

ISSN 2712-7648

HEALTH, FOOD & BIOTECHNOLOGY

VOLUME 7 • ISSUE 1 • MARCH 2025



HFB
HEALTH, FOOD & BIOTECHNOLOGY



№ 1 – 2025

Периодичность издания – 4 номера в год

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ)

Редакция

Заведующий редакцией	—	Тихонова Елена Викторовна
Выпускающий редактор	—	Косычева Марина Александровна
Редактор по этике	—	Косычева Марина Александровна
Ответственный секретарь	—	Лаптева Елена Александровна
Медийный редактор	—	Щербакова Екатерина Олеговна

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ №ФС77-72959 от 25 мая 2018 г.

Адрес:

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11
Тел. +7 (499) 750-01-11*6585
E-mail: hfb@mgupp.ru
Официальный сайт учредителя: mgupp.ru
Официальный сайт редакции: hfb-mgupp.com

© ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ), 2025.

№ 1 – 2025

Periodicity of publication – 4 issues per year

Founder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian Biotechnological University» (BIOTECH University)

Editorial Team

Head of Editorial Team	—	Elena V. Tikhonova
Editor of Issue	—	Marina A. Kosycheva
Ethics Editor	—	Marina A. Kosycheva
Executive Secretary	—	Elena A. Lapteva
Social Media and Product Editor	—	Ekaterina O. Shcherbakova

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Media. The Mass Media Registration Certificate EL No FS77-72959 dated May 25, 2018.

Address::

11, Volokolamskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 125080
Tel. +7 (499) 750-01-11*6585
E-mail: hfb@mgupp.ru
Official web site of Founder: mgupp.ru
Official web site of the Editorial Office: hfb-mgupp.com

© FSBEI HE «Russian Biotechnological University» (BIOTECH University) , 2025.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

■ ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Данильчук Татьяна Николаевна

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Россия

■ ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Абдуллаева Асият Мухтаровна

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Россия

Андреева Татьяна Ивановна

Институт пластмасс им. Г.С. Петрова, Россия

Бычков Алексей Леонидович

Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Россия

Данильчук Татьяна Николаевна

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Россия

Джавахян Марина Аркадьевна

Московский государственный медико-стоматологический университет им А.И. Евдокимова, Россия

Жилякова Елена Теодоровна

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Игнар Штефан

Варшавский университет естественных наук, Польша

Игнатенко Григорий Анатольевич

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, ДНР

Кирш Ирина Анатольевна

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Россия

Коврига Владислав Витальевич

ООО «Группа «Полимертепло», Россия

Корокин Михаил Викторович

Белгородский национальный исследовательский университет, Россия

Куркин Денис Владимирович

Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова, Россия

Маль Галина Сергеевна

Курский государственный медицинский университет, Россия

Налетов Андрей Васильевич

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, ДНР

Новиков Олег Олегович

Научно-образовательный ресурсный центр РУДН, Россия

Оковитый Сергей Владимирович

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Россия

Присный Андрей Андреевич

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Сагян Ашот Серобович

Национальная Академия наук РА, Республика Армения

Самбандам Ананадан

Национальный институт технологий, Индия

Северинов Константин Викторович

Институт молекулярной генетики НИЦ «Курчатовский институт», Россия

Серба Елена Михайловна

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи (ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»), Россия

Симонов-Емельянов Игорь Дмитриевич

Российский технологический университет МИРЭА, Россия

Фриас Йезус

Дублинский технологический институт, Ирландия

Цыганова Татьяна Борисовна

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Россия

Чалых Татьяна Ивановна

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Россия

Щетинин Михаил Павлович

Международная промышленная академия, Россия

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF**Tatyana N. Danilchuk**

Russian Biotechnological University (BIOTECH University)

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD**Asiyat M. Abdullaeva**

Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Russia

Tatyana I. Andreeva

G.S. Petrov Scientific Research Institute of Plastics, Russia

Aleksey L. Bychkov

Institute of Solid-State Chemistry and Mechanochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

Tatyana N. Danilchuk

Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Russia

Marina A. Dzhevakhyan

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Russia

Elena T. Zhilyakova

Belgorod State University, Russia

Jesus Frias

Dublin Institute of Technology, Ireland

Stefan Ignar

Warsaw University of Life and Sciences, Poland

Grigory A. Ignatenko

Donetsk National Medical University, DPR

Irina A. Kirsh

Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Russia

Mikhail V. Korokin

Belgorod State University, Russia

Vladislav V. Kovriga

Polymerteplo Group, Russia

Denis V. Kurkin

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Russia

Galina S. Mal

Kursk State Medical University, Russia

Andrey V. Nalyotov

Donetsk National Medical University, DPR

Oleg O. Novikov

RUDN University Shared Research and Educational Centre, Russia

Sergey V. Okovityi

Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, Russia

Andrey A. Prisnyi

Belgorod State University, Russia

Ashot S. Saghyan

National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Armenia

Anandan Sambandam

National Institute of Technology of Tiruchirappalli, India

Elena M. SerbaAll-Russian Research Institute of Food Biotechnology, Federal Research **Center for Nutrition**, Biotechnology and Food Safety, Russia**Konstantin V. Severinov**

Institute of Gene Biology Russian Academy of Sciences, Russia

Igor D. Simonov-Emelyanov

MIREA-Russian Technological University, Russia

Mikhail P. Schetinin

International Industrial Academy, Russia

Tatyana I. Tchalykh

Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Russia

Tatyana B. Tsyganova

Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Russia

СОДЕРЖАНИЕ

РЕДАКТОРСКАЯ СТАТЬЯ

Е.В. Тихонова, М.А. Косычева
Выражение авторской позиции в тексте научной статьи: риторические механизмы 6

ЗДОРОВЬЕ

И.А. Прохода, Е.И. Слезко
О перспективах создания адаптивного питания для военнослужащих 17

О.В. Беспалова
Некоторые аспекты решения проблемы отходов мясного производства 27

ПИТАНИЕ

Л.П. Нилова
Влияние ягодных композиций на антиоксидантные свойства при изготовлении
и хранении многокомпонентных дробленых ягод без сахара 42

А.Т. Васюкова, Р.А. Эдварс, А.Ю. Малкин
Разработка кулинарных изделий из субпродуктов 55

CONTENTS

EDITORIAL

Elena V. Tikhonova, Marina A. Kosycheva
Expressing Authorial Stance in Scientific Articles: Rhetorical Mechanisms 7

HEALTH

Irina A. Prokhoda, Elena I. Slezko
On the Prospects for Creating Adaptive Nutrition for Military Personnel 18

Olga V. Beshpalova
Some Aspects of Solving the Problem of Meat Production Waste 28

FOOD

Ludmila P. Nilova
Effect of Berry Compositions on Antioxidant Properties During the Production and Storage
of Multicomponent Crushed Berries without Sugar 43

Anna T. Vasyukova, Rostislav A. Edvars, Alexander Yu. Malkin
Development of Culinary Products from Offal 56

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s272>

Выражение авторской позиции в тексте научной статьи: риторические механизмы

Е.В. Тихонова, М.А. Косычева

Российский государственный
геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ),
Москва, Россия

Корреспонденция:

Тихонова Елена Викторовна,
Российский государственный
геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ),
117485, Россия, г. Москва,
ул. Миклухо-Маклая, 23
E-mail: tikhonovaev@mgru.ru

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии
конфликта интересов.

Поступила: 15.03.2025

Поступила после
рецензирования: 27.03.2025

Принята: 30.03.2025

Copyright: © 2025 Авторы

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена анализу авторской позиции (*stance*) как ключевого риторического инструмента в научных статьях, с акцентом на ее проявления в разделах «Введение» и «Обсуждение результатов» на примере исследований в области сельского хозяйства и пищевых технологий. Подчеркивается необходимость выражения авторской позиции для обоснования выбора источников, демонстрации их релевантности и усиления убедительности научного текста. Проиллюстрирована типология авторских позиций, включающая эпистемический, оценочный, аффективный и интерактивный типы, с подробным описанием их риторических приемов. На основе модели создания исследовательского пространства (CARS) для введения и риторической структуры обсуждения результатов анализируются проявления авторской позиции на каждом этапе: установление исследовательской территории, выделение ниши, захват ниши (введение), а также интерпретация результатов, сравнение с предыдущими исследованиями, указание на ограничения и формулировка рекомендаций (обсуждение). Примеры из текстов статей по проблематике сельского хозяйства и пищевых технологий иллюстрируют, как авторская позиция усиливает связь научных выводов с глобальными реалиями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

авторская позиция; риторика в тексте научной статьи; введение; обсуждение результатов



Для цитирования: Тихонова, Е.В., & Косычева, М.А.(2025). Выражение авторской позиции в тексте научной статьи: риторические механизмы *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 6-16. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s272>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.il.s272>

Expressing Authorial Stance in Scientific Articles: Rhetorical Mechanisms

Elena V. Tikhonova, Marina A. Kosycheva

Sergo Ordzhonikidze Russian State
University for Geological Prospecting
(MGRI), Moscow, Russia

Correspondence:

Elena V. Tikhonova,
Sergo Ordzhonikidze Russian State
University for Geological Prospecting
(MGRI), 23, Miklouho-Maclay
St., Moscow, 117997, Russia
E-mail: tikhonovaev@mgri.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 15.03.2025

Received in revised form: 27.03.2025

Accepted: 30.03.2025

Copyright: © 2025 The Authors

ABSTRACT

This article examines *stance* as a key rhetorical resource in scientific writing, with a focus on its manifestations in the Introduction and Discussion sections, using examples from research in agriculture and food technologies. The study emphasizes the necessity of expressing authorial stance to justify the selection of sources, demonstrate their relevance, and enhance the persuasive power of the scientific text. A typology of stance (comprising epistemic, evaluative, affective, and interactive types) is presented, along with a detailed description of their rhetorical strategies. Drawing on the Create a Research Space (CARS) model for introductions and a functional structure of the discussion section, the article analyzes how stance is realized at each rhetorical stage: establishing a research territory, identifying a niche, and occupying the niche (in the introduction), as well as interpreting results, comparing with previous research, acknowledging limitations, and making recommendations (in the discussion). Examples from academic texts in the fields of agriculture and food technologies illustrate how stance strengthens the connection between scientific findings and broader global issues.

KEYWORDS

stance; rhetoric in scientific writing; introduction; discussion section



To cite: Tikhonova, E.V., & Kosycheva, M. A. (2025). Expressing authorial stance in scientific articles: rhetorical mechanisms, 7(1), 6-16. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.il.s272>

ВВЕДЕНИЕ

Современный академический дискурс выступает в качестве риторически организованной формы научной коммуникации¹, в которой выражение авторской позиции (*stance*) рассматривается не как трансляция субъективности, а как необходимый элемент построения научной аргументации и позиционирования исследования. Под *авторской позицией* понимается совокупность языковых и прагматических стратегий, посредством которых авторы выстраивают отношение к исследовательской проблематике, интерпретируемым данным и цитируемым источникам (Hyland, 2005; Charles, 2003; Biber et al., 1999). В риторике академического письма авторская позиция (*stance*) рассматривается как ключевая составляющая научного взаимодействия, отражающая степень вовлечённости автора в формирование и оценку знания. Согласно Hyland (2005), авторская позиция (*stance*) представляет собой семиотический ресурс, посредством которого авторы выражают отношение к своему высказыванию и к читателю, позиционируя себя в отношении знаний, утверждений и источников. Эта позиция формируется не напрямую, а опосредованно — через выбор языковых стратегий, которые передают уверенность, сомнение, оценку, дистанцирование или вовлечённость.

Авторская позиция выполняет не просто коммуникативную, но структурирующую функцию: она позволяет читателю реконструировать научную логику автора, оценить валидность источников и проследить развитие аргументации. Например, обеспечивает прозрачность исследования, позволяя читателям понять, почему авторы опираются в своем исследовании именно на процитированные конкретные источники, как эти источники поддерживают цели исследования и каким образом исследование позиционируется в контексте существующего знания². Риторическая функция авторской позиции³ особенно отчётливо проявляется в разделах «Введение» и «Обсуждение результатов». В первом случае она используется для создания тематической рамки, обоснования исследовательской проблемы и выбора теоретических оснований (Swales, 1990; Hyland, 2008).

Во втором — для интерпретации полученных данных, соотнесения их с существующими подходами и демонстрации вклада работы в предметное поле (Lewin, Fine, & Young, 2001; Тихонова, 2024). В обоих случаях выражение позиции позволяет автору структурировать научный дискурс как аргументативное высказывание, включённое в более широкий межтекстовый и междисциплинарный контекст.

В прикладных исследованиях, характерных для сельскохозяйственной тематики и сферы пищевых технологий, роль неявной авторской позиции как риторического механизма приобретает дополнительную значимость. Эти области характеризуются высокой степенью социальной и экономической значимости, конкуренцией между парадигмами (например, органическое vs. индустриальное земледелие), а также необходимостью конструирования научной аргументации, понятной как академическому, так и профессиональному сообществу. В таких условиях авторская позиция становится инструментом концептуального ориентирования: она маркирует эпистемологические рамки исследования, управляет вниманием читателя и подчёркивает практическую значимость результатов (Harwood, 2005; Koutsantoni, 2006). Например, в статьях, посвящённых агробиотехнологиям или управлению почвенным микробиомом, использование таких маркеров, как *limited evidence* (*ограниченные данные*), *critical factor* (*ключевой фактор*), *likely to influence* (*вероятно влияет на...*), не только задаёт тон интерпретации, но и формирует основания для научной ответственности (Тихонова, 2023).

Кроме того, выражение авторской позиции играет ключевую роль в позиционировании работы в академическом поле. Ссылаясь на предшествующие исследования, автор выражает не только осведомлённость, но и отношение — согласие, критическую дистанцию, частичную поддержку. Через такую риторическую работу осуществляется интеграция нового знания в систему уже существующих представлений, включая переосмысление, подтверждение или трансформацию прежних выводов (Hyland & Sancho Guinda, 2012; Tikhonova et al., 2023).

¹ Под *риторически организованной формой* понимается то, что академическое письмо рассматривается не только как передача фактической информации, но как целенаправленное речевое действие, структурированное в соответствии с жанровыми, коммуникативными и аргументативными стратегиями. Автор выстраивает текст так, чтобы не только сообщить знания, но и обосновать свою позицию, вступить в диалог с научным сообществом, убедить, объяснить и интегрировать исследование в существующий дискурс.

² Например, «Наш анализ опирается на результаты Автор и др. (2019), чьи многолетние полевые эксперименты **показали жизнеспособность** севооборота в условиях **низкого уровня** агротехнического вмешательства.» Здесь авторская позиция проявляется в интерпретации и отборе источника как методологически надёжного и релевантного. Это позволяет читателю понять, что опора именно на эти данные не случайна, а обоснована с учётом целей исследования (демонстрации применимости устойчивых методов в ресурсно ограниченных системах). Таким образом, *авторская позиция* помогает выстроить аргумент и вписать исследование в текущий научный контекст.

³ Роль, которую выражение авторской позиции играет в организации и воздействии научного текста на читателя.

Настоящая статья направлена на анализ риторических функций авторской позиции в разделах «Введение» и «Обсуждение результатов» научных статей в области сельского хозяйства и пищевых технологий. Рассматриваются типовые стратегии выражения авторской позиции, их соотносённость с задачами академического взаимодействия и влияние дисциплинарной специфики на выбор языковых средств⁴.

Приёмы выражения авторской позиции в научном тексте

Выражение авторской позиции реализуется в научной статье с помощью широкого набора лингвистических средств, которые позволяют автору варьировать тональность, степень уверенности, оценку значимости результатов и степень вовлечённости в научный диалог.

(1) Модальные конструкции (hedging and boosting).

Модальность — один из ключевых приёмов выражения эпистемической позиции⁵. С помощью модальных глаголов и наречий автор может либо смягчить утверждение (*hedging*), либо, наоборот, усилить его (*boosting*).

Hedging (смягчение) при помощи слов и выражений типа *may, might, could, appears to, seems likely, suggests that...* Используется, когда автор не может гарантировать абсолютную достоверность вывода или хочет быть осторожным в интерпретации. Пример: *These results may indicate a seasonal trend in microbial activity.* (Эти результаты **могут указывать** на сезонную динамику микробной активности.)

Boosting (усиление) при помощи слов и выражений типа *clearly, strongly, undoubtedly, demonstrates, provides compelling evidence...* Применяется для утверждений, которые автор считает хорошо обоснованными и центральными для исследования. Пример: *The data strongly support the efficacy of microbial fertilizers.* (Данные **убедительно подтверждают** эффективность микробных удобрений.)

(2) Оценочные прилагательные и наречия.

Через лексические средства оценки автор выражает отношение к данным, методам, источникам и результатам. Эти средства позволяют задать рамку интерпретации

и подчеркнуть новизну, значимость или ограниченность исследования.

Положительная оценка (слова-маркеры: *notable, significant, remarkable, promising, robust, valuable*) укрепляет аргументацию, демонстрируя вклад исследования. Пример: *This method shows remarkable potential for carbon footprint reduction.* (Этот метод демонстрирует **выдающийся** потенциал в снижении углеродного следа.)

Критическая или ограничительная оценка (*limited, modest, inconclusive, tentative, preliminary*) используется для демонстрации научной честности и осознания ограничений. Пример: *These findings are preliminary and require further validation.* (Эти результаты **предварительные** и требуют дальнейшей проверки.)

(3) Ссылки на другие исследования (интертекстуальные конструкции).

Авторская позиция часто выражается через **отсылки к предыдущим исследованиям**, где важен не сам факт цитирования, а то, **каким образом** автор оценивает и интерпретирует чужие выводы.

Согласие / Поддержка (*in line with, consistent with, as confirmed by, following the work of...*).

Пример: *Our results are consistent with those of Author et al. (2022).* (Наши результаты **соответствуют** данным Author et al. (2022).)

Контраст / Расхождение (*contrary to, unlike, diverges from, challenges the assumption of...*).

Пример: *Contrary to Author et al. (2021), we found minimal impact of GM crops.*

(**В отличие** от Author et al. (2021), мы обнаружили минимальное влияние ГМ-культур.)

Оценка источника (*reliable, seminal, controversial, insufficient, overlooked*)

Позволяет автору направить читателя и обосновать выбор литературы.

Пример: *Despite being widely cited, the study by Author et al. (2024) lacks methodological clarity.* (Несмотря на **широкое цитирование**, исследование Author et al. (2024) **страдает от методологической неясности**.)

⁴ Все примеры, иллюстрирующие различные типы и функции инструментов представления авторской позиции, сформированы авторами с опорой на наиболее частотные варианты их представления в научных статьях, но они не являются выдержками из текстов конкретных статей.

⁵ **Эпистемическая авторская позиция** (*epistemic stance*) — это способ, с помощью которого автор научного текста выражает **уверенность, сомнение или предположительность** по отношению к знаниям, выводам или интерпретациям, представленным в статье.

(4) Языковые маркеры вовлечённости (self-mention).

Использование местоимений первого лица и глаголов действия позволяет автору прямо указать на свою позицию и вклад в научное обсуждение. Типичные конструкции выражения авторской позиции включают: *we argue* (мы утверждаем), *our study demonstrates* (наше исследование демонстрирует), *we suggest* (мы предлагаем) и *in this paper, we show* (в данной статье мы показываем). Такие фразы усиливают риторическую субъектность и позволяют автору не «прятаться» за безличностью. Пример: *We argue that integrating agroecological principles is essential for long-term sustainability.* (Мы утверждаем, что интеграция агроэкологических принципов критична для долгосрочной устойчивости.) Использование таких конструкций особенно уместно в обсуждении, где автор должен показать, как его интерпретация соотносится с существующими знаниями и в чём заключается научный вклад статьи.

(5) Императивные и модально-мотивирующие конструкции (engagement markers).

Модально-мотивирующие конструкции (engagement markers) – это языковые средства, с помощью которых автор не только ориентирует интерпретацию научного содержания, но и прямо, пусть даже в безличной форме, обращается к читателю, формирует риторические ожидания (например, указывает, что следует признать,

учесть или исследовать), а также побуждает к действиям (таким как дальнейшее исследование, внедрение предложенного подхода или критический пересмотр существующих практик). С прагматической точки зрения, такие конструкции усиливают интерактивный потенциал научного текста, переводя читателя из позиции пассивного наблюдателя в положение соучастника научного обсуждения и адресата исследовательской. Такие конструкции (Таблица 1) делают научный текст диалогичным, обеспечивая не только передачу данных, но и формирование научной повестки.

Типология маркеров авторской позиции

В научной лингвистике и риторике академического письма предложено несколько подходов к классификации авторской позиции, различающихся степенью детализации и акцентами на лингвистических или прагматических характеристиках. Наиболее влиятельной и широко применяемой является типология, разработанная Кеном Хайландом (Hyland, 2005) (Таблица 2), которая получила широкую эмпирическую поддержку и была дополнена в последующих работах (Biber et al., 1999; Hyland & Sancho Guinda, 2012). Эта модель позволяет системно описывать риторические функции авторской позиции в академическом дискурсе и служит продуктивной основой для анализа научных текстов в разных дисциплинах.

Таблица 1
Синтаксические и лексические структуры реализации императивности и модально-мотивирующих конструкций
Table 1
Синтаксические и лексические структуры реализации императивности и модально-мотивирующих конструкций

Форма	Пример	Функция
Императивные структуры	<i>Consider the implications of these findings for food safety.</i> (Рассмотрите последствия этих результатов для продовольственной безопасности.)	Побуждение к размышлению / действию
Безличные конструкции с must	<i>It must be acknowledged that current waste management practices are insufficient.</i> (Следует признать, что существующие практики управления отходами недостаточны.)	Формулировка риторического обязательства
Формулы рекомендаций	<i>We recommend further exploration of microbial-based fertilizers in arid regions.</i> (Мы рекомендуем продолжить изучение микробных удобрений в засушливых регионах.)	Конструктивное предложение, адресованное сообществу
Выражения необходимости	<i>There is a clear need for long-term field trials to confirm laboratory results.</i> (Существует очевидная необходимость проведения долгосрочных полевых испытаний.)	Указание на пробел / научную необходимость
Выражения важности	<i>It is important to consider the environmental trade-offs of this technology.</i> (Важно учитывать экологические компромиссы этой технологии.)	Направление внимания читателя

Таблица 2

Типы авторской позиции (stance) в научной статье

Table 2

Типы авторской позиции (stance) в научной статье

Тип авторской позиции	Суть и риторическая функция	Типичные языковые средства	Краткий пример	Пример в предложении
Эпистемическая	Отражает степень уверенности, вероятности или неопределённости интерпретации; регулирует силу утверждения	<i>may</i> — может <i>might</i> — мог бы <i>could</i> — может <i>likely</i> — вероятно <i>possibly</i> — возможно <i>seem</i> — кажется <i>appear</i> — по-видимому	<i>may indicate</i> — может указывать <i>strongly support</i> — убедительно подтверждают	<i>The observed trend may indicate a temperature-dependent microbial response, although further experiments are needed.</i> Наблюдаемая тенденция может указывать на температурно-зависимую реакцию микробов, хотя необходимы дальнейшие эксперименты.
Оценочная	Выражает отношение автора к значимости, достоверности, новизне или ограничениям результатов, источников, методов	<i>significant</i> — значительный <i>limited</i> — ограниченный <i>robust</i> — надёжный <i>notably</i> — заметно <i>clearly</i> — явно <i>somewhat</i> — отчасти	<i>significant potential</i> — значительный потенциал <i>limited evidence</i> — ограниченные данные	<i>This technique shows significant potential for reducing pesticide use while maintaining crop productivity.</i> Этот метод демонстрирует значительный потенциал для сокращения использования пестицидов при сохранении урожайности.
Аффективная	Подчёркивает социальную, экологическую или практическую важность результатов; придаёт им ценностную окраску без нарушения научной корректности	<i>critical</i> — критический <i>vital</i> — жизненно важный <i>urgent</i> — срочный <i>fundamentally</i> — принципиально <i>essentially</i> — по существу	<i>critical role</i> — критическая роль <i>vital step</i> — жизненно важный шаг	<i>Our findings underline the critical role of soil biodiversity in enhancing agroecosystem resilience under climate stress.</i> Наши результаты подчеркивают критическую роль биоразнообразия почвы в повышении устойчивости агроэкосистем в условиях климатического стресса.
Интерактивная	Устанавливает диалог с читателем и научным сообществом: рекомендации, согласие или расхождение с другими исследованиями, указание на будущее исследование	<i>we recommend</i> — мы рекомендуем <i>it must be acknowledged</i> — следует признать <i>in line with</i> — в соответствии с <i>urge</i> — призываем <i>suggest</i> — предлагаем	<i>we recommend</i> — мы рекомендуем <i>align with</i> — соответствуют <i>must be acknowledged</i> — следует признать	<i>Based on these findings, we recommend further investigation into microbial-based fertilizers for arid farming systems.</i> Основываясь на этих данных, мы рекомендуем дальнейшее исследование микробных удобрений для засушливых сельскохозяйственных систем.

Демонстрация авторской позиции во Введении научной статьи

Введение научной статьи выполняет ключевую риторическую функцию, формируя контекст исследования, обосновывая его актуальность и подчеркивая новизну. Согласно модели создания исследовательского пространства (Create-a-Research-Space, CARS) Swales (1990), введение состоит из трех основных риторических этапов (moves): установление исследовательской территории (Move 1), выделение исследовательской ниши (Move 2) и захват исследовательской ниши (Move 3). На каждом из этих этапов авторская позиция (stance) про-

является через эпистемический, оценочный, аффективный и интерактивный типы, позволяя авторам обосновывать выбор источников, подчеркивать значимость темы и выстраивать диалог с научным сообществом.

Move 1: Установление исследовательской территории

На первом этапе авторы вводят читателя в область исследования, подчеркивая ее значимость и обобщая ключевые достижения или тенденции. Этот этап требует от авторов демонстрации осведомленности о суще-

ствующих работах и обоснования выбора цитируемых источников, что достигается через использование всех четырех типов авторской позиции.

- (1) Эпистемическая авторская позиция: авторы применяют хеджирование, усилители и модальные конструкции, чтобы выразить степень уверенности в обобщениях о состоянии поля или надежности источников. Хеджирование смягчает утверждения в областях с неопределенными данными, тогда как усилители подчеркивают достоверность ключевых работ.

Пример: «Многочисленные исследования **убедительно** демонстрируют, что точное земледелие **повышает** урожайность, хотя его масштабируемость **может быть ограничена** экономическими факторами». Усилитель «убедительно» подчеркивает надежность цитируемых источников, а модальный глагол «может» отражает осторожность, оправдывая дальнейшее исследование. Такой подход позволяет авторам показать, что их выбор источников основан на признанных данных, одновременно указывая на области, требующие уточнения.

- (2) Оценочная авторская позиция: оценочная лексика используется для подчеркивания ценности или ограничений существующих исследований, что помогает обосновать релевантность цитируемых работ. Положительные оценки усиливают значимость темы, а нейтральные или критические указывают на необходимость дальнейших исследований.

Пример: «Исследования микробиома почвы выявили его **многообещающий** потенциал для повышения устойчивости агроэкосистем». Слово «многообещающий» подчеркивает ценность источников, делая их релевантными для исследования. В пищевых технологиях оценочная позиция часто акцентирует практическую значимость, например экологические выгоды переработки отходов, что усиливает восприятие темы как актуальной для индустрии.

- (3) Аффективная авторская позиция: эмоционально окрашенная лексика подчеркивает срочность или социальную значимость темы, оправдывая выбор источников, связанных с глобальными вызовами.

Пример: «В условиях **нарастающего** глобального продовольственного кризиса исследования устойчивых методов переработки пищевых отходов приобретают **критическую важность**». Фразы «нарастающего» и «критическую» создают эмоциональный акцент, подчеркивая актуальность темы и выбор соответствующих источников.

- (4) Интерактивная авторская позиция: цитирование и обобщения о состоянии поля выстраивают диалог с научным сообществом, демонстрируя, как источники формируют контекст исследования.

Пример: «Как показали исследования (Author et al., 2021), генетически модифицированные культуры **повышают устойчивость к засухе**, что подчеркивает их зна-

чение для продовольственной безопасности». Этот прием помогает авторам показать, что их исследование опирается на признанные работы, усиливая доверие к выбору источников.

Move 2: Выделение исследовательской ниши (указание на пробел)

На втором этапе авторы идентифицируют пробелы, ограничения или нерешенные вопросы в существующей литературе, обосновывая необходимость своего исследования. Этот этап требует дипломатичного подхода, чтобы критика предыдущих работ не выглядела некорректной, и здесь авторская позиция играет ключевую роль в выделении новизны.

- (1) Эпистемическая авторская позиция: хеджирование смягчает критику, позволяя авторам указывать на ограничения источников, не подрывая их ценность. Модальные конструкции подчеркивают неопределенность, оправдывая исследование.

Пример: «Эффективность биопестицидов **вероятно недооценивается** из-за отсутствия долгосрочных данных». Модальное слово «вероятно» смягчает критику, а указание на отсутствие данных подчеркивает пробел. В сельском хозяйстве, где новые технологии часто имеют ограниченную доказательную базу, хеджирование позволяет авторам дипломатично указывать на пробелы, сохраняя уважение к цитируемым работам.

- (2) Оценочная авторская позиция: негативная или нейтральная оценочная лексика используется для указания на ограничения предыдущих исследований, что создает риторическую основу для новизны. Пример: «Хотя исследования органического земледелия демонстрируют его экологические преимущества, их выводы **ограничены** недостаточным учетом социально-экономических факторов». Слово «ограничены» подчеркивает пробел, оправдывающий исследование. В пищевых технологиях оценочная авторская позиция часто акцентирует методологические или практические ограничения, например масштабируемость технологий.

- (3) Аффективная авторская позиция: эмоциональная лексика подчеркивает срочность устранения пробела, усиливая восприятие его значимости.

