н. Изучение влияния природы гидрофо-бизирующих композиций на

водоотталкивающую способность ткани. // Известия высших учебных заведений № 3 (399), Технология текстильной промышленности (2022). – С. 157 – 164.

REFERENCES

1. Deng Yu., Han D., Deng Yu.-Yu., Zhang K., Chen F. and Fu K. (2020). Simple one-step production of durable hydrophobic cotton fabric by covalent binding of polyhedral oligomeric silsesquioxane for ultrafast separation of oil and water. *Journal of Chemical Engineering*, 379, 122391
2. Yang, Jin1, Song, Haojie1, Yan, Xuehua1, Tang, Hua1, Li, Changsheng1. Superhydrophilic and superoleophobic chitosan-based nanocomposite coatings for oil/water separation //Institute for Advanced Materials, School of Materials Science and Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013 People's Republic of China. Jun2014, Vol. 21 Issue 3, p1851-1857. 7p.
3. Anjum, Aima Sameen; Ali, Mumtaz; Sun, Kyung Chul; Riaz, Rabia; Jeong, Sung Hoon. /Self-assembled nanomanipulation of silica nanoparticles enable mechanochemically robust super hydrophobic and oleophilic textile. //Journal of Colloid and Interface Science. - Department of Organic and Nano Engineering, Hanyang University, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul, 04763, South Korea. -15 March 2020. – p. 62 – 73.
4. Zhang, Jiayan; Lei, Xin; Yu, Xinping; Fang, Ruochen. Self-cleaning and friction-resistant superhydrophobic and oleophilic cotton for separation of stable emulsified oil. //Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. -School of Chemistry, Beihang University, Beijing, 100191, China, Research Institute for Frontier Science, Beihang University, Beijing, 100191, China. -20 November 2023. -Volume 677.
5. Bairagi, Anup Kumar; Mohapatra, Soumya Sanjeeb. The Development of Superhydrophobic PVA Sponge, Using HDTMS and HMDS, for the Separation of an Oil–Water Mixture with a Very High Separation Efficiency. // *Journal Water, Air, and Soil Pollution*. Department of Chemical Engineering, NIT Rourkela, Rourkela, 769008, India. - May 2023. -Volume 234, Issue 5. -Article number 298
6. Singh, Arun K. Oil/Water Separation Using Waste-Derived Functional Materials with Special Wetting Behavior. //Resources. Department of Chemistry, M. M. Engineering College, Maharishi Markandeshwar (Deemed to be University), Mullana, Haryana, Ambala, 133207, India. -October 2022. - Volume 11, Issue 10. -Article number 83.
7. Liang, Liping, Dong, Yanyan, Xu, Wang, Meng, Xu. Fabrication of hydrophobic/oleophilic cotton fabric based on thiol–ene click reaction for oil/water separation. // *Journal of the Textile Institute*. - Sep2022.- Vol. 113 Issue 9, p1838-1844
8. Ghorbani L., Khatibi A., Shokri B. Hydrophobic and oleophilic cotton fabrics for efficient oil-water separation through low-pressure plasma polymerization. // *Iranian Journal of Physics Research*. Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Faculty of Physics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. -2020. - Volume 19, Issue 4, p683 – 690
9. Ma, Qinglang, Cheng, Hongfei, Fane, Anthony G., Wang, Rong, Zhang, Hua. Recent Development of Advanced Materials with Special Wettability for Selective Oil/Water Separation. // *Center for Programmable Materials, School of Materials Science and Engineering, Nanyang Technological University, 50 Nanyang Avenue, Singapore, 639798, Singapore*. – Small. - 27 April 2016. - Volume 12, Issue 16, p 2186 – 2202
10. Sathianarayanan, M. P., Hemani, Karishma. Development of Bio-degradable Cotton Waste Based Super Oleophilic and Super Hydrophobic Sorbent for Oil Spill Clean-up. // *BTRA Scan*. - Oct2022, Vol. 51 Issue 4, p1-8. 8p.
11. Sun, Yue, Bai, Jiaojiao, Wang, Zhe, Li, Huabin, Dong, Hua1. A hydrophobic/oleophilic silica-cellulose composite aerogel for oil–water separation. // *Journal of Applied Polymer Science*. -10/5/2023, Vol. 140 Issue 37, p1-10. 10p.
12. O.N. Cybulskaya, T.V. Ksenik, A.A. Yudakov, A.A. Kisel, V.F. Pavlov. Eksperimentalnoe poluchenie oleofilnykh materialov na osnove otchodov rudnogo syr'ya [Experimental production of oleophilic materials based on ore waste]. *Vestnik DVO RAN*. 2020. № 6. – pp. – 99 – 108 - (In Russian)
13. Badanova A.K., Krichevskij G.E., Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh., Badanov K.I. Razrabotka i issledovanie novogo sposoba gidrofobnoj otdelki celluloznykh tekstilnykh materialov [Development and research of a new method of hydrophobic finishing of cellulose textile materials]. *Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta*. (2014). – pp. 23 – 30 - (In Russian)
14. E.A. Pavlycheva. Razrabotka zashitnogo polimernogo pokrytiya s vysokimi gidrofobnymi i adgezionnymi svojstvami [Development of a protective polymer coating with high hydrophobic and adhesive properties]. // *Inzhenernyj Vestnik Dona №5* (2020). – pp. 1 – 12 - (In Russian)
15. G.Yu. Kaldybaeva, I.A. Nabieva, G.K. Eldiyar, F.N. Nurkulov. Izuchenie vliyaniya prirody gidrofob-iziruyushih kompozitsij na vodoottalkivayushuyu sposobnost tkani [Study of the effect of the nature of hydrophobic compositions on the water repellency of the fabric]. // *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij № 3* (399), *Tehnologiya Tekstilnoj Promyshlennosti* (2022). – pp. 157 – 164 - (In Russian)

ТАБИҒИ БОЯҒЫШТАРДЫҢ БЫЛҒАРЫНЫҢ БЕРІКТІЛІК ШАМАСЫНА ӘСЕРІ

¹Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА*  , ²Е.Е. БАЙРАМОГЛУ  , ¹Р.Т. КАЛДЫБАЕВ 

(¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті ,
160012 Шымкент қ., Тәуке хан даңғ., 5

²Университет Эге, Түркия, 35100, Измир, Борнова)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: era05.05@mail.ru*

Ғылыми зерттеу жұмысы табиғи экстрактілермен боялған былғарылардың кейбір физикалық-механикалық және механикалық қасиеттеріне байланысты өзгерістерді анықтау үшін орындалды. Жұмыстың мақсаты – мейлінше экологиялық таза былғарыны алу үшін, былғары өндірісінің әрлеу жұмысында табиғи бояғыштарды қолдану арқылы, былғарыны бояу және шикізаттың физикалық және механикалық қасиеттерінің көрсеткіштерін жоғарылату. Былғары өндірісінде өсімдіктерді илегіш ретінде қолданады, ал бұл жұмыста өсімдіктерді әрлеу барысында бояу ретінде қолдана отырып, олардың әрлеу жұмысының нәтижесінен кейінгі былғары қасиеттеріне әсері зерттелді. Зерттеу үшін «Turan-Skin» былғары өндірісінде ірі қара терісінен хромдық илеумен дайындалған былғарыны қолданды. Былғарыны әрлеу жұмысында бояғыш химиялық пигмент орнына табиғи бояу экстрактілері алынды. Табиғи бояу экстрактілері ретінде жаңғақ қабығы, пияз қабығы, емен қабығы қолданылды. Былғарының жыртылу қасиетінің көрсеткіштері зерттеліп, талдау жүргізілді. Ал бақылау үлгілері ретінде үш түрлі үлгі алынды: стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі, химиялық пигмент орнына су қолданып дайындалған үлгі және әрлеуден өтпеген былғары үлгісі. Талдау нәтижелері бойынша табиғи экстрактіден бояулар рең беру қасиетімен қатар, былғарының беріктілік қасиетін де арттыратыны белгілі болды. Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, былғары өндірісінде табиғи бояғыштарды былғарының әрлеу жұмыстарында қолдану ұсынылады.

Негізгі сөздер: былғары, табиғи бояғыштар, жаңғақ қабығы, пияз қабығы, емен қабығы, жыртылу беріктігі, әрлеу жұмысы.

ВЛИЯНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА ВЕЛИЧИНУ ПРОЧНОСТИ КОЖИ

¹Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА*, ²Е.Е. БАЙРАМОГЛУ, ¹Р.Т. КАЛДЫБАЕВ

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

²Университет Эге, Турция, 35100, Измир, Борнова)

Электронная почта автора-корреспондента: era05.05@mail.ru*

Научное исследование было проведено для выявления изменений, связанных с некоторыми физико-механическими свойствами кожи, окрашенными натуральными экстрактами. Цель работы - получение максимально экологически чистой кожи, с применением натуральных красителей в отделочных работах кожевенного производства, окрашивание кожи и улучшение физико-механических свойств сырья. В кожевенном производстве растения используют в качестве дубильных веществ. В данной работе изучено влияние растений на свойства кожевенных материалов, использованных в процессе отделки кожи как красителя вместо химического пигмента. Были изучены и проанализированы показатели разрывной нагрузки кожи. Для исследования использовалась кожа, изготовленная хромовым дублением из кожи крупного рогатого скота в кожевенном производстве «Turan-Skin». При отделке кожи вместо красящего химического пигмента были использованы экстракты натуральных красителей. В качестве экстрактов натуральных красителей использовались скорлупа ореха, луковая шелуха, кора дуба. В качестве контрольных образцов были взяты три разных образца: образец, приготовленный с использованием стандартного химического пигмента; образец, приготовленный с использованием воды вместо химического пигмента; и образец кожи, не прошедший отделку. По результатам анализа выяснилось, что краски из натурального экстракта обладают не только красящими свойствами, но и повышают

прочность кожи. Исходя из результатов исследований, в кожевенном производстве рекомендуется использовать натуральные красители в отделке кожи.

Ключевые слова: кожа, натуральные красители, луковая шелуха, скорлупа ореха, кора дуба, прочность на разрыв, отделочная работа.

THE EFFECT OF NATURAL DYES ON THE STRENGTH OF THE LEATHER

¹R.SH. MIRZAMURATOVA *, ²E.E. BAYRAMOGLU , ¹R.T. KALDYBAEV

(¹South Kazakhstan University named after M.Auezov,
Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke khan ave., 5

²Ege University, Turkey, 35100, Izmir, Bornova)

Corresponding-author e-mail: era05.05@mail.ru*

A scientific study was conducted to identify changes associated with certain physical and mechanical properties of the leather stained with natural extracts. The purpose of the work is to obtain the most environmentally friendly leather, using natural dyes in the finishing works of the leather industry, coloring the leather and improving the physical and mechanical properties of raw materials. In the leather industry, plants are commonly utilized as sources of tannins. This study explores the application of plant-based materials during the finishing process and examines their impact on the physical and mechanical properties of leather, particularly during the coloring process. The tearing load of the leather was measured and analyzed. For this study, chrome-tanned cattle leather produced by "Turan-Skin" was used. During the leather finishing process, natural dye extracts were employed as alternatives to chemical pigments. The natural dye extracts included walnut shells, onion peels, and oak bark. Three control samples were prepared for comparison: one using a standard chemical pigment, one using water instead of a chemical pigment, and an unfinished leather sample. The analysis revealed that natural extract-based dyes not only provide coloring properties but also enhance the physical and mechanical characteristics of leather. Based on these findings, the use of natural dyes is recommended for leather finishing processes in the leather industry.

Keywords: leather, natural dyes, walnut shells, onion peels, oak bark, tensile strength, finishing process.

Kipicne

Қазіргі таңда Қазақстанда былғары өндірісін дамыту – өзекті мәселелердің бірі. Қазақстанда мал шаруашылығы жақсы дамығандықтан, ет өнімінен кейінгі қалдық теріні өңдеу, біріншіден – қоршаған ортаның экологиялық ахуалының жақсаруына септігін тигізсе, екіншіден - былғарыны өңдеу еліміздің экономикалық жағдайын жақсартуға ықпал етеді.

Былғары өндірісінің тиімділігі неғұрлым жоғары, рентабельдік деңгейі жоғары болған сайын дайын өнім мен шикізат массасы соғұрлым көп болады [1].

Тұрақтылық тұжырымдамасы өндірістің қазіргі ахуалын түсінуде өте маңызды ұғым ретінде танылуда. Мұның басты себебі – болашақ ұрпақтың қажеттіліктерін бұзбай, қазіргі ұрпақтың қажеттіліктерін қанағаттандыру. Өнеркәсіптік өндіріс нәтижесінде табиғи су ресурстарының ластануы, жаһандық жылыну, топырақ пен ауаның ластануы сияқты мәселелер өнеркәсіптік кәсіпорындарға елеулі экологиялық қысым жасайды. Екінші жағынан, қайта өңдеу бизнесті тұрақты жүргізу үшін де өте маңызды. Қазіргі таңда мал

шаруашылығында мал өнімдерін азық ретінде пайдаланғаннан кейінгі мал терісін әртүрлі керек-жарақтарды жасау арқылы қалдықтарды жоғары құнды өнімдерге айналдыру мақсатында химикаттарды мейлінше аз пайдаланып, табиғи өңдеу заттарын қолдану қажеттілігі туындап отыр.

Берілген жұмыстың мақсаты – қоршаған ортаны қорғау мақсатында, пияз қабығы, жаңғақ қабығы, емен қабығынан дайындалған табиғи бояғыштардың былғары өндірісіндегі қолдану аясын кеңейту, табиғи бояғыштарды қолдана отырып, былғарының физикалық және механикалық қасиеттерін арттыру.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бұл жұмыста Шымкент қаласы, «Turan-Skin» былғары өндірісінде ірі қара терісінен хромдық илеумен дайындалған былғарыны әрлеу жұмысынан кейін физикалық және механикалық қасиеттеріне талдау жасалады.

Былғарыны әрлеу жұмыстарында пияз қабығы, жаңғақ қабығы, емен қабығынан дайындалған табиғи экстрактілер қолданылды. Әрлеу жұмыстарында табиғи экстрактілермен қатар бекіткіштер, қабықтүзушілер және лак

қолданылды [2]. Әрлеуден өткен былғарының кейбір физикалық және механикалық қасиеттеріне табиғи экстрактінің әсерін анықтау үшін сынақ жұмыстары жүргізілді.

Былғарының жыртылу қасиеті, былғары бетінің шытынау көрсеткіштері, шытынаудан кейінгі жыртылу қасиетінің көрсеткіштері анықталып, талдау жүргізіледі. Табиғи бояу экстракттері ретінде жаңғақ қабығы, пияз қабығы, емен қабығы қолданылды. Қоршаған ортаны қалдықтардан қорғау мақсатында бояу ретінде тек қана өсімдік қалдықтары қолданылды. Бояу жұмыстарының нәтижесінде, қолданылған өсімдік түріне байланысты, былғары ашық сары түстен ашық қоңыр түске дейін боялды. Бұл жұмыстар былғарының соңғы әрлеу кезеңінде орындалды. Ал бақылау үлгілері ретінде үш түрлі үлгі алынды: стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі, химиялық пигмент орнына су қолданып дайындалған үлгі және әрлеуден өтпеген былғары үлгісі. Былғарыларды зерттеуге дайындау үшін ИСО 2419 стандартында көрсетілгендей (бөлме температурасы 20 °C және 65 % салыстырмалы ылғалдық немесе 23°C және 50 % салыстырмалы ылғалдық) кондиционды дәрежеге келтіру мақсатында бөлмеде қалдырылады. Былғарының әр үлгісінен ИСО 2418:2002 стандартына сай жонарқа жотасына параллельді 3 дана, перпендикуляр жонарқа жотасына 3 дана кесіп алады. Сынаманы 3 әртүрлі мерзімде дайындалған тері үлгілеріне жүргізілді.

Әдебиеттік шолу

Теріні өңдеу, Усенбеков жұмысында атап көрсеткендей, бұл-ауқымды жұмыстардың бірі, теріні өңдеумен қатар, былғары мен былғарыдан жасалған бұйымдардың қалдықтарын да қажеттілікке жаратуға болады [3].

Былғары өндірісінде табиғи шикізаттар мен өсімдіктердің қолдану аясы кең [4-5]. Мандарин қабығының [6] қалдықтарынан алынған сығынды былғарының тозуын тежеуге немесе баяулатуға әсерін тигізеді. Өйткені, мандарин қабығының үлгілері 517 НМ толқын ұзындығында спектрофото-метрмен оқытылғанда, мандарин сығынды-сының антиоксиданттық белсенділігі 65 мкм ТЕ/г ретінде анықталып, мандарин қабығының қалдық сығындысын қолдану былғары түсінің қанықтығын арттыратыны белгілі болды.

Былғары өңдеу барысында орындалатын операциялардың бірі – бояу. Заманауи былғары өндірісінде түсі анық және құрамы алуан түрлі химиялық қоспалардан тұратын синтетикалық бояу заттары қолданылуда. Былғары өндірісінде қолданылған химиялық материал-дар қоршаған ортаның ластануына көп әсерін тигізеді [7]. Химиялық бояғыштар қосылған қалдық сулардың зиянды құрамы табиғи бояғыштарды қолдану аясын кеңейтуді ұсынады [8]. Табиғи өсімдіктерді былғары өндірісінде қолдану жолдары үнемі зерттеліп келе жатыр және әлі де зерттеуді талап етеді [9-12].

Өсімдіктерден алынған табиғи құрамында бояу қызметіне ие флаваноидтар бар органикалық қосылыстар. Жалпы өсімдіктен алынған бояғыштар құрамы өте күрделі. Бұл табиғи бояғыштар маңызды болғанымен жасанды, химиялық бояғыштар пайда болған-нан кейін қолдану аясы азайды. Бұл бояғыш өсімдіктердің тек қана бояу қасиеті ғана емес, сонымен қатар антиоксиданттық, дәрі-дәр-мектік қасиеттері де болады. Табиғи бояғыштардың қатарында пияздың қабығы да бар [13].

Ғалымдардың зерттеулерінде табиғи бояғыштармен табиғи былғарыны бояу мүмкіншіліктері атап көрсетілген [14].

Былғары өндірісінде табиғи шикізаттарды қолдану аясын кеңейту, қолданылған шикізаттардың былғарының қасиетіне әсерін зерттеу маңызды.

Терінің пайдалану қасиеттері, Тогузбаев [15] зерттеуінде көрсетілгендей, химиялық, физикалық және спецификалық қасиеттер көрсеткіштерінің жиынтығы ретінде анықталады, сонымен қатар былғары және одан дайындалатын бұйымдар сапасына сұраныстың артуын ескере отырып, былғарының қасиеттерін кешенді зерттеу жүргізуді талап етеді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Былғарыда табиғи экстрактіден бояуларды қолданғаннан кейін табиғи экстрактілермен боялған былғарылардың стандартты боялған былғарымен салыстырғанда кейбір физикалық және механикалық қасиеттеріне байланысты өзгерістері анықталды.

Сынама ретінде алынған үлгілердің қалыңдығы «ИСО 2589-2013. Физикалық және механикалық сынақтар. Қалыңдықты анықтау әдісі» стандартына сәйкес өлшенді.

Былғары қалыңдығының шамасы 1-кестеде көрсетілді.