Пример: «**Критический** дефицит знаний о влиянии генетически модифицированных культур на малые фермерские хозяйства препятствует их внедрению». Слово «критический» акцентирует срочность, оправдывая исследование.

Аффективная авторская позиция особенно эффективна в прикладных дисциплинах, где пробелы связаны с социальными или экологическими проблемами, что привлекает внимание к исследованию.

- (4) Интерактивная авторская позиция: указание на проблемы и вопросы вовлекает научное сообщество, подчеркивая нерешенные аспекты и необходимость исследования.

Пример: «Влияние технологий переработки пищевых отходов на экологическую устойчивость остается **практически неизученным**». Фраза «практически неизученным» выделяет пробел, приглашая к дальнейшему диалогу. Этот прием позволяет авторам показать, что их исследование отвечает на актуальные вопросы, усиливая его релевантность.

Move 3: Захват исследовательской ниши

На третьем этапе авторы формулируют цели, методы или ожидаемые результаты исследования, позиционируя его как решение выявленного пробела. Авторская позиция используется для утверждения значимости исследования и подчеркивания его вклада.

- (1) Эпистемическая авторская позиция: усилители и модальные конструкции выражают уверенность в способности исследования устранить пробел, одновременно сохраняя научную осторожность.

Пример: «Настоящее исследование **намерено** оценить долгосрочную эффективность микробных удобрений в повышении урожайности». Усилитель «намерено» подчеркивает решимость, а глагол выражает ясную цель.

- (2) Оценочная позиция: положительная лексика подчеркивает новизну и ценность исследования, выделяя его среди других работ.

Пример: «Предложенный метод ферментации демонстрирует **значительный потенциал** для повышения пищевой ценности растительных белков». Слово-сочетание «значительный потенциал» отражает высокую оценку эффективности метода. В области пищевых технологий оценочная позиция часто используется для акцентирования прикладной ценности и технологической перспективности, что усиливает привлекательность исследования для производственного сектора и научного сообщества.

- (3) Аффективная авторская позиция: эмоциональная лексика усиливает восприятие исследования как значимого для решения глобальных проблем.

Пример: «Данное исследование отвечает **настоятельной** потребности в разработке устойчивых методов переработки отходов». Слово «настоятельной» подчеркивает срочность и актуальность.

- (4) Интерактивная авторская позиция: формулировка целей и структуры исследования вовлекает читателя, показывая, как исследование заполняет пробел. Пример: «Мы **стремимся устранить** этот пробел, исследуя экологические преимущества биопестицидов в сравнении с химическими аналогами». Указание на цель («стремимся устранить») устанавливает

диалог с читателем. Этот прием усиливает восприятие исследования как логического продолжения научного дискурса, подчеркивая его вклад.

Проявления авторской позиции в обсуждении результатов

Раздел «Обсуждение результатов» (Discussion) в научной статье выполняет ключевую риторическую функцию, позволяя авторам интерпретировать полученные данные, сравнивать их с предыдущими исследованиями, признавать ограничения и предлагать рекомендации для будущих исследований или практического применения. Этот раздел не только синтезирует результаты, но и демонстрирует, как исследование вписывается в существующий научный дискурс, подчеркивая его значимость и новизну. Риторическая структура обсуждения, как правило, включает четыре основных этапа (moves): интерпретация результатов (Move 1), сравнение с предыдущими исследованиями (Move 2), указание на ограничения исследования (Move 3) и формулировка рекомендаций или выводов (Move 4) (Swales & Feak, 2004; Тихонова, 2024). На каждом из этих этапов авторская позиция (stance) проявляется через эпистемический, оценочный, аффективный и интерактивный типы.

Move 1: Интерпретация результатов

На первом этапе авторы объясняют значение своих результатов, подчеркивая их вклад в науку или практику. Этот этап требует выстраивания убедительной аргументации, где авторская позиция используется для демонстрации уверенности в выводах, их значимости и связи с цитируемыми источниками.

- (1) Эпистемическая авторская позиция: хеджирование и усилители отражают степень уверенности в интерпретации данных. Хеджирование смягчает утверждения, особенно в случае предварительных результатов, тогда как усилители подчеркивают достоверность выводов.

Пример 1: «Наши данные **предположительно** указывают на то, что использование микробных удобрений повышает урожайность на 15 %». Хеджирование («предположительно») демонстрирует осторожность, что оправдано в исследованиях с ограниченной выборкой, сохраняя научную объективность.

Пример 2: «Полученные результаты **убедительно** подтверждают экологические преимущества органического земледелия в снижении углеродного следа». Усилитель («убедительно») подчеркивает надежность выводов, усиливая их значимость.

- (2) Оценочная авторская позиция: оценочная лексика подчеркивает значимость результатов, выделяя их ценность или новизну. Положительные оценки усиливают восприятие исследования как значимого.

Пример: «Эти результаты демонстрируют **выдающийся** потенциал технологий переработки пищевых отходов для достижения экологической устойчивости». Слово «выдающийся» акцентирует вклад исследования, делая его привлекательным для практиков.

(3) Аффективная авторская позиция: эмоциональная лексика связывает результаты с глобальными вызовами, подчеркивая их срочность или социальную значимость.

Пример: «Наши данные подчеркивают критическую роль биопестицидов в снижении химической нагрузки на экосистемы». Слово «**критическую**» создает эмоциональный акцент, апеллируя к экологическим приоритетам.

(4) Интерактивная авторская позиция: ссылки на цитируемые источники или обобщения о значении результатов вовлекают научное сообщество, показывая, как данные опираются на существующие знания.

Пример: «Наши результаты согласуются с выводами Author et al. (2022), подчеркивая экологические выгоды органического земледелия». Цитирование усиливает доверие к интерпретации, устанавливая диалог с другими работами.

Move 2: Сравнение с предыдущими исследованиями

На втором этапе авторы сравнивают свои результаты с данными других исследований, подчеркивая сходства, различия или уникальность своего вклада. Авторская позиция используется для дипломатичного выстраивания отношений с научным сообществом и обоснования значимости результатов.

(1) Эпистемическая авторская позиция: хеджирование смягчает расхождения с другими работами, а усилители подчеркивают согласованность или превосходство результатов.

Пример 1: «В отличие от данных Author et al. (2021), наши результаты **возможно** указывают на минимальное влияние генетически модифицированных культур на биоразнообразие». Хеджирование («возможно») смягчает расхождение, сохраняя уважение к предыдущим работам.

Пример 2: «Наши данные **несомненно** подтверждают выводы Author et al. (2024) о роли микробиома почвы в устойчивости агроэкосистем». Усилитель («несомненно») подчеркивает согласованность, усиливая доверие.

В исследованиях по сельскохозяйственной тематике, где результаты могут быть противоречивыми, эпистемическая авторская позиция позволяет авторам дипломатично выделять уникальность своих данных.

(2) Оценочная авторская позиция: оценочная лексика подчеркивает преимущества или ограничения других исследований, акцентируя новизну текущего исследования.

Пример: «Наши результаты о биотехнологических методах переработки отходов предлагают **более всесторонний** подход, чем предыдущие исследования» (Patel & Kumar, 2025). Фраза «более всесторонний» подчеркивает превосходство, усиливая вклад исследования. Оценочная позиция помогает авторам выделить практическую или методологическую ценность своих результатов, особенно в пищевых технологиях.

(3) Аффективная авторская позиция: эмоциональная лексика подчеркивает значимость различий или сходств, связывая их с глобальными вызовами.

Пример: «Наши данные подчеркивают **настоятельную** необходимость переосмысления выводов о влиянии генетически модифицированных культур на малые хозяйства». Слово «настоятельную» акцентирует срочность, усиливая значимость.

(5) Интерактивная авторская позиция: Цитирование и сравнения вовлекают научное сообщество, показывая, как результаты исследования дополняют или оспаривают существующие знания.

Пример: «Как и в исследовании Author et al. (2022), наши данные подтверждают экологические преимущества органического земледелия, но расширяют их за счет учета долгосрочных эффектов». Этот прием усиливает восприятие исследования как части научного диалога, что важно в междисциплинарных областях.

Move 3: Указание на ограничения исследования

На третьем этапе авторы признают методологические или контекстуальные ограничения своего исследования, что демонстрирует научную объективность. Авторская позиция используется для минимизации влияния ограничений и сохранения значимости результатов.

(1) Эпистемическая авторская позиция: хеджирование смягчает значимость ограничений, подчеркивая, что они не подрывают общие выводы.

Пример: «Небольшой размер выборки **может** ограничивать обобщаемость результатов, но данные остаются надежными для локальных условий». Модальное слово «может» минимизирует ограничение, сохраняя доверие к выводам.

В исследованиях по сельскому хозяйству, часто ограниченным региональными факторами, хеджирование помогает авторам сохранить убедительность.

(2) Оценочная авторская позиция: нейтральная или позитивная лексика подчеркивает ценность результатов, несмотря на ограничения.

Пример: «Хотя наше исследование ограничено краткосрочными наблюдениями, оно предлагает **ценные** идеи для разработки биотехнологических подходов». Слово «ценные» смягчает ограничение, акцентируя вклад.

- (3) Аффективная авторская позиция: эмоциональная лексика подчеркивает значимость исследования, несмотря на ограничения, связывая его с глобальными приоритетами.

Пример: «Несмотря на ограниченный масштаб, наше исследование вносит **жизненно важный** вклад в понимание роли биопестицидов в устойчивом земледелии». Фраза «жизненно важный» усиливает значимость.

- (4) Интерактивная авторская позиция: указание на ограничения часто сопровождается предложениями для будущих исследований, вовлекая научное сообщество в их осмысление.

Пример: «Необходимо дальнейшее изучение масштабируемости технологий переработки отходов для подтверждения наших выводов».

Move 4: Формулировка рекомендаций или выводов

На четвертом этапе авторы предлагают рекомендации для будущих исследований или практического применения, подчеркивая значимость своего вклада. Авторская позиция используется для утверждения авторитетности исследования и его влияния.

- (1) Эпистемическая авторская позиция: модальные конструкции и усилители выражают уверенность в рекомендациях, сохраняя научную осторожность.

Пример: «Будущие исследования должны сосредоточиться на долгосрочных эффектах микробных удобрений». Модальный глагол «должны» выражает авторитетную рекомендацию. Эпистемическая авторская позиция помогает авторам предлагать реалистичные направления, учитывая неопределенность данных.

- (2) Оценочная авторская позиция: положительная лексика подчеркивает ценность рекомендаций, усиливая их привлекательность.

Пример: «Мы предлагаем **многообещающий** подход к оценке влияния генетически модифицированных культур на биоразнообразие». Слово «многообещающий» акцентирует потенциал.

- (3) Аффективная позиция: эмоциональная лексика подчеркивает срочность или социальную значимость рекомендаций.

Пример: «Существует **настоятельная** потребность в разработке масштабируемых технологий переработки отходов для решения продовольственного кризиса». Слово «настоятельная» усиливает актуальность. Аффективная авторская позиция эффективна для апелляции к широкой аудитории, включая практиков и политиков.

- (4) Интерактивная авторская позиция: рекомендации и выводы вовлекают научное сообщество, предлагая направления для дальнейших исследований.

Пример: «Мы настоятельно рекомендуем дальнейшее изучение роли биопестицидов в снижении экологического ущерба». Рекомендация приглашает к диалогу. Этот прием подчеркивает вклад исследования и его открытость для развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторская позиция (stance) является неотъемлемым элементом научной коммуникации, выполняющим ключевую риторическую функцию в структурировании и интерпретации научных текстов. Введение и обсуждение результатов, как два центральных раздела научной статьи, предоставляют авторам пространство для реализации стратегий репрезентации авторской позиции, позволяя формировать контекст, выделять новизну и интерпретировать данные в диалоге с научным сообществом. В исследованиях по сельскому хозяйству и пищевым технологиям, где результаты часто имеют междисциплинарный характер и практическое значение, авторская позиция приобретает особую роль, усиливая связь научных выводов с глобальными вызовами, такими как продовольственная безопасность, экологическая устойчивость и экономическая эффективность. Акцент на «критической» роли инноваций, «многообещающем» потенциале технологий или «настоятельной» необходимости новых подходов не только усиливает восприятие исследования как актуального, но и направляет внимание к приоритетам, которые авторы считают ключевыми. Понимание механизмов выражения авторской позиции позволяет авторам более эффективно структурировать свои тексты, усиливая их воздействие, а читателям — глубже анализировать научные статьи, раскрывая скрытые намерения и вклад авторов. Таким образом, авторская позиция выходит за рамки простого выражения мнения, становясь стратегическим инструментом, который формирует научный дискурс и обеспечивает его риторическую убедительность.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

- Тихонова, Е.В. (2023). Межличностные стратегии академического письма: значимость признания ограничений исследования и рекомендаций для будущих исследований в научном дискурсе. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 31(4), 8–15. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.4.526>
- Тихонова, Е.В. (2024). Обсуждение полученных результатов в оригинальном исследовании: риторические шаги и их воплощение. *Научный редактор и издатель*, 9(1), 6–37. <https://doi.org/10.24069/SEP-24-14>
- Biber, D., Johansson, S., Leech, G., Conrad, S., & Finegan, E. (1999). *Longman grammar of spoken and written English*. London: Longman.
- Charles, M. (2003). "This mystery...": A corpus-based study of the use of nouns to construct stance in theses from two contrasting disciplines. *Journal of English for Academic Purposes*, 2(4), 313–326. [https://doi.org/10.1016/S1475-1585\(03\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S1475-1585(03)00048-1)
- Harwood, N. (2005). "Nowhere has anyone attempted... In this article I aim to do just that": A corpus-based study of self-promotional I and we in academic writing across four disciplines. *Journal of Pragmatics*, 37(8), 1207–1231. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2005.01.012>
- Hyland, K. (2005). *Stance and engagement: A model of interaction in academic discourse*. *Discourse Studies*, 7(2), 173–192. <https://doi.org/10.1177/1461445605050365>
- Hyland, K. (2008). *Academic discourse: English in a global context*. London: Continuum.
- Hyland, K., & Sancho Guinda, C. (Eds.). (2012). *Stance and voice in written academic genres*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Koutsantoni, D. (2006). Rhetorical strategies in engineering research articles and research theses: Advanced academic literacy and relations of power. *Journal of English for Academic Purposes*, 5(1), 19–36. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2005.11.002>
- Lewin, B. A., Fine, J., & Young, L. (2001). *Expository discourse: A genre-based approach to social science research texts*. London: Continuum.
- Swales, J. M. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Swales, J. M., & Feak, C. B. (2004). *Academic writing for graduate students: Essential tasks and skills* (2nd ed.). Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Tikhonova, E.V., Kosycheva, M.A., & Golechkova, T.Yu. (2023). Establishing rapport with the reader: Engagement markers in the discussion section of a research article. *Integration of Education*, 27(3), 354–372. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.112.027.202303.354-372>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s244>

О перспективах создания адаптивного питания для военнослужащих

И.А. Прохода, Е.И. Слезко

Брянский государственный
аграрный университет,
с. Кокино, Россия

Корреспонденция:

Слезко Елена Ивановна,
Брянский государственный
аграрный университет,
243365, Россия, Брянская обл.,
Выгоничский р-н, с. Кокино,
ул. Советская, 2а
E-mail: eslezko@bk.ru

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии
конфликта интересов.

Соответствие принципам этики:

Все описанные в статье исследования
проведены в согласии с принципами
и правилами, разработанными и
документированными в Хельсинкской
декларации ВМА (64-я Генеральная
ассамблея, Форталеа, 2013)
и Федеральном законе Российской
Федерации № 323-ФЗ от 21 ноября
2011 г. Обязательным критерием
для включения испытуемых лиц
в исследование было получение от
них добровольного информированного
согласия в письменной форме.

Поступила: 12.11.2024

Поступила после
рецензирования: 19.02.2025

Принята: 30.03.2025

Copyright: © 2025 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. В условиях проведения специальной военной операции актуальным является поддержание боевого духа личного состава через разработку адаптивного питания, предупреждающего утомление и восстановление работоспособности военнослужащих. Весомость данного направления особенно возросла в связи с применением сложнейших систем управления и вооружения. Учитывая важную роль в сохранении работоспособности правильного сбалансированного питания, необходимо уделить внимание поиску естественных продуктов, которые смогут активно воздействовать на адаптивные и резервные функционально-структурные системы организма. В этом отношении представляется широкое внедрение продуктов пчеловодства, в частности, цветочной пыльцы и порошка Билар.

Цель. Обосновать использование высоко биологически активных продуктов пчеловодства (цветочная пыльца и порошок личиночного происхождения Билар) для адаптивного питания военнослужащих.

Материалы и методы. В наших исследованиях цветочная пыльца и порошок Билар в адаптивном питании применялись по 50 г и 100 мг ежедневно, а в восстановительный период доза суточного приема увеличивалась до 70 г и 200 мг по рекомендациям профессора Литвина Ф.Б. на личном составе военнослужащих в дальних походах кораблей в 2023 году. Исследования проводились на добровольцах, изъявивших желание участвовать в проведении испытаний. Влияние адаптивного питания на функционирование систем организма изучали по следующим показателям: частота пульса, уд/мин., вес, кг, сложной сенсомоторной реакции (СМР), мс., критической частоте слияния световых мельканий (КЧСМ), Гц, PWC_{170} , (кгм/мин/кг), САН (самочувствие, активность, настроение), в баллах, корректурной пробе, количестве ошибок несовпадений, %.

Результаты. Цветочная пыльца и порошок Билар оказали положительное воздействие на длительное сохранение работоспособности и ускорение восстановительных процессов военнослужащих моряков. Так, в период после похода показатель ошибок несовпадений снизился в опытной группе на 38 %, что свидетельствует о снижении утомляемости персонала, повышении точности двигательных действий военнослужащих.

Выводы. Военнослужащие остро нуждаются в адаптивном питании из натуральных высоко биологически активных источников. Особенно высока его эффективность в после походном восстановительном периоде, а также в ситуациях, требующих высокого нервно-эмоционального напряжения, при длительном воздействии экстремальных факторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

адаптивное питание, военнослужащие, цветочная пыльца, порошок Билар, функциональное состояние, работоспособность



Для цитирования: Прохода, И. А., & Слезко, Е. И. (2025). О перспективах создания адаптивного питания для военнослужащих. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 17-26. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s244>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s244>

On the Prospects for Creating Adaptive Nutrition for Military Personnel

Irina A. Prokhoda, Elena I. Slezko

Bryansk State Agrarian University,
Kokino village, Russia

Correspondence:

Elena I. Slezko,
2a, Sovetskaya St., Kokino,
Vygonichsky District, Bryanskaya Oblast,
Russia, 243365
E-mail: eslezko@bk.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 12.11.2024

Received in revised form: 19.02.2025

Accepted: 30.03.2025

Copyright: © 2025 The Authors

ABSTRACT

Introduction. In the conditions of a special military operation, it is important to maintain the fighting spirit of personnel through the development of adaptive nutrition that prevents fatigue and restores the working capacity of military personnel. The importance of this area has especially increased in connection with the use of complex control and weapons systems. Given the important role of proper balanced nutrition in maintaining working capacity, it is necessary to pay attention to the search for natural products that can actively influence the adaptive and reserve functional and structural systems of the body. In this regard, the widespread introduction of bee products, in particular, flower pollen and Bilar powder, seems appropriate.

Purpose. To justify the use of highly biologically active bee products (flower pollen and powder of larval origin Bilar) for adaptive nutrition of military personnel.

Materials and Methods. In our studies, flower pollen and Bilar powder were used in adaptive nutrition at 50 g and 100 mg daily, and during the recovery period, the daily dose was increased to 70 g and 200 mg, as recommended by Professor Litvin FB military personnel on long-distance ship voyages in 2023. The studies were conducted on volunteers who expressed a desire to participate in the tests. The effect of adaptive nutrition on the functioning of the body's systems was studied by the following indicators: pulse rate, bpm, weight, kg, complex sensorimotor reaction (CMR), ms, critical frequency of light flickering fusion (CFLF), Hz, PWC₁₇₀ (kgm/min/kg), SAM (well-being, activity, mood), in points, proofreading test, number of errors of mismatches, %.

Results. Flower pollen and Bilar powder had a positive effect on long-term maintenance of working capacity and acceleration of recovery processes of military sailors. Thus, in the period after the campaign, the indicator of errors of mismatches decreased in the experimental group by 38 %, which indicates a decrease in personnel fatigue, an increase in the accuracy of motor actions of the military personnel.

Conclusions. Military personnel are in dire need of adaptive nutrition from natural highly biologically active sources. Its effectiveness is especially high in the post-campaign recovery period, as well as in situations requiring high neuro-emotional stress, with prolonged exposure to extreme factors.

KEYWORDS

adaptive nutrition, military personnel, flower pollen, Bilar powder, functional state, performance



To cite: Prokhoda, I. A., & Slezko, E. I. (2025). On the prospects for creating adaptive nutrition for military personnel. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 17-26. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s244>

ВВЕДЕНИЕ

Роль питания военнослужащих в любой армии мира велика в поддержании боеспособности войск, формировании адаптивных факторов, влияющих на индивидуально-психологические особенности личности военнослужащих. Специалисты технологи озабочены поиском альтернативных источников питания данной категории людей с использованием натуральных источников, позволяющих сократить срок восстановления работоспособности, повысить боевой дух и адаптацию к армейской среде (Кулешов и соавт., 2018).

Одним из источников служат продукты пчеловодства — цветочная пыльца и порошок из трутневых личинок Билар — аналог маточного молочка. Цветочная пыльца содержит все-незаменимые и заменимые аминокислоты, витамины, С, В₁, В₆, В₁₂, Н, В₃, В₂, провитамины А, Д, Е, Р и т.д. Кроме того, в ней найдены ферменты, гормональные — вещества, минеральные соли и, что очень важно микроэлементы: кальций, магний, калий, железо, медь, кремний, фосфор, сера, хлор, титан, марганец, барий, серебро, золото, хром, кадмий и др. В природе нет пищевого аналога равного данному продукту по концентрации всех составных компонентов, необходимых для нормального функционирования всех систем живого организма (Шапиро и соавт., 1985).

Порошок из трутневых личинок Билар — нетрадиционный продукт пчеловодства личиночного происхождения является аналогом маточного молочка, но имеющий более стабильную и удобную форму. Имеет высокую биологическую и пищевую ценность, сбалансированный химический состав и высокое содержание биологически активных веществ и комплексов, не токсичен, не вызывает побочных эффектов, аллергии и полностью усваивается организмом. Порошок Билар содержит: (Луцук и соавт., 2013) белки — 51,2 %, жиры — 4,8 %, сахара — 30,0 %. Белки содержат 16 общих, 28 свободных аминокислот (все незаменимые, а по лизину, триптофану и гистидину в два раза превышает уровень ФАО/ВОЗ). Для ускорения пищеварения очень важно употреблять желчные кислоты, которые в достаточном количестве содержатся в порошке Билар (мкг/мл): холестерол — 0,13, литохолевая — 1,3, дезоксихолевая — 1,35, урсодезоксихолевая — 0,043 и др. Порошок Билар содержит 11 свободных жирных кислот, в том числе, уникальные деценовые кислоты — 7,9 мг/ %, из них: три эссенциальных в виде следов. Эти кислоты занимают большую часть в составе защитной оболочки биомембраны клетки и играют огромную роль в обменных клеточных процессах, в питании клетки. По содержанию минеральных веществ, порошок превышает лучшие мировые аналоги (мг/ %): натрий-225,2; калий- 139,5; марганец — 0,143; медь — 0,58; цинк — 1,33; кальций — 21,6; магний — 106,0 и др.

Витамины — группа специфически действующих высокоактивных органических веществ, преимущественно растительного происхождения, которые оказывают регулирующее влияние на процессы метаболизма и физиологические функции организма (Луцук и соавт., 2013). Содержание витаминов в порошке Билар составляет, (мг/100мл): Δ-токоферол — 3500; β+ j токоферол — 600; α-токоферол — 370; витамины группы В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆); β-каротин и др. Хелатный комплекс витаминов группы В действует сочетано с большей пользой для организма, чем каждый витамин в отдельности. Наибольший хелатный эффект имеют пиридоксин В₆, рибофлавин В₂, тиамин В₁ и пантотеновая кислота В₅, которой в порошке Билар большое количество. В5 имеет важное значение при метаболизме жиров и необходима для работы мозга и нервной системы, стимулирует образование кортикостероидов, поддерживает стабильное состояние нервной системы.

Установлено содержание натуральных половых гормонов (н/моль/100г): тестостерон — 0,307; прогестерон — 51,3; пролактин — 410,0; экстрадиол — 677,6 и другие. Состав гормонов сбалансирован и значительно повышает биологическую ценность порошка.

Медико-биологические исследования порошка Билар, проведенные ООО МИП «БиоСэв» в 2024 году подтверждают безопасность и эффективность воздействия на актопротекторные, антигипоксические, иммуномодулирующие и адаптогенные свойства в отношении живых систем, применение порошка дает положительный эффект у больных с депрессивными состояниями, способствует нормализации сна (Прохода и соавт., 2023, Прохода и соавт., 2022).

Таким образом, поиск средств и способов предупреждения утомления и восстановления работоспособности военнослужащих через адаптивное питание актуально и своевременно и в качестве функциональных добавок к пище можно использовать высоко биологически активные продукты пчеловодства — цветочную пыльцу и порошок личиночного происхождения Билар.

Цель и задачи исследований. Обосновать использование высоко биологически активных продуктов пчеловодства (цветочная пыльца и порошок личиночного происхождения Билар) для адаптивного питания военнослужащих. Для решения поставленной цели были решены следующие задачи:

- (1) сформировать опытную и контрольную группы-аналоги военнослужащих для проведения испытаний влияния продуктов пчеловодства — цветочной пыльцы и порошка из трутневой биомассы Билар на показатели функционального состояния и работоспособности личного состава в различных условиях деятельности;

- (2) установить показатели функционального состояния и работоспособности личного состава военнослужащих в различных условиях деятельности;
- (3) провести сравнительную оценку влияния цветочной пыльцы и порошка из трутневой биомассы Билар на показатели эффективности слепоходного отдыха.

Данные исследования проводились впервые, имеют новизну и решают глобальную проблему поиска адаптивного питания военнослужащих в современных условиях проведения специальной военной операции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В наших исследованиях цветочная пыльца и порошок Билар применялась в дальних походах кораблей на личном составе военнослужащих в 2023 году. Исследования проводились на добровольцах, изъявивших желание участвовать в проведении испытаний.

Используемые методики

Показатели функционирования систем организма военнослужащих определялись в соответствии с методиками: частота пульса, сложная сенсомоторная реакция (СМР), критическая частота слияния мельканий (КЧСМ), метод кольца РДО, корректурная проба (тест Б. Бурдона), тепинг-тест, проба Штанги PWC₁₇₀.

Частота пульса — это скорость сокращений сердца в минуту. Сложная сенсомоторная реакция, СМР, мс определялась по методике Т. Холмса и Р. Рае (Holmes & Rahe, 1967), которая представляет собой психометрическую шкалу самооценки актуального уровня стресса (Гулиева и др., 2015) в диагностике профессиональной пригодности к различным видам операторской и другой деятельности, связанным с необходимостью быстрого реагирования (Солодков и др., 2020¹; Маркворт, 2020; Морозов, 2005). Итоговый балл по шкале сопоставляется с известными уровнями переживания стресса: меньше 150 — достаточно большая сопротивляемость стрессу; 150–199 — высокая сопротивляемость; 200–299 — пороговая сопротивляемость; 300 и более — низкая (ранимость) (Катаманова и соавт., 2020).

Критическая частота слияния мельканий (КЧСМ) — это диагностический тест, для выявления патологий, протекающих в зрительном пути. КЧСМ в норме у здоровых людей бывают от 40 до 46 Гц.

Метод кольца РДО — это оптометрический тест, используемый для измерения остроты зрения. Основным элементом теста — это кольцо с разрывом, напоминающее букву «С» (Морозов, 2005). Данный метод несколько усовершенствован: военнослужащий, наблюдая за движением точечного объекта, в момент предполагаемого совпадения его положения с меткой останавливает движение точечного объекта. Затем вычисляют ошибку несовпадения точечного объекта и метки — время ошибки запаздывания с положительным знаком или упреждения с отрицательным знаком, и через заданное время возобновляют движение точечного объекта.

Методика РДО используется:

- (1) для определения уровня взаимоотношения процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе;
- (2) для диагностики функционального состояния (Устыменко и соавт., 2017) человека, в частности, утомления, работоспособности ЦНС, точности двигательных действий;
- (3) при решении задач профориентации и профотбора для различных видов деятельности, связанных с быстротой и точностью двигательной регуляции (например, водители, лётчики, спортсмены) (Шупейко и др., 2016).

Преобладание точных ответов свидетельствует об уравновешенности основных нервных процессов. Нарастание количества преждевременных реакций говорит о состоянии повышенной возбудимости, увеличение числа запаздывающих реакций — признак преобладания процессов торможения в центральной нервной системе (Смирнова и соавт., 2005).

Корректурная проба (тест Б. Бурдона) — позволяет исследовать особенности внимания человека — устойчивость, концентрация, переключаемость, объем. Корректурная проба может проводиться для взрослых людей, школьников, а также для детей старшего дошкольного возраста. Методика используется в группе и индивидуально.

Тестирование проводилось с использованием специальных бланков с рядами случайных букв (цифр, фигур, может быть использован газетный текст вместо бланков). В классическом варианте теста 40 рядов по 40 букв в каждом (Сидоров, 2012).

Определение типа нервной системы. Сила нервной системы диагностируется на основании анализа графика работоспособности по форме кривой согласно нижеуказанным критериям, гидродинамометрия и др., состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, пульс-

¹ Солодков, А. С., & Сологуб, Е. Б. (2020). *Физиология человека. Общая, спортивная, возрастная: Учебник. Советский спорт.*

сометрия, ортостатическая проба, пульсовое давление (Нопин и др., 2022).