Кесте 1. Былғары қалыңдығының шамасы

№	Үлгі атауы	Бірінші үлгі қалыңдығының орташа шамасы, мм	Екінші үлгі қалыңдығының орташа шамасы, мм	Үшінші үлгі қалыңдығының орташа шамасы, мм
1	Әрлеуден өтпеген былғары үлгісі (тігінен)	1,73	1,72	1,84
2	Әрлеуден өтпеген былғары үлгісі (көлденеңінен)	1,72	1,78	1,74
3	Су қолданып дайындалған үлгі (тігінен)	1,78	1,81	1,68
4	Су қолданып дайындалған үлгі (көлденеңінен)	1,84	1,82	1,68
5	Стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі (тігінен)	1,75	1,76	1,71
6	Стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі (көлденеңінен)	1,77	1,74	1,6
7	Емен қабығымен боялған үлгі (тігінен)	1,78	1,75	1,79
8	Емен қабығымен боялған үлгі (көлденеңінен)	1,78	1,76	1,84
9	Жаңғақ қабығымен боялған үлгі (тігінен)	1,67	1,66	1,69
10	Жаңғақ қабығымен боялған үлгі (көлденеңінен)	1,66	1,68	1,69
11	Пияз қабығымен боялған үлгі (тігінен)	1,67	1,64	1,65
12	Пияз қабығымен боялған үлгі (көлденеңінен)	1,66	1,67	1,67

МемСТ 939-2021 - «Аяқ киімге арналған терілер» стандартында көрсетілгендей былғары материалдарының физикалық және механикалық қасиеттерін, яғни беріктігін анықтау үшін үлгі қалыңдығын белгілі бір аралықта таңдайды: 0,9-1,4 мм аралығы, 1,41-1,6 мм аралығы және 1,6 мм -ден жоғары. Осы мақсатта, 1-кестеде көрсетілгендей таңдалған барлық үлгілердің қалыңдығын өлшейді. Үлгілердің қалыңдығы 1,6 мм-ден жоғары 1,6 -1,84 мм аралығында болды.

Жыртылуға сынақ жұмыстары Lastometer STD 104 машинасында ИСО3377-2-2014 стандартына сай орындалды.

Өлшеніп алынған былғары үлгілерінің мәліметтері компьютер бағдарламасына енгізілді,

және былғарының жыртылу шамасы машинада анықталады.

Сынақты жүргізу үшін дөңгелек етіп кесілген үлгінің оң жағын бетіне қаратып құрылғыға орналастырып, шарикті күшпен итереді. Нәтижесінде шытынау және шытынаудан кейінгі жыртылу көрсеткіші жазып алынады.

Бақылау үлгілері ретінде алынған үш түрлі былғары, әрлеуден өтпеген былғары үлгісі, стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі, су қолданып дайындалған былғары үлгілерінің жыртылу көрсеткіштерінің шамасы 2-кестеде көрсетілді.

Кесте 2. Бақылау ретінде алынған былғары үлгілерінің жыртылу көрсеткіштерінің шамасы

Былғары үлгілерінің атауы	Былғарының жыртылу көрсеткіштерінің шамасы, Н					
	T ₁	T ₂	T ₃	K ₁	K ₂	K ₃
Әрлеуден өтпеген былғары үлгісі	97,6	94,9	98,6	93,1	95,5	94,8
Су қолданып дайындалған үлгі	98,5	97,2	95,8	97,8	95,7	99,5
Стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі	105,5	107,8	102,1	102,3	100,2	104,4

Былғарыда табиғи экстрактіден бояу-ларды қолданғаннан кейін табиғи экстракті-лермен боялған былғарылардың, емен қабығы-мен боялған үлгі, жаңғақ қабығымен боялған үлгі, пияз

қабығымен боялған үлгілердің жыртылу көрсеткіштерінің шамасы 3-кестеде көрсетілді.

Кесте 3. Табиғи экстрактімен боялған былғарылардың жыртылу көрсеткіштерінің шамасы

Былғары үлгілерінің атауы	Былғарының жыртылу көрсеткіштерінің шамасы, Н					
	T ₁	T ₂	T ₃	K ₁	K ₂	K ₃
Емен қабығымен боялған үлгі	110,9	108,8	112,9	111,5	111,4	109,1
Жаңғақ қабығымен боялған үлгі	114,2	115,3	108,2	113,2	116,2	108,1
Пияз қабығымен боялған үлгі	110,6	108,1	108,5	114,1	101,1	108,5

Зерттеу нәтижелерін статистикалық талдау үшін NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2022 (NCSS LLC, АҚШ) статистикалық бағдарламалық жүйесі қолданылды. Аталған

бағдарламалық жүйе көмегімен жүргізілген статистикалық талдаудан кейінгі нәтижелері 4-кестеде көрсетілді.

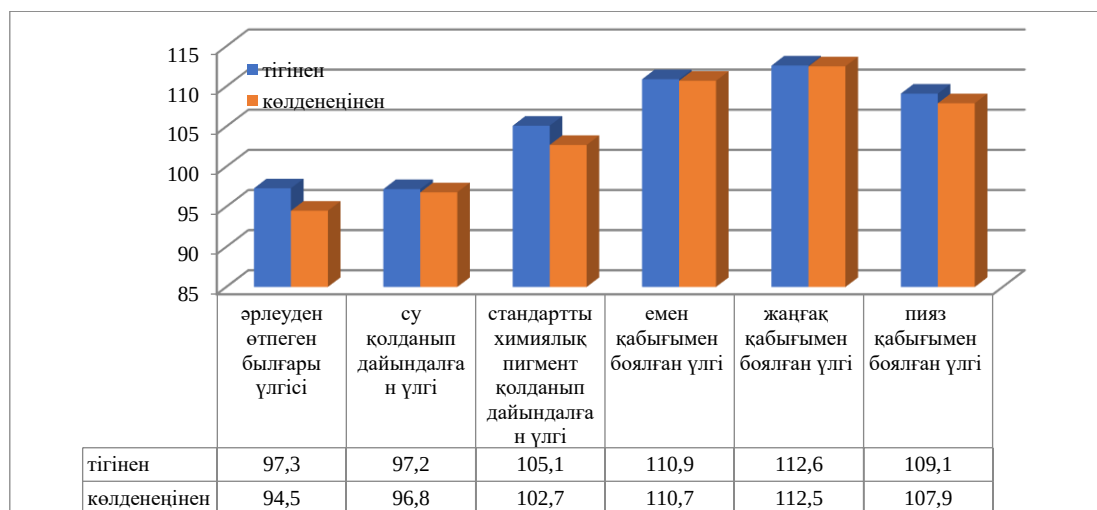
Кесте 4. Үлгілердің жыртылу көрсеткіштерінің статистикалық талдаудан кейінгі шамасы

		Былғарының жыртылу көрсеткіштерінің шамасы, Н			Тест Шамасы	Р
		n	Median	Ort+SD		
			(min-max)			
Топ	Бақылау	18	99,5(96,9/100,4)	98,9±0,5	38.12	*0.001**
	1. Әрлеуден өтпеген былғары үлгісі (тігінен)	3	98,6(94,9/98,6)	97,3±0,4		
	2.Әрлеуден өтпеген былғары үлгісі (көлденеңінен)	3	94,8(93,1/95,5)	94,5±0,4		
	3.Су қолданып дайындалған үлгі (тігінен)	3	97,2(95,8/98,5)	97,2±0,7		
	4. Су қолданып дайындалған үлгі (көлденеңінен)	3	97,4(95,7/97,4)	96,8±0,6		
	5. Стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі(тігінен)	3	105,5(102,1/107,8)	105,1±0,5		
	6. Стандартты химиялық пигмент қолданып дайындалған үлгі (көлденеңінен)	3	103,6(100,2/104,4)	102,7±0,57		
	Эксперименттік	18	111,1(107,2/113,4)	110,6±0,4		
Табиғи экстракт	7. Емен қабығымен боялған үлгі (тігінен)	3	110,9(108,8/112,9)	110,9± 0,5	46,18	b0.001** Post Hoc; 1-8p:0.001 1-10p:0.001 1-12 p:0.001
	8. Емен қабығымен боялған үлгі (көлденеңінен)	3	111,4(109,1/111,5)	110,7± 0,4		
	9. Жаңғақ қабығымен боялған үлгі (тігінен)	3	114,2(108,2/115,3)	112,6± 0,3		
	10. Жаңғақ қабығымен боялған үлгі (көлденеңінен)	3	113,2(108,1/116,2)	112,5± 0,4		
	11. Пияз қабығымен боялған үлгі (тігінен)	3	108,5(108,1/110,6)	109,1± 0,4		
	12. Пияз қабығымен боялған үлгі (көлденеңінен)	3	108,5(101,1/114,1)	107,9± 0,5		
	aStudent t-testbOnewayAnovatest&posthocBonferroni test**p<0.01					

Статистикалық талдау нәтижелері көрсеткендей бақылау тобының орташа шамасы 98,9 Н, ал эксперименттік топтағы былғарының жыртылу көрсеткіштерінің шамасы 110,6 Н болды. Бақылау тобының арасында төмен көрсеткіш көрсеткен - әрлеуден өтпеген

былғары үлгісі (көлденеңінен) 94,5 Н шамасында болды. Эксперименттік былғарының жыртылу көрсеткіштерінің шамасы 108,5 Н пен 114,2 Н арасында болды.

1-суретте былғарының жыртылу шамасы көрсетілген.



Сурет 1. Былғарының жыртылу көрсеткіштерінің шамасы, Н

Суретте көрсетілгендей, зерттеу нәтижелеріне сүйенсек, жаңғақ қабығымен боялған үлгінің жыртылу күші артық, мықтылығы жағынан басым болғаны байқалды. Табиғи өсімдік бояғыштармен боялған үш үлгі де мықтылығы жағынан жақсы көрсеткіш көрсетті, үш үлгінің де жыртылу шамасының көрсеткіштері жоғары, жақсы көрсеткіш бойынша бірінші кезекте - жаңғақ қабығымен боялған үлгі, 112,6Н және 112,5Н; екінші кезекте – емен қабығымен боялған үлгі, 110,9 Н және 110,7 Н; үшінші кезекте - пияз қабығымен боялған үлгі, 109,1 Н және 107,9 Н. Былғарының жыртылу көрсеткіші бойынша төмен болған үлгі – әрлеуден өтпеген былғары үлгісі. Бұл үлгілердің көрсеткіштері 97,3Н және 94,5Н болды.

Қорытынды

Былғарыда табиғи экстрактіден бояуларды қолданғаннан кейін эксперименттік топтағы табиғи экстрактілермен боялған былғарылардың бақылау тобындағы былғары үлгілерімен салыстырғанда, кейбір физикалық және механикалық қасиетіне байланысты өзгерістерін анықтауға бағытталған зерттеулер нәтижесі бойынша, табиғи экстрактілердің былғарының беріктілік қасиетін арттырғаны байқалды. Былғары киім, аяқ киім, тері – галантереялық және т.б. бұйымдарда қолданылатын болғандықтан беріктілік көрсеткіш, былғары материалы үшін – маңызды параметрлердің бірі. Зерттеу нәтижелеріне сүйенсек, эксперименттік топтағы былғары үлгілерінің жыртылу шамасының көрсеткіштері жоғары болды, соның ішінде жаңғақ қабығымен боялған үлгінің жыртылу күші артық, мықтылығы жағынан басым болғаны байқалды.

Талдау нәтижелері бойынша табиғи экстрактіден бояулар рең беру қасиетімен қатар, былғарының беріктілік қасиетін де арттыратыны белгілі болды. Сондықтан, экологиялық тұрғыдан тиімді табиғи экстрактілерді былғары өндірісінде қолдану ұсынылады.

Ризашылық, мүдделер қақтығысы

Авторлар зерттеу жұмысына қажетті былғары мен қосымша материалдарды қамтамасыз еткені үшін, зерттеу жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік бергені үшін «Turan-Skin» былғары өндірісіне ризашылығын білдіреді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Erkan, G., Şengül, K., Kaya, S. «Denim kumaşlarını Rubia Tinctorum L. (Kökboya) ile boyanması üzerine bir araştırma» Tekstil ve Mühendis 17, 80, (2010): 1-10.
2. Bayramoğlu, E.E., Kadioğlu, E. "Deri Finisajında Kullanılan Çapraz Bağlayıcılar" Standart, (2012): 110-112.
3. Usenbekov, J., Seitov, B.Kh., Nurbay, S.K., Abenova, I.R. «Recycling of leather and shoe waste». THE JOURNAL OF ALMATY TECH-NOLOGICAL UNIVERSITY. № 3(128). (2020): 48-52.
4. Bayramoğlu, E.E., Dericinin Kraliçesi 'Meşe', Tabiat ve İnsan 46, (2012): 27-30.
5. Khiari, Z., and Makris, D.P.. «Stability and transformation of major flavonols in onion (Allium cepa) solid wastes». J. Food Sci. Technol., 49, (2012): 489-494.
6. Kim, M.J., Kim, C.Y., Park, I. «Prevention of enzymatic browning of pear by onion extract». Food Chem 89, (2005): 181-184
7. Ju, Z.Y., Howard, L.R. «Effects of solvent and temperature on pressurized liquid extraction of anthocyanins and total phenolics from dried red grape skin» J. Agric. Food Chem, 51(18), (2003): 5207-5213.
8. Kızıl, S., Kayabaşı, N. «Muhabbet çiçeğinin (Reseda lutea L.) boyama özelliklerinin belirlenmesi

üzerine

birçalışma»AkdenizÜniversitesiZiraatFakültesiDergisi 18(2), (2005):195-200.

9. Bayramoglu, E.E., «Hidden treasure of the nature: PAs. The effects of grape seeds on free formaldehyde of leather».Industrial Crops and Products 41, (2013): 53-56.

10. Lee, S.C., Shin, E.C., Kim, W.J., Park, S.M.«Dyeing process for improving properties of black color using natural dyes and mordant».Journal of the American Leather Chemists Association, 107(2), (2012):33-39.

11. Musa, A.E., Madhan, B., Madhulatha, W., Rao, J.R.,Gasmelseed, G.A., Sadulla, S.«Coloring of leather using henna-Natural alternative material for dyeing».Journal of the American Leather Chemists Association, 104(5),(2009):183-190.

12. Doğan Y., Başlar, S., Mert H.H., Ay G. «Plants used as natural dye sources in Turkey». Economic Botany57(4),(2003):442-453

13. Padma, S., Shanker, V., Shanker, R., Wijayapala, S.«Dyeing of cotton, wool and silk with extract of Allium cepa».Pigment and Resin Technology, 38(4),(2009):242-247.

14. Rao, J.R., Prakash, A., Thangaraj, E., Sreeram, K.J., Saravanabhavan, S., Nair, B.U.«Natural dyeing of leathers using natural materials» Journal of the American Leather Chemists Association103(2), (2008):68-75.

15. Toguzbaev, K.U., Abzalbekuly, B., Yusupova, L.K.H., Baidildayeva,A.K.«Improvement of physical-mechanical and operational properties of materials obtained by using a new leather production technology»Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 387(3), (2020): 61–65.

UDK 687.12

MRNTI 18.07.47, 15.31.31

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-192-201>

THE ETHNOFUTURISM OF KAZAKHSTAN'S CLOTHING BRAND “GLOBAL NOMADS” IN THE FASHION DESIGN

¹M.Y. ZHANGUZHINOVA , ²A.M. TALGATBEKOVA ,

³M.M. EZIEVA , ²ZH.S. TURUMKOZHAYEVA 

(¹Temirbek Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts,
Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, Panfilov str., 127

²Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

³Akdeniz University, Turkiye, 07058, Antalya)

Corresponding author e-mail: aumira@mail.ru

The relevance of the study on ethnofuturism in Kazakhstan's fashion design lies in the theoretical and methodological justification for integrating the identity of national cultural values with the sustainable development of the authenticity of the nomadic style. The research aims to analyze the formation of ethnofuturism trends in clothing design using the example of the Kazakhstan brand Global Nomads. The scientific significance of the study is in determining its contribution to the integration of cultural heritage into contemporary fashion and the creation of innovative and competitive products in the global market. The practical significance of the research allows for identifying the effectiveness of the brand in preserving and adapting traditional elements of nomadic culture and symbolism within the context of global fashion trends, as well as its influence on the perception of Kazakh national identity and the cultural heritage of Central Asia. The research methodology encompasses fields of art studies, cultural studies, history, ethnography, fashion, design, clothing technology, sustainable development, and sociology. Key positions and conclusions were established regarding the ethnofuturistic approach to the design of the Global Nomads clothing brand, innovations in interpreting national traditions, the social and cultural significance of clothing, its influence on global fashion, and the economic aspect. The results of the study involve an analysis of the brand's tools that allow for adapting historical and cultural codes to create relevant and commercially successful clothing; opening new horizons in understanding the process of modernization and preservation of cultural heritage through fashion, which aids in creating competitive advantages and strengthening market positions. The value of the conducted research includes the analysis of ethnofuturism trends, with recommendations for utilizing sustainable technologies, fostering cultural dialogue, and enhancing the brand's social responsibility.

Keywords: Kazakhstan clothing brand, fashion design, Global Nomads, national cultural values, identity, ethnofuturism.

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ «GLOBAL NOMADS» КИІМ БРЕНДІНІҢ СӘН ДИЗАЙНЫНДАҒЫ ЭТНОФУТУРИЗМІ

¹М.Е.ЖАНГУЖИНОВА, ²А.М.ТАЛҒАТБЕКОВА, ³М.М.ЕЗИЕВА,
²Ж.С.ТУРУМҚОЖАЕВА

(¹Темирбек Жүргенов атындағы Қазақ Ұлттық Өнер академиясы,
Қазақстан, 050000, Алматы, Панфилов көш., 127

²Алматы технологиялық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Төле би 100

³Акдениз университеті, Түркия, 07058, Анталия)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aumira@mail.ru

Қазақстандық fashion-дизайндағы этнофутуризмді зерттеу тақырыбының өзектілігі көшпенділер стилінің түпнұсқалығын тұрақты дамытумен ұлттық мәдени құндылықтардың бірегейлігі нысанын интеграциялаудың теориялық-әдіснамалық негіздемесі болып табылады. Зерттеудің мақсаты қазақстандық Global Nomads брендінің мысалында киім дизайнындағы этнофутуризм трендтерінің қалыптасуын талдау болып табылады. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы мәдени мұраны заманауи сәнге біріктіруге және әлемдік нарықта инновациялық және бәсекеге қабілетті өнімдерді құруға қосқан үлесін анықтау болып табылады. Зерттеудің практикалық маңыздылығы брендтің көшпелі мәдениет пен символизмнің дәстүрлі элементтерін жаһандық сән үрдістері контекстінде сақтау мен бейімдеудегі тиімділігін, сондай-ақ оның қазақтың ұлттық бірегейлігі мен Орта Азияның мәдени мұрасын қабылдауға әсерін анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу әдістемесі ғылым салаларын қамтиды: өнертану, мәдениеттану, тарих, этнография, сән, дизайн, киім технологиясы, тұрақты даму, әлеуметтану. Зерттеу қорытындылары бар негізгі ережелер анықталды: Global Nomads киім брендінің дизайнына этнофутуристтік көзқарас, ұлттық дәстүрлерді түсіндірудегі инновациялар, киімнің Әлеуметтік және мәдени маңызы, жаһандық сәнге әсері, экономикалық аспект. Зерттеу нәтижелері тарихи және мәдени кодтарды өзекті және коммерциялық тұрғыдан сәтті киім жасау үшін бейімдеуге мүмкіндік беретін бренд құралдарын талдаудан тұрады; сән арқылы мәдени мұраны модернизациялау және сақтау процесін түсінуде жаңа бағыттарды ашу, бұл бәсекелестік артықшылықтар жасауға және нарықтық позицияларды нығайтуға көмектеседі. Зерттеу үшін құндылық тұрақты технологияларды қолдану, мәдени диалогты орнықтыру және брендтің әлеуметтік жауапкершілігі бойынша ұсыныстармен этнофутуризм трендтерін талдау болып табылады.

Негізгі сөздер: қазақстандық киім бренді, киім дизайны, жаһандық көшпенділер, ұлттық мәдени құндылықтар, бірегейлік, этнофутуризм.