Массу тела определяли с помощью весов.

Проба Штанги PWC₁₇₀ — тест используется для определения физической работоспособности человека. Физическая работоспособность в пробе PWC170 выражается в величинах той мощности физической нагрузки, при которой частота сердцебиения достигает величины 170 уд/мин., спирометрия, оценка физического развития по данным антропометрии.

Проба определения физической работоспособности при пульсе 170 уд./мин. (1947–1948 г.). Нагрузку при пробе PWC170 можно задавать двумя способами: 1. Велозргометрия. 2. Степ-тест. $PWC170(кгм/мин) = № 1 + (№ 2 - № 1) \times 170 - ЧСС1 / ЧСС2 - ЧСС1$.

Оценка физической работоспособности проводится с использованием степ-теста PWC170. в модификации В.Л. Карпмана. Использовалась высота ступеньки 0,30 м. Обследуемым задавался темп восхождения, равный 20 при первой и 30 подъемам в минуту при второй нагрузке (Карпман и др., 1988, Скуратова и др., 2011).

Основные показатели функционирования систем организма определялись с помощью общепринятых методик: опрос жалоб, состояние высшей нервной деятельности, тестирование по усовершенствованной методике САН — это экспресс-оценка самочувствия, активности и настроения. Опросник состоит из 30 пар противоположных характеристик, по которым военнослужащего просят оценить свое состояние. Каждая пара представляет шкалу, на которой он отмечает степень выраженности или иной характеристики своего состояния. При подсчете крайняя степень выраженности негативного полюса пары оценивается в 1 балл, а крайняя степень выраженности позитивного полюса пары — в 7 баллов. при этом нужно учитывать, что полюса шкал постоянно меняются, но положительные состояния всегда получают высокие баллы, 27 а отрицательные — низкие. Полученные баллы группируются в соответствии с ключом в три категории, и подсчитывается количество баллов по каждой из них. Самочувствие — сумма баллов по шкалам: 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26. Активность — сумма баллов по шкалам: 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28. Настроение — сумма баллов по шкалам: 5, 6, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30. Полученные результаты по каждой категории делятся на 10. Средний балл шкалы равен 4. Оценки, превышающие 4 балла, свидетельствуют о благоприятном состоянии испытуемого, ниже 4 — о неблагоприятном состоянии. Нормальные оценки состояния располагаются в диапазоне 5,0–5,5 баллов. 27 Следует отметить, что при анализе функционального состояния важны не только значения отдельных показателей, но и их соотношение (Пучкова, 2013).

Пыльца и порошок Билар применялись по 50 г и 100 мг ежедневно, а в восстановительный период доза суточного приема увеличивалась до 70 г и 200 мг соответственно по рекомендациям профессора Литвина Ф.Б. (Литвин и др., 2022). В каждом опыте определялись две группы: принимавших функциональные добавки (опытная группа) и не принимавших (контрольная группа), по 25 человек в каждой. Функциональные добавки пыльцы и порошка Билар принимали в сухом порошкообразном виде за 40 минут до обеда, и запивали водой. В ходе всех экспериментальных работ не было отмечено ни одного случая аллергических и диспепсических реакций, все участники эксперимента отметили улучшение аппетита, сна, самочувствия, нормализацию физиологических отклонений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В научной литературе ведется дискуссия о разработке адаптивного питания военнослужащих в период экстремальных нагрузок по сокращению сроков восстановления их работоспособности.

До начала испытаний вес военнослужащих соответствовал 70–72 кг, в конце исследований наблюдалось незначительное от 2,2 до 3,1 кг снижение веса и после кратковременного отдыха вес начал восстанавливаться до первоначальных значений.

В работе изучена частота пульса военнослужащих в период испытаний. На сердечный ритм влияют сильные эмоции. Однако постоянная повышенная частота пульса может свидетельствовать о нарушениях кровообращения, повышенном риске развития инфаркта или инсульта. За весь период испытаний данный показатель достоверно не изменился, однако замечено снижение частоты пульса в конце испытаний в опытной группе на 6 % и после кратковременного отдыха на 2 %. В контроле частота пульса военнослужащих увеличилась на 8 % в конце похода. Кратковременный отдых военнослужащих не позволил нормализовать данный показатель в первоначальное состояние, увеличение составила 5 %.

Сложная сенсомоторная реакция (СМР) в начале испытаний соответствовала 312–330 мс, что свидетельствовало о низкой степени сопротивляемости стрессу, характеризующую высокую степень стрессовой нагрузки. Данный показатель возрос на 24 % в контрольной и на 16 % в опытной группе по окончании похода и подтверждает тот факт, что испытуемые вынуждены значительную часть внутренних ресурсов тратить на борьбу с негативными психологическими состояниями, возникающими в процессе службы. У личного состава после 10–12 дневного отдыха сложная сенсомоторная реак-

ция вернулась к первоначальным значениям, однако показатели оставались в градации низкой степени сопротивляемости стрессу, поэтому военнослужащие остро нуждаются в адаптивном питании.

Критическую частоту слияния световых мельканий установили по подъёму и снижению светового импульса. В первом случае исходная частота световых мельканий, предъявляемых военнослужащему, составила 1–2 Гц и плавно нарастала. Во втором случае исходная частота мельканий составила 60–80 Гц и плавно снижалась. Экспериментально показано, что при повторных измерениях критической частоты световых мельканий среднеквадратичное отклонение от их средних значений не превышало норму 0,2 Гц, а единичные отклонения редко превышали 0,8–1,5 Гц (Пеньков, 2023).

Показатели функционального состояния и работоспособности личного состава до и после похода показаны в Таблице 1.

Как видно по результатам Таблицы 1, показатели функционального состояния и работоспособности военнослужащих в различных условиях деятельности до и после похода (частота пульса, сложная сенсомоторная реакция, КЧСМ, РДО, корректурная проба) свидетельствуют о положительной динамике изменения реакции организма на воздействие адаптивного питания. Так, по частоте пульса в опытной группе установлено незначительное снижение показателя до 69,4 в сравнении с начальным 73,2 удара в минуту. Высокая степень стрессовой

нагрузки возрастала на 24 % в контрольной и на 16 % в опытной группе, что указывает на высокую степень затрат внутренних ресурсов организма на борьбу с негативными психологическими состояниями личного состава после похода.

Важным показателем работоспособности военнослужащих является процент ошибок несовпадений, свидетельствующий о точности реакции и концентрации внимания. Применение цветочной пыльцы и порошка Билар в суточном рационе военнослужащих сократило количество ошибок несовпадений на 38 % в опытной группе после похода. Данный результат доказывает положительный эффект адаптивного питания на работоспособность и функциональное состояние. Приборы для измерения критической частоты световых мельканий позволили регистрировать этот показатель с точностью не менее 0,1–0,2 Гц. Показатель КЧСМ (Афоньшин В.Е. и др., 2018) до похода (контроль) составил 44,8 и в опытной группе 42,4 и после похода 32,8 и 33,6 соответственно, что свидетельствует об усилении концентрации внимания военнослужащих и адаптации к световым мерцаниям.

Метод определения стрессоустойчивости СМР показал, что в контрольной группе показатель СМР до начала испытаний составил 330 с, после похода увеличился на 24 % до 410 с и после 10–12 дневного отдыха личного состава данный показатель не восстановился на первоначальный уровень. Чего нельзя сказать про опытную группу, принимающую цветочную пыльцу и порошок

Таблица 1
Показатели функционального состояния и работоспособности личного состава в различных условиях деятельности
Table 1
Indicators of the Functional State and Performance of Personnel in Various Operating Conditions

Контингент	Частота пульса, уд/мин.	Сложная сенсомо- торная реакция, СМР, мс	КЧСМ*, Гц	РДО*, мс		Корректурная проба, сек		Вес*, кг	
				ошибки несовпаде- ний, %	суммарная величина отклонений	производитель- ность	Кол-во ошибок		
До похода / контроль	72,3 ± 1,8	330 ± 18	44,8 ± 0,4	16,6 ± 1,4	77 ± 4,5	1500 ± 163	871 ± 18	15,4 ± 1,0	72,1 ± 2,4
Опыт	73,2 ± 2,7	312 ± 19	44,2 ± 0,3	16,4 ± 1,2	78 ± 4,3	1650 ± 172	879 ± 17	15,1 ± 1,2	70,2 ± 2,1
60 суток похо- да / контроль	79,2 ± 2,5	330 ± 16	41,8 ± 1,4	13,8 ± 1,5	85 ± 4,2	980 ± 100	790 ± 24	17,6 ± 1,2	68,2 ± 2,5
Опыт	78,7 ± 2,4	310 ± 15	43,2 ± 0,2	13,4 ± 1,3	79 ± 4,1	1100 ± 95	795 ± 18	17,9 ± 1,1	68,1 ± 2,5
После похода / контроль	78,8 ± 1,8	410 ± 12	45,4 ± 0,5	12,2 ± 1,2	96 ± 3,9	7201 ± 10	736 ± 18	18,4 ± 1,5	67,8 ± 6,1
Опыт	69,4 ± 2,1	365 ± 19	44,8 ± 0,4	10,1 ± 1,4	90 ± 3,8	1050 ± 115	724 ± 18	18,2 ± 1,2	68,9 ± 2,3

* Примечание. P<0,05.
*Note. P<0,05.

Таблица 2

Показатели эффективности послепоходного отдыха

Table 2

Indicators of the Effectiveness of Post-Expedition Rest

Физиологические показатели	Личный состав после похода		Личный состав после 10–12 дневного отдыха	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Частота пульса, уд/мин.	78,8 ± 1,8	69,4 ± 2,1	76 ± 1,9	72,3 ± 2,1
Сложная сенсомоторная реакция, СМР, мс	410 ± 12	365 ± 19	340 ± 18	303 ± 16
КЧСМ, Гц	45,4 ± 0,5	44,8 ± 0,4	45,3 ± 0,3	45,8 ± 0,4
PWC ₁₇₀ , (кгм/мин/кг) или уд/мин.	1150 ± 125	1500 ± 172	1200 ± 79	1650 ± 163
* САН, баллах С – самочувствие	5,0 ± 0,2	4,9 ± 0,1	5,7 ± 0,1	6,0 ± 0,1
А – активность	4,9 ± 0,1	5,0 ± 0,2	5,1 ± 0,1	5,2 ± 0,1
Н – настроение	5,2 ± 0,1	5,3 ± 0,1	5,3 ± 0,1	5,8 ± 0,1
Корректирующая проба произв., сек	736 ± 18	724 ± 18	877,3 ± 19	939 ± 17
Количество ошибок	18,4 ± 1,5	18,2 ± 1,6	17,0 ± 1,4	13,1 ± 1,5
* Вес, кг	67,8 ± 6,1	68,9 ± 2,3	68,1 ± 2,4	69,9 ± 2,0

* Примечание. P<0,05.

*Note. P<0,05.

Билар. Так, показатель СМР после похода увеличился на 16 % и после отдыха снизился в сравнении с первоначальным показателем на 3 %. (Таблица 2).

Наблюдается незначительное снижение веса в опытной и контрольной группах военнослужащих в конце похода. Что подтверждает высокие показатели интенсивности труда и сложные адаптивные процессы, протекающие в организме военнослужащих.

Результаты сравнительной оценки влияния цветочной пыльцы и порошка Билар на показатели эффективности послепоходного отдыха приведены в Таблице 2.

Анализируя данные Таблицы 2, можно с полной достоверностью сказать о весьма положительном воздействии цветочной пыльцы и порошка Билар на длительное сохранение работоспособности и ускорение восстановительных процессов военнослужащих моряков дальних командировок. Особенно высока эффективность, по нашему мнению, применения пыльцы и порошка Билар в период после похода восстановительном периоде, а также в ситуациях, требующих высокого нервно-эмоционального напряжения, при длительном воздействии экстремальных факторов. Так, в период после похода в опытной группе показатель ошибок несовпадений снизился на 38 %, что свидетельствует о снижении утомля-

емости персонала и повышению точности двигательных действий военнослужащих.

Выводы

1. Для проведения исследований влияния продуктов пчеловодства – цветочной пыльцы и порошка Билар на показатели функционального состояния и работоспособности личного состава военнослужащих в различных условиях деятельности были сформированы две группы-аналоги (опытная и контрольная) по 25 человек в каждой;

2. Изучено функциональное состояние и работоспособность личного состава военнослужащих до и после похода по следующим показателям: частота пульса, уд/мин., вес, кг, сложной сенсомоторной реакции (СМР), мс., критической частоте слияния световых мельканий (КЧСМ), Гц, PWC₁₇₀, (кгм/мин/кг), САН (самочувствие, активность, настроение), в баллах, корректирующей пробе, количестве ошибок, %. Полученные результаты подтверждают, что испытуемые вынуждены значительную часть внутренних ресурсов тратить на борьбу с негативными психологическими состояниями, возникающими в процессе службы, высокие показатели интенсивности труда, сложные адаптивные процессы, протекающие

в организме военнослужащих, высокую степень стрессовой нагрузки, поэтому остро нуждаются в адаптивном питании;

3. Проведена сравнительная оценка влияния цветочной пыльцы и порошка из трутневой биомассы Билар на показатели эффективности послепоходного отдыха. Так, в период после похода в опытной группе показатель ошибок несовпадений снизился на 38 %, что свидетельствует о снижении утомляемости персонала и повышению точности двигательных действий военнослужащих. Установлено влияние биологически активных веществ (гормонов, ферментов и прочее), на активизацию адаптивно-восстановительных процессов нервной и сердечно-сосудистой систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Раскрывая механизм положительного воздействия цветочной пыльцы и порошка Билар на организм, отмечаем несомненное участие биологически активных веществ, входящих в состав продуктов: гормоны, ферменты, которые, в свою очередь, способствуют активизации адаптивно-восстановительных процессов нервной и сердечно-сосудистой систем. Цветочная пыльца и продукт личиночного происхождения Билар в форме порошка, выпуск которых налажен отечественной промышленностью, могут быть рекомендованы как эффективное средство нормализации функционального состояния организма в различные периоды плавания и в целях качественного улучшения после походных восстановительных мероприятий.

Безусловно, применение цветочной пыльцы при проведении указанных мероприятий должно сочетаться с другими апробированными лечебно-оздоровительными мероприятиями, режим труда и отдыха, физическая подготовка и спорт, рациональное питание и т.д. Полученные данные по использованию цветочной пыльцы и порошка Билар также показали их высокий лечебный эффект при нарушении деятельности желудочно-кишечного тракта и астено-вегетативных состояниях.

ВКЛАД АВТОРОВ

Прохода И.А.: научное руководство, написание рукописи — рецензирование и редактирование, курирование данных.

Слезко Е.И.: проведение исследований, валидация результатов, написание черновика рукописи.

AUTHORS CONTRIBUTION STATEMENT:

Irina A. Prokhoda: supervision, writing — review and editing, data curation.

Elena I. Slezko: investigation, validation, writing — original draft preparation.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

- Афоншин, В. Е., & Роженцов, В. В. (2018). Технология измерения критической частоты световых мельканий. *Кибернетика и программирование*, 4.
- Afonshin, V. E., & Rozhentsov, V. V. (2018). Technology for measuring the critical frequency of light flickers. *Cybernetics and programming*, 4. (In Russ.)
- Гулиева, Х. Б., & Белобрыкина, О. А. (2015). Стрессоустойчивость личности: к вопросу о диагностической информативности методики Т. Холмса и Р. Пей. *РЕМ: Psychology. Educology. Medicine*, 3–4.
- Gulieva, H. B., & Belobrykina, O. A. (2015). Stress resistance of personality: on the diagnostic informativeness of the method of T. Holmes and R. Rage. *РЕМ: Psychology. Educology. Medicine*, 3–4. (In Russ.)
- Доскин, В. А., Лаврентьева, Н. А., Мирошников, М. П., & Шарай, В. Б. (1973). Тест дифференцированной самооценки функционального состояния. *Вопросы психологии*, 6, 141–145.
- Doskin, V. A., Lavrentyeva, N. A., Miroshnikov, M. P., & Sharai, V. B. (1973). Test of differentiated self-assessment of functional state. *Questions of Psychology*, 6, 141–145. (In Russ.)
- Исаев, А., Эрлих, В., & Шевцов, А. (2021). Интегральные критерии системообразующих факторов функциональной системы организма спортсменов высокой квалификации разных видов спорта. *Человек. Спорт. Медицина*, 21(2), 7–18. <https://doi.org/10.14529/hsm210201>

- Isaev, A., Erlich, V., & Shevtsov, A. (2021). Integral criteria of system-forming factors of the functional system of the body of highly qualified athletes of different sports. *Human. Sport. Medicine*, 21(2), 7–18. <https://doi.org/10.14529/hsm210201> (In Russ.)
- Карпман, В. Л., Белоцерковский, З. Б., & Гудков, И. А. (1988). *Тестирование в спортивной медицине*. Физкультура и спорт.
- Karpman, V. L., Belotserkovsky, Z. B., & Gudkov, I. A. (1988). *Testing in sports medicine*. Physical Education and Sport. (In Russ.)
- Катаманова, Е. В., Ефимова, Н. В., Сливницына, Н. В., & Белова, Л. Ю. (2020). Условия труда и состояние здоровья у педагогов. Пилотное исследование. *Гигиена и санитария*, 99(10), 1100–1105. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1100-1105>
- Katamanova, E. V., Efimova, N. V., Slivnitsyna, N. V., & Belova, L. Yu. (2020). Working conditions and health status of teachers. A pilot study. *Hygiene and Sanitation*, 99(10), 1100–1105. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1100-1105> (In Russ.)
- Кулешов, Ю. Е., Паскробка, С. И., & Родионов, А. А. (2018). Анализ мировых тенденций питания военнослужащих. *Журнал Военная медицина*, 104–113.
- Kuleshov, Yu. E., Paskrobka, S. I., & Rodionov, A. A. (2018). Analysis of global trends in military nutrition. *Journal of Military Medicine*, 104–113. (In Russ.)
- Литвин, Ф. Б., Быкова, И. В., & Бойко, Г. М. (2022). Индивидуально-дифференцированный подход к изучению вариабельности сердечного ритма у тяжелоатлетов с учетом типов вегетативной регуляции. *Современные вопросы биомедицины*, 6(4). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_04_8
- Litvin, F. B., Bykova, I. V., & Boyko, G. M. (2022). Individually differentiated approach to the study of heart rate variability in weightlifters taking into account the types of autonomic regulation. *Modern Issues of Biomedicine*, 6(4). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_04_8 (In Russ.)
- Луцук, С. Н., Дьяченко, Ю. В., Гевлич, О. А., & Силин, Ю. С. (2013). *Балантидиоз свиней (совершенствование методов лечения и профилактики): монография*. Ставрополь: СтГАУ.
- Lutsuk, S. N., Dyachenko, Yu. V., Gevlich, O. A., & Silin, Yu. S. (2013). *Balantidiosis of pigs (improvement of treatment and prevention methods): monograph*. Stavropol: Stavropol State Agrarian University. (In Russ.)
- Маркворт, П. (2020). *Спортивная медицина. Основы физиологии*. Попурри
- Markworth, P. (2020). *Sports medicine. Fundamentals of physiology*. Popourri. (In Russ.)
- Морозов, О. С. (2005). Общие принципы управления сложодинамическими системами в конфликтной ситуации. *Теоретическая и практическая физическая культура*, 2, 21–24.
- Morozov, O. S. (2005). General principles of control of complex-dynamic systems in a conflict situation. *Theoretical and Practical Physical Education*, 2, 21–24. (In Russ.)
- Нопин, С. В., Корягина, Ю. В., & Кушнарева, Ю. В. (2022). Теппинг-тест как показатель эффективности, силы и выносливости нервной системы у спортсменов различных видов спорта. *Современные вопросы биомедицины*, 2(19). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_02_10
- Nopin, S. V., Koryagina, Yu. V., & Kushnareva, Yu. V. (2022). Tapping test as an indicator of the efficiency, strength and endurance of the nervous system in athletes of various sports. *Modern issues of biomedicine*, 2(19). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_02_10 (In Russ.)
- Пеньков, А. С. (2023). *Методы синтеза адаптивных моделей и алгоритмов оценки параметров движения подвижных объектов в информационных системах комплексов управления железнодорожными переездами*. Ростов-на-Дону.
- Penkov, A. S. (2023). *Methods for synthesizing adaptive models and algorithms for estimating the motion parameters of moving objects in information systems of railway crossing control systems*. Rostov-on-Don. (In Russ.)
- Прохода, И. А., Мясникова, Е. Н., Фещенко, В. В., & Галичева, Т. А. (2023). Инновационные технологии в спортивном питании. *Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова*, 20(5), 25–32. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2023-25-32>
- Prokhoda, I. A., Myasnikova, E. N., Feshchenko, V. V., & Galicheva, T. A. (2023). Innovative technologies in sports nutrition. *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics*, 20(5), 25–32. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2023-25-32> (In Russ.)

- Прохода, И. А., Синицын, Р. В., & Фещенко, В. В. (2022). Показатели качества пищевого апипродукта. *Наука и бизнес: пути развития*, 3(129), 102–104.
- Prokhoda, I. A., Sinitsyn, R. V., & Feshchenko, V. V. (2022). Quality indicators of food bee products. *Science and Business: Development Paths*, 3(129), 102–104. (In Russ.)
- Пучкова, А. Н. (2013). *Зрительно-моторная координация при умственном утомлении и адаптивная функция дневного сна*. Москва.
- Puchkova, A. N. (2013). *Visual-motor coordination during mental fatigue and the adaptive function of daytime sleep*. Moscow. (In Russ.)
- Сидоров, К. Р. (2012). Количественная оценка продуктивности внимания в методике «Корректурная проба» Б. Бурдона. *Вестник Удмуртского университета. Серия «Философия. Психология. Педагогика»*, 4.
- Sidorov, K. R. (2012). Quantitative assessment of attention productivity in the method of «Proofreading test» by B. Burdon. *Bulletin of Udmurt University. Series «Philosophy. Psychology. Pedagogy»*, 4. (In Russ.)
- Скуратова, Н. А., & Беляева, Л. М. (2011). Значение Гарвардского степ-теста в оценке адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы у детей-спортсменов. *Проблемы здоровья и экологии*, 1(27). <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2011-8-1-15>
- Skuratova, N. A., & Belyaeva, L. M. (2011). The importance of the Harvard step test in assessing the adaptive capabilities of the cardiovascular system in child athletes. *Health and Ecology Issues*, 1(27). <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2011-8-1-15> (In Russ.)
- Смирнова, Т. М., Быстрицкая, А. Ф., Крутько, В. Н., & Морозов, В. С. (2005). Система оценки психической работоспособности как важного показателя здоровья. *Труды ИСА РАН*, 13, 170–194.
- Smirnova, T. M., Bystritskaya, A. F., Krutko, V. N., & Morozov, V. S. (2005). System of assessment of mental performance as an important indicator of health. *Proceedings of ISA RAS*, 13, 170–194. (In Russ.)
- Устыменко, О. Н., Полевщиков, М. М., & Рожентов, В. В. (2017). Оценка результатов тестирования реакции на движущийся объект. *Современные проблемы науки и образования*, 5.
- Ustimenko, O. N., Polevshchikov, M. M., & Rozhentsov, V. V. (2017). Evaluation of the results of testing the reaction to a moving object. *Modern Problems of Science and Education*, 5. (In Russ.)
- Шапиро, Д. К., Бандюкова, В. А., & Шеметков, М. Ф. (1985). *Пыльца растений-концентрат биологически активных веществ*. Наука и техника.
- Shapiro, D. K., Bandyukova, V. A., & Shemetkov, M. F. (1985). *Plant pollen — a concentrate of biologically active substances*. Science and Technology. (In Russ.)
- Шупейко, Г. И., & Яцкевич, А. Ю. (2016). Компьютерная система оценки индивидуальных особенностей человека на основе исследования показателей его психомоторики. *Доклады БГУИР*, 7(101).
- Shupeiko, G. I., & Yatskevich, A. Yu. (2016). Computer system for assessing individual human characteristics based on the study of his psychomotor indicators. *Reports of BSUIR*, 7(101). (In Russ.)
- Bellinger, P., Lievens, E., Kennedy, B., Rice, H., Derave, W., & Minahan, C. (2022). The Muscle Typology of Elite and World-Class Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(8), 1179–1186. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0048>
- Epishev, V., Korableva, Y., Naumova, K., Laffaye, G., & Delafontaine, A. (2022). Postural imbalance is accompanied by changes in cardiac rhythm and conduction in young athletes. *Human. Sport. Medicine*, 22(3), 91–101. <https://doi.org/10.14529/hsm220311>
- Holmes, T. H., & Rahe, R. H. (1967). The social readjustment rating scale. *Journal of Psychosomatic Research*, 11(2), 213–218. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(67\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0022-3999(67)90010-4)

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s247>

УДК 637.51:637.03

Некоторые аспекты решения проблемы отходов мясного производства

О.В. Беспалова

Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия

Корреспонденция:

Беспалова Ольга Владимировна,
Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова,
115054, Россия, Москва,
Стремянный пер., 36
E-mail: Bespalova.OV@rea.ru

Конфликт интересов:

автор заявляет об отсутствии
конфликта интересов.

Поступила: 20.12.2024**Поступила после****рецензирования:** 12.03.2025**Принята:** 30.03.2025**Copyright:** © 2025 Автор**АННОТАЦИЯ**

Введение. В статье отмечается, что одной из причин недостаточно эффективной работы с отходами предприятий-производителей мясной отрасли является нехватка системной информации о путях экосбалансированного подхода при наращивании производства, разрозненность и фрагментированность сведений о новациях в технологиях переработки отходов и предложен комплексный обзор объединенной научной информации.

Цель. Объединить сведения научной информации о состоянии и перспективах производства мясной продукции в России за последнее пятилетие 2019-2023 гг., определить перспективные новации в решении вопросов переработки отходов. Создать комплексный тематический обзор некоторых аспектов переработки отходов на основе анализа современных научных публикаций российских и зарубежных авторов.

Материалы и методы. Дескриптивным методом, по ключевым словам тематического направления статьи («отходы мясоперерабатывающих производств, технологии переработки отходов мяса, производство мяса, потребление мяса») подобраны 113 научных источников глубиной обзора с 2012 по 2024 годы. Методом апперцепирования выбраны 74 источника из баз данных Scopus, Web of Science, PubMed Central, поисковых систем Google Scholar, EBSCO, платформ Elsevier, eLibrary.Ru, cyberleninka.ru, ORCID, порталов ResearchGate, AGRIS для детального исследования.

Результаты. Получены статистические данные Росстата о производстве и потреблении мяса в Российской Федерации за последнее пятилетие с 2019 по 2023 гг., проанализированы объемы, графической визуализацией показан тренд развития отрасли. Отмечена прямая связь между увеличением производства мяса и образованием отходов и обозначено отсутствие системного информационного поля для мясоперерабатывающих предприятий о новациях и современных технологиях рециклинга отходов. Систематизированы данные и представлен комплексный обзор из современных российских и зарубежных научных публикаций о современной практике использования отходов.

Выводы. Статистические и прогнозные сведения о возрастающей динамике производства мяса в России позволили акцентировать внимание представителей мясной отрасли на соответствующее увеличение образуемых отходов, переработка которых, во многом, не решена. Рассмотренные современные российские и зарубежные технологии переработки отходов дают перспективные предложения для рассмотрения их применения в условиях конкретных производств с учетом рециклинга отходов на основе экосбалансированного подхода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

отходы мясоперерабатывающих производств, технологии переработки отходов мяса, производство мяса, потребление мяса



Для цитирования: Беспалова, О. В. (2025). Некоторые аспекты решения проблемы отходов мясного производства *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 27-41. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s247>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s247>

Some Aspects of Solving the Problem of Meat Production Waste

Olga V. Bespalova

Plekhanov Russian University
of Economics, Moscow, Russia

Correspondence:

Olga V. Bespalova,
Plekhanov Russian University
of Economics, 36, Stremyanny Lane,
Moscow, 115054, Russia
E-mail: Bespalova.OV@rea.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 20.12.2024

Received in revised form: 12.03.2025

Accepted: 30.03.2025

Copyright: © 2025 The Author

ABSTRACT

Introduction. The article notes that one of the reasons for the insufficiently effective work with waste from meat industry manufacturing enterprises is the lack of systemic information on the ways of an eco-balanced approach when increasing production, the disunity and fragmentation of information on innovations in waste processing technologies, and a comprehensive review of the combined scientific information is proposed.

The purpose of the article was to combine scientific information on the state and prospects of meat production in Russia over the past five years 2019–2023, to identify promising innovations in solving waste recycling issues. To create a comprehensive thematic review of some aspects of waste recycling based on the analysis of modern scientific publications of Russian and foreign authors..

Methods and Materials. Using the descriptive method, according to the keywords of the thematic area of the article («meat processing waste, meat waste processing technologies, meat production, meat consumption»), 113 scientific sources with a review depth from 2012 to 2024 were selected. Using the apperception method, 74 sources were selected from the Scopus, Web of Science, PubMed Central databases, Google Scholar, EBSCO search engines, Elsevier, eLibrary.Ru, cyberleninka.ru, ORCID platforms, ResearchGate, AGRIS portals for a detailed study.

Results. Rosstat statistical data on meat production and consumption in the Russian Federation for the last five years from 2019 to 2023 were obtained, volumes were analyzed, and the industry development trend was shown using graphical visualization. A direct link between the increase in meat production and waste generation was noted, and the lack of a systemic information field for meat processing enterprises on innovations and modern waste recycling technologies was indicated. The data were systematized and a comprehensive review of modern Russian and foreign scientific publications on modern waste management practices was presented.