ЭТНОФУТУРИЗМ КАЗАХСТАНСКОГО БРЕНДА ОДЕЖДЫ «GLOBAL NOMADS» В FASHION DESIGN

¹М.Е. ЖАНГУЖИНОВА, ²А.М. ТАЛҒАТБЕКОВА, ³М.М. ЕЗИЕВА,
²Ж.С. ТУРУМҚОЖАЕВА

(¹Казахская Национальная Академия Искусств им. Темирбека Жургенова,
Казахстан, 050000, Алматы, ул. Панфилова, 127

²Алматинский Технологический Университет,
Республика Казахстан, 050012, Алматы, ул. Төле би, 100,

³Акдениз университет, Турция, 07058, Анталия)

Электронная почта автора-корреспондента: aumira@mail.ru

Актуальностью темы исследования этнофутуризма в казахстанском fashion-дизайне является теоретико-методологическое обоснование интеграции формы идентичности национальных культурных ценностей с устойчивым развитием аутентичности стиля кочевников. Целью исследования является анализ формирования трендов этнофутуризма в дизайне одежды на примере казахстанского бренда Global Nomads. Научная значимость исследования заключается в определении вклада в интеграцию культурного наследия в современную моду и создании инновационных и конкурентоспособных продуктов на мировом рынке. Практическая значимость исследования позволяет выявить эффективность бренда в сохранении и адаптации традиционных элементов кочевой культуры и символики в контексте глобальных модных тенденций, а также его влияние на восприятие казахской национальной идентичности и культурного

наследия Средней Азии. Методология исследования охватывает области наук: искусствоведение, культурологию, историю, этнографию, моду, дизайн, технологию одежды, устойчивое развитие, социологию. Были определены основные положения с выводами по исследованию: этнофутуристический подход к дизайну бренда одежды Global Nomads, инновации в интерпретации национальных традиций, социальное и культурное значение одежды, влияние на глобальную моду, экономический аспект. Результаты исследования заключаются в анализе инструментов бренда, которые позволяют адаптировать исторические и культурные коды для создания актуальной и коммерчески успешной одежды; открытия новых горизонтов в понимании процесса модернизации и сохранения культурного наследия через моду, что помогает в создании конкурентных преимуществ и укреплении рыночных позиций. Ценность для проведенного исследования представляет анализ трендов этнофутуризма, с рекомендациями по использованию устойчивых технологий, построению культурного диалога и социальной ответственности бренда.

Ключевые слова: казахстанский бренд одежды, fashion design, Global Nomads, национальные культурные ценности, идентичность, этнофутуризм.

Introduction

The growing interest in the unique cultural aspects of Kazakhstan that shape fashion trends, commercial value in fashion design within the context of globalization, and educational and cultural significance justifies choosing this topic. The research problem is preserving the unique cultural identity of the Kazakh clothing brand Global Nomads amidst implementing innovations, adaptation, and social perception in a highly competitive global fashion landscape. The increased interest from domestic and foreign scholars in the fields of clothing and fashion design, cultural studies, cultural anthropology, branding, semantics, ethnography, and interdisciplinary studies in higher art and design education underscores the relevance of this topic. However, there has been no academic study focused on the formation of ethnofuturism in the context of the Kazakh clothing brand Global Nomads within scholarly research. The object of the study is the Kazakh fashion brand Global Nomads. The subject of the research is the cultural-anthropological approach to the formation of the Global Nomads style. The research tasks include: analyzing the concept of ethnofuturism in the context of fashion design for the Kazakh brand Global Nomads and its application in the modern fashion industry; exploring cultural and ethnic elements; analyzing design solutions; studying brand perception; assessing the impact on the fashion industry; and developing recommendations. The scientific novelty of the research lies in the analysis of traditional and modern approaches, the modernization of cultural heritage, the impact on cultural identity, and the influence on fashion trends. The research methods include theoretical and qualitative analyses, ethnographic and cultural-art studies, case studies, and trend analysis. The hypothesis of the research on

ethnofuturism in the Kazakh clothing brand Global Nomads in fashion design posits that the integration of traditional cultural elements with modern design approaches can not only preserve the authenticity of Kazakh cultural identity but also enhance the brand's competitiveness in the global fashion market.

Materials and research methods

In the context of studying the ethnofuturism of the Kazakh clothing brand Global Nomads in fashion design, this article employs theoretical and methodological materials related to the brand's concept and history, based on its values, aesthetic code, clothing assortment, color positioning, retail format, production, and social responsibility. The idea behind the Kazakh fashion brand Global Nomads is built around the brand's role model — “the traveling person,” who is open to the world, progressive, and actively explores new territories and knowledge. The target audience of the brand consists of young families focused on modern trends, conscious consumption, and concerned about the future of their children, and thus their homeland. The main values include quality, freedom, meaningfulness, and beauty, along with a sense of connection to global changes in human civilization, cultural heritage, sustainable development, and tolerance. The primary scientific materials for the brand's research were historical and cultural sources on the ethnography and traditional culture of Kazakhstan, which shape the aesthetic code. The brand's values are based on Kazakh national clothing and the attire of Central Asian nomads, ornamentation, traditional materials, and symbols. The aesthetic code of the brand is rooted in cultural heritage and artifacts that shape the national Kazakh identity in contemporary fashion design. The overview and analytical materials of the Global Nomads collection included design solutions, decorative elements used in

collections related to ethnic symbolism, ornamentation, fabrics, and sewing techniques, reflecting national heritage within a futuristic approach. The research methods included qualitative approaches, such as:

- Content analysis of Global Nomads collections and their reinterpretation in modern fashion;
- Visual analysis of style, color, texture, and form in the brand's clothing design [1];
- Case studies examining brand promotion strategies through the lens of ethnofuturism;
- Ethnographic methods, including interviews and surveys of customers, designers, and marketers, as well as experts in fashion and cultural studies, to gather professional insights on the phenomenon of ethnofuturism in fashion [2,3,4];
- Sociological analysis of globalization and localization trends affecting the perception of Kazakh culture through fashion [5].

The research methodology encompasses fields of art studies (Zhanguzhinova M.Ye., Erbol A., Ashinov R.B., Talgatbekova A.ZH., Abekova A.Zh.), cultural studies (Mühlemann, C., Nikolaos Vryzidis), history (Zhao, F. and Nosch, M.-L., Nosch, M.-L., Zhao, F., Frankopan, P. The World-Wide Web. In Nosch, M.-L., Zhao), ethnography (Kudabayeva A.K., Zhumabaeva A.E.), fashion (Zhao, F. and Nosch, M.-L., Zhanguzhinova M.E., Erbol A., Zhumanazarova A.E., Rysymbetov E.K., Esenalieva D.B.), design (Boughlala, A., & Smelik, A., Portia Wang, Mark R. Miller, Eugy Han, Cyan DeVeaux, Jeremy N. Bailenson, Kang, J. Y. M., & Choi, D., Suhaimi, S. N., Walters, A., & Ward, J., de Wet, A. J. C., & Smal, D.), clothing technology (Kudabayeva A.K., Zhumabaeva A.E., Zhanguzhinova M.Ye., Erbol A., Ashinov R.B., Talgatbekova A.ZH., Abekova A.Zh., Nosch, M.-L., Zhao, F., Frankopan, P., Nosch, M.-L., Zhao, Andersson Strand, E., Mannering, U. and Shamir, O.), sustainable development (Dahunsi, B., Woelfle, H., Gagliardi, N., & Dunne, L. E.) and sociology (Portia Wang, Mark R. Miller, Eugy Han, Cyan DeVeaux, Jeremy N. Bailenson).

In connection with the study of the aforementioned scientific literature and the analysis of trends and issues in the fashion industry, a research question arises: How is clothing design formed in the context of ethnofuturism, using the example of the Kazakh brand "Global Nomads"?

Based on the established hypothesis of the research, it was assumed that the ethnofuturism of

the Kazakh clothing brand "Global Nomads" in fashion design is possible through the integration of traditional cultural elements and modern design approaches. Preserving the authenticity of Kazakh cultural identity in the brand's clothing design stimulates the brand's competitiveness in the global fashion market. The thesis of the research states that the effective use of ethnofuturism will contribute to the positive perception of the brand, its sustainable development, and adaptation to contemporary fashion trends, as well as improving social responsibility and cultural dialogue.

The stages of the research include:

- Theoretical and methodological justification of ethnofuturism as the philosophy of the Global Nomads brand, the interpretation of traditional nomadic motifs in contemporary clothing, futuristic interpretations of clothing, cultural identity through fashion, eco-friendliness, and sustainability, and the social responsibility of the brand.
- The use of qualitative analysis methods based on the results of sociological surveys among key respondent groups (customers, target audience, business partners) allowed for the formulation of conclusions regarding the processes of forming ethnofuturism.
- Based on the results of the conducted research, conclusions were drawn that reflect the main positions of the study and the trends of ethnofuturism in the Kazakh clothing brand Global Nomads in fashion design, along with recommendations.

The literature relevant to this research includes recent articles from the last three years published in peer-reviewed journals in Kazakhstan (KOKSNVO) [1,3,4,6] and abroad (Scopus, WoS) [2,10-15], as well as fundamental works by scholars published in UNESCO publications [7,8] and applied research from the National Museum of China [9]. The bibliography encompasses articles and studies in the following fields: art studies [1,3,4,6], ethnography [2,8,9], pedagogy [3,4], history of costume [5], clothing and textile technology [6-9], design [6], fashion [10], virtual reality, digital technologies, and artificial intelligence [11,12], and creativity [13-15].

Results and discussion

Ethnofuturism of the Kazakh clothing brand Global Nomads in fashion design is a conceptual approach that combines the traditional Kazakh cultural code of nomadism with contemporary and futuristic fashion trends. This direction in fashion reflects the desire to preserve cultural identity by

integrating it into global trends through innovative and modern solutions. The key aspects of ethnofuturism in Global Nomads fashion include:

Ethnofuturism, as the philosophy of the Global Nomads brand, engages with the idea of a future where national and cultural identities do not fade away in the process of globalization; instead, they become the foundation for creating new creative and aesthetic solutions. The sustainable development of cultural identity requires flexibility and adaptability while maintaining its essence [7]. By preserving the spirit of a nomadic lifestyle, the brand adapts to new challenges—whether economic, ecological, or cultural changes. The brand's designer, Maya Zhumanbekova, aims to reflect current realities in her collections while maintaining a global, cosmopolitan spirit.