Conclusions. Statistical and forecast data on the increasing dynamics of meat production in Russia allowed to focus the attention of representatives of the meat industry on the corresponding increase in waste generated, the processing of which, in many respects, has not been solved. The proposed digest of modern Russian and foreign waste processing technologies allowed to combine disparate information, assess the reality of application in the conditions of specific production, made it possible to work out management decisions on waste recycling based on an eco-balanced approach.

KEYWORDS

waste from meat processing industries, technologies for processing meat waste, meat production, meat consumption



To cite: Bespalova, O. V. (2025). Some aspects of solving the problem of meat production waste. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 27–41. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s247>

ВВЕДЕНИЕ

В научной литературе содержится значительный объем информации о производстве мяса, его потреблении, возрастающей потребности, связанной с увеличением численности населения. Приводятся данные о демографической ситуации на Земле, которые свидетельствуют, что к 2030 году на ней будут проживать около 9 млрд человек, а к концу 2050 года — до 9,7 млрд человек (Alibekov et al., 2024; Eilert, 2020; Khan et al., 2024; Laurett et al., 2021). Для обеспечения населения выращивается и забивается на мясо более 70 млрд сельскохозяйственных животных в год (Liu et al., 2023). Отмечается, что демографические изменения приведут к усилению нагрузки на агропромышленный сектор, что одновременно увеличит отходы производств до 1,3 млрд тонн в год и создаст риск экологического неблагополучия во многих регионах (Шабалина & Герасименко, 2020; Лисковецкая, 2021; Glišić et al., 2023; Khan et al., 2024). Российская Федерация является частью глобальной экономики, имеет развитый агропромышленный сектор, в котором значительное место занимает животноводство и переработка мяса (Гончаров и соавт., 2020; Сударев и соавт., 2022; Хайруллина, 2021; Федотова и соавт., 2023; Яковенко & Иваненко, 2024). Увеличение объемов производства мяса неизменно связано с загрязнением среды обитания. В этой связи, авторы многих российских и зарубежных статей опубликовали исследования о проблемах опасности негативного воздействия мясоперерабатывающих предприятий на окружающую среду как скоплением отходов, так и образованием парниковых газов, сбросом сточных вод, содержащих обеззараживающие средства (Порфирьев, 2020; Тюрин и соавт., 2023; Davison et al., 2020; Raihan, 2023). В работах отмечается, что интенсивное животноводство и производство мяса своей деятельностью оказывают пагубное влияние на здоровье животных и людей, влияют на биоразнообразие флоры и фауны, качество почвы и климат (Кузлякина & Замула, 2020; Karabasil et al., 2023; Yu et al., 2021; Sabumon, 2023). Предлагаются различные пути рециклинга и регенерации ценного вторичного сырья, которые, по данным приводимых исследований, значительно сокращают негативное экологическое воздействие мясоперерабатывающих производств (Балякина и соавт., 2021; Горбунова & Петрунина, 2023; Петрунина и Горбунова, 2024; Рамазанов и соавт., 2024; Ferronato et al., 2021; Martin-Rios, 2022; Pinotti, L. et al., 2021). Это подтверждается публикационной активностью авторов научных статей по данной тематике. Статистика исследований из базы данных ScienceDirect свидетельствует, что в 2021 году было опубликовано 562 материала на тему отходов агропромышленного комплекса (Monastirskii et al., 2022). В тоже время, исследования в 1258 публикациях посвящены вопросам переработки отходов животноводческих ферм и мясоперерабатывающих производств, что свидетельствует о двухкрат-

ном преобладании этой темы над другими (Monastirskii et al., 2022; Петрунина & Горбунова, 2024; Ungureanu et al., 2023; Shurson, 2020). Авторы статей акцентируют внимание на необходимость эффективных решений по сокращению потерь и отходов по всей линии производства мясной продукции, рассматривая внутренние и внешние барьеры, иногда, с необычных сторон: приемы кормления животных, уменьшающих прижизненное выделения метана; способы убоя при соблюдении религиозных норм целью реализации мяса населению определенных конфессий; цифровизация отрасли для обеспечения безопасности продукции (Echegaray et al., 2022; Hübel & Schaltegger, 2022; Laurett et al., 2021; Mohan & Long, 2021; Mustafa, 2023). Недостатком тематических публикаций является разнонаправленность решаемых вопросов, базирующихся на технологиях переработки отходов: теоретические основы управления, устойчивого развития и циркулярной экономики в мясоперерабатывающей отрасли, отходы и потери производств, стратегии в управлении отходами, извлечение из отходов отдельных компонентов для дальнейшего производства продукции, переработка отходов на новую продукцию и другие (Петрунина, 2023; Петрунина & Горбунова, 2024; Рамазанов и соавт., 2024; Соколов, 2023; Kilibarda et al., 2023; Glišić et al., 2023; Seredin et al., 2022). В настоящей статье отмечается, что научные публикации тематического профиля «производство продукции — переработка отходов» являются несистематизированными, фрагментированными, разрозненными по годам и научным направлениям. Они сформированы по применяемым способам переработки и назначению конечного продукта, то есть, опубликованы в изданиях не только пищевых, но и смежных областей: химическая промышленность, медицина, фармацевтическая промышленность, биотехнологическое производство и другие. В настоящем исследовании сделан вывод, что одной из причин недостаточно эффективной работы с отходами предприятий-производителей в мясной отрасли является нехватка объединенной информации о путях экосбалансированного подхода в организации производства, нет системного информационного взаимодействия между объектами, включая те, которые специализируются только на переработке отходов. В этой связи, настоящее исследование, во-первых, представит данные о динамике производства и потребления мяса в России, состоянии и прогнозах развития отрасли, которые могут явиться основой понимания целесообразности проведения мероприятий по рециклингу отходов и укажет на необходимость модернизации производства. Во-вторых, дайджест новаций, включая зарубежные издания, с выборкой из 74 источников будет содействовать осведомленности производителей мяса о способах построения форматов рециклинга на собственных объектах. Информация будет полезна для специализированных объектов переработки вторичного сырья в аспекте рассмотрения новых вариантов создания продукции из от-

ходов мясоперерабатывающих производств. Предполагается, что принятые решения будут способствовать созданию замкнутого цикла на мясоперерабатывающих предприятиях, уменьшению объемов отходов, созданию сопутствующей необходимой потребительской продукции. Отмечено, что получение добавленной стоимости от переработки отходов способствуют повышению финансовой устойчивости объектов хозяйствования.

Целью статьи является объединение сведений научной информации о состоянии и перспективах производства мясной продукции в России за последнее пятилетие 2019–2023 гг., определение перспективных новаций в решении вопросов переработки отходов, создание комплексного тематического обзора некоторых аспектов переработки отходов на основе анализа современных научных публикаций российских и зарубежных авторов. Цель сформирована необходимостью объединения научных сведений, размещенных в различных научных изданиях, о некоторых способах создания новой продукции с добавленной стоимостью из отходов мясоперерабатывающих производств для комплексного информирования производителей мяса, в деятельности которых в настоящее время нет технологий рециклинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дескриптивным методом, по ключевым словам тематического направления статьи («отходы мясоперерабатывающих производств, технологии переработки отходов мяса, производство мяса, потребление мяса») подобраны научные источники глубиной обзора с 2019 по 2024 годы на русском и английском языках. Общий обзор существующих технологий переработки глубиной исследования — 2012–2024 гг. проводился с применением сравнительного метода, предусматривающего исключение повторений ранее достигнутых результатов. Методом апперцепирования выполнен обзор выбранных источников из баз данных Scopus, Web of Science, PubMed Central, а также научных статей, доступных к ознакомлению из поисковых систем Google Scholar, EBSCO, на платформах Elsevier, eLibrary.Ru, cyberleninka.ru, ORCID, порталах ResearchGate, AGRIS. Период выборки технологий за 2019–2024 гг. определен по основаниям возрастающих темпов технического прогресса, совершенствования технических средств, включая цифровые инновации. Рассмотрение технологий переработки отходов более глубокого периода, где описываются процессы с применением оборудования прошлых лет, сочтено нецелесообразным в связи с прорывным развитием новых технологий. Производство мяса и его потребление обрабатывались статистическим методом и методом

сравнительного анализа на основе материалов Росстата, аналитических агентств, научной литературы. Результаты обработаны графическим методом с использованием возможностей программного компьютерного обеспечения (ПО) Microsoft.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования производства и потребления мяса на современном этапе

Отмечено, что авторы многих научных статей рассматривают динамичность развития мясоперерабатывающих производств в России за последние годы, однако, констатируется, что с наращиванием производства возникают различные актуальные вопросы, связанные с экологией (Ибрагимов и соавт., 2022; Осянин & Петрунина, 2020; Хайруллина, 2021). Акцентируется внимание, что Российская Федерация является частью глобальной экономики и состояние мясной отрасли отражает тенденции, происходящие в мировом масштабе. Увеличение производства мяса авторы публикаций связывают с его постоянным спросом со стороны населения, численность которого, по данным исследователей, возрастет к 2070 году до 10,3 млрд человек (Lewisch & Riefer, 2023). В статьях отмечается неравномерность производства мяса по видам и странам, но общие объемы мяса демонстрируют рост в течении многих лет (Лисковецкая, 2021; Сударев и соавт., 2022; Alibekov et al., 2024). Аналитика показателей мирового производства мяса свидетельствует, что в 2020 году объемы составляли около 252,6 млн тонн, в 2023 году — 364 млн тонн, а к 2033 году, по данным ФАО, планируется произвести 388 млн тонн¹ (Sabumon, 2023; Karabasil et al., 2023). Исследованиями утверждается, что мировое производство мяса за последние 50 лет увеличилось в три раза и составляет 340 миллионов тонн в год (Alibekov et al., 2024).

Для оценки состояния производства мяса в Российской Федерации за последние пять лет (2019–2023 гг.), его потреблении и удовлетворении запросов экспорта в другие страны проведен анализ статистических данных Росстата, представленных на Рисунках 1, 2, 3.

Из данных статистики, отображаемых на Рисунке 1 следует, что производство мяса в России за пять последних лет увеличилось на 109,8 %.

Из данных статистики, отображаемых на Рисунке 2 следует, что потребление мяса в России за пять последних лет увеличилось на 106,7 %. За прошедший 2023 год получены рекордные цифры потребления мяса — 80,8 кг

¹ OECD/FAO (2024). Meat. Growth of meat production by meat type, 2033 vs. 2021–23. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2024–2033*. <https://doi.org/10.1787/dd01d109-en>.

Рисунок 1

Статистические данные о производстве мяса в Российской Федерации с 2019 по 2023 гг.

Figure 1

Statistical Data on Meat Production in the Russian Federation from 2019 to 2023

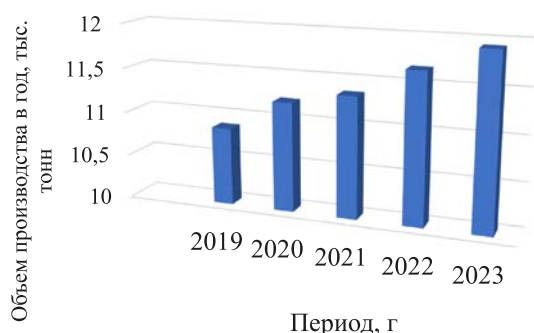


Рисунок 2

Статистические данные о потреблении мяса в Российской Федерации с 2019 по 2023 гг.

Figure 2

Statistical Data on Meat Consumption in the Russian Federation from 2019 to 2023

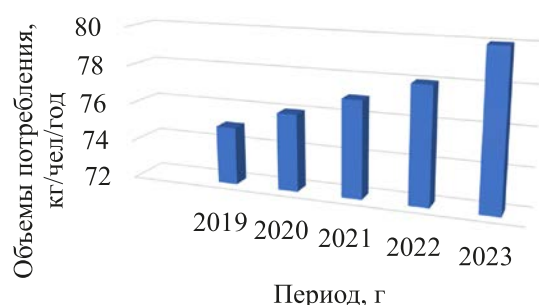
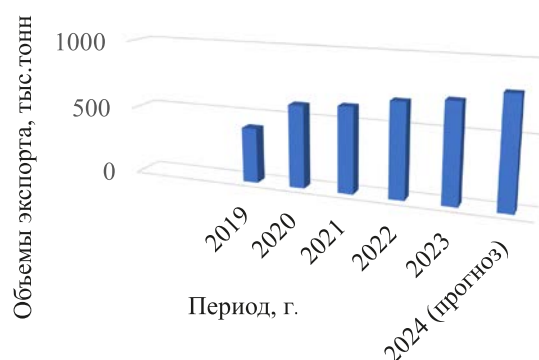


Рисунок 3

Статистические данные об объемах экспорта мяса в Российской Федерации с 2019 по 2023 гг.

Figure 3

Statistical Data on Meat Export Volumes in the Russian Federation from 2019 to 2023



на человека, а прогнозный рост на 2024 год составляет 83кг. В структуре преобладает мясо птицы и свинины — 35,4 кг и 30,9 кг соответственно² (Тютюма и др., 2022). В 2024 году эксперты прогнозируют рост потребления мяса птицы на 0,5 кг, свинины — на 1,3 кг³.

Из данных статистики, отображаемых на Рисунке 2 следует, что экспорт мяса из России за пять последних лет увеличился на 197,5 %. Исследователи прогнозируют дальнейшее возрастание мирового спроса на мясо и, соответственно, рост российского экспорта (Гончаров и соавт., 2020; Baltenweck et al., 2020; Khan et al., 2024; Laurett et al., 2021), что потребует дальнейшего наращивания производства. Из материалов научных публикаций прослеживается стремление многих авторов усилить внимание производителей на проблему дисбаланса между наращиванием производства мяса, накоплением отходов и внедрением технологий переработки (Ибрагимов, 2019; Тюрин и соавт., 2023; Bilska et al., 2020; Lipinski, 2020; Ungureanu et al., 2023; Kowalski et al., 2021).

Отходы мясной промышленности — проблемы и решения

В материалах научных статей констатируется, что отходы мясных отраслей в мировом масштабе составляют около 18 млн тонн, в Европе их накопление достигает 10 млн тонн (Кузлякина & Юрчак, 2017; Ungureanu et al., 2023). Авторы уточняют, что на утилизацию направляются 931 млн т. съедобных продуктов, в числе которых находятся мясные, которые образуются от стадии выращивания скота до потребления мясoproductов (Kilibarda et al., 2023). Как отмечают исследователи, самое негативное воздействие на окружающую среду оказывают отходы мясной промышленности, достигающие 50 % — 60 % от массы убойного скота (Кузлякина & Юрчак, 2017; Kim et al., 2020; Sharma et al., 2021; Chowdhury et al., 2022). Данные российской статистики свидетельствуют, что при производстве 1 кг мяса образуется от 0,5 до 1 кг отходов (Углов и соавт., 2020, с.40). Остатки животного происхождения наносят вред внешней среде образованием парниковых газов, активным разложением биоматериала, имеющим токсическое и инфекционное воздействие на здоровье человека и животных (Bilska et al., 2020; Lipinski, 2020). В России объем низкоценных вторичных продуктов переработки сельскохозяйственного сырья, включая мясные отходы, достигает 50 млн

² Дубинская, В. Текущие тенденции в свиноводстве России и целевые ориентиры до 2030 года. (2024). *Ценовик*, (8), 14–20. Получено из <https://www.tsenovik.ru/articles/aktualnye-intervyu/tekushchie-tendentsii-v-svinovodstve-rossii-i-tselevye-orientiry-do-2030-goda/>

³ Названы российские регионы — лидеры по производству молока и мяса. (2024). Получено из <https://svoevse.ru/news/355>

тонн, большая часть которых не находит повторного использования, что приводит к серьезным социально-экологическим и экономическим проблемам (Ибрагимов, 2019; Порфирьев, 2020; Тюрин и соавт., 2023). Переход мясоперерабатывающих производств в режим экологической безопасности является одной из основных задач отрасли и соответствует программе устойчивого развития до 2030 года, принятой в Организации Объединённых Наций для большинства стран (Порфирьев, 2020; Suychinov et al., 2024; Shurson, 2020). Согласно положениям международной программы устойчивого развития, предусматривается переход предприятий от этапа «производство — утилизация» к системе регенерации отходов и их повторного использования в режиме «производство — использование — регенерация — повторное использование», где ведущую роль займут современные технологии переработки (Балякина и др., 2021; Горбунова & Петрунина, 2023; Петрунина & Горбунова, 2024; Кузлякина & Замула, 2020; Рамазанов и др., 2024; Ferronato et al., 2021; Martin-Rios et al., 2022).

Современные направления переработки отходов мясной отрасли

Общие вопросы мясоперерабатывающих производств, связанные с образованием отходов

При подготовке настоящего систематического обзора из материалов статей сложились два аспекта, которые заслуживают особого внимания. Исследователями отмечено, что, во-первых, проблема образования отходов начинается с технического несовершенства основного производства как в целом, так и на отдельных его участках. Выявлена недостаточность комплексного видения экологических проблем в управлении, внимание которого концентрируется на переработке отходов без глубокого исследования технических возможностей самого производства. Второй аспект, активно обсуждаемый в публикациях, — это недостаточное внимание к очистке сбросов сточных вод, имеющих как микробиологическую контаминацию, так и концентрацию обеззараживающих средств.

Для решения первой задачи авторы научных статей последних лет предлагают модернизацию основного производства. Рассматривается современная автоматизация и роботизация процессов разделки, обвалки и измельчения мяса, которая позволят ускорить технологический процесс, снизить время контактной контаминации, и на этой основе — обеспечить более длительную свежесть продукции и пролонгацию сроков годности (Echegaray et al., 2022). Обсуждается, что модернизация позволит стандартизировать процессы и их оцифровать; упорядочить отходы и потери, обеспечить независимость процессов от квалификации исполните-

лей работ. Предлагаемая авторами цифровизация процессов мясопереработки позволит отследить цепочку поставок, предупредить фальсификацию, контролировать сроки годности с использованием технологий блокчейна, увеличить и ускорить реализацию путем интернет-оповещений и обмена информации, тем самым — сократить отходы и потери (Никитина и соавт., 2020; Echegaray et al., 2022). Исследователями подчеркивается, что именно в области мясной промышленности, в настоящее время, проведено недостаточное число исследований, которые могли бы сформировать потенциально эффективные цифровые инструменты, связывающие управление, устойчивое развитие, логистику для регулирования цепей образования отходов (Davoudi et al., 2024). То есть, модернизация и цифровизация производств является общей перспективной задачей в решении проблем с отходами.

Второй аспект, касающийся отходов мясопереработки, — это очистка сточных вод (Никифоров, 2023; Тюрин и соавт., 2023; Baskar et al., 2022; Ragasri & Sabumon, 2023). Масштабы экологического воздействия сточных вод оценивались российскими исследователями, констатирующие в своих трудах, что мясоперерабатывающие предприятия ежегодно используют около 60 млн м³ воды для нужд предприятия, которые очищаются не более, чем на 50 %. Объемы канализационных стоков с жидкими отходами достигают 46 млн м³, контаминированы химическими и микробиологическими веществами (остатки кормов, соли, обеззараживающие средства, возможная патогенная микрофлора) и составляют до 77 % в общем объеме сточных вод (Kulikova et al., 2020).

Авторы Ragasri & Sabumon (2023) перечисляют пути очистки производственных стоков методами флотации растворенным воздухом, использованием мембран, электрокоагуляции, биологических методов аэробного, бескислородного, анаэробного дыхания и продвинутых окислительных процессов. Отмечается, что выбор метода зависит от стандартов, принятых в конкретной стране. Из всех способов очистки сточных вод указывается на преимущество использования замкнутого цикла адсорбционной очистки с повторным восстановлением адсорбентов и их безопасной утилизации (Baskar et al., 2022) как самого экологичного варианта. Описывая эффективность современных методов очистки сточных вод, содержащих белковую составляющую, Никифоров (2023), указывает на различие затрат по приобретению оборудования очистки и предлагает новую эффективную модель установки, которая может быть настроена на разный уровень очистки и имеет экономный бюджет для предприятий разной мощности и характера загрязнений.

Таким образом, работа с отходами предприятий мясной отрасли предусматривает общий комплексный подход

к решению проблем, начиная с вопросов модернизации и цифровизации основного производства, как начального этапа образования отходов и обеззараживания стоков, как конечного этапа, что должно быть взято во внимание производителей.

Технологии извлечения отдельных компонентов из отходов мясоперерабатывающих производств для работы смежных отраслей

Отходы биологической природы содержат значительное количество химических элементов и соединений, которые могут быть использованы в различных отраслях и куда они могут быть направлены предприятиями мясной промышленности. В научных публикациях приводятся различные технологии извлечения компонентов с целью их дальнейшего использования на других производствах. Описано использование химического растворения отходов мясоперерабатывающих производств в серной (96 %) и ортофосфорной (85 %) кислотах для извлечения азота с последующим производством удобрений (Izydorczyk et al., 2022). Технология модификации мясокостного сырья гидролизным методом под действием высоких температур до 140 °С и повышенного давления в водной среде до 0,62 Мпа с последующей сушкой протеиновых фракций на лиофильной установке при температуре конденсатора минус 55 °С и конвекционным способом при 105 °С позволила извлечь ценные протеиновые, жировые и минеральные вещества для производства пищевых и кормовых добавок, биологически активных добавок к пище остеотропной и геродетической направленности, микробиологических сред, кормов для аквакультуры, жировых композиций (Мезенова и соавт., 2020). Универсальность этой технологии и актуальность продукции на рынке может привлечь внимание переработчиков вторичного сырья и предприятия мясной отрасли в плане работы с отходами. Описано использование костных мясных отходов в производстве гидроксиапатитовой золы термическим способом, которую можно использовать для производства пищевой фосфорной кислоты, а также для производства пищевых моно- и дикальциевых кормовых фосфатов на химических производствах (Kowalski et al., 2021).

Направление использования отходов в медицинских и фармацевтических целях

Основу внимания по использованию отходов мясной промышленности в медицинских и фармацевтических целях составляет кровь животных. По данным исследований из 100 кг веса убойного скота извлекается от 3

до 5 кг крови, большая часть которой направляется в отходы, а тем не менее, кровь содержит более 100 различных белков, обладающих функциональными свойствами (Chiroque et al., 2023). Использование крови животных известно давно, поскольку выявлены ее питательные, пенообразующие, эмульгирующие, красящие свойства (Jayathilakan et al., 2011). Однако, чаще всего на мясоперерабатывающих предприятиях кровь используется в технологиях производства кровяной колбасы, зельцев, реализация которых специфична для потребителя и небольшой спрос порождает образование отходов из неиспользованной крови.

Информация в исследовательских статьях показывает, что достаточно большой спектр использования крови животных и ее плазмы находится в области медицины и фармацевтической отрасли. Предприятия мясной промышленности могут замораживать и накапливать кровь с применением биоконсервантов, доставлять в объекты переработки, тем самым получать добавленную стоимость от их закупки, либо от полученной новой продукции. Из плазмы крови извлекаются отдельные компоненты, такие как фибриноген, фибринолизин, серотонин, иммуноглобулины, используемые для изготовления фармацевтических препаратов. В научной литературе приводятся данные об использовании альбумина крови в препарате, позволяющему восполнять потерю жидкости и крови у животных (Jayathilakan et al., 2011). Его же используют в производстве тестов на определение резус-фактора и тестов на чувствительность к антибиотикам у людей, в качестве стабилизатора при производстве вакцин. Несъедобные внутренние органы и железы также могут замораживаться до температуры -18 °С, доставляться на фармакологический завод или биотехнологическое производство, где отходы подвергаются проверке, измельчению, смешению с различными растворами для экстракции, сушки и производства гормональных препаратов и ферментов (Jayathilakan et al., 2011). Известно использование желез крупного рогатого скота для получения лекарственных препаратов по лечению главных функциональных систем организма человека и его иммунитета: церебролизин, миелопид, липоцеребрин, непарин, лидаза, ацедин-пепсин и другие⁴. Идентифицировано двадцать шесть биоактивных пептидов с антигипертензивными свойствами, включая RBC7 (TPYPCV), RBC9 (FLCT) и RBC15 (VVYPWR) из эритроцитов свинной крови, которые имеют большую активность в снижении кровяного давления у человека, а гидролизат фракции клеток крови, полученной с использованием мембранного реактора и различных ферментов, является источником получения биоактивных пептидов с антиоксидантной активностью, что очень актуально для производства лекарственных средств по-

⁴ Коваленко, Л.Ю. Производство без отходов: возможности переработки побочного мясного сырья.(2019). Получено из: <https://agbz.ru/articles/proizvodstvo-bez-othodov--vozmojnosti-pererabotki-pobochnogo-myasnogo-syrya/?ysclid=m4v4wkvb8g29149044>

вышенного спроса в условиях современности (Chiroque et al., 2023).

Для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата разработана оригинальная технология получения пищевого коллагена из шёрстных и мясокостных субпродуктов убойных животных с использованием предварительного измельчения, обезжиривания, деминерализации при pH = 3,0–3,5, зольности при pH = 7,5, фильтрации, пастеризации, охлаждения и добавления витаминного субстрата (Асланова и соавт., 2024). Технология может использоваться в производстве функциональных пищевых продуктов направленного действия.

В последнее время в медицинских и фармацевтических целях стали широко использоваться кости животных. Из костных остатков получают остеопластический материал для производства средств восстановления опорно-двигательного аппарата, стоматологических гелей и зубной керамики (Seredin et al., 2022; Kowalski et al., 2021).

Биоактивные пептиды, получаемые из мясных отходов, имеют противомикробное, иммуномодулирующее, противовоспалительное действие на здоровье человека, считаются альтернативой для профилактики метаболических заболеваний, менее аллергенны и стали более востребованы в фармацевтической и медицинской сферах (Cruz-Casas et al., 2021), что может служить интересом для производителей мяса в планах смежной работы.

Использование отходов на пищевые и кормовые цели

Ферментативным гидролизом с последующим высушиванием методом распылительной сушки был получен белковый гидролизат из плазмы крови животных, который явился основой пенных напитков и взбитых коктейлей с повышенной пищевой ценностью (Омаров и соавт., 2019). Перспективное использование натурального пенообразователя для изготовления напитков может расширить сферу применения крови, путем ее поставки от мясоперерабатывающих предприятий на производства, имеющего технологии распылительной сушки, либо имеется перспектива создания собственного смежного производства.

Выделенная фракция гемоглобина из крови животных после окисления аскорбиновой кислотой до метгемоглобина позволила получить натуральный краситель, который окрашивает в красно-коричневые цвета мясные, кондитерские и шоколадные изделия с возможностью регулирования оттенков. Помимо окрашивания, сухой гемолизат используется как устойчивый эмульгатор в производстве кондитерской и мясной продукции,

является обогащающей добавкой за счет содержания белка и органического железа в производстве продуктов антианемической направленности (Омаров и соавт., 2023). Об аналогичных функционально-технологических свойствах белковых субстратов крови отмечает в своей статье Chiroque et al. (2023), указывая на их применение в различных пищевых продуктах, таких как шоколад, печенье, напитки, жевательные резинки, экструдированные продукты. Это является еще одной перспективной реализацией крови животных от мясоперерабатывающих производств в предприятия биотехнологической переработки и далее — в пищевую промышленность.

Примером доступного подхода является использование в производстве колбасных изделий вторичного коллагенсодержащего сырья вместо основного мясного, обработанного методом ферментации с применением культур *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidumbacterium sicum*, *Staphilococcus carnosus* (Gizatova et al., 2021). При этом не ухудшались потребительские свойства конечного продукта, отмечалась сбалансированность состава, улучшение консистенции.

Способ использования в кормовых целях отходов животного происхождения от 10 до 80 % отмечен в статье В.А. Углова и соавторов (2020). Предлагается смешение мясных и растительных отходов, их измельчение, экструдирование массы при высоком давлении и температуре. Проводится стерилизация массы в режимах, обеспечивающих сохранение питательной ценности получаемого корма (Углов и соавт., 2020). Метод уникален тем, что можно использовать любые отходы, включая падших животных.

Для кормления цыплят-бройлеров разработана технология физико-химической обработки коровьей кожи, которая трансформируется в гидролизат желатина, богатого пептидами (Nouri et al., 2020).

Смесь опавших листьев бальзамического тополя *Populus balsamifera* L. и повислой берёзы *Betula pendula*, боенской крови, измельченных мясокостных отходов с использованием дрожжевых культур из отходов пивоваренного производства использовались в технологии производства биоэффективных кормов для поросят, что было опубликовано в работе А.И. Иванкина и М.И. Бабуриной (2023).

Технология автоклавирования мясокостных отходов при температуре 140 °C и давлении 0,62 МПа с последующим лиофильным высушиванием используется в технологии производства сублимированного протеинового гидролизата — основы биологически активных добавок к пище и кормов для животных. Метод описан в работе Мезеновой и соавторов (2020), является привлекательной инвестицией для производителей мяса.

Трахеи убойного скота предлагались к введению в мясокостные бульоны с последующей сушкой и получением обогащенных сухих концентратов бульонов с хондропротекторным действием, что может использоваться непосредственно на мясоперерабатывающих предприятиях для получения сопутствующей продукции с добавленной стоимостью (Бабурина и соавт., 2023).

Технология производства обогащенных вареных колбасных изделий представлена в работе Бабуриной и соавторов (2023), которые предлагают внесение протеиновой эмульсии из репродуктивных свиных желез в фаршевую массу колбас. Способ обеспечивает полный набор незаменимых аминокислот и эссенциальных непредельных жирных кислот в получаемых продуктах, которые могут принести эффект в лечебно-профилактическом питании.

Анализ данных статистики о производстве и потреблении мяса в мировом масштабе на современном этапе свидетельствует о положительном тренде до 2033 года (Sabumon, 2023; Karabasil et al., 2023). Россия, как участник глобальной экономики, имеет те же мировые закономерности, что подтверждается данными статистики о производстве и потреблении мяса: за последние пять лет с 2019 по 2023 гг. производство мяса возросло на 9,8 %, экспорт увеличен на 97,5 %, потребление мяса увеличилось на 6,7 %^{5,6}.

Рост производства мяса неизбежно приводит к увеличению объема отходов. В исследованиях отмечается, что отходы от переработки мясной туши составляют до 50 % массы (Kim et al., 2020), а до 23 % продукции мясного сектора теряются или выбрасываются (Karwowska et al., 2021), что представляет серьезную экологическую проблему (Karwowska et al., 2021; Raihan, 2023), которая остаётся неразрешенной, в том числе, ввиду отсутствия современных технологий переработки на самих пред-

приятиях и отсутствия информации об опыте других в систематизированном виде (Monastirskii et al., 2022).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрено, что ввиду неоднородности отходов мясоперерабатывающих производств, пути и технологии их преобразования достаточно сложны для реализации на объектах отрасли. Однако, на современном этапе, разработаны и успешно используются уникальные технологии переработки практически любых отходов, которые необходимо доводить до производителей мясоперерабатывающих предприятий в систематизированных дайджестах. Это позволит расширить знания о технологиях производства смежной продукции из вторичного сырья, пересматривать управленческие решения и интегрироваться со смежными отраслями, находящимися в районе местонахождения, для взаимодействия и выработки актуальной продукции.

Нельзя не отметить важность предлагаемой исследователями цифровизации мясной отрасли, вопрос которой активизируется в публикациях последнего времени. Авторы статей констатируют, что вполне реально уже в настоящее время внедрить технологии блокчейна, что повысит реализацию продукции за счет ее отслеживания и вытеснения контрафактной продукции, позволит быстро реализоваться товарам в пределах сроков годности, что не допустит образования отходов из просроченных продуктов.

Новые технологии и технические инновации имеют потенциал кардинально изменить мясоперерабатывающий бизнес,кратно уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду, создать экономически устойчивый эволюционный путь устойчивого развития, завоевать благоприятный имидж.

⁵ Росстат.(2024). Социально-экономическое положение России (январь-июнь 2024 года). Получено из <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/50801>

⁶ Росстат.(2024). Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации (2019–2024гг). Получено из <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278>

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Асланова, М. А., Деревицкая, О. К., Солдатова, Н. Е., & Беро А. Л. (2024). Пищевой коллаген: биологическая ценность и отличительные признаки. *Мясная индустрия*, (4), 22–24. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2024-04-22-24>
- Aslanova, M. A., Derevickaya, O. K., Soldatova N. E., & Bero A. L. (2024). Food grade collagen: biological value and distinctive features. *Meat Industry*, (4), 22–24. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2024-04-22-24> (In Russ.)
- Бабурина, М. И., Кузнецова, Т. Г., & Иванкин, А. Н. (2023). Переработка костно-хрящевой ткани сельскохозяйственных животных в продукты хондопротекторного действия. *Мясная Индустрия*, (11), 20–23. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-11-20-23>
- Baburina, M. I., Kuznetsova, T. G. & Ivankin, A. N. (2023). Processing of bone and cartilage tissue of farm animals into products of chondroprotective action. *Meat Industry*, (11), 20–23. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-11-20-23> (In Russ.)
- Бабурина, М. И., Кузнецова, Т. Г., Мотовилина, А.А. & Иванкин, А. Н. (2023). Формирование рецептур мясной системы с использованием эндокринно-ферментного сырья. *Мясная Индустрия*, (3), 18–22. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-03-44-48>
- Baburina, M. I., Kuznetsova, T. G., Motovilina, A. A. & Ivankin, A. N. (2023). Formation of meat system recipes using endocrine enzyme raw materials. *Meat Industry*, (3), 18–22. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-03-44-48>. (In Russ.)
- Балякина, К. Д., Детиненко, С. А., & Чернегов, Н. Ю. (2021). Переработка вторичных ресурсов как метод повышения эффективности деятельности предприятия АПК. *Modern Science*, 4(1), 77–86.
- Balyakina, K. D., Detinenko, S. A., & Chernegov, N. Yu. (2021). Recycling of secondary resources as a method of increasing the efficiency of an agro-industrial complex enterprise. *Modern Science*, 4(1), 77–86. (In Russ.)
- Гончаров, В.Д., Балакирев, Н.А. & Селина, М.В. Производство продукции животного происхождения в России. (2020). *Труды Кубанского государственного аграрного университета*, (82), 133–137. <http://doi.org/10.21515/1999-1703-82-133-137>
- Goncharov, V.D., Balakirev, N.A. & Selina, M.V. Animal origin products output in Russia. (2020). *Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, (82), 133–137. <http://doi.org/10.21515/1999-1703-82-133-137> (In Russ.)
- Горбунова, Н. А., & Петрунина, И. В. (2023). Проблемы использования отходов при производстве продукции предприятиями мясной отрасли. *Мясная Индустрия*, (9), 32–36. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-09-32-36>
- Gorbunova, N. A., & Petrunina, I. V. (2023). Waste management problems in manufacturing products by enterprises of the industry. *Meat Industry*, (9), 32–36. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-09-32-36> (In Russ.)
- Ибрагимов, А. Г. (2019). Экологические проблемы сельского хозяйства. *Аграрная Наука*, (4), 73–75. <http://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-73-75>
- Ibragimov, A. G. (2019). Ecological problems of agriculture. *Agrarian Science*, (4), 73–75. <http://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-73-75> (In Russ.)
- Ибрагимов, А.Г., Платоновский, Н.Г., Романюк, М.А., Сухарникова, М.А. & Чекмарева, Н.В. (2022). Развитие мясной отрасли в России: состояние и перспективы. *Зоотехния*, (12), 26–29. <http://doi.org/10.25708/ZT.2022.19.10.008>
- Ibragimov, A.G., Platonovsky, N.G., Romanyuk, M.A., Sukharnikova, M.A. & Chekmareva, N.V. (2022). Development of the meat industry in Russia: status and prospects. *Journal Zootechniya*, (12), 26–29. <http://doi.org/10.25708/ZT.2022.19.10.008> (In Russ.)
- Иванкин, А.Н. & Бабурина, М.И. (2023). Переработка мясорастительных отходов в кормовые добавки в присутствии дрожжевых протеаз. *Мясная Индустрия*, (7), 46–50. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-07-46-50>
- Ivankin, A.N. & Baburina, M.I. (2023). Processing of meat-and-plant waste into feed additives in the presence of yeast proteases. *Meat Industry*, (7), 46–50. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-07-46-50> (In Russ.)
- Кузлякина, Ю. А. & Замула, В. С. (2020). Практика управления экологическими рисками на мясоперерабатывающем предприятии. *Все о мясе*, (6), 19–22. <http://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-6-19-22>

- Kuzlyakina, Yu. A. & Zamula, V. S. (2020). Environmental risk management practice at a meat processing plant. *Vse o Myase*, (6), 19–22. <http://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-6-19-22> (In Russ.)
- Кузлякина, Ю. А., & Юрчак, З. А. (2017). К вопросу экологической безопасности: побочное сырье и отходы мясной промышленности. *Все о мясе*, (6), 29–31.
- Kuzlyakina, Yu. A., & Yurchak, Z. A. (2017). Environmental safety problem: by-products and waste of the meat industry. *Vse o Myase*, (6), 29–31. (In Russ.)
- Лисковецкая, Т.П. (2021). Производство и потребление мяса в мире: текущая ситуация и перспективы. *АПК: экономика, управление*, (7), 47–56. <https://doi.org/10.33305/217-47>
- Liskoveckaya, T.P. (2021). World meat production and consumption: current situation and prospects. *AIC: Economics, Management*, (7), 47–56. <https://doi.org/10.33305/217-47> (In Russ.)
- Мезенова, Н. Ю., Агафонова, С. В., Мезенова, О. Я., Байдалинова, Л. С. & Бедарева, О. М. (2020). Исследование процесса модификации мясокостного сырья крупного рогатого скота методом высокотемпературного гидролиза. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*, (1), 18–26. <http://doi.org/10.17586/2310-1164-2020-10-1-18-26>
- Mezenova, N. Yu., Agafonova, S. V., Mezenova, O. Ya., Bajdalinova, L. S., & Bedareva, O. M. (2020). The process of modifying cattle meat and bone raw materials by high-temperature hydrolysis. *Processes and Food Production Equipment*, (1), 18–26. <http://doi.org/10.17586/2310-1164-2020-10-1-18-26> (In Russ.)
- Никитина, М. А., Осянин, Д. Н. & Петрунина, И. В. (2020). Цифровые технологии – инновационные решения для сельского хозяйства. *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*, 1(38), 127–132. <http://doi.org/10.22314/2658-4859-2020-67-1-127-132>
- Nikitina, M. A., Osyenin, D. N., & Petrunina, I. V. (2020). Digital technologies – innovative solutions for agriculture. *Electrical Engineering and Electrical Equipment in Agriculture*, 1(38), 127–132. <http://doi.org/10.22314/2658-4859-2020-67-1-127-132> (In Russ.)
- Никифоров, Л.Л. (2023). Модульная установка водоочистки. *Мясная Индустрия*, (3), 50–52. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-03-50-52>
- Nikiforov, L.L. (2023). Modular unit of water purification. *Meat Industry*, (3), 50–52. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-03-50-52> (In Russ.)
- Омаров, Р. С., Антипова, Л. В. & Шлыков, С. Н. (2019). Получение сухой белковой композиции на основе модифицированной плазмы крови. *Вестник КрасГАУ*, 1(142), 145–149.
- Omarov, R. S., Antipova, L. V. & Shlykov, S. N. (2019). The production of dry protein composition based on modified blood plasma. *Bulletin of KSAU*, 1(142), 145–149. (In Russ.)
- Омаров, Р.С., Шлыков, С.Н., Антипова Л.В. & Моргунова, А.В. (2023). Использование крови сельскохозяйственных животных для создания продуктов антианемической направленности. *Технологии Пищевой и перерабатывающей Промышленности АПК – Продукты Здорового Питания*, (4), 188–194. <http://doi.org/10.24412/2311-6447-2023-4-188-194>
- Omarov, R.S., Shlykov, S.N., Antipova L.V. & Morgunova, A.V. (2023). Using the blood of farm animals to create anti-anemic products. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*, (4), 188–194. <http://doi.org/10.24412/2311-6447-2023-4-188-194> (In Russ.)
- Осянин, Д. Н. & Петрунина, И. В. (2020). Анализ сырьевой базы предприятий мясной промышленности. *Мясная Индустрия*, (4), 16–21. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2020-4-16-21>
- Osyenin, D. N., & Petrunina, I. V. (2020). Analysis of raw material base of meat industry enterprises. *Meat Industry*, (4), 16–21. <http://doi.org/10.37861/2618-8252-2020-4-16-21> (In Russ.)
- Петрунина, И. В. (2023). Потери сырья и продуктов его переработки в животноводстве и мясной отрасли. *Все о Мясе*, (1), 8–11. <http://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-1-8-11>
- Petrunina, I. V. (2023). Losses of raw materials and products of their processing in animal husbandry and meat industry. *Vsyo o Myase*, (1), 8–11. <http://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-1-8-11> (In Russ.)
- Петрунина, И. В. & Горбунова, Н. А. (2024). Использование модели экономики замкнутого цикла в отдельных отраслях агропромышленного комплекса. *Пищевые системы*, 7(2), 231–237. <http://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-231-237>

- Petrulina, I. V. & Gorbunova, N. A. (2024). Using the model of closed-loop economy in certain branches of the agro-industrial complex, *Food Systems*, 7(2), 231–237. <http://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-231-237> (In Russ.)
- Порфи́рьев, Б. Н. (2020). Повышение эффективности обращения с отходами производства и потребления. *Проблемы прогнозирования*, 1(178), 123–125.
- Porfiryev, B. N. (2020). Improving the efficiency of production and consumption waste management, *Problemy Prognozirovaniya*, 1(178), 123–125. (In Russ.)
- Рамазанов, И. А., Николаева, М. А., & Рамазанов, С. А. (2024). Экосистемный подход как инструмент решения проблем мясного рынка. *Аграрная наука*, (5), 129–135. <http://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-129-135>
- Ramazanov, I. A., Nikolaeva, M. A., & Ramazanov, S. A. (2024). Ecosystem approach as a tool for solving meat market problems. *Agrarian Science*, (5), 129–135. <http://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-129-135> (In Russ.)
- Соколов, А. Ю. (2023). Отечественные разработки белковых систем типа «Коллаген» для решения задач отраслевого импортозамещения. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (1), 200–211. <http://doi.org/10.36107/spfp.2023.326>
- Sokolov, A. Yu. (2023). Domestic developments of protein systems such as «collagen» for solving the problems of industrial import substitution. *Storage and Processing of Farm Products*, (1), 200–211. <http://doi.org/10.36107/spfp.2023.326> (In Russ.)
- Сударев, Н.П., Шаркаева, Г. А., Герасимов, А.А., Чаргеишвили, С.В., Абрамян, А.С. & Абдулалиев, М.М. (2022). Место России на мировом рынке производства и потребления мяса. *Аграрный Вестник Верхневолжья*, (38), 41–47. <http://doi.org/10.35523/2307-5872-2022-38-1-41-47>
- Sudarev, N.P., Sharkaeva, G. A., Gerasimov, A.A., Chargeishvili, S.V., Abramyan, A.S., & Abdulaliev, M.M. (2022). Place of Russia in the world market production and meat consumption. *Agrarnyj Vestnik Verhnevolzh'ya*, (38), 41–47. <http://doi.org/10.35523/2307-5872-2022-38-1-41-47> (In Russ.)
- Тютюма, Н. В., Айтпаева, А. А., & Беспалова, О. Н. (2022). Устойчивое развитие кормопроизводства как основа наращивания животноводческой продукции в регионе. *АгроЭкоИнфо*, (4), 1–10. <https://doi.org/10.51419/202124401>.
- Tyutyuma, N. V., Ajtpaeva, A. A., & Bepalova, O. N. (2022). Ustojchivoe razvitie kormoproizvodstva kak osnova narashhivaniya zhivotnovodcheskoj produkcii v regione. *AgroE'koInfo*, (4), 1–10. <https://doi.org/10.51419/202124401>. (In Russ.)
- Тюрин, В. Г., Родионова, Н. В., Бирюков, К. Н., Обухов, И. Л. & Авылов, Ч. К. (2023). Особенности экосистемы биологических прудов в процессе естественной очистки животноводческих стоков. *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*, 2(46), 208–211. <http://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202302012>
- Tyurin, V. G., Rodionova, N. V., Biryukov, K. N., Obukhov, I. L., & Avylov, Ch. K. (2023) Features of the ecosystem of biological ponds in the process of natural treatment of livestock wastewater. *Russian Journal Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*, 2(46), 208–211. <http://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202302012> (In Russ.)
- Углов, В. А., Шелепов, В. Г., Бородай, Е. В., & Слепчук, В. А. (2020). Перспективы использования вторичных ресурсов мясоперерабатывающих отраслей на основе патентных исследований. *Контроль качества и безопасности пищевой продукции*, 3(29), 39–46. <http://doi.org/10.31677/2311-0651-2020-29-3-39-46>
- Uglov, V. A., Shelepov, V. G., Borodaj, E. V., & Slepchuk, V. A. (2020). Prospects for using secondary resources of meat processing industries based on patent research. *Innovations and Food Safety*, 3(29), 39–46. <http://doi.org/10.31677/2311-0651-2020-29-3-39-46> (In Russ.)
- Федотова, Г. В., Джанчарова, Г. К., Капустина, Ю. А., & Болаев, Б. К. (2023). Перспективы развития мясного скотоводства России в условиях кооперации. *Аграрная Россия*, (11), 26–31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-11-26-31>
- Fedotova, G. V., Dzhancharova, G. K., Kapustina, Yu. A., & Bolaev, B. K. (2023). Perspektivy razvitiya myasnogo skotovodstva Rossii v usloviyah kooperacii. *Agrarnaya Rossiya*, (11), 26–31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-11-26-31> (In Russ.)
- Хайруллина, О. И. (2021). Тенденции производства и потребления основных видов мяса в России. *Креативная экономика*, 15(5), 2245–2260. <http://doi.org/10.18334/ce.15.5.112098>

- Khajrullina, O. I. (2021). Trends in the production and consumption of the main types of meat in Russia. *Creative Economy*, 15(5), 2245–2260. (In Russ.) <http://doi.org/10.18334/ce.15.5.112098> (In Russ.)
- Шабалина, Л. В., & Герасименко, А. А. (2020). Основные тренды развития мирового рынка мяса. *Вестник Донецкого национального университета. Серия В: Экономика и право*, (1), 156–163.
- Shabalina, L.V. & Gerasimenko, A.A. (2020). Osnovnye trendy razvitiya mirovogo rynka myasa. *Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Seriya V: Ekonomika i pravo*, (1), 156–163. (In Russ.)
- Яковенко, Н. А. & Иваненко, И. С. (2024). Перспективы развития рынка мяса и мясной продукции России в условиях новых вызовов. *Аграрный вестник Урала*, 24(06), 838–848. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-838-848>
- Yakovenko, N. A. & Ivanenko, I. S. (2024). Perspektivy razvitiya rynka myasa i myasnoj produkcii Rossii v usloviyah novyh vyzovov. *Agrarnyj vestnik Urala*, 24(06), 838–848. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-838-848> (In Russ.)
- Alibekov, R.S., Alibekova, Z.I., Bakhtybekova, A.R., Taip, F.S., Urazbayeva, K.A., & Kobzhazarova, Z.I. (2024). Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, (8), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1410640>
- Baltenweck, I., Enahoro, D., Frija, A. & Tarawali, S. (2020). Why Is Production of Animal Source Foods Important for Economic Development in Africa and Asia? *Animal Frontiers*, 10 (4), 22–29. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa036>
- Baskar, A. V., Bolan, N., Hoang, S. A., Sooriyakumar, P., Kumar, M., Singh, L., Jasemizad, T., Padhye, L. P., Singh, G., Vinu, A., Sarkar, B., Kirkham, M. B., Rinklebe, J., Wang, S., Wang, H., Balasubramanian, R., & Siddique, K. H. M. (2022). Recovery, regeneration and sustainable management of spent adsorbents from wastewater treatment streams: A review. *Science of the Total Environment*, 822, 153555. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153555>
- Bilska, B., Tomaszewska, M., Kołożyn-Krajewska, D., Szczepański, K., Laba, R., & Laba, S. (2020). Environmental aspects of food wastage in trade — a case study. *Environmental Protection and Natural Resources*, 31(2), 24–34. <http://doi.org/10.2478/oszn-2020-0009>
- Chiroque, R. G. S., Cornelio-Santiago, H. P., Espinoza Espinoza, L. A., & Moreno Quispe L.A. (2023). A Review of Slaughterhouse Blood and its Compounds, Processing and Application in the Formulation of Novel Non-Meat Products. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(2):549–559 <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.06>
- Chowdhury, M. W., Nabi, M. N., Arefin, M. A., Rashid, F., Islam, M. T., Gudimetla, P., & Mueen, S. M. (2022). Recycling slaughterhouse wastes into potential energy and hydrogen sources: An approach for the future sustainable energy. *Bioresource Technology Reports*, (19), 101–133. <http://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101133>
- Cruz-Casas, D. E., Aguilar, C. N., Ascacio-Valdés, J. A., Rodríguez-Herrera, R., Chávez-González, M. L., & Flores-Gallegos, A. C. (2021). Enzymatic hydrolysis and microbial fermentation: the most favorable biotechnological methods for the release of bioactive peptides. *Food Chemistry*, (3), 100047. <http://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100047>
- Echegaray, N., Hassoun, A., Jagtap, S., Tetteh-Caesar, M., Kumar, M., Tomasevic, I., Goksen, G. & Lorenzo, JM. (2022). Meat 4.0: Principles and Applications of Industry 4.0 Technologies in the Meat Industry. *Applied Sciences*, 12(14):6986. <https://doi.org/10.3390/app12146986>
- Eilert, S. J. (2020). The future of animal protein: feeding a hungry world. *Animal Frontiers*, 10 (4), 5–6. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa033>
- Glišić, M., Bošković, C. M., Čobanović, N., Baltić, Mi. Ž., Drašković, V., Samardžić, S. & Zoran Maksimović, Z.. (2023). Agricultural Waste: A Source of Bioactive Compounds for Potential Application in Meat Products. *Meat Technology*, 64(2), 116–121. <https://doi.org/10.18485/meattech.2023.64.2.20>
- Gizatova, N., Gizatov, A., Zubairova, L., Mironova, I., Nigmatyanov, A., Chernyshenko, Y. & Pleshkov, A. (2021). Development of technology for the production of sausage produce using secondary collagen-containing raw materials. *International Journal of food studies*, (10), 282–295. <http://doi.org/10.7455/ijfs/10.2.2021.a1>
- Davison, T., Black, J. & Moss, J. (2020). Red meat — an essential partner to reduce global greenhouse gas emissions. *Animal Frontiers*, 10(4), 14–21. <http://doi.org/10.1093/af/vfaa035>
- Davoudi, S., Stasinopoulos, P. & Shiwakoti, N. (2024). Two Decades of Advancements in Cold Supply Chain Logistics for Reducing Food Waste: A Review with Focus on the Meat Industry. *Sustainability*, 16(16), 6986. <https://doi.org/10.3390/su16166986>

- Ferronato, G., Corrado, S., De Laurentiis, V. & Sala, S. (2021). The Italian meat production and consumption system assessed combining material flow analysis and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, (321), 128705. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128705>
- Hübel, C. & Schaltegger, S. (2022). Barriers to a sustainability transformation of meat production practices – An industry actor perspective. *Sustainable Production and Consumption*, (29), 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.004>
- Izydorczyk, G., Mikula, K., Skrzypczak, D., Witek-Krowiak, A., Mironiuk, M., Furman, K., Gramza, M., Moustakas, K. & Chojnacka, K. (2022). Valorization of poultry slaughterhouse waste for fertilizer purposes as an alternative for thermal utilization methods. *Journal of Hazardous Materials*, (424), 127328. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127328>
- Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K. & Bawa, A.S. (2011). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 278–293. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7>
- Karabasil, N., Bošković, T., Kilibarda, N., Čobanović, N., Vičić, I. & Dimitrijević, M. (2023). Sustainable meat production. *Meat Technology*, 64(2), 133–135. <https://doi.org/10.18485/meattech.2023.64.2.23>
- Karwowska, M., Laba, S. & Szczepański, K. (2021). Food loss and waste in the meat sector – Why the consumption stage generates the most losses? *Sustainability*, 13(11), 6227. <https://doi.org/10.3390/su13116227>
- Khan, M.N., Sial, T.A., Ali, A. & Wahid, F. (2024). Impact of Agricultural Wastes on Environment and Possible Management Strategies. In Núñez-Delgado, A. (Eds.) *Frontier Studies in Soil Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50503-4_4
- Kilibarda, N., Karabasil, N., & Stojanović, E. (2023). Meat matters: tackling food loss and waste in the meat sector. *Meat Technology*, 64(2). 177–182. <http://doi.org/10.18485/meattech.2023.64.2.32>
- Kim, V. V., Galaktionova, E. A., & Antonevich, R. V. (2020). Food losses and food waste in the consumer market of the Russian Federation. *International Agricultural Journal*, 4, 1–20. <http://doi.org/10.24411/2588-0209-2020-10191>
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Makara, A., & Harazin, P. (2021). Quantification of material recovery from meat waste incineration – An approach to an updated food waste hierarchy. *Journal of Hazardous Materials*, (416), 126021. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126021>
- Kulikova, M. A., Kolesnikova, T. A., Gribut, E. A., Okovitaya, K. O., Surzhko, O. A., & Zemchenko, G. N. (2020). Research on waste management technologies in meat clusters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 421(2), 022064. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/421/2/022064>
- Laurett, R., Paço, A., & Emerson, M. (2021). Sustainable Development in Agriculture and its Antecedents, Barriers and Consequences – An Exploratory Study. *Sustainable Production and Consumption*, 27(6), 298–311. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.032>
- Lewisch, L., & Riefer, P. (2023). Cultured meat acceptance for global food security: a systematic literature review and future research directions. *Agricultural and Food Economics*, (11). <https://doi.org/10.1186/s40100-023-00287-2>
- Lipinski, B. (2020). Why does animal-based food loss and waste matter? *Animal Frontiers*, 10(4), 48–52. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa039>
- Liu, J., Almeida, J. M., Rampado, N., Panea, B., Hocquette, É., Chriki, S., Ellies-Oury, M-P., & Hocquette J-F. (2023). Perception of cultured “meat” by Italian, Portuguese and Spanish consumers. *Nutrition and Food Science Technology*, (10), 1043618. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1043618>
- Martin-Rios, C., Arboleya, J.C., Bolton, J., & Erhardt, N. (2022). Editorial: Sustainable Food Waste Management. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, (6), 885250. <http://doi.org/10.3389/fnut.2023.1043618>
- Monastirskii, D., Kulikova, M. A., & Volchek A. (2022). An analysis of a waste management approach for pig farms. *Journal of Agriculture and Environment*, 11(39), 1–6. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20224804001>
- Mohan, A., & Long, J.M. (2021). Valorization of wastes and by-products from the meat industry. *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products*. Academic Press. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-824044-1.00010-6>
- Mustafa, E. A. (2023). Production of Halal Meat Using HACCP System: Idea and Implementation. In Ahmed Osman, O., Moneim Elhadi Sulieman, A. (Eds.), *Halal and Kosher Food*, (pp.395–408) Cham: Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-031-41459-6_30

- Nouri, K., Khalaji, S., Zamani, F., & Saki, A. (2021). Acid hydrolysis of gelatin extracted from cow skin: Properties and potential for use as a source of small peptides and free amino acids for broiler chickens. *Animal Production Science*, 61(4), 399–411. <https://doi.org/10.1071/AN20411>
- Pinotti, L., Luciano, A., Ottoboni, M., Manoni, M., Ferrari, L., Marchis, D., & Tretola, M. (2021). Recycling food leftovers in feed as opportunity to increase the sustainable livestock production. *Journal of Cleaner Production*, 294 (10), 126290. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126290>
- Raihan, A. (2023). The influence of meat consumption on greenhouse gas emissions in Argentina. *Resources Conservation & Recycling Advances*, 19(4), 200183. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200183>
- Ragasri, S. & Sabumon, P.C. (2023). A critical review on slaughterhouse waste management and framing sustainable practices in managing slaughterhouse waste in India, *Journal of Environmental Management*, (327), 116823. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116823>
- Sabumon, P.C. (2023). A critical review on slaughterhouse waste management and framing sustainable practices in managing slaughterhouse waste in India. *Journal of Environmental Management*, 327(1), 116823. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116823>
- Seredin, P., Goloshchapov, D., Emelyanova, A., Buylov, N., Kashkarov, V., Lukin, A., Ippolitov, Yu., Khmelevskaya, T., Mahdi, I. A. & Mahdi, M. A. (2022). Engineering of biomimetic mineralized layer formed on the surface of natural dental enamel. *Results in Engineering*, (15), 100583. (In Russ.) <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100583>
- Sharma, S., Mitra, F., Imran, Z., & Verma, M. (2021). A brief review on the utilization of waste products from the meat industry. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, (8), 856–863. <http://doi.org/10.1007/s13202-021-01370-4>
- Shurson, G. K. (2020). "What a waste" — can we make animal food production systems more sustainable by recycling food waste into animal feed in an era of health, climate and economic crises? *Sustainability*, 12(17), 7071. <http://doi.org/10.3390/su12177071>
- Suychinov, A., Akimova, A., Kakimov, D. A., Zharykbasov, Y., Baikadamova, A., Okuskhanova, E., Bakiyeva, A., & Ibragimov, N. (2024). Revolutionizing meat processing: A nexus of technological advancements, sustainability, and cultured meat evolution. *Slovak Journal of Food Sciences*, (18), 331–346. <https://doi.org/10.5219/1957>
- Ungureanu, N., Vladut, V., Biris, S.S., & Gheorghita, N. E. Management of waste and by-products from meat industry. (2023). *International Symposium ISB-INMATEH — Agricultural and Mechanical Engineering* (pp.256–267). Bucharest: INMA.
- Yu, Y., Liang, Z., Liao, W., Ye, Z., Li, G., & An, T. (2021)/ Contributions of meat waste decomposition to the abundance and diversity of pathogens and antibiotic-resistance genes in the atmosphere. *Science of the Total Environment*, (784), 147128. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147128>

Влияние ягодных композиций на антиоксидантные свойства при изготовлении и хранении многокомпонентных дробленых ягод без сахара

Л.П. Нилова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Корреспонденция:

Нилова Людмила Павловна,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
195251, Россия, Санкт-Петербург,
Политехническая ул., 29
E-mail: nilova_l_p@mail.ru

Конфликт интересов:

автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 27.12.2024

Поступила после
рецензирования: 10.03.2025

Принята: 30.03.2025

Copyright: © 2025 Автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Среди фруктовых консервов только дробленые фрукты могут не подвергать увариванию, минимизируя термическую обработку, что способствует сохранению их антиоксидантных свойств. Ягоды клюквы в изготовлении дробленых ягод без сахара возможно использовать в комбинации с ягодами с более высоким содержанием сахаров.

Цель работы — изучить возможность использования ягод клюквы в ягодных композициях с черникой или голубикой для изготовления многокомпонентных дробленых ягод без сахара и их влияние на антиоксидантные свойства при изготовлении и хранении.

Материалы и методы. Для изготовления многокомпонентных дробленых ягод использовали дикорастущие ягоды клюквы, черники и голубики, которые термически обрабатывали 5 минут, разливали в стерильные банки и хранили в течение года в холодильных условиях. Контролем служили дробленые ягоды клюквы без сахара. В ягодах определяли содержание сахаров и титруемую кислотность, до и после изготовления дробленых ягод и в процессе хранения каждые 3 месяца — содержание флавоноидов, антоцианов, гидрооксикоричных кислот, витамин С и антиоксидантную активность методом FRAP.