Thus, the sustainable development of the Global Nomads brand's cultural identity involves not only preserving the key aspects of its philosophy but also the flexibility needed to adapt to contemporary changes. The brand actively maintains a balance between innovation and cultural authenticity, ensuring its competitiveness and demand in the global market. Adapting to changes in fashion is crucial and supports the brand's sustainable development. By following global trends, the brand interprets them through the lens of its unique identity, striking a balance between fashion trends and its cultural narrative. By implementing innovative technologies and design solutions, the brand remains true to nomadic values, making clothing comfortable and functional for the modern consumer.

Interpretation of traditional nomadic motifs in contemporary clothing. The brand incorporates elements of traditional Kazakh nomadic culture into its collections, such as ornaments, color palettes, textile techniques, forms, and silhouettes of national clothing. The innovation lies in adapting the cultural code of the nomads to meet modern aesthetic and functional needs. Ethnofuturism, in this context, demonstrates how ancient symbols and materials can coexist in harmony with futuristic trends—minimalism, technology, and sustainability.

The conceptual and artistic foundation of the Global Nomads brand is rooted in the aesthetic code of Kazakh and Central Asian nomads, whose semantics reflect worldview aspects—tribal history, cycles of birth, life, and death manifested in signs and symbols that serve as protective charms [1,3,4,6]. In the interpretation of the brand's lead designer, Maya Zhumanbekova, the aesthetic cultural code of Global Nomads is based on ten key symbols that describe the infinitely recurring processes of the universe and the life of any person. These symbols include two sacred nomadic symbols and a symbolic palette (flower, spiral, "shanyrak" — the roof of a house, circle, "tumar" — a protective amulet, "arkhar" — a sacred animal, diamond, tulip, square, "aruah" — the spirit of ancestors). The symbolism of the material heritage of nomads underpins the cultural values of the Kazakhs, which are intricately intertwined with their worldview orientations [1,3,4,6].



Figure 1. T-shirt from the collection of Global Nomads brand, designer Maya Zhumanbekova

The futuristic interpretations of clothing by the Global Nomads brand feature a modern and avant-garde aesthetic, embodying a sustainable development concept suited for today's lifestyle — digital nomads who constantly move around the

world, working from various locations, traveling, and transitioning between countries. In the context of the case study method, the capsule collections of Global Nomads demonstrate an ergonomically organized design process that emphasizes eco-

friendly materials and sustainability. The phenomenon of this case lies in the fact that the new format of clothing for modern nomads not only echoes traditional nomadic motifs but is created as modified versions of them. The brand's conceptual development includes market research and target audience analysis, collection concept development, material selection, sketch creation, collection design, sewing technology, and fabric treatment, along with innovative design approaches, production, testing, marketing, promotion, implementation, and sales [10-15]. As a result of the case study method, we can confirm the successful launch of the collection, increased brand recognition, and ongoing collaborations, which symbolize Kazakh identity within the context of globalization.

Cultural identity through fashion is reflected in the clothing from Global Nomads, which aims to convey and popularize Kazakh culture on an international level while preserving its uniqueness. The brand promotes the idea of "nomadic culture," evident in the use of lightweight, functional, and adaptive clothing elements that symbolize the mobility and freedom characteristic of the Kazakh nomadic lifestyle. The stylistic choices in forms, silhouettes, cuts, ornaments, and color palettes collectively embody the brand's vision of modern mobile digital nomads with a global perspective, while remaining rooted in their cultural identity [10-15].

Ecological sustainability is a vital element of nomadic culture. The use of natural materials and traditional production methods aligns with contemporary concepts of sustainable development for the brand. The brand's ecological responsibility involves ethical production with

minimal waste, a respectful approach to regional communities, and the incorporation of artisanal traditions into manufacturing processes. The sustainable development of the values and philosophy of Global Nomads is reflected not only in their clothing but also in a cultural idea rooted in the concept of a nomadic lifestyle and international cultural exchange. The active integration of cultural elements from various Central Asian countries into their collections highlights the importance of intercultural dialogue [13-15]. This integration of local cultural features is achieved through immersion in the cultural traditions of different regions to create authentic collections. To maintain its cultural identity, the brand respects local Kazakh nomadic traditions in its design, fabric choices, patterns, and production methods.

The social responsibility and engagement of the brand Global Nomads contribute to sustainable development through various social and community projects, such as the Young Designers Competition and the international "Global Nomads Fashion Awards" (since 2021), Global Nomads Education (since 2021), the "Business with Meaning" project (2023), designing sportswear for the Kazakhstan team "Olimp Urban Culture" (2023), the "Umai Boost" program (2023), the Kod Nomada forum for modern nomads (2023), the Aruzhan Sain Foundation for helping children with autism (2024), the World Nomad Games in Astana (2024), collaboration with Dimash Kudaibergen for a concert in Astana (2024), creating promotional outfits for Dimash Kudaibergen for a concert in Istanbul (2024), the Eurasian Women's Forum (2024), and collaboration with the Chinese automobile brand Tank in Kazakhstan (2024).



Figure 1. A collection of Global Nomads brand, the collaboration with Dimash Kudaibergen

Engagement with cultural societies, the Assembly of Peoples of Kazakhstan, and craft unions in Central Asia helps preserve local traditions and culture. The creation of programs aimed at developing projects to address socially vulnerable issues in society supports educational initiatives related to the preservation of cultural heritage. As a result of a sociological survey

conducted among key respondent groups—consumers, the target audience, and business partners—globalization and localization trends in ethnofuturism that influence the perception of Kazakh culture through fashion were identified. The analysis of the survey revealed key directions and their percentage distribution, as illustrated in Diagram 1.

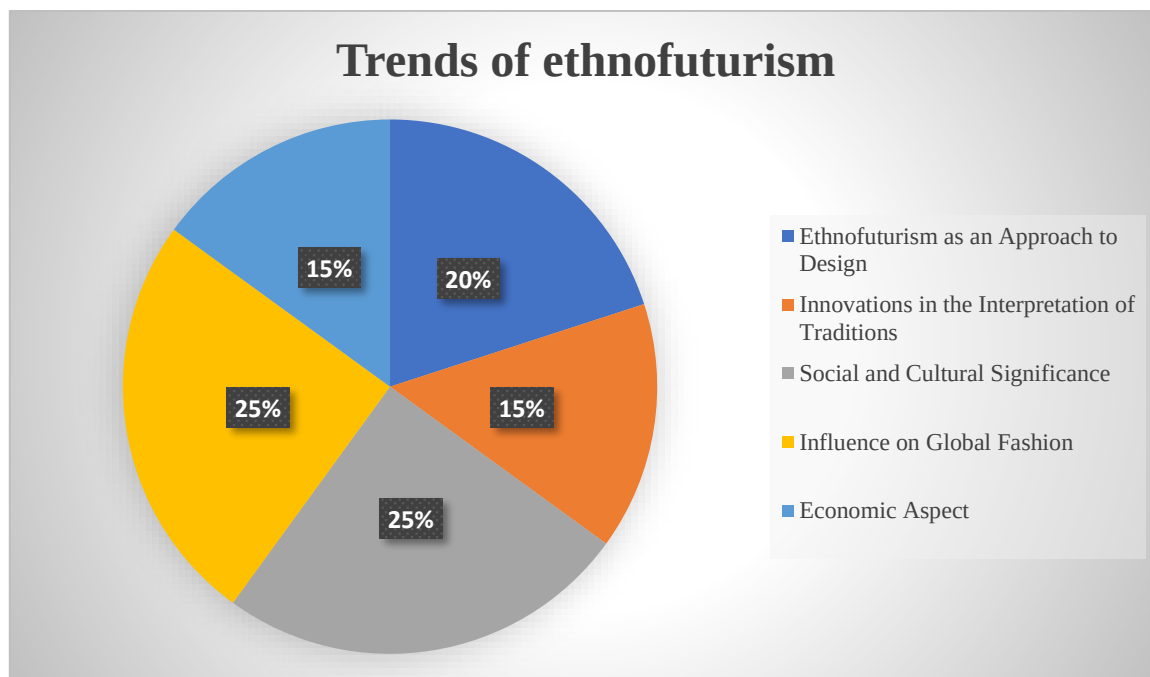


Diagram 1. Ethnofuturism trends of the Kazakhstani brand Global Nomads

Diagram 1 presents the percentage distribution of the results from a sociological survey among the main respondent groups (customers, target audience, business partners) who expressed their opinions on the ethnofuturism of the Kazakhstani brand Global Nomads. It reflects the following aspects:

- Ethnofuturism as an approach to design — 20%
- Innovations in the interpretation of traditions — 15%
- Social and cultural significance — 25%
- Influence on global fashion — 25%
- Economic aspect — 15%

Based on the research conducted, the diagram visualizes the key areas on which the brand focuses and their importance to the overall concept.

Conclusion

Thus, the study of the processes shaping ethnofuturism in the Kazakhstani clothing brand Global Nomads within fashion design has revealed

the following key trends, reflecting the main points of the research:

1. The ethnofuturistic approach to the design of the Global Nomads clothing brand reshapes the visualization of traditional forms of nomadic Kazakh culture through the following key principles: the revival of ethnic traditions, the symbiosis of the traditional and technological, a critical view on the unification of cultures, the ecological aspect, cultural dialogue, avant-garde, and a cosmopolitan perspective. The focus on preserving, adapting, and reinterpreting nomadic Kazakh cultural traditions in a new context is synthesized with innovative design solutions and sustainable technologies. The Kazakhstani interpretation of ethnofuturism is open to intercultural dialogue, exchange, and adaptation of traditional values, reflecting the core principles of sustainable development and cultural dialogue of the Great Silk Road.

2. Innovations in the interpretation of national traditions by the brand Global Nomads reflect the potential for preserving the cultural code

of Kazakh nomads in the context of globalization and cultural dialogue. Ethnofuturism promotes the renewal of traditional forms through the use of new materials, technologies, and production methods. The brand's designers successfully reinterpret and adapt cultural elements into contemporary clothing while maintaining their authenticity. A profound understanding of cultural heritage through technology and sustainable practices shapes a relevant fashion trend—the commercialization of ethnic elements—in the following ways: the use of technology to preserve traditions, the digitization of ornaments, high-tech fabrics, global interpretations of local motifs, intercultural synthesis, designer collaborations, eco-fashion and sustainability, ethical production, quality models designed for long-term use, cultural immersion through interactive technologies, augmented reality (AR), QR codes and digital storytelling, modernization of traditional silhouettes, adaptation to contemporary needs and the conditions of digital nomads, and modular clothing designs.

3. The social and cultural significance of the clothing brand Global Nomads carries an important social mission related to the popularization of Kazakh culture and its international recognition, captivating the world with Kazakhstan and Central Asia. By exploring, preserving, and reviving the cultural codes of the Great Steppe civilization, the brand brings them to life through unique clothing designs imbued with deep ideas and meanings. The brand's role model is based on the concept of a "traveling person," someone open to the world, progressive, and actively exploring new territories and knowledge. By creating a bridge between tradition and the future, the brand helps strengthen national identity in the context of globalization through ethnofuturism. The brand's active social and community life is open to collaboration in various fields: charity, sports, art, education, and more.

4. The influence of the brand Global Nomads on global fashion synthesizes with key life values: quality, freedom, meaning, and beauty, reflecting a connection to the global changes in human civilization. Positioning itself as a constructor of the image of the future, the identity of the neo-nomads emerges as free travelers navigating both terrestrial and digital spaces. By enhancing cultural diversity on the global fashion scene, the brand Global Nomads contributes to the development of the Kazakhstani fashion industry, successfully blending national motifs with global trends, and offering unique and in-demand products in international markets.

5. The economic aspect of the brand Global Nomads supports the development of Kazakhstan's creative industry. Collaboration with local projects, artisans, and craftsmen creates a foundation for the sustainable development of the local economy and the promotion of cultural products on a global scale.

Thus, the conducted research has achieved its goal of analyzing the formation of ethnofuturism trends in clothing design through the example of the Kazakhstani brand Global Nomads. The study revealed that the preservation of cultural heritage and integration with contemporary fashion trends are possible through the actualization of national identity and competitiveness in the fashion world. The prospects and opportunities for implementing and applying the findings include entering international markets thanks to the unique combination of traditional and modern elements. Sustainable development through the use of traditional motifs from Kazakh nomads in clothing for creating eco-friendly and ethical products supports Kazakh cultural identity and promotes it to a broader audience. The development of innovative clothing collections fosters social responsibility and a positive brand image by supporting local crafts and cultural initiatives. Building a dialogue between cultures contributes to the promotion of Kazakh culture on the international stage and its influence on global fashion.

REFERENCES

1. Кудабаева А.К., Жумабаева А.Е. Этникалық стильде материалға принт түсіру арқылы әйелдер топтамасының жобалау протсесін әзірлеу. АТУ Хабаршысы, №4, (2023):13-18.
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., Ербол А., Ашинов Р.Б., Талгатбекова А.Ж., Абекова А.Ж. Архетипы символов номадов (на примере казахского костюма). Педагогика и психология. №4 (53), (2022): 273-283
4. Жангужинова М., Ербол А., Жуманазарова А.Е., Рысымбетов Е.К., Есеналиева Д.Б. Аксиологический анализ символизма в казахском костюме. Педагогика и психология. №3 (52), (2022): 273-283
5. Demir, G., Ilhan Korkmaz, R., Nosch, M.-L. Ottoman clothing regulations and the Kemalist clothing legislation in the early 20th century. Artex journal 1 (2022): 49- 66.

6. Zhanguzhinova M.Ye., Iskakova A.O., Kumargaliyeva N., Kaupuzs A. Image design for Kazakhstan children's sports uniform. *The Journal of Almaty Technological University*. no 2, (2024):135-143.

7. 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.

8. 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.

9. 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

10. Boughlala, A., & Smelik, A. Tracing the History of Digital Fashion. *Clothing and Textiles Research Journal*, (2024).

11. 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.

12. Kang, J. Y. M., & Choi, D. Artificial intelligence-powered digital solutions in the fashion industry: a mixed-methods study on AI-based customer services. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 17(2), (2023):162–176.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

REFERENCES

1. Kudabayeva A.K., Zhumabaeva A.E. Ehtnikalyk stil'de materialfra print tysiru arkyly әielder toptamasynyn zhovalau 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)

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. Zhanguzhinova M.E., Erbol A., Zhumanazarova A.E., Rysymbetov E.K., Esenalieva D.B. Aksiologicheskii analiz simvolizma v kazakhskom kostyume [Axiological analysis of symbolism in Kazakh costume]. *Pedagogika i psikhologiya*. No 3 (52), (2022): 273-283 – (In Russian)

5. Demir, G., Ilhan Korkmaz, R., Nosch, M.-L. Ottoman clothing regulations and the Kemalist clothing legislation in the early 20th century. *Artex journal 1* (2022): 49- 66.

6. Zhanguzhinova M.Ye., Iskakova A.O., Kumargaliyeva N., Kaupuzs A. Image design for Kazakhstan children's sports uniform. *The Journal of Almaty Technological University*. no 2, (2024):135-143.

7. 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.

8. 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.

9. 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

10. Boughlala, A., & Smelik, A. Tracing the History of Digital Fashion. *Clothing and Textiles Research Journal*, (2024).

11. 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.

12. Kang, J. Y. M., & Choi, D. Artificial intelligence-powered digital solutions in the fashion industry: a mixed-methods study on AI-based customer services. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 17(2), (2023):162–176.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

МАЗМҰНЫ

Тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібінің технологиясы

<i>Ж.Ж. Смаилова, С.Е. Аман, З.Т. Сәрсенбаев, А. Темірбекқызы, Ә.Қ. Серіков</i> Өсімдіктекті тағамдық талшық топинамбур қосылған тұшпара өнімінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін бақылау.....	5
<i>Г.Е. Исламова, А.А. Утебаева</i> Қызанақ ұнтағы қосылған құрамдастырылған ет нанының технологиясын әзірлеу және сапасын зерттеу.....	12
<i>Ф.Т. Диханбаева, Я.М. Узаков, Б.Д. Даулетбаков, Ж.Ж. Смаилова, Г.К. Кузембаева, Э.Ч. Базылханова</i> Сүтқышқылды өнімдердің сапа параметрлерін математикалық модельдеу.....	20
<i>Ш.Ы. Кененбай, А.А. Күлімбетова, Қ.С. Хамза</i> Түйе етінен өнімінің тағамдық құндылығын зерттеу.....	27
<i>Б.М. Сатаев, Р.С. Алибеков, З.К. Қонарбаева, С.М. Мустапа Камал</i> Тары ботқасының байытуы.....	37
<i>Ж.Ә. Жарылқасынова, Г.К. Искакова, А.К. Изембаева, З.Н. Молдақұлова</i> Галет өндірісінде пектин концентратының және тұтас ұнтақталған ұнның оңтайлы мөлшерлемесін негіздеу.....	46
<i>А.А. Макенова, С.Д. Мусаева</i> Ферментация процесінің <i>Vigna radiata</i> тұқымдарын биохимиялық сипаттамаларына әсерін зерттеу.....	55
<i>Е.Н. Урбанчик, А.Қ. Жұмаев, А.О. Бекбусинова</i> Lab Mill зертханалық диірменде өсірілген бидайдың сортты ұнтақталуын зерттеу.....	61
<i>М.Е. Бекболатова, Н.С. Машанова</i> Зығыр жмых пен сыра қалдығы бидай нанының сипаттамаларына әсері.....	70
<i>Г.И. Байгазиева, А.К. Кекибаева, А.К. Ахметжанова, А.А. Керимбаева</i> Алкогольсіз сыра өндірісінде жаңа ашытқы штамдарын қолдану перспективалары қолдану перспективалары.....	78
<i>А.А. Усупкожоева, Н.С. Ниязалиева</i> Сублимациялық кептіруді қолдану перспективасы құрт ашыған сүт өнімін өндіру.....	86
<i>М.П. Байысбаева, Н.Б. Батырбаева, М. Байғайыпқызы</i> ҚР отандық шикізатынан гидрогенизацияланған майлар негізінде майлы өнімдерді қолдана отырып печенье сапасын анықтау.....	96
<i>А.Н. Остриков, А.А. Оспанов, В.Н. Василенко, А.К. Тимурбекова, М.В. Копылов, А.Т. Алмаганбетова</i> Коэкструзия процесіндегі көп дәнді шикізаттың балқыма ағынын математикалық модельдеу	105
<i>М.К. Изтилеуов, Ш. Харса, А.Б. Оспанов, Ж.А. Искакова</i> Асқабақты-сүт йогуртының тұтынушылық қалауын иерархиялық талдау әдісімен бағалау....	122
<i>Р. Кумар, А. Шарма</i> 2024 жылы үй жануарларының азық-түлік өнеркәсібінің жаңа инновациялары, тұрақтылық, тамақтану және тұтынушылық тенденциялары.....	132
<i>Н.К. Абилямажинова, А.М. Таева, Б.А. Рскелдиев, А.И. Матибаева, С.Е. Ибраимова</i> Жылқы етінен жасалған ет жартылай фабрикаттарының сапа көрсеткіштеріне және сақтау мерзіміне табиғи антиоксиданттардың әсері.....	140
<i>Б.М. Хамитова, И.Р. Садырбаева</i> Ет-көкөніс паштеттерін өндірудегі дәстүрлі емес өсімдік ингредиенттері.....	150
<i>Б.Қ.Оспанова, Т.Ч. Тултабаева, Ш.Т. Қырықбаева, А.Е. Турсынханова</i> Ұлттық ақуызды сүт өнімін өндіруде функционалдық қоспа ретінде шырғанақ жемісін пайдаланудың тиімділігі	156