Результаты. Многокомпонентные дробленые ягоды без сахара включали следующие композиции: клюква/черника (2:3) и клюква/голубика (1:1), что было определено на основании органолептической оценки и сахарокислотного индекса ягод. Изготовление консервов из дробленых ягод привело к потерям антиоксидантов на 25,9–40,5 %. Композиции дробленых ягод клюква/черника и клюква/голубика по сравнению с дробленой клюквой содержали больше флавоноидов на 14,1 и 15,9 %, антоцианов — на 37,9 и 30,1 %, гидрооксикоричных кислот — на 10,4 и 12,7 %, антиоксидантную активность — 10,4 и 6,2 %, соответственно. Холодильное хранение в течение года приводило к дальнейшей деградации антиоксидантов во всех видах дробленых ягод, составляя 16,9–31,0 % для фенольных антиоксидантов и до 50 % для витамина С. Основные потери произошли в первые 3 месяца хранения, а затем скорость их деградации стабилизировалась. В конце хранения антиоксидантные свойства многокомпонентных дробленых ягод превышали антиоксидантные свойства дробленых ягод клюквы.

Выводы. Для изготовления многокомпонентных дробленых ягод без сахара можно использовать ягоды клюквы в сочетании с черникой (2:3) или голубикой (1:1), что формирует их кисло-сладкий вкус и антиоксидантные свойства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

консервы; дробленые ягоды; клюква; черника; голубика; композиции ягод; биоактивные соединения; антиоксидантная активность; хранение

Для цитирования: Нилова, Л. П. (2025). Влияние состава ягод на антиоксидантные свойства при производстве и хранении многокомпонентных дробленых ягод без сахара. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 42–54. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.il.s248>



<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s248>

Effect of Berry Compositions on Antioxidant Properties During the Production and Storage of Multicomponent Crushed Berries without Sugar

Liudmila P. Nilova

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Correspondence:

Liudmila P. Nilova,

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29, Politekhnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia
E-mail: nilova_l_p@mail.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 27.12.2024

Received in revised form: 10.03.2025

Accepted: 30.03.2025

Copyright: © 2025 The Author

ABSTRACT

Introduction. Among canned fruits, only crushed fruits may not be boiled, minimizing heat treatment, which helps to preserve their antioxidant properties. In the processing of crushed berries without sugar, cranberries can be used in combination with berries with a higher sugar content.

Purpose of the work is to study the possibility of using cranberries in berry compositions with bilberries or blueberries to produce multi-component crushed berries without sugar and their effect on antioxidant properties during production and storage.

Materials and Methods. Multicomponent crushed berries were made from wild cranberries, bilberries and blueberries, which were heat-treated for 5 minutes, poured into sterile jars and stored for a year in refrigeration conditions. Crushed cranberries without sugar served as a control. The sugar content and titratable acidity were determined in the berries, before and after the production of crushed berries and during storage every 3 months – the content of flavonoids, anthocyanins, hydroxycinnamic acids, vitamin C and antioxidant activity by the FRAP method.

Results. For the production of multi-component crushed berries without sugar, berry compositions of cranberry/bilberry (2:3) and cranberry/blueberry (1:1) were organoleptically selected based on the sugar-acid index of berries. After heat treatment, the antioxidants in the multi-component crushed berries decreased by 25.9–40.5 %, with the greatest loss of anthocyanins and vitamin C. After production, the multi-component crushed berries cranberry/bilberry and cranberry/blueberry, compared to crushed cranberries, contained more flavonoids by 14.1 and 15.9 %, anthocyanins by 37.9 and 30.1 %, hydroxycinnamic acids by 10.4 and 12.7 %, antioxidant activity by 10.4 and 6.2 %, respectively. Refrigerated storage for a year resulted in further degradation of antioxidants in all types of multicomponent crushed berries, which amounted to 16.9–31.0 % for phenolic antioxidants and up to 50 % for vitamin C. The main losses occurred in the first 3 months of storage, and then the rate of their degradation stabilized. At the end of storage, the antioxidant properties of multi-component crushed berries exceed the antioxidant properties of crushed cranberries.

Conclusions. Multi-component crushed berries without sugar can be produced from cranberries in combination with bilberries (2:3) or blueberries (1:1), which forms their sweet and sour taste and antioxidant properties.

KEYWORDS

canned food, crushed berries, cranberries, blueberries, bilberries, berry compositions, bioactive compounds, antioxidant activity, storage



To cite: Nilova, L. P. (2025). Effect of berry compositions on antioxidant properties during the production and storage of multicomponent crushed berries without sugar. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 42-54. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s248>

ВВЕДЕНИЕ

Дисбаланс структуры питания, существующий в России на протяжении многих лет с преобладанием потребления сахара и недостатком потребления фруктов и овощей (Нилова, 2014; Тутельян, 2021), приводит к неполноценному обеспечению рациона питания низкомолекулярными антиоксидантами и, как следствие, развитию неинфекционных заболеваний (Тутельян et al, 2020; Кедринская et al, 2023). Ограниченность потребления фруктов и ягод связана с сезонностью их производства. Восполнить их потребление в межсезонье способны варенье, джемы, желе, производство которых за последние 5 лет выросло на 17,8 %¹.

Варенье, джемы, повидло и др., представляющие собой сахаристые фруктово-ягодные изделия, предлагаются потребителю в виде фруктовых консервов для непосредственного употребления или используются как компонент в составе мучных изделий и кисломолочных напитков (de Moraes et al, 2024). В настоящее время эту продукцию изготавливают однокомпонентной или многокомпонентной не только из фруктов (Amakura et al, 2010; Diaconeasa et al, 2019; de Mello et al, 2022; Chen et al, 2023), но и овощей — морковь (оранжевая, желтая, фиолетовая) (Renna et al, 2013; Kamiloglu et al, 2015), красная свекла (Wang et al, 2020). Их антиоксидантные свойства зависят от состава продукта (вид фруктов, сахар, пектин) и технологии производства (температура и время обработки) (Queiroz et al, 2009; Amakura et al, 2010; Renna et al, 2013; Scrob et al, 2022; Chen et al, 2023). Комплекс антиоксидантов, содержащихся в сахаристых фруктово-ягодных изделиях, при их употреблении человеком, может способствовать защите от окислительного стресса. В эксперименте на лабораторных животных установлено, что ежевичный джем значительно снижает не только перекисное окисление липидов, но и содержание карбонильных белков в клетках мозга мышей, обработанных перекисями (de Mello et al, 2022).

В научной литературе накоплен достаточный опыт изучения антиоксидантных свойств сахаристых фруктово-ягодных изделий на примере джемов. По данным (Amakura et al, 2010) в джемах из 9 разных ягод содержание общих фенольных соединений (ОФС) варьировало от 30,24 до 85,35 мг/100 г, формируя ряд в зависимости от вида ягод: брусника > клюква > ежевика > красная смородина > черная смородина > клубника > восковица > малина > голубика. Потери ОФС при уваривании джемов до °Brix 55–65 были максимальными в джеме из восковицы (14,6 %). Для некоторых джемов, изготовленных из брусники, клюквы и ежевики, наоборот, количество

ОФС увеличилось за счет гидролиза гликозидных форм. При этом корреляция между ОФС и антирадикальной активностью (АРА) джемов по отношению к DPPH радикалу была установлена только для пяти видов джемов: из ежевики ($R = 0,9685$), черной смородины ($R = 0,9495$), клюквы ($R = 0,7231$) малины ($R = 0,6359$), голубики ($R = 0,5736$). Отсутствие зависимости количества ОФС и АРА (DPPH-тест) было подтверждено в исследовании (Манев et al, 2019) на примере джемов из облепихи. При уваривании джемов из облепихи (°Brix 84) количество ОФС уменьшилось более чем в 4 раза, а значения АРА увеличились в 7 раз по сравнению со свежими ягодами.

Разные ботанические сорта ягод одного вида, отличающиеся содержанием биоактивных соединений, формируют различные антиоксидантные свойства джемов при одинаковых условиях производства (Kovačević et al, 2015; Shinwari et al, 2018). Преобладание биоактивных соединений в одном виде сырья не означает, что антиоксидантные свойства получаемых джемов будут выше, чем джемов из другого сырья с более низким содержанием биоактивных соединений, если условия термической обработки были разные (Martinsen et al, 2020).

Сахар, как один из ингредиентов джемов, также способствует формированию антиоксидантных свойств продукции посредством участия в образовании промежуточных продуктов реакции Майяра (Velotto et al., 2023). Это подтверждают исследования Howard et al (Howard, et al, 2010), которые установили, что джемы из голубики с сахаром имели значения АРА (ORAC-тест) в 6 раз выше, чем джемы без сахара. Использование коричневого сахара повышает АРА джемов из киви в 3 раза, но не влияет на АРА джемов из клубники или брусники (Cervera-Chiner et al, 2021; Scrob et al, 2022). Замена сахара на сахарозаменители (сорбит) в джемах из черной моркови снижает АРА (ORAC-тест) на 20,0 % (Kamiloglu et al, 2015), так же как эритрит в брусничных джемах (ABTS-тест), а экстракт стевии наоборот повышает на 30 % (Scrob et al, 2022).

Традиционные процессы производства сахаристых фруктово-ягодных изделий включают различные виды тепловой обработки, такие как бланширование фруктов и концентрирование их с сахаром длительное время при высоких температурах, что приводит к потерям биоактивных соединений из-за их термической чувствительности (Igual, et al, 2013; Renna et al, 2013; Kamiloglu et al, 2015; Nilova et al, 2020; Chen et al, 2023; Velotto et al., 2023). С другой стороны, может происходить разрушение связанных ОФС с увеличением свободной фракции и их участие в образовании продуктов реакции Майяра

¹ Рынок варенья, джемов, повидла в России в 2017–2024 гг. Цифры, тенденции, прогноз. URL: <https://tk-solutions.ru/russia-rynok-varenja-dzhema-povidla>

путем термической деградации промежуточного продукта, такого как 4-винилгваякол (Velotto et al., 2023; Ding et al, 2024; Li et al, 2024).

Термическая обработка кипячением в течение 30 минут при изготовлении джемов из черной моркови снизила содержание ОФС (89,2–90,5 %), фенольных кислот (49,5–96,7 %) и значений АРА (ABTS-тест) (83,3–91,3 %) (Kamiloglu, et al, 2015). Снижение температуры до +80 °С увеличило продолжительность обработки до 40 минут при изготовлении черничного джема, в результате количество ОФС снизилось на 42–51 %, антоцианов — на 81 %, значений АОА (FRAP-тест) — на 36–47 % (Poiana et al, 2012). Сокращение времени термической обработки до 15 минут при изготовлении джемов из моркови разной окраски уменьшила потери ОФС до 46–56 %, значений АРА (DPPH-тест) до 36 % (Renna et al, 2013).

Наиболее существенные потери биоактивных соединений при изготовлении джемов характерны для антоцианов, которые могут достигать до 80 % в зависимости от условий термической обработки и вида фруктово-ягодного сырья (Mendelová et al, 2013; Cordeiro. et al, 2021; Enaru et al, 2021). По мнению Jiménez et al (Jiménez et al, 2020) стабильность антоцианов при высоких температурах связана со снижением активности воды. Максимальная деградация антоцианов происходит при $a_w=0.76$. Более длительное уваривание джемов в течение 25 минут, приводящее к возрастанию °Brix до 80, увеличивало деградацию антоцианов практически в 2 раза — с 20–30 % до 50–60 % по сравнению с увариванием джемов в течение 15 минут (Queiroz et al, 2009). Деградация антоцианов при изготовлении джемов из разных сортов культивируемой голубики может достигать до 85 % (Mendelová et al, 2013), черники — до 81 % (Poiana et al, 2012), малины и бузины — до 70 и 60 %, соответственно (Cordeiro. et al, 2021).

Термическая обработка при изготовлении джемов хотя и снижает содержание биоактивных соединений, но при этом увеличивается их биодоступность (Kamiloglu et al, 2015; Shinwari et al, 2018).

Из всех фруктово-ягодных консервов минимальной термической обработке подвергаются дробленые фрукты, которые могут производить из одного или нескольких видов ягод с сахаром и без него². Высокое содержание органических кислот в клюкве не позволяет использовать ее самостоятельно без сахара в производстве кон-

сервов, включая дробленые ягоды, что ограничивает их потребление с позиции здорового питания. Использование клюквы в сочетании с ягодами с более высоким содержанием сахаров позволит вырабатывать многокомпонентные дробленые ягоды без сахара, что может способствовать увеличению в них биоактивных соединений антиоксидантного действия.

Цель работы — изучить возможность использования ягод клюквы в ягодных композициях с черникой или голубикой для изготовления многокомпонентных дробленых ягод без сахара и их влияние на антиоксидантные свойства при изготовлении и хранении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований явились дробленые ягоды клюквы, черники и голубики, и их композиции, для изготовления которых были собраны ягоды дикорастущие в Новгородской области, Старорусский район.

Оборудование

Дробление ягод осуществляли на шнековой электромеханической машине «ЭКМ-3», АО «Электросила», Россия. Нагревание композиций дробленых ягод проводили в терморегулируемом шкафу SNOL 67/350 с терморегулятором ТП 400. Для определения титруемой кислотности использовали установку для титрования ручную (бюретка без крана, зажим Мора, штатив лабораторный), Россия, с установлением конца титрования на лабораторном рН-метре АМТ10. Содержание флавоноидов, антоцианов, витамина С и гидрооксикоричных кислот определяли на спектрофотометре «UNICO-2800», США, в стеклянных кюветах с толщиной слоя 1 см. Взятие навесок продукта для анализа осуществляли на весах технических лабораторных ВЛТЭ-510П-В, Россия.

Методы

Стандартными методами определяли: титруемую кислотность по ГОСТ ISO 750³; массовую долю общих и редуцирующих сахаров по ГОСТ 8756.13⁴; содержание витамина С фотометрическим методом по ГОСТ 24556⁵ при длине волны 500 нм; общее содержание флавоноидов по реакции с хлоридом алюминия спектрофото-

² ГОСТ Р 52467–2005 Продукты переработки фруктов. Термины и определения. — М.: Стандартинформ. — 2008.

³ ГОСТ ISO 750–2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности.

⁴ ГОСТ 8756.13–87 Продукты переработки фруктов и овощей. Метод определения сахаров.

⁵ ГОСТ 24556–89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

метрически при длине волны 420 нм по ГОСТ Р 55312⁶, Калибровочную кривую строили по рутину. Содержание антоцианов определяли спектрофотометрически при длине волны 535 нм в экстрактах, полученных из 2 г продукции и смеси соляной кислоты/этанола 1:4 после выдержки на водяной бане. В качестве раствора сравнения использовали раствор соляной кислоты/этанола. При расчетах коэффициент экстинкции антоцианов при 535 нм принимали 98,2 (Zhang et al, 2016). Количество гидрооксикоричных кислот (ГКК) определяли прямой спектрофотометрией при длине волны 327 нм в пробах, полученных экстрагированием 60 %-ным этиловым спиртом из 2 г продукции. В качестве раствора сравнения использовали 95 %-ный этиловый спирт. Результаты пересчитывали на хлорогеновую кислоту с коэффициентом экстинкции 531 (Абрамова et al, 2011). Антиоксидантную активность определяли спектрофотометрически методом FRAP с хлоридом железа в присутствии о-фенантролина при длине волны 505 нм (Рогожин и Рогожина, 2016)⁷. Калибровочную кривую строили по аскорбиновой кислоте, ЧДА, АО «ЛенРеактив», Россия.

Процедура

Свежие ягоды очищали от примесей и дефектных ягод, промывали под небольшим напором воды, высушивали на ровной поверхности при комнатной температуре, замораживали при температуре минус 18 °С и хранили при этой температуре до проведения исследований из-за одновременного созревания. Каждый вид ягод измельчали отдельно на электромеханической шнековой машине, а затем подбирали их композиции путем последовательной замены дробленой клюквы другими ягодами. На основании результатов органолептического анализа выбраны варианты композиций с рациональным количеством дробленых ягод клюквы и добавленных дробленых ягод черники или голубики, обеспечивающих отсутствие сахара в рецептуре. Дробленые ягоды клюквы (контроль) и полученные композиции дробленых ягод помещали в терморегулируемый шкаф, выставленный на +105°С, и после восстановления заданной температуры в шкафу, выдерживали 5 минут. Дробленые ягоды в горячем состоянии укладывали в подготовленные стерильные стеклянные банки, которые закрывали винтовой крышкой⁸. Банки с дроблеными ягодами хранили при температуре + (4±2) °С в течение 12 месяцев. Содержание сахаров и титруемую кислотность определяли в дробленых ягодах до термообработки, содержание биоактивных соединений и антиоксидант-

ную активность — в дробленых ягодах до и после термообработки и затем каждые 3 месяца в течение всего периода хранения.

Анализ данных

Каждый вид дробленых ягод и их комбинаций был изготовлен в трех повторностях, в которых проводили исследования показателей в 3–5 повторностях. Теоретические значения биоактивных соединений и АОА многокомпонентных дробленых ягод рассчитывали согласно рецептуре по их содержанию в дробленых ягодах до термообработки, а потери в процессе термообработки как разницу между теоретическими и фактическими значениями. Статистическую обработку результатов измерений проводили в соответствии с критериями Стьюдента при доверительном интервале P=0,95 с использованием Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Химический состав и антиоксидантные свойства дробленых ягод клюквы, черники и голубики

Дробленые ягоды представляли собой измельченную массу с частичками кожицы размером 2–4 мм без желеирования характерного цвета, вкуса и аромата в зависимости от вида ягод. Более сладкими были дробленые ягоды голубики, что подтверждают значения сахарокислотного индекса (СКИ) (Таблица 1). Голубика не только содержала больше редуцирующих сахаров, но и имела низкую кислотность, хотя при сравнении с дроблеными ягодами черники статистически значимые различия в кислотности установлены не были.

В отличие от дробленых ягод черники и голубики дробленые ягоды клюквы характеризовались более высокой кислотностью, значения которой превышали в 2,81 и 2,88 раз, соответственно. Это привело к изменению СКИ, отличающимся в 4,5 и 5,8 раз. Различное количество биоактивных соединений в ягодах, особенно антоцианов, которых в голубике и чернике было в 2 раза больше, чем в клюкве, оказало влияние на показатели АОА, что сформировало ряд: голубика > черника > клюква (Таблица 2). Между черникой и голубикой отличие в содержании антоцианов было незначительным, не превышая 5 %. Общее содержание флавоноидов в дробленых ягодах черники и голубики также было очень близко по значениям,

⁶ ГОСТ Р 55312–2012 Прополис. Метод определения флавоноидных соединений.

⁷ Рогожин, В.В. & Рогожина, Т.В. (2016) Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции. СПб:ГИОРД, 480 с.

⁸ Скрипников, Ю.Г. Технология переработки плодов и ягод: учебное пособие. — М.: Агропромиздат. — 1988. — 287 с.

Таблица 1
Титруемая кислотность и содержание сахаров в дробленых ягодах
Table 1
Titratable Acidity and Sugar Content in Crushed Berries

Ягоды	Титруемая кислотность, ммоль / 100 г	Содержание сахаров, %			СКИ
		всего	редуцирующие сахара	сахароза	
Клюква	3,45 ± 0,06	4,48 ± 0,09	4,28 ± 0,10	0,20 ± 0,01	1,29
Черника	1,23 ± 0,02	7,15 ± 0,12	6,77 ± 0,14	0,38 ± 0,01	5,81
Голубика	1,20 ± 0,02	8,95 ± 0,14	8,45 ± 0,18	0,50 ± 0,01	7,45

Таблица 2
Биоактивные соединения и антиоксидантная активность дробленых ягод до термообработки, мг / 100 г
Table 2
Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Crushed Berries before Heat Treatment, mg/100 g

Ягоды	Флавоноиды	Антоцианы	ГКК	Витамин С	АОА
Клюква	374,2 ± 6,1	171,5 ± 3,5	41,9 ± 0,4	24,5 ± 0,5	455,5 ± 10,2
Черника	467,8 ± 10,2	312,4 ± 6,0	47,9 ± 0,8	20,6 ± 0,5	527,1 ± 12,0
Голубика	491,6 ± 9,8	327,6 ± 5,6	53,4 ± 0,9	28,9 ± 0,7	568,2 ± 10,8

а в дробленых ягодах клюквы уступало на 20,0 и 23,9 %, соответственно. Похожая картина наблюдалась для ГКК и витамина С, но их более низкое на порядок количество, не может оказать влияния на ряд АОА.

Соотношение дробленых ягод в многокомпонентных системах формировали на основании органолептической оценки. Дробленые ягоды клюквы без сахара имели выраженный кислый вкус, который постепенно смягчался при их замене дроблеными ягодами черники или голубики. Было установлено, что для обеспечения отсутствия сахара в дробленых ягодах с использованием клюквы многокомпонентные дробленые ягоды должны содержать 50 % клюквы и 50 % голубики (1:1) или 40 % клюквы и 60 % черники (2:3), что формирует кисло-сладкий вкус.

Исследование влияния различных ягодных композиций на содержание биоактивных соединений и антиоксидантную активность многокомпонентных дробленых ягод до и после термообработки

Многокомпонентные дробленые ягоды по сравнению с дробленой клюквой повысили свои антиоксидантные свойства (Таблица 3) за счет биоактивных соединений, содержащихся в голубике и чернике. После термической обработки в процессе изготовления многокомпонентные дробленые ягоды клюква/черника и клюква/голубика по сравнению с дробленой клюквой содержали больше флавоноидов на 14,1 и 15,9 %, антоцианов –

Таблица 3
Биоактивные соединения и антиоксидантная активность многокомпонентных дробленых ягод после термообработки, мг / 100 г
Table 3
Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Multicomponent Crushed Berries after Heat Treatment, mg/100 g

Показатели	Дробленые ягоды					
	клюква		клюква/черника (2:3)		клюква/голубика (1:1)	
	расчет.	факт.	расчет.	факт.	расчет.	факт.
Флавоноиды	374,2	242,4±5,8	430,4	282,2±6,2	432,9	288,3±6,7
Антоцианы	171,5	103,8±2,0	256,1	167,1±3,8	249,6	148,5±5,1
ГКК	41,9	30,2±0,6	45,5	33,7±0,5	47,7	34,6±0,5
Витамин С	24,5	14,1±0,3	22,2	13,2±0,2	26,7	16,0±0,4
АОА	455,5	333,6±7,8	498,5	372,2±8,6	511,9	359,8±8,4

на 37,9 и 30,1 %, ГКК — на 10,4 и 12,7 %, АОА — на 10,4 и 6,2 %, соответственно. Вклад внесли не только композиции ягод и содержание в них биоактивных соединений, но и их деградация при термической обработке.

Термическая обработка дробленых ягод привела к потерям всех биоактивных соединений, среди которых наибольшей деградации подвергались антоцианы и витамин С. В дробленой клюкве после термической обработки количество антоцианов уменьшилось на 39,5 %, в многокомпонентных ягодах с клюквой и черникой — на 34,8 %, с клюквой и голубикой — на 40,5 %. Витамин С разрушался более интенсивно, чем фенольные антиоксиданты, но в многокомпонентных дробленых ягодах в меньшей степени, чем в дробленой клюкве. Потери витамина С в дробленой клюкве составили 42,5 %, клюкве с черникой — 40,5 %, клюкве с голубикой — 40,1 %. Общее

содержание флавоноидов и ГКК после термообработки в дробленых ягодах снижалось менее интенсивно, их потери находились в пределах 33,4–35,2 % и 25,9–27,9 %, соответственно. При этом значения АОА уменьшились всего на 25,3–29,7 %, изменив ряд дробленых ягод: клюква/черника > клюква/голубика > клюква.

Изменение антиоксидантной активности и содержания биоактивных соединений в многокомпонентных ягодных композициях в процессе холодильного хранения

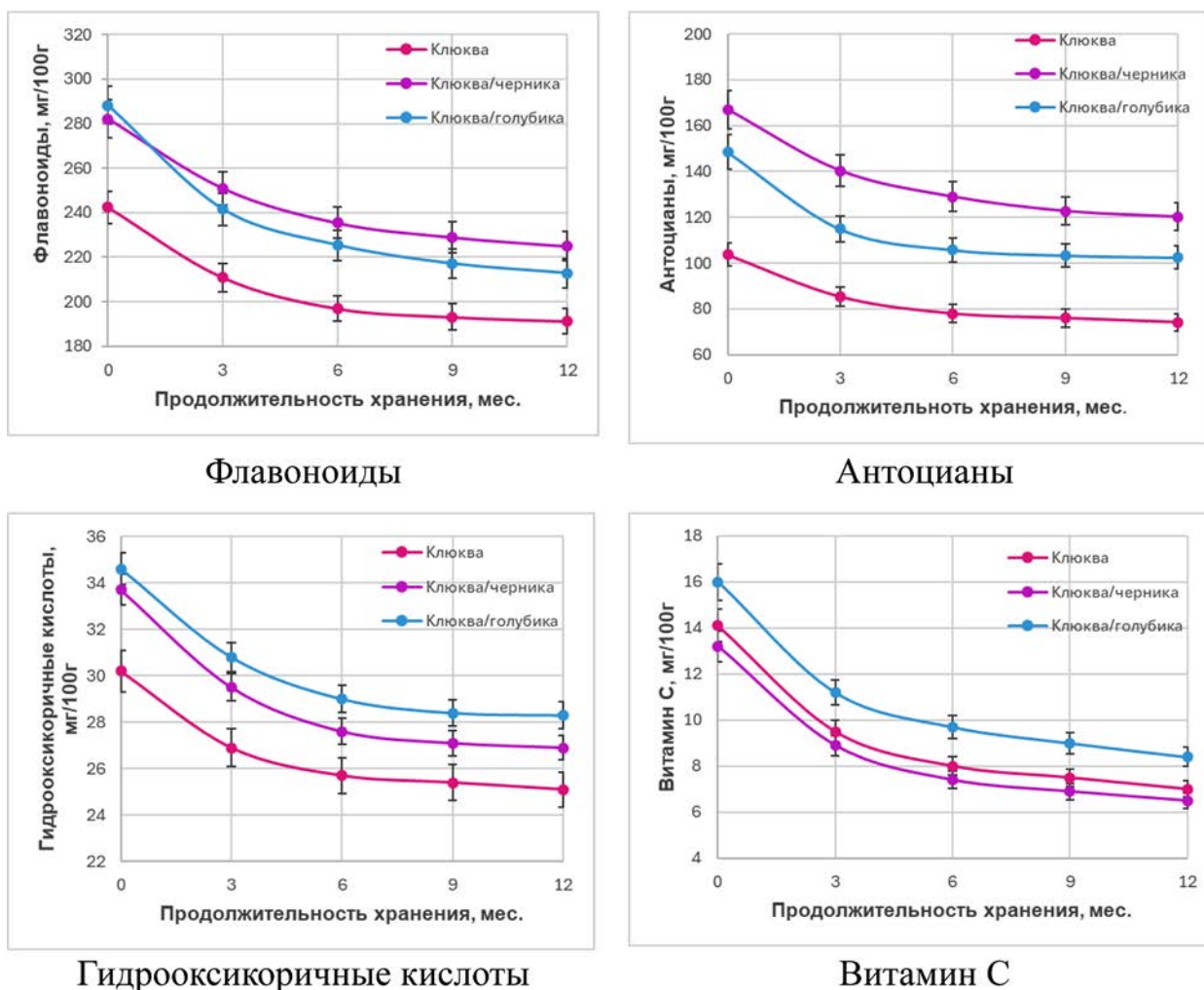
Холодильное хранение приводило к дальнейшим потерям биоактивных соединений, что отражено на Рисунке 1.

Рисунок 1

Содержание биоактивных соединений в многокомпонентных дробленых ягодах на разных этапах холодильного хранения в течение 12 месяцев

Figure 1

Content of Bioactive Compounds in Multicomponent Crushed Berries at Different Stages of Refrigerated Storage During 12 Months



За 12 месяцев холодильного хранения больше всего уменьшилось количество витамина С, что составило около 50 % от исходного содержания дробленых ягод после термообработки. Основные потери произошли в первые 3 месяца хранения — 30,0–33,6 % с преобладанием в многокомпонентных дробленых ягодах клюквы с черникой. Количество антоцианов также значительно уменьшилось, но по сравнению с витамином С их потери за весь период хранения были меньше почти на 20 % и не превысили 31 %. 2/3 потерь произошли в первые 3 месяца хранения, а затем скорость их деградации стабилизировалась. Среди дробленых ягод этот процесс был наиболее выражен в многокомпонентных дробленых ягодах клюквы с голубикой, отличаясь от других дробленых ягод в среднем на 6 % за 3 месяца и на 3 % за весь период хранения.

Потери флавоноидов и ГКК в процессе хранения были меньше, не превышая 26 и 21 %, соответственно, за весь период хранения. Но так же, как для антоцианов и витамина С, большинство их разрушилось в первые 3 месяца хранения, составляя 11–16 % и 11–12,5 %, соответственно для флавоноидов и ГКК.

Деградация биоактивных соединений в процессе хранения дробленых ягод привела к уменьшению значений АОА, но скорость процесса была не столь выражена (см. Рисунок 2).

За весь период хранения АОА дробленых ягод снижалась в пределах 22,9–28,6 %, преобладая в первые 3 месяца с потерями 11,3–14,5 % от начала хранения, что со-

ставляет около 50 % потерь за весь период. В дробленых ягодах клюквы было более выраженное уменьшение значений АОА, как в первые 3 месяца, так и в течение всего срока хранения. На конец хранения значения АОА многокомпонентных дробленых ягод клюквы с черникой и клюквы с голубикой превышали значения АОА дробленых ягод клюквы на 20,5 и 12,8 %, соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые дикорастущие ягоды имели типичный биохимический состав, входящий в диапазон значений, широко варьируемый в зависимости от места произрастания, климатических условий, формы произрастания (дикорастущая или культивируемая), методов определения (Borges et al, 2010; Ботиров et al, 2015; Chorfa et al, 2015; Shinwari et al, 2018; Яшин et al, 2019; Nilova et al, 2020; Алексеенко et al, 2023). Например, количество антоцианов может составлять, мг/100 г: в чернике — 195–2497 (Nilova et al, 2020; Алексеенко et al, 2023); голубике — 180–1220 мг/100 г (Величко et al, 2016; Li et al, 2017); клюкве — 175–467 (Nilova et al, 2020; Guo et al, 2024).