МАЗМҰНЫ

Тоқыма және киім технологиясы, дизайн

<i>М.Б. Отынишев, Н.А. Санова, А. Еркінқызы, Б.Ж. Ниязбеков, М. Тойшиманов</i>	
Зығыртектегі талшықтардағы қалдық лигнинді анықтаудың түрлі әдістерін зерттеу.....	164
<i>К.Ж. Дюсенбиева</i>	
Текстиль материалдарын бояуға және сурет басуға дайындау.....	171
<i>А.Б. Даукенова, И.М. Джурина</i>	
Гидрофобты және олеофильді қасиеттері бар текстиль материалдарының технологиясын зерттеу....	177
<i>Р.Ш. Мирзамуратова, Е.Е. Байрамоглу, Р.Т. Калдыбаев</i>	
Табиғи бояғыштардың былғарының беріктілік шамасына әсері.....	186
<i>М.Е. Жангужина, А.М. Талғатбекова, М.М. Езиева, Ж.С. Турумқожаева</i>	
Қазақстандық «Global Nomads» киім брендінің сән дизайнындағы этнофутуризмі	192

СОДЕРЖАНИЕ

Технология пищевой и перерабатывающей промышленности

<i>Ж.Ж. Смаилова, С.Е. Аман, З.Т. Сарсенбаева, А. Темирбеккызы, А.К. Сериков</i> Контроль органолептических и физико-химических показателейпельменей с использованием растительного волокна топинамбура.....	5
<i>Г.Е. Исламова, А.А. Утебаева</i> Разработка технологии и изучение качества комбинированного мясного хлеба с добавлением порошка из томатного жмыха.....	12
<i>Ф.Т. Диханбаева, Я.М. Узаков, Б.Д. Даулетбаков, Ж.Ж. Смаилова, Г.К. Кузембаева, Э.Ч. Базылханова</i> Математическое моделирование параметров качества кисломолочной продукции.....	20
<i>Ш.Ы. Кененбай, А.А. Кулиμβетова, К.С. Хамза</i> Исследование пищевой ценности цельнокускового продукта из верблюжатины.....	27
<i>Б.М. Сатаев, Р.С. Алибеков, З.К. Конарбаева, С.М. Мустапа Камал</i> Обогащение пшенной каши.....	37
<i>Ж.А. Жарылкасынова, Г.К. Искакова, А.К. Изембаева, З.Н. Молдакулова</i> Обоснование оптимальных дозировок пектинового концентрата и цельносмолотой муки в производстве галет.....	46
<i>А.А. Макенова, С.Д. Мусаева</i> Изучение влияния процесса ферментации на биохимические характеристики <i>Vigna radiata</i> ...	55
<i>Е.Н. Урбанчик, А.К. Жумаев, А.О. Бекбусинова</i> Изучение сортового помола пророщенной пшеницы на лабораторной мельнице Lab Mill.....	61
<i>М.Е. Бекболатова, Н.С. Машанова</i> Влияние льняного жмыха и пивной дробины на характеристики пшеничного хлеба.....	70
<i>Г.И. Байгазиева, А.К. Кекибаева, А.К. Ахметжанова, А.А. Керимбаева</i> Перспективы применения новых штаммов дрожжей в производстве безалкогольного пива ...	78
<i>А.А. Усупкожоева, Н.С. Ниязалиева</i> Перспектива применения сублимационной сушки при производстве кисломолочного продукта «курут»	86
<i>М.П. Байысбаева, Н.Б. Батырбаева, М. Байгайыпкызы</i> Определение качества печенья с применением жировых продуктов на основе гидрогенизированных жиров из отечественного сырья РК.....	96
<i>А.Н. Остриков, А.А. Оспанов, В.Н. Василенко, А.К. Тимурбекова, М.В. Копылов, А.Т. Алмаганбетова</i> Математическое моделирование течения расплава мультизлакового сырья в процессе коэкструзии.....	105
<i>М.К. Изтилеуов, Ш. Харса, А.Б. Оспанов, Ж.А. Искакова</i> Оценка потребительских предпочтений тыквенно-молочного йогурта методом иерархического анализа.....	122
<i>Р. Кумар, А. Шарма</i> Новые инновации в индустрии кормов для домашних животных, устойчивое развитие, питание и потребительские тенденции в 2024 году.....	132
<i>Н.К. Абилямжиинова, А.М. Таева, Б.А. Рскелдиев, А.И. Матибаева, С.Е. Ибраимова</i> Влияние природных антиоксидантов на показатели качества и срок хранения мясных полуфабрикатов из конины.....	140
<i>Б.М. Хамитова, И.Р. Садырбаева</i> Нетрадиционные растительные ингредиенты в производстве мясорастительных паштетов....	150
<i>Б.К. Оспанова, Т.Ч. Тултабаева, Ш.Т. Кырыкбаева, А.Е. Турсынханова</i> Эффективность использования плодов облепихи в качестве функциональной добавки при производстве национального белкового молочного продукта.....	156

СОДЕРЖАНИЕ

Технология текстиля и одежды, дизайн

<i>М.Б. Отынишев, Н.А. Санова, А. Еркынкызы, Б.Ж. Ниязбеков, М. Тойшиманов</i>	
Изучение различных методов определения остаточного лигнина в лубяных волокнах.....	164
<i>К.Ж. Дюсенбиева</i>	
Подготовка текстильных материалов к крашению и печатанию	171
<i>А.Б. Даукенова, И.М. Джуринская</i>	
Разработка технологии текстильных материалов со специальными свойствами.....	177
<i>Р.Ш. Мирзамуратова, Е.Е. Байрамоглу, Р.Т. Калдыбаев</i>	
Влияние натуральных красителей на величину прочности кожи.....	186
<i>М.Е. Жангужина, А.М. Талгатбекова, М.М. Езиева, Ж.С. Турумкожаева</i>	
Этнофутуризм казахстанского бренда одежды «Global Nomads» в fashion design.....	192

CONTENTS

Food and processing industry technology

<i>Zh.Zh. Smailova, S.E. Aman, Z.T. Sarsenbayeva, A. Temirbekovna, A.K. Serikov</i> Control of organoleptic and physico-chemical parameters of jerusalem artichoke vegetable fiber dumplings.....	5
<i>G.E. Islamova, A.A. Utebaeva</i> Development of technology and studying the quality of combined meat bread with the added powder from tomato pomace.....	12
<i>F.T. Dikhanbayeva, Y.M. Uzakov, B.D. Dauletbakov, Zh.Zh. Smailova, G.K. Kuzembayeva, E.C. Bazylkhanova</i> Mathematical modeling of quality parameters of fermented milk products.....	20
<i>Sh.Y. Kenenbay, A.A. Kulimbetova, Kh.S. Khamza</i> Investigation of the nutritional value of a whole camel meat product.....	27
<i>B.M. Satayev, R.S. Alibekov, Z.K. Konarbaeva, S.M. Mustapa Kamal</i> Fortification of millet porridge.....	37
<i>Zh.A. Zharylkasynova, G.K. Iskakova, A.K. Izembaeva, Z.N. Moldakulova</i> Justification of optimal dosages of pectin concentrate and whole-ground flour in the production of galets.....	46
<i>A.A. Makenova, S.D. Mussayeva</i> Study the effect of the fermentation process on the biochemical characteristics of <i>Vigna radiata</i>	55
<i>E. Urbanchik, A. Zhumaeva, A. Bekbusinova</i> Studying the possibility of varietal grinding of grown wheat at the Lab Mill.....	61
<i>M.Y. Bekbolatova, N.S. Mashanova</i> Influence of flaxseed cake and brewer's grain on the characteristics of wheat bread.....	70
<i>G.I. Baigazyeva, A.K. Kekibaeva, A.K. Akhmetzhanova, A.A. Kerimbayeva</i> Prospects for the use of new yeast strains in non-alcoholic beer production.....	78
<i>A.A. Usupkozhoeva, H.S. Niiazalieva</i> Perspective of sublimation drying application in «kurut» fermented milk product production.....	86
<i>M.P. Bayisbaeva, N.B. Batyrbaeva, M. Baigayipkyzy</i> Determination of the quality of cookies using fatty products based on hydrogenated fats from domestic raw materials of the Republic of Kazakhstan.....	96
<i>N. Ostrikov, A.A. Ospanov, V.N. Vasilenko, A.K. Timurbekova, M.V. Kopylov, A.T. Almaganbetova</i> Mathematical modeling of multi-cereal raw material melt flow in the coextrusion process.....	105
<i>M.K. Iztileuov, A.B. Ospanov, S. Harsa, J.A. Iskakova</i> The results of studies on the nutritional value of milk-pumpkin yogurt from combined milk.....	122
<i>R. Kumar, A. Sharma</i> Emerging innovations in pet food industry sustainability, nutrition, and consumer trends in 2024....	132
<i>N.K. Abilmazhinova, A.M. Taeva, B.A. Rskeldiyev, A.I. Matibayeva, S. Ibraimova</i> Influence of natural antioxidants on the quality indicators and storage life of semi-finished horse meat products.....	140
<i>B. Khamitova, I. Sadyrbaeva</i> Non-traditional plant raw ingredients in the production of meat and vegetable pates.....	150
<i>B.K. Ospanova, T.Ch. Tultabayeva, Sh.T. Kyrykbayeva, A.E. Tursynhanova</i> The effectiveness of using sea buckthorn fruits as a functional additive in the production of national protein dairy product.....	156

CONTENTS

Food and processing industry technology

<i>M.B. Otynshiyev, A.N. Assanova, A. Erkinzy, B.Zh. Niyazbekov, M. Toishimanov</i> Studying various methods for determining residual lignin in bast fibers.....	164
<i>K.Zh. Dyussenbiyeva</i> Preparation of textile materials for dyeing and printing.....	171
<i>A.B. Daukenova, I.M. Jurinskaya</i> Development of technology for textile materials with special properties.....	177
<i>R.Sh. Mirzamuratova, E.E. Bayramoglu, R.T. Kaldybaev</i> The effect of natural dyes on the strength of the leather.....	186
<i>M.Y. Zhanguzhinova, A.M. Talgatbekova, M.M. Ezieva, Zh.S. Turumkozhaeva</i> The ethnofuturism of Kazakhstan's clothing brand "Global Nomads" in the fashion design.....	192

Сдано в набор 18.12.2024. Подписано в печать 25.12.2024.
Печать RISO. Бумага офсет. Формат 60x84 1/16.
Объем 12,09 у.п.л. Тираж 50 экз. Заказ № 408

Отпечатано в Редакционно издательском отделе АТУ
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100