Значительный вклад в формирование антиоксидантных свойств ягод вносят антоцианы (Яшин et al, 2019), которые содержали все исследуемые дробленые ягоды: голубика > черника > клюква. По опубликованным данным (Chorfa et al, 2015; Li et al, 2017; Nilova et al, 2020) корреляция (R) между количеством антоцианов в чернике и ее АОА может превышать 0,979, голубики — 0,910, клюквы — 0,874.

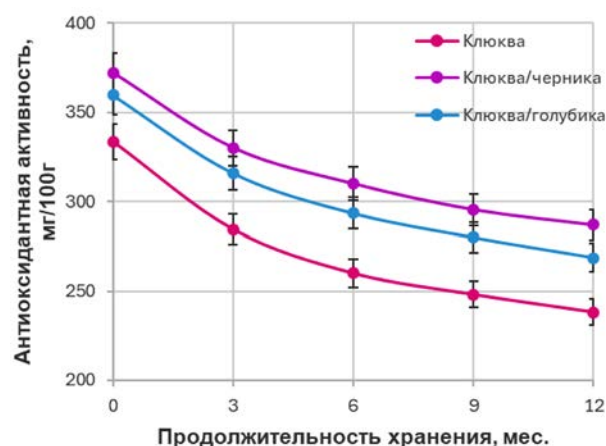
В результате термической обработки дробленых ягод происходили потери фенольных антиоксидантов и витамина С, которые хотя и доходили до 40 %, но были в 1,5–2 раза меньше, чем при уваривании джемов в течение 30 минут (Poiana et al, 2012; Mendelová et al, 2013; Scrob et al, 2022; Velotto et al, 2023). Значительные отличия между дроблеными ягодами были в потере антоцианов, которые связаны с их качественным составом, имеющем ряд: мальвидины > петунидины > дельфинидины ≥ цианидины (Queiroz et al, 2009; Enaru et al, 2021). Преобладание в голубике мальвидинового кластера (Borges et al, 2010) могло способствовать более интенсивной деградации антоцианов при нагревании многокомпонентных дробленых ягод с клюквой и голубикой. По данным (Howard et al, 2010) нагревание измельченных ягод голубики в таких же условиях, как и в наших исследованиях, но в течение 1 минуты, приводит к потерям антоцианов до 21 %. Напротив, в чернике преобладают дельфининовый и цианидиновый кластеры (Полина et al, 2014; Васяров et al, 2016; Howard et al, 2024), что наравне с большим количеством дробленых ягод черники в составе многокомпонентных дробленых ягод, могло способствовать их меньшей деградации. В случае преобла-

Рисунок 2

Антиоксидантная активность многокомпонентных дробленых ягод на разных этапах холодильного хранения в течение 12 месяцев

Figure 2

Antioxidant Activity of Multicomponent Crushed Berries at Different Stages of Refrigerated Storage During 12 Months



дания в клюквенных джемах цианидинового кластера их антиоксидантная АОА повышается более чем в 3 раза по сравнению с джемами из голубики (Diaconeasa et al, 2019). Это подтверждают данные о разной скорости деградации антоцианов при изготовлении джемов из малины и из бузины, потери которых при термической обработке при 100 °C в течение 10 минут отличались более, чем на 10 % (Cordeiro. et al, 2021).

Несмотря на значительные потери биоактивных соединений после термической обработки дробленых ягод снижение значений их АОА было меньше и максимально составляло 29,7 % для дробленых ягод клюквы с голубикой, что могло быть обусловлено образованием промежуточных продуктов реакции Майяра — низкомолекулярных меланоидинов, обладающих антиоксидантной активностью (Ding et al, 2024; Li et al, 2024).

В процессе хранения деградация биоактивных соединений продолжалась даже в условиях холодильного хранения, что подтверждают многочисленные исследования фруктово-ягодных джемов с сахаром, с пониженным его содержанием, без сахара или с сахарозаменителями (Poiana et al, 2012; Mazur et al, 2014; Tobal et al, 2019; Teribia et al, 2021; Kalisz et al, 2023; Scrob et al, 2023). Некоторые авторы (Igual et al, 2013) считают, что наибольшие потери флавоноидов в джемах в первый период хранения через 30 суток происходят под действием термостойких полифенолоксилаз, а затем стабилизируются. Все пероксидазы, считающиеся относительно термостабильными, вызывают деградацию антоцианов путем гидролиза антоциановых гликозидов до халконов, которые распадаются на альдегиды и фенольные кислоты, или до полимерных антоцианов путем прямых реакций конденсации (Shinwari et al, 2018). В многокомпонентных дробленых ягодах при хранении основные потери произошли через 3 месяца, а затем затормаживались с разной интенсивностью в зависимости от количества биоактивных соединений. Аналогичные результаты были получены при хранении в течение года джема из суринамской вишни, где основные потери антоцианов и витамина С происходили через 90–120 дней, но высокое содержание в продукте сахара способствовало увеличению значений АОА (Tobal et al, 2019). При холодильном хранении конфитюра из жимолости за 4 и 6 месяцев потери витамина С составили 52,7 % и 74,3 %, соответственно. При этом потери ОФС и антоцианов были меньше и составили через 6 месяцев 25,3 и 25,8 %, соответственно (Kalisz et al, 2023). АОА может различаться в зависимости от метода определения: ABTS метод показал снижение значений на 26,6 %, а DPPH метод — отсутствие изменений на протяжении 6 месяцев (Kalisz et al, 2023). Напротив, при определении АОА черничного джема методом FRAP в процессе хранения при +20 °C снижение значений через 7 месяцев доходит до 45 %, что сопро-

вождается потерями антоцианов до 70 %, ОФС — до 57 %, витамина С — до 55 % (Poiana et al, 2012).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для изготовления многокомпонентных дробленых ягод без сахара можно использовать ягоды клюквы в сочетании с черникой (2:1) или голубикой (1:1), что формирует кисло-сладкий вкус и повышает их антиоксидантные свойства за счет фенольных антиоксидантов (флавоноидов, антоцианов, ГКК) по сравнению с дроблеными ягодами клюквы.

В процессе изготовления многокомпонентных дробленых ягод за счет термической обработки происходит уменьшение количества исследуемых антиоксидантов ягод в пределах 25,9–40,5 %, что наиболее выражено для антоцианов и витамина С. После изготовления многокомпонентные дробленые ягоды клюква/черника и клюква/голубика по сравнению с дробленой клюквой содержат больше флавоноидов на 14,1 и 15,9 %, антоцианов — на 37,9 и 30,1 %, ГКК — на 10,4 и 12,7 %, АОА — 10,4 и 6,2 % соответственно, на что повлияло не только деградация биоактивных соединений при термической обработке, но и соотношение ягод в соответствии с рецептурой.

В процессе холодильного хранения в течение 12 месяцев происходит дальнейшая деградация антиоксидантов, которая имеет одинаковый характер с преобладанием процесса в первые 3 месяца хранения, независимо от состава многокомпонентных дробленых ягод и биоактивных соединений. За 12 месяцев хранения деградация фенольных антиоксидантов во всех видах многокомпонентных дробленых ягодах находилась в пределах 16,9–31,0 %, а для витамина С около 50 %. АОА дробленых ягод за 12 месяцев хранения снижалась в пределах 22,9–28,6 %, также преобладая в первые 3 месяца с потерями 11,3–14,5 % от начала хранения. В дробленых ягодах клюквы было более выраженное уменьшение значений АОА, как в первые 3 месяца, так и в течение всего срока хранения. На конец хранения значения АОА многокомпонентных дробленых ягод клюквы с черникой и клюквы с голубикой превышали значения АОА дробленых ягод клюквы на 20,5 и 12,8 %, соответственно.

Таким образом, использование ягод клюквы в сочетании с черникой или голубикой в составе многокомпонентных дробленых ягод позволяет не только избежать использование сахара в рецептуре, но и повысить антиоксидантные свойства готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

- Абрамова, Я. И., Калинкина, Г. И., & Чучалин, В. С. (2011). Разработка методики количественного определения фенольных соединений в желчегонном сборе 2. *Химия растительного сырья*, (4), 265–268.
- Abramova, Ya. I., Kalinkina, G. I. & Chuchalin, V. S. (2011). Development of a method for the quantitative determination of phenolic compounds in a choleric collection 2. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, (4), 265–268. (In Russ.)
- Алексеев, Е. В., Каримова, Н. Ю., & Цветкова, А. А. (2023). Современное состояние и перспективы развития способов переработки ягод черники: Обзор предметного поля. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (1), 22–44. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.353>
- Alekseenko, E. V., Karimova, N. Yu. & Tsvetkova, A. A. (2023). The current state and prospects for the development of methods for processing bilberries: Scoping review. *Storage and Processing of Farm Products*, (1), 22–44. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.353> (In Russ.)
- Ботиров, Э. Х., & Лютикова, М. Н. (2015). Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы. *Химия растительного сырья*, (2), 5–27. <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502429>
- Botirov, E. Kh., & Lyutikova, M. N. (2015). Chemical composition and practical application of lingonberries and cranberries. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, (2), 5–27. <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502429> (In Russ.)
- Васиаров, Г. Г., Дробь, А. А., Титова, Е. В., & Староверов, С.М. (2016). Кластерный анализ антоцианов черники методом ВЭЖХ. Сорбционные и хроматографические процессы, 16(4), 488–495.
- Vasiyarov, G. G., Drob, A. A., Titova, E.V., & Staroverov, S. M. (2016). Cluster analysis of blueberry anthocyanins by HPLC. *Sorption and Chromatography Processes*, 16(4), 488–495. (In Russ.)
- Величко, Н. А., & Берикашвили, З. Р. (2016). Исследование химического состава ягод голубики обыкновенной и разработка рецептур напитков на ее основе. *Вестник КрасГАУ*, 118(7), 126–131.
- Velichko, N. A., & Berikashvili, Z. R. (2016). Study of chemical composition of blueberries and development of beverage recipes based on them. *The Bulletin of KrasGAU*, 118(7), 126–131. (In Russ.)
- Кедринская, Л. И., Яшин, А. Я., & Яшин, Я. И. (2023). Профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний природными антиоксидантами. *Аналитика*, 13(5), 338–345. <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2023.13.5.338.344>
- Kedrinskaya, L. I., Yashin, A. Ya., & Yashin, Ya. I. (2023). Prevention and treatment of cardiovascular diseases with natural antioxidants. *Analytics*, 13 (5), 338–345. <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2023.13.5.338.344> (In Russ.)
- Манев, З. К., Иванова, П. Х., & Михова, Т. М. (2019). Разработка джема из облепихи со средним содержанием сахара. *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта*, 15(4), 244–251.
- Manev, Z. K., Ivanova, P. H., & Mikhova, T. M. (2019). Development of sea buckthorn jam with medium sugar content. *Health, Physical Culture and Sports*, 15(4), 244–251. (In Russ.)
- Нилова, Л. П. (2014) Управление ассортиментом продовольственных товаров для ликвидации дисбаланса структуры питания населения России. *Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности*, 1(5), 64–70.
- Nilova, L. P. (2014). Management of the range of food products to eliminate the imbalance in the nutritional structure of the population of Russia. *Problemy Ekonomiki i Upravleniya v Torgovle i Promyshlennosti*, 1(5), 64–70. (In Russ.)
- Полина, С. А., & Ефремов, А. А. (2014). Состав антоцианов плодов черники обыкновенной, брусники обыкновенной и клюквы обыкновенной Красноярского края по данным ВЭЖХ. *Химия растительного сырья*, (2), 103–110. <https://doi.org/10.14258/jcprm.1402103>
- Polina, S. A., & Efremov A. A. (2014). Composition of anthocyanins in the fruits of blueberries, lingonberries and cranberries of the Krasnoyarsk Territory by HPLC. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, (2), 103–110. <https://doi.org/10.14258/jcprm.1402103> (In Russ.)
- Тутельян, В. А., Никитюк, Д. Б., Батурин, А. К., Васильев, А. В., Гаппаров, М. М. Г., Жилинская, Н. В., & Коденцова, В. М. (2020). Нутриом как направление «главного удара»: определение физиологических потребностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи. *Вопросы питания*, 89(4), 24–34. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10039>

- Tutelyan, V. A., Nikityuk, D. B., Baturin, A. K., Vasiliev, A. V., Gapparov, M. M. G., Zhilinskaya, N. V., & Kodentsova, V. M. (2020). Nutriome as a direction of the "main strike": determination of physiological needs for macro- and micronutrients, minor biologically active substances of food]. *Problems of Nutrition*, 89(4), 24–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10039>
- Тутельян, В. А. (2021). Здоровое питание для общественного здоровья. *Общественное здоровье*, 1(1), 56–64. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64>
- Tutelyan, V. A. (2021). Healthy nutrition for public health. *Public Health*, 1(1), 56–64. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64> (In Russ.)
- Яшин, А. Я., Веденин, А. Н., Яшин, Я. И., & Немзер, Б. В. (2019). Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность, влияние потребления на здоровье человека. *Аналитика*, 9(3), 222–231. <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2019.09.3.222.230>
- Yashin, A. Ya., Vedenin, A. N., Yashin, Ya. I., & Nemzer, B. V. (2019). Berries: Chemical composition, antioxidant activity, impact of consumption on human health. *Analytics*, 9(3), 222–231. <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2019.09.3.222.230> (In Russ.)
- Amakura, Yo., Umino, Yu., Tsuji, S., & Tonogai, Ya. (2010). Influence of jam processing on the radical scavenging activity and phenolic content in berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (48), 6292–6297. <https://doi.org/10.1021/jf000849z>
- Borges, G., Degeneve, A., Mullen, W., & Crozier, A. (2010). Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (58), 3901–3909. <https://doi.org/10.1021/jf902263n>
- Chen, M., Wang, Z., Yu, Ji., Wang, Ju., Xu, H., & Yue, X. (2023). Effects of electron beam irradiation and ultrahigh-pressure treatments on the physicochemical properties, active components, and flavor volatiles of jujube jam. *LWT – Food Science and Technology*, (187), 115292. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115292>
- Chorfa, N., Savard S., & Belkacemi Kh. (2015). An efficient method for high-purity anthocyanin isomers isolation from wild blueberries and their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 197, 1226–1234. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.076>
- Cordeiro, T., Fernandes, I., Pinho, O., Calhau, C., Mateus, N., & Faria, A. (2021). Anthocyanin content in raspberry and elderberry: The impact of cooking and recipe composition. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, (24), 100316. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100316>
- Diaconeasa, Z., Iuhas, C. I., Ayvaz, H., Rugina, D., Stanila, A., Dulf, F., Bunea, A., Socaci, S. A., Socaciu C., & Pinteau, A. (2019). Phytochemical characterization of commercial processed blueberry, blackberry, blackcurrant, cranberry, and raspberry and their antioxidant activity. *Antioxidants*, (8), 540; <https://doi.org/10.3390/antiox8110540>
- Ding, X., Zhang, Ya., Li, Ji., & Yan, Sh. (2024). Structure, spectral properties and antioxidant activity of melanoidins extracted from high temperature sterilized lotus rhizome juice. *International Journal of Biological Macromolecules*, (270), 132171. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132171>
- Enaru, B., Dretcanu, G., Pop, T. D., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: factors affecting their stability and degradation. *Antioxidants*, 10, 1967. <https://doi.org/10.3390/antiox10121967>
- Guo, L., Qiao, Ji., Mikhailovich, M. S., Wang, L., Chen, Yu., Ji, X., She, H., Zhang, L., Zhang, Ya., & Huo, Ju. (2024). Comprehensive structural analysis of anthocyanins in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.), bilberry (*Vaccinium uliginosum* L.), cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), and antioxidant capacity comparison. *Food Chemistry: X*, (23), 101734. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101734>
- Howard, L. R., Castrodale, Ch., Brownmiller, C., & Mauromoustakos, A. (2010). Jam processing and storage effects on blueberry polyphenolics and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (58), 4022–4029. <https://doi.org/10.1021/jf902850h>
- Howard, L., Brownmiller, C., & Garzón, G. A. (2024). Monitoring effects on anthocyanins, non-anthocyanin phenolics and ORACFL values of Colombian bilberry (*V. meridionale* Swartz) during pulping and thermal operations. *Heliyon*, (10), e33504. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33504>
- Igual, M., García-Martínez, E., Camacho, M. M., & Martínez-Navarrete, N. (2013). Jam processing and storage effects on β -carotene and flavonoids content in grapefruit. *Journal of Functional Foods*, (5), 736–744. <http://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.019>

- Jiménez, N., Bassama, Jo., & Bohuon, Ph. (2020). Estimation of the kinetic parameters of anthocyanins degradation at different water activities during treatments at high temperature (100–140 °C) using an unsteady-state 3D model. *Journal of Food Engineering*, (279), 109951. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109951>
- Kalisz, S., Polak, N., Cacak-Pietrzak, G., Cendrowski, A., & Kruszewski, B. (2023). Impact of production methods and storage time on the bioactive compounds and antioxidant activity of confitures made from blue honeysuckle berry (*Lonicera caerulea* L.). *Applied Sciences*, (13), 12999. <https://doi.org/10.3390/app132412999>
- Kamiloglu, S., Pasli, A. A., Ozcelik, B., Camp, Jo. V., & Capanoglu, E. (2015) Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chemistry*, (186), 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.046>
- Kovačević, D. B., Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Vahčić, N., Babojelić, S. M., & Levaj, B. (2015). Influences of organically and conventionally grown strawberry cultivars on anthocyanins content and color in purees and low-sugar jams. *Food Chemistry*, (181), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.063>
- Li, D., Li, D., Ma, Y., Sun, X., Lin, Y., & Meng X. (2017) Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, (62), 84–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.006>
- Li, Yi., Xiao, S., Zhang, Q., Wang, N., Yang, Q., & Hao, Ji. (2024) Development and standardization of spectrophotometric assay for quantification of thermal hydrolysis-origin melanoidins and its implication in antioxidant activity evaluation. *Journal of Hazardous Materials*, (476), 135021. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135021>
- Martinsen, B. K., Aaby, K., & Skrede, G. (2020) Effect of temperature on stability of anthocyanins, ascorbic acid and color in strawberry and raspberry jams. *Food Chemistry*, (316), 126297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126297>
- Mazur, S. P., Nes, A., Wold, A.-B., Remberg, S. F., Martinsen, B., & Aaby, K. (2014) Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. *Food Chemistry*, (146), 412–422. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.086>
- de Mello e Silva, G. N., Rodrigues, E. S. B., de Macêdo, I. Y. L., Gil, H. P. V., Campos, H. M., Ghedini, P. C., da Silva, L. C., Batista, E. A., de Araújo, G. L., Vaz, B. G., de Castro Ferreira, T. A. P., do Couto, R. O., & de Souza Gil, E. (2022). Blackberry jam fruit (*Randia formosa* (Jacq.) K. Schum): An Amazon superfruit with in vitro neuroprotective properties. *Food Bioscience*, (50), 102084. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102084>
- Mendelová, A., Mendel, L., Fikselová, M., & Czako, P. (2013). Evaluation of anthocyanin changes in blueberries and in blueberry jam after processing and storage. *Potravinárstvo*, 7 (1), 130–135. <https://doi.org/10.5219/293>
- de Moraes, J. L., Bezerril, F. F., Viera, V. B., Dantas, C. E. A., de Figueirêdo, R. M. F., Moreira, I. dos S., dos Santos, K. M. O., do Egito A. S., Lima, M. dos S., Soares, Ju. K. B. & de Oliveira, M. E. G. (2024). Incorporation of mixed strawberry and acerola jam into greek-style goat yogurt with autochthonous adjunct culture of *Limosilactobacillus mucosae* CNPC007: Impact on technological, nutritional, bioactive, and microbiological properties. *Food Research International*, (196), 115130. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115130>
- Nilova, L., Ikramov, R., & Malyutenkova, S. (2020). The possibility of using microwaves to obtain extracts from berry press residues and jelly products with bioactive characteristics. *Agronomy Research*, 18 (S3), 1829–1843. <https://doi.org/10.15159/AR.20.044>
- Poiana, M.-A., Alexa, E., & Mateescu, C. (2012) Tracking antioxidant properties and color changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentration. *Chemistry Central Journal*, 6 (4), 1–11.
- Queiroz, F., Oliveira, C., Pinho, O.V., & Ferreira, I. (2009) Degradation of anthocyanins and anthocyanidins in blueberry jams/stuffed fish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (57), 10712–10717. <http://dx.doi.org/10.1021/jf9021948>
- Renna, M., Pace, B., Cefola, M., Santamaria, P., Serio, F., & Gonnella, M. (2013). Comparison of two jam making methods to preserve the quality of colored carrots. *LWT – Food Science and Technology*, (53), 547–554. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.03.018>
- Scrob, T., Varodi, S. M., Vintilă, G. A., Casoni, D., & Cimpoiu, C. (2022). Estimation of degradation kinetics of bioactive compounds in several lingonberry jams as affected by different sweeteners and storage conditions. *Food Chemistry: X*, (16), 100471. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100471>

- Shinwari, K. Ja., & Rao, P. S. (2018) Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, (75), 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.002>
- Teribia, N., Buvé, C., Bonerz, D., Aschoff, Ju., Goos, P., Hendrickx, M., & Loey A. V. (2021) The effect of thermal processing and storage on the color stability of strawberry puree originating from different cultivars. *LWT – Food Science and Technology*, (145), 111270. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111270>
- Tobal, Th. M., & Rodrigues, L. V. (2019) Effect of storage on the bioactive compounds, nutritional composition and sensory acceptability of pitanga jams. *Food Science and Technology*, 39(S.2), 581–587. <https://doi.org/10.1590/fst.27618>
- Velotto, S., Palmeri, R., Alfeo, V., Gugino, I. M., Fallico, B., Spagna, G., & Todaro, A. (2023). The effect of different technologies in pomegranate jam preparation on the phenolic compounds, vitamin C and antioxidant activity. *Food Bioscience*, (53), 102525. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102525>
- Wang, T., Liu, L., Rakhmanova, A., Wang, X., Shan, Yu., Yi, Ya., Liu B., Zhou, Yu., & Lü, X. (2020). Stability of bioactive compounds and in vitro gastrointestinal digestion of red beetroot jam: Effect of processing and storage. *Food Bioscience*, 38, 100788. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100788>
- Zhang, L.-L., Ren, Ji.-N., Zhang, Ya., Li, Ji.-Ji., Liu, Ya-L., Guo, Z.-Ya., Yang, Z.-Yu, Pan, S.-Yi., & Fan, G. (2016). Effects of modified starches on the processing properties of heat-resistant blueberry jam. *LWT – Food Science and Technology*, (72), 447–456. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.018>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s237>

УДК 664.951.613:637.5:631(045)

Разработка кулинарных изделий из субпродуктов

А.Т. Васюкова, Р.А. Эдварс, А.Ю. Малкин

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Москва, Россия

Корреспонденция:

Васюкова Анна Тимофеевна,
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
125080, Россия, г. Москва,
Волоколамское шоссе, 11
E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 07.10.2024**Поступила после
рецензирования:** 04.03.2025**Принята:** 30.03.2025**Copyright:** © 2025 Автор**АННОТАЦИЯ**

Введение. Питание детей различных возрастных категорий находится под особым контролем государства. Оно должно быть сбалансированным, разнообразным и безопасным. Основываясь на данных критериях при теоретическом обосновании рецептур и технологических приемов обработки, рассматривали использование разрешенных в питании школьников субпродуктов: говяжьей печени, языка и сердца. В экспериментах использовали говяжьую печень, а в качестве растительного сырья — лук, тыкву, укроп и морковь; биологически активными добавками выбраны порошок копченой паприки, чеснока и кориандра.

Цель работы — моделирование рецептур продуктов из говяжьей печени, овощных культур и пряно-ароматических растений.

Материалы и методы. Объектами исследования: сырье, полуфабрикаты высокой степени готовности. В работе использованы стандартные методы: органолептические, физико-химические и реологические.

Результаты. Проанализированы существующие рецептуры и технологии производства полуфабрикатов, блюд и кулинарных изделий из говяжьего сердца, печени и языка. Выполнено моделирование рецептур сбивных, паштетных и котлетных масс из субпродуктов (печени) с растительным сырьем и пряно-ароматическими добавками. Оптимизированы рецептуры полуфабрикатов из говяжьей печени. Концентрация растительных добавок в печеночной котлетной массе (%) в количестве 36,0; паштетной — 28,0; сбивной (суфле) — 23,0. Пластифицирующая и эмульгирующая составляющая разработанных структур (сливки, молоко, масло сливочное) введены в концентрации 3,2; 22,0 и 4,5 % при дозировке печени 54,0; 50,0 и 68 % соответственно. Разработаны технологические режимы обработки изделий в пароконвектомате в течение 10–20 минут при температуре 170–200 °С, при достижении до 80 оС внутри.

Выводы. Установлено, что котлеты печеночные содержат 8,48 % суточной потребности в калорийности рациона, паштет печеночный — 9,84 %, а суфле печеночное — 7,23 %. Они менее калорийны контрольных образцов, при высокой пищевой ценности. Разработанные полуфабрикаты высокой степени готовности могут быть рекомендованы для питания школьников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

моделирование рецептур, пищевые системы, субпродукты, пищевая ценность, показатели качества



Для цитирования: Васюкова, А. Т., Эдварс, Р. А., & Малкин, А. Ю. (2025). Разработка кулинарных изделий из субпродуктов. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 55–65. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s237>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s237>

Development of Culinary Products from Offal

Anna T. Vasyukova, Rostislav A. Edvars, Alexander Yu. Malkin

Russian Biotechnological University
(BIOTECH University), Moscow, Russia

Correspondence:

Anna T. Vasyukova,
Russian Biotechnological University, 11,
Volokolamskoe highway,
Moscow, 125080, Russia
E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 07.10.2024

Received in revised form: 04.03.2025

Accepted: 30.03.2025

Copyright: © 2025 The Authors

ABSTRACT

Introduction. Food for children of various age categories is under the special control of the state. It should be balanced, diverse and safe. Based on these criteria, the theoretical basis of the recipes and technological methods of processing, they considered the use of by-products allowed in the nutrition of schoolchildren: beef liver, tongue and heart. In the experiments, beef liver was used, and as vegetable raw materials — onion, pumpkin, dill and carrot. Powders of smoked paprika, garlic and coriander are selected with biologically active additives. The purpose of the work is to model the recipes for products made from beef liver, vegetable crops and aromatic plants.

The purpose of the research is to develop recipes for semi-finished products from offal using biologically active substances based on vegetable crops and spicy-aromatic plants.

Materials and Methods. Raw materials, semi-finished products of a high degree of readiness were studied. The work used standard methods: organoleptic, physicochemical and rheological.

Results. The existing recipes and technologies for the production of semi-finished products, dishes and culinary products from beef heart, liver and tongue were analyzed. The recipes for whipped, pate and cutlet masses from offal (liver) with plant materials and spicy-aromatic additives were modeled. The recipes for semi-finished products from beef liver were optimized. The concentration of plant additives in the liver cutlet mass (%) in the amount of 36.0; pate — 28.0; whipped (soufflé) — 23.0. The plasticizing and emulsifying components of the developed structures (cream, milk, butter) were introduced at a concentration of 3.2; 22.0 and 4.5 % with a liver dosage of 54.0; 50.0 and 68 %, respectively. Technological modes of processing products in a combi steamer for 10–20 minutes at a temperature of 170–200 ° C, reaching up to 80 ° C inside, have been developed.

Conclusions. It has been established that liver cutlets contain 8.48 % of the daily requirement for caloric value of the diet, liver pate — 9.84 %, and liver soufflé — 7.23 %. They are less caloric than control samples, with a high nutritional value. The developed semi-finished products of a high degree of readiness can be recommended for schoolchildren's nutrition.

KEYWORDS

recipe modeling, food systems, by-products, nutritional value, quality indicators



To cite: Vasyukova, A. T., Edwards, R. A., & Malkin, A. Yu. (2025). Development of culinary products from offal. *Health, Food & Biotechnology*, 7(1), 55-65. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s237>

ВВЕДЕНИЕ

Качество сырья и продукции животного происхождения, поступающего на предприятия общественного питания зависит от соблюдения принципов ХАССП по всем технологическим и логистическим цепочкам. Так как в стране максимальная часть населения питается рафинированными продуктами, поэтому наблюдается несбалансированность по макро- и микронутриентам. Особенно важен белковый состав рациона для детей.

Субпродукты из говядины в детском питании занимают 1,0–1,5 %, что явно недостаточно. В соответствии с ГОСТ 32967–2014 детям рекомендуется печень, сердце, язык от разных видов животных.

Для получения требуемого ингредиентного состава, содержащего оптимальные для конкретной возрастной категории питающихся значения пищевой и энергетической ценности, к основному белоксодержащему сырью необходимо добавить растительные компоненты. Однако, новые продукты питания всегда сопряжены с усвояемостью, показателями безопасности и органолептики (ТР ТС 034/2013¹ и ТР ТС 021/2011²).

Так как основным белоксодержащим компонентом рассматриваемой пищевой системы являются субпродукты, то возникает вопрос о целесообразности их использования в питании населения и в том числе детей. Хотя в последнее время субпродукты стали привлекать больше внимания как производителей, так и потребителей продукции, но их доля в общем выпуске мясных кулинарных изделий растет незначительно. Субпродукты различаются строением, пищевой ценностью и вкусовыми характеристиками.

Говяжий язык

Имея поперечнополосатую структуру ткани, язык нельзя приравнять к мышечной ткани теплокровных животных. Особенностью тканей языка является их трехстороннее взаимно-перпендикулярное направление. Основу языка составляет поперечно исчерченная мышечная ткань, собранная в восемь пучков (групп мышц). Сверху язык покрыт слизистой оболочкой (плотной, неоднородной).

Поскольку язык по-прежнему технически является мышечной тканью, его пищевой профиль аналогичен

профилю других видов говяжьей мышечной ткани. По сравнению с остальными субпродуктами язык занимает преобладающее положение по пищевой и энергетической ценности (Khan, 2021). Из-за высокого содержания жира (70 %) язык — один из самых нежных продуктов из говядины. Главным достоинством языка, по сравнению с другими субпродуктами, является его вкус. Потребителям он нравится больше, чем другие, более широко употребляемые виды мяса.

Сердце

Мышечная ткань сердца имеет поперечнополосатую структуру целомического типа. Структура миокарда — исчерченная мышечная ткань. Сердечная мышца имеет плотную консистенцию и темный цвет³ (Васюкова, 2013). Как и в случае, показанном с предыдущим субпродуктом, сердце можно отнести к I категории, особенно наличие в нем фермента CoQ10. CoQ10 — биодоступный коэнзим, защищающий сосуды и сердце от старения, жизненно важен для производства энергии и предотвращения окислительного стресса, и люди с хроническими заболеваниями часто испытывают его дефицит. Существуют также некоторые генетические факторы, которые могут препятствовать биосинтезу CoQ10, поэтому для этих людей более важно иметь источник предварительно сформированного CoQ10 в своем рационе.

Лучшим пищевым источником CoQ10 является сердце, свиное и говяжье. В нем содержится около 127 мкг/г и 113 мкг/г соответственно. (Cross et al, 2012). Для сравнения, в сардинах всего около 64 мкг/г, говяжья печень включает 39 мкг, говяжья мышечная ткань содержит 31 мкг, а свиное мясо имеет от 24 до 41 мкг биодоступного коэнзима.

Третьим значимым субпродуктом среди данной категории сырья, получаемых при разделке говяжьих туш, является печень. Основной структурной единицей печени принято считать печеночную дольку. Печень состоит из трех моделей печеночных долек: классической, портальной и ацинарной. Зоны ацинуса состоят из печеночных долек, напоминающих слои луковицы⁴. Главной функционирующей тканью долек являются печеночные клетки (Жаринов и соавт., 2013). Печень говяжья рыхлая и крупитчатая, а свиная — гладкой структуры⁵.

¹ О безопасности мяса и мясной продукции: технический регламент таможенного союза 034/2013. (2013). Издательство стандартов.

² О безопасности пищевой продукции: технический регламент таможенного союза № 021/2011. (2011). Издательство стандартов.

³ Шереко, Н. Э. (2020). Классификация и типы тканей мяса. <https://multiurok.ru/files/tema-1-2-klassifikatsiia-i-tipy-tkanei-miasa.html>

⁴ Физиология печени. ФГБОУ ВО ИвГМА МЗ РФ, <https://ivgmu.ru/attachments/49779> Дата обращения 03.03.2025

⁵ Производственный ветеринарно-санитарный контроль в цехах мясокомбинат.

Печень содержит в большом количестве ретинол, кобаламин (В₁₂), пиродоксин (В₆), также фолат и холин (Karr & Krantz S, 2012), а из аминокислот лидирующее положение имеет метионин⁶ (Pan et al, 2024; Панасюк и соавт., 2020; Wells et al., 2015). И, как отмечают G.V. Wilson и S. J. Bennett (2015), может быть сложно получить достаточное количество фолиевой кислоты в процессе питания без включения печени, потому что, помимо печени, одним из лучших источников фолиевой кислоты являются бобы. Это особенно важно, если человек употребляет много мяса и недостаточно богатой фолиевой кислотой зелени.

Одним из основных различий в питательной ценности печени разных животных является содержание меди. Говяжья печень содержит 14,3 мг меди на 100 г (USDA, 2022). Однако вкус печени специфичный и требует дополнительных исследований для получения привычных потребителю вкусовых ощущений. Всегда можно начать с измельчения печени и добавления ее в фарш.

В отдельных публикациях отмечается, что иногда текстура сырья гораздо важнее его вкуса. Однако многие потребители предвзято относятся к субпродуктам (Васюкова, 2013; Обрезчиков, 2024). Большинству не нравится вкус субпродуктов, и их нужно просить включать этот субпродукт в свой рацион. Поэтому перед пищевой промышленностью и общественным питанием стоит вопрос об удовлетворении спроса потребителей на данный вид сырья (Васюкова & Любецкая, 2017) и продукцию из него (Войнатис и соавт., 2021).

В отличие от языка, сердце содержит 3,94 % жира, против 19,0 % у языка. Поэтому его нужно приготовить с учетом физико-химических свойств и функционально-технологических особенностей (Васюкова, 2013). Один из перспективных направлений в переработке мясного сырья является сочетание субпродуктов с измельченным мясом.

Для сравнения рассматриваемого сырья проанализируем их массовый состав (Таблица 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика веса говяжьих субпродуктов I категории упитанности, кг (Голунова, 2003)

Table 1

Comparative Characteristics of the Weight of Beef Offal of the 1st Category of Fatness, kg (Golunova, 2003)

Наименование субпродуктов	Говядина	Телятина
Сердце	2,0	0,8
Язык	2,5	0,5
Печень	4,5	1,0–2,5

Из перечисленных субпродуктов печень имеет наилучшие показатели. Говяжья печень в 2,25 раз крупнее сердца и в 1,8 раз превышает по массе язык.

В связи с перспективностью использования рассматриваемого сырья для рационального их использования в питании, необходимо учесть индивидуальные особенности структуры субпродуктов, вкусовые параметры и пищевую ценность для рекомендаций определенным категориям питающихся, особенно детям. Как отмечают ряд ученых и технологов (Горлов и соавт., 2013; Борисенко и соавт., 2009; Коновалов, 2006; Брошко и соавт., 2020; Величко & Пьянзина, 2020; Вайтанис, 2019) наиболее эффективное применение субпродуктов в общественном питании – производство фаршевых изделий, путем сочетания с мясным сырьем (говядина, свинина, птица), а также бобовыми, зерновыми культурами, овощами и ягодными порошками. Но, до настоящего времени достаточно полного и обоснованного направления использования субпродуктов в питании не отмечается. Использование перечисленного сырья для комбинирования с субпродуктами требует определения его физических запасов как в стране, так и за ее пределами, а также возможного сочетания в одном изделии различных видов сырья с учетом пищевой ценности и реологических характеристик.

Одновременно с рациональным использованием сырья животного происхождения параллельно решаются вопросы утилизации отходов, которые есть на всех стадиях технологического процесса. Поскольку при сгорании выделяются высокотоксичные загрязняющие вещества (Fernández-González et al., 2011), то вопросы экологии остаются на стадии оперативного решения.

Целенаправленное использование низкосортного сырья и вторичных сырьевых ресурсов позволяет изыскать пути повышения и эффективного их использования для расширения объемов пищевых ресурсов. Наибольший дефицит в питании населения представляет белок.

Белок является жизненно важным макроэлементом, который помогает выживанию человека (Chandrana et al., 2023). Его основные функции включают в себя построение тела и содействие нормальному росту и поддержанию. Два основных источника белка в рационе – животные и растительные белки. Потребление растительного белка имеет ряд преимуществ для здоровья, в то время как большее потребление животного белка может быть связано с рядом заболеваний (Васюкова и соавт., 2020). Кроме того, животный белок является одной из основных причин выбросов парниковых газов и, следовательно, источником углеродного следа. В контексте

⁶ Schoenfeld, L. B. (2019, June 21). How to preserve bone health with the help of paleodiet. <https://chriskresser.com/how-to-keep-your-bones-healthy-on-a-paleo-diet/>

растительных белков существует три основные категории, а именно бобовые белки, злаковые белки и белки масличных семян. Бобовые играют важную роль в рационе человека, поскольку они содержат незаменимые аминокислоты, жиры, минералы и витамины. Зерновые культуры жизненно важны для питания человека, но качество их белка низкое из-за недостатка аминокислоты лизина. Белки масличных культур можно использовать для обеспечения хорошей пищевой ценности и функциональных качеств продуктов питания (Величко и соавт., 2019). Обработка растительных белков включает физико-химическую и термическую обработку, которая влияет как на пищевую ценность, так и на функциональные свойства конечного продукта (Васюкова и соавт., 2020).

Поэтому, наиболее предпочтительное сочетание субпродуктов будет с белками зерновых культур. Хлеб пшеничный, манная крупа и пшеничная мука содержат глютен, являющийся основой клейковины, и позволяющий получить хорошую структуру изделия, а также пищевые волокна (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, камеди, слизи, лигнин) (Броновец, 2015; Байгарин, 2012; Барановский, 2001; Броновец и соавт., 1989), обладающие сорбционным эффектом и удерживающие выделяемую из полуфабриката влагу при хранении и тепловой обработке.

Для создания рецептуры сбалансированного по основным пищевым веществам продукта необходимо в состав фарша вводить растительное сырье, богатое углеводами (лук, морковь, тыква, кабачок, укроп). Все перечисленные овощи содержат от 1,0 до 2,5 % белка, от 0,1 до 0,5 % жира, от 4,4 до 8,2 % углеводов. Самая низкокалорийная культура — тыква, имеющая 22 ккал, против 35–41 % у остальных овощей, и она же наиболее обводненная — 91,8 %, по сравнению с другими овощными культурами (85,5–88 %)⁷.

Существующие технологии переработки субпродуктов имеют большие резервы. Целесообразное их использование позволит расширить ассортимент кулинарных изделий из данной группы сырья. Цель работы — моделирование рецептур кулинарных изделий из субпродуктов, овощных культур и пряно-ароматических растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования были выбраны продукты растительного происхождения (овощи, крупы, пряности) и говяжья печень, сердце и язык.

Для определения дозирования растительных ингредиентов на основе контрольных образцов — рецептуры № 476. Оладьи из печени; 130. Паштет из печени и технико-технологической карты № 154 Биточки печеночные разработаны рецептуры печеночных котлет, суфле и паштета по 3 варианта каждого с различными концентрациями печени, растительных добавок, пластифицирующей и эмульгирующей составляющей с различной концентрацией основного сырья (печени)⁸.

Из сердца разработана рецептура гуляша. Контролем является рецептура № 445. Сердце, легкие и другие субпродукты в соусе.

Из языка получили три рецептуры: запеканка картофельная с языком, пюре из языка и язык, тушеный в сметане для детей от восьми месяцев. Контролем были рецептура №397. Язык отварной с соусом и № 433. Язык в тесте жареный.

Технология приготовления печеночных котлет включала дефростацию замороженной печени до температуры — 4 °С. После этого печень пропускали вместе с говяжьим жиром-сырцом через мясорубку со средним диаметром отверстий решетки, добавляли предварительно измельченный репчатый лук, замоченный в восстановленном молоке хлеб, манную крупу, меланж, перец черный молотый, порошок паприки, соль и перемешивают. Из полученной массы густой консистенции формовали котлеты, панировали в муке. Подготовленные полуфабрикаты котлет выкладывали на противень с разогретым маслом. Тепловую обработку проводили в пароконвектомате на режиме «жар» при температуре 180 °С в течение 10–12 минут. Температура внутри котлет 80 °С.

Для приготовления паштета из печени подготовленные пассерованные овощи и отварную печень измельчали в мясорубке, добавляли специи. Полученной массе придавали форму батона, порционировали и оформляли сливочным маслом.

Приготовление суфле включало следующие процессы: измельчение моркови на терке с мелкими отверстиями, нарезание печени небольшими кусками и измельчение в блендере до однородной консистенции. Сюда же добавляли желток, молоко, измельченную морковь, соль и специи. Полученную массу взбивали блендером до гладкой однородной массы.

Порционные формочки смазывали сливочным маслом. Выливали печеночную массу. Устанавливали формочки в пароконвектомат и готовили на режиме «пар» 25–30

⁷ Химический состав российских продуктов питания: Справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. Москва: ДеЛипринт, 2002. — 236 с.

⁸ Техничко-технологическая карта № 154. Биточки печеночные. (н. д.). <https://tehnolog.com/2017/12/25/bitochki-pechenochnye-1-kg-ttk0005>

минут при температуре 160 °С. Во время приготовления суфле поднимется в формочке, но после остывания оно опадает.

Методом математического моделирования и сенсорного анализа определены оптимальные концентрации основного и дополнительного сырья (Таблица 2).

Разработанные изделия из котлетной, паштетной и сбивной печеночной массы максимально соответствовали по внешнему виду и консистенции контрольным образцам. Однако суфле и паштет имели лучшую вкусовую гамму за счет дополнительного введения пряно-аро-

матических растений, а компоненты котлет прекрасно дополняли друг друга, так как имели в своем составе овощную добавку.

Дегустацию печеночных изделий для детского питания проводили с привлечением школьников 7–11 лет.

Технология приготовления гуляша из сердца состояла из вымачивания в течение 3 часов в холодной воде, отваривания сердца в течение 1,5 часа и охлаждения в этом же бульоне, разрезания на кубики с ребром 2 см. Затем сердце обжаривали с морковью, томатной пастой и добавлением паприки. В обжаренное с овощами серд-

Таблица 2
Рецептуры полуфабрикатов высокой степени готовности из говяжьей печени с растительными добавками, нетто, г
Table 2
Recipes for Semi-Finished Products of High Readiness from Beef Liver with Vegetable Additives, net, g

Наименование ингредиента	Контроль № 154	Котлеты, опыт	Контроль № 130	Паштет, опыт	Контроль № 476	Суфле, опыт
Печень говяжья	82,0	50,0	110,0	104,0	100,0	60,0
Жир говяжий	—	10,0				
Хлеб пшеничный	—	7,0	—	—	15	12
Крупа манная	—	5,0				
Масло сливочное	—	—	10,0	10,0	3,0	5,4
Молоко	—	—	5,0		—	—
Молоко сухое	—	2,0				4,6
Вода	—	9,0				13,0
Сливки	—	—	—	11,5	—	—
Соус молочный	16,5	—	—	—	—	—
Мука пшеничная	10,4	2,0	—	—	—	6
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Перец чёрный молотый	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Копченая паприка, порошок, КП		0,05 КП		—		—
или чеснок, Ч	—	—	—	0,05 Ч	—	—
или кориандр, К		—		—		0,05 К
Лук репчатый	11,0	5,0	10,0	10,0	—	—
Морковь или тыква	—	—	7,4	7,4	—	8,0
Кабачок	—	15	—	—	—	—
Укроп, зелень	—	—	—	1,0	—	1,0
Яйцо	8,0	—	2,0	—	—	
Яичный меланж	—	2,0				
Желток	—	—	—	—	—	9,0
Масло растительное	2,0	5,0	—	—	2,0	2,0
Масса полуфабриката	128,0	120,0	102,0	102,8	115,0	121,6
Масса готового изделия	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

це добавляли воду и тушили 20–25 минут до размягчения. В конце тушения гуляша вводили разведенную в воде безжировую мучную пассировку, соль, перец, сухой чеснок и лавровый лист и еще протушили 3–5 минут.

Приготовление запеканки картофельной с языком, состояло из отваривания языка с добавлением корней, лука и специй, охлаждения в холодной воде и снятия кожи, нарезания на ломтики. На порционную сковороду, смазанную маслом, выкладываем слоем готовое картофельное пюре, затем слой языка, а сверху еще один слой из картофельного пюре. Поверхность запеканки смазываем сметаной и посыпаем измельченным сыром.

Приготовление пюре из языка, состояло из отваривания языка с корнями, луком и специями, удаления кожи, нарезания на небольшие кубики и измельчения блендером до пюреобразного состояния. Затем добавляли бульон до требуемой мажеобразной консистенции.

Приготовление языка, тушеного в сметане, состоит из отваривания и очистки языка от кожи. Пассирования измельченных лука и моркови с добавлением разогретого сливочного масла. Затем отварной язык нарезали соломкой, добавляли пассированные овощи, сметану и специи и тушили в течение 8–10 минут.

Пюре из языка отлично подходит для детей старше 8 месяцев, так как язык — диетический продукт, который очень легко усваивается желудком ребенка; также детям нравится его сладковатый вкус и нежная консистенция.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствие с поставленной целью вначале получили реологические характеристики измельченной печени для включения ее в фарш при изготовлении котлет. Применение традиционной технологии изготовления рубленых изделий из сырья животного происхождения не давало желаемых результатов. Измельченная пече-

ночная масса была очень жидкая и применяемые добавки в виде хлеба не решали вопросов формирования котлет. Предлагаемая в данном исследовании технология предполагала измельчение замороженной печени и в качестве структурообразователя использование кроме хлеба манной крупы, а для сочности и пластичности — жир-сырец и меланж.

Морковь и лук в измельченном состоянии обладают сорбирующими свойствами, а также сообщают фаршу разрыхленность и сочность. Для создания однородной мажущейся массы использовали пластифицирующую и эмульгирующую добавку (сливки, молоко, масло сливочное) в концентрации 3,2; 22,0 и 4,5 % в котлетную, паштетную и сбивную массы при дозировке печени 54,0; 50,0 и 68,0 % соответственно. Это позволяет повысить пищевую ценность и структуру котлетных масс из субпродуктов (печени) (Васюкова, & Бражников, 2020; Васюкова & Славянский, 2019; Кочергина & Вайтанис, 2021; Semba, et al., 2021).

В лабораторных условиях провели еще ряд исследований по регулированию структурных характеристик фаршей из субпродуктов. Следует отметить тот факт, что измельченная печень имеет жидкую консистенцию, поэтому в части образцов ½ массы печени отваривали и соединяли с сырой жидкообразной массой, что позволило увеличить плотность фарша.

Стабилизировать форму изделий из котлетной массы получилось путем использования различных панировок (мука, сухари, мука с добавлением пряностей). Поэтому печеночные котлеты перед тепловой обработкой панировали в муке пшеничной.

Разработанные печеночные котлеты из комбинированного сырья дозировали и панировали на котлетоформовочном аппарате индустриальным способом. Для разработки нормативной документации, позволяющей производить данные операции, определен химический состав изделий из печеночного фарша (Таблица 3).

Таблица 3
Пищевая ценность полуфабрикатов высокой степени готовности их печеночного фарша
Table 3
Nutritional Value of Semi-Finished Products of High degree of Readiness of Their Liver Mince

Наименование ингредиента	Контроль № 154	Котлеты, опыт	Контроль № 130	Паштет, опыт	Контроль № 476	Суфле, опыт
Белки, г	12.3	17,02	10,3	8,9	17,9	10,5
Жиры, г	13.1	8,16	14,3	13,7	6,7	6,9
Углеводы, г	6.9	8,91	6,5	4,1	9,2	10,6
Калорийность, ккал	194,7	177,2	195,9	175,3	168,7	146,5

Таблица 4

Пищевая ценность полуфабрикатов высокой степени готовности из сердца и языка

Table 4

Nutritional Value of Semi-Finished Products of High Degree of Readiness from Heart and Tongue

Наименование ингредиента	Контроль № 445	Гуляш из сердца, опыт	Контроль № 397	Запеканка картофельная с языком, опыт	Пюре из языка, опыт	Язык, тушеный в сметане, опыт
Белки, г	12,2	10,8	19,1	9,3	16,1	15,6
Жиры, г	7,6	4,9	14,1	9,8	12,2	15,3
Углеводы, г	6,1	5,6	0,9	10,1	2,3	4,4
Калорийность, ккал	140,3	109,7	206,7	165,8	183,4	217,3

Все разработанные образцы печеночных изделий из комбинированного фарша (пищевые системы содержат печень говяжья-морковь или тыква, печень-лук-морковь-укроп, печень-морковь или тыква-укроп) менее калорийны по сравнению с контрольными образцами.

Для использования разработанных кулинарных изделий в предприятиях общественного питания подготовлены технико-технологические карты. Пищевая ценность полученных образцов из языка и сердца приведена в Таблице 4.

Более наглядно изменение пищевой ценности разработанных образцов кулинарных изделий из сердца и языка видно по сравнению с контролями (рецептура №445 и №397). Калорийность всех образцов пропорциональна содержанию жира в них и концентрации основного продукта (сердце или язык). В образцах кулинарных изделий с языком, рекомендуемых в питании детей с 8 месяцев, соль не добавлялась.

Сравнивая разработанные кулинарные изделия из субпродуктов (печень, сердце, язык) с известными в литературе аналогами можно найти отличительные особенности в сочетании компонентов рецептуры. Многочисленные публикации направлены на исследование смеси мясного сырья с добавкой субпродуктов. Чаще в фарш из птицы добавлялась печень (Шахназарова и соавт., 2005). Говяжий фарш соединяли со свиной печенью и пищевой добавки «Глималаск» (Мирошник и соавт., 2017).

Следующим направлением являлось изменение структуры фарша. А. Г. Гаргаева и Г. В. Гуринович (2017) для создания пластичной и однородной структуры паштета в мясной (куриный) фарш вводили белково-жировую эмульсию (БЖЭ), состоящую из куриной кожи, соевого изолята, порошка кедрового жмыха и воды. Оптимальная концентрация добавки – 20 %. Б. А. Баженова и С.К.

Бальжинимаева (2011) в паштет кроме белково-жировой эмульсии добавляли селенированную муку и отварную свиную шкурку, что позволило стабилизировать эмульсию и, конечно, паштет. Б. А. Баженова, С.К. Бальжинимаева и М. Б. Данилов (2012) вводили БЖЭ в печеночный паштет, а Баженова и соавт. (2011) добавляли БЖЭ в вареные колбасы.

Л.В. Шахназарова и И.Л. Стефанова (2005) разработали кулинарные изделия из субпродуктов с добавками яичной скорлупы, что позволило обогатить образцы органическим кальцием. Полученные обогащенные продукты для детского питания: печеночная колбаса, крем печеночный и блинчики мясные с печенью превосходили другие рецептуры по содержанию железа (почти суточная норма) и витаминов А, В, и РР.

Проведенные дегустации котлет, суфле, паштетов, запеканки, гуляша и пюре из субпродуктов показали, что по основным органолептическим показателям (вкус, цвет, запах, консистенция и внешний вид) школьникам 7–11 лет понравились. Особенно высокими баллами отмечены суфле, запеканка и паштет из печени.

Все разработанные изделия из субпродуктов (печень, языка и сердца) по пищевой ценности и сенсорным характеристикам могут быть предложены для питания различных контингентов, в том числе детей различных возрастных категорий.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований получены котлетные, паштетные и сбивные массы из субпродуктов с добавлением овощей, хлеба и манной крупы, а также молочного соуса, сливочного масла и сливок, меланжа, жира-сырца, яиц или желтков, обогащенными ароматом и антиоксидантами порошка копченой паприки, чеснока и кориандра.

Установлено количество внесения растительного компонента в фаршевую систему на основе говяжьей печени: в котлетную массу (%) в количестве 36,0; паштетную — 28,0; сбивную (суфле) — 23,0. Пластифицирующая и эмульгирующая составляющая разработанных структур (сливки, молоко, масло сливочное) введены в концентрации 3,2; 22,0 и 4,5 % при дозировке печени 54,0; 50,0 и 68, % соответственно. Отмечено оптимальное сочетание компонентов: печень-лук-морковь(тыква)-укроп.

В кулинарные изделия из сердца и языка растительные компоненты вводились в количестве 8–10 %.

Установлено, что котлеты печеночные содержат 8,48 % суточной потребности в калорийности рациона, паштет печеночный — 9,84 %, а суфле печеночное — 7,23 %. По калорийности все образцы могут относиться к диетической группе пищевых продуктов. Разработанные изделия рекомендованы для детского питания.

ВКЛАД АВТОРОВ

Васюкова А.Т.: разработка концепции, формулирование замысла, целей и задач, деятельность по аннотированию,

административное управление планированием и проведением исследований, создание и подготовка рукописи: критический анализ черновика рукописи, внесение замечаний и исправлений

Эдварс Р.А.: применение статистических методов для анализа данных исследования

Малкин А.Ю.: осуществление научно-исследовательского процесса, включая выполнение экспериментов

AUTHORS CONTRIBUTION STATEMENT

Anna T. Vasyukova: concept development, formulation of the idea, goals and objectives, annotation activities, administrative management of planning and conducting research, creation and preparation of the manuscript: critical analysis of the draft manuscript, making comments and corrections

Rostislav A. Edvars: application of statistical methods to the analysis of research data

Alexander Yu. Malkin: implementation of the scientific research process, including the performance of experiments

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

- Борисенко, Л. А., Брацихин, А. А., Борисенко, А. А., Зорин, А. В., Борисенко, А. А. (мл.), Барашева, Е. С. (2009). Новые виды мясорастительных полуфабрикатов на основе злаковых культур. *Пищевая промышленность*, 10, 16–17.
- Borisenko, L. A., Bratsikhin, A. A., Borisenko, A. A., Zorin, A. V., Borisenko, A. A. (Jr.), Barasheva, E. S. (2009). New types of meat-vegetable semi-finished products based on cereal crops. *Food Industry*, 10, 16–17. (In Russ.)
- Брошко, Д. В., Велично, Н. А., & Рыгалова, Е. А. (2020). Возможность использования порошка из ягодных выжимок костяники каменистой в рецептурах мясных рубленых полуфабрикатов. *Вестник КрасГАУ*, 2, 177–182. <https://doi.org/10.36718/1819-40362020-2-177-182>
- Broshko, D. V., Velichno, N. A., & Rygalova, E. A. (2020). The possibility of using powder from berry pomace of stone bramble in the recipes of minced meat semi-finished products. *The Bulletin of KrasGAU*, 2, 177–182. <https://doi.org/10.36718/1819-40362020-2-177-182> (In Russ.)
- Вайтанис, М. А. (2019). Исследование качества мясного фарша при внесении чечевичной и рисовой муки. *Ползуновский вестник*, 2, 32–37. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2019.02.007>
- Vaitanis, M. A. (2019). Study of minced meat quality with the addition of lentil and rice flour. *Polzunovskiy Vestnik*, 2, 32–37. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2019.02.007> (In Russ.)
- Вайтанис, М. А., Ходырева, З. Р., Быкова, В. А., & Жуманова, Г. Т. (2021). Исследование свойств фаршевых систем из мяса курицы и говяжьего языка с растительным сырьем. *Ползуновский вестник*, 4, 27–30.
- Vaitanis, M. A., Khodyreva, Z. R., Bykova, V. A., & Zhumanova, G. T. (2021). Study of the properties of minced systems from chicken meat and beef tongue with plant raw materials. *Polzunovskiy Vestnik*, 4, 27–30. (In Russ.)
- Васюкова, А. Т., Тихонов, Д. А., Стукалов, М. А., & Шагаров, С. Н. (2020). Влияние пищевой добавки на функциональные свойства мясных кулинарных изделий. *Товаровед продовольственных товаров*, 6, 15–18.

- Vasyukova, A. T., Tikhonov, D. A., Stukalov, M. A., & Shagarov, S. N. (2020). The influence of food additives on the functional properties of meat culinary products. *Food Products Commodity Experts*, 6, 15–18. (In Russ.)
- Васюкова, А. Т., Бражников, М. Е., Макаров, М. Г., Эдварс, Р. А., & Махмадалиев, Э. Ш. (2020). Разработка технологии и рецептур мясных фаршевых изделий с БАД. *Вестник ВГУИТ*, 1, 123–128.
- Vasyukova, A. T., Brazhnikov, M. E., Makarov, M. G., Edwards, R. A., & Makhmadaliev, E. Sh. (2020). Development of technology and recipes for minced meat products with dietary supplements. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 1, 123–128. (In Russ.)
- Васюкова, А.Т., & Любецкая, Т.Р. (2017). *Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания*. Дашков и Ко.
- Vasyukova, A.T., & Lyubetskaya, T.R. (2017). *Organization of production and maintenance at public catering establishments*. Dashkov and Ko. (In Russ.)
- Величко, Н. А., & Пьянзина, А. А. (2020). Разработка рецептуры и технологии мясного рубленого полуфабриката с растительным компонентом. *Вестник КрасГАУ*, 3, 164–170. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-3-164-170>
- Velichko, N. A., & Pyanzina, A. A. (2020). Development of the recipe and technology of minced meat semi-finished product with a plant component. *The Bulletin of KrasGAU*, 3, 164–170. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-3-164-170> (In Russ.)
- Голунова, Н. Е. (2003). *Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания*. ДеЛипринт.
- Golunova, N. E. (2003). *Collection of recipes for dishes and culinary products for catering establishments*. DeLiprint. (In Russ.)
- Горлов, И. Ф., Сложенкина, М. И., & Бушуева, И. С. (2013). Улучшение потребительских свойств мясных продуктов за счет биологически активных веществ. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 5, 32–33.
- Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., & Bushueva, I. S. (2013). Improving consumer properties of meat products due to biologically active substances. *Storage and Processing of Farm Products*, 5, 32–33. (In Russ.)
- Коновалов, К. Л. (2006). Растительные ингредиенты в производстве мясных продуктов. *Пищевая промышленность*, 4, 68–69.
- Konovalov, K. L. (2006). Plant ingredients in meat products production. *Food Industry*, 4, 68–69. (In Russ.)
- Кочергина, Н. В., Вайтанис, М. А., & Ходырева, З. Р. (2021). Обоснование использования комбинации субпродуктов и растительного сырья при производстве мясных изделий. В А. Ю. Просеков (Ред.), *Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов IX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых* (Т. 1, с. 202–204). КГУ.
- Kochergina, N. V., Vaitanis, M. A., & Khodyreva, Z. R. (2021). Rationale for the use of a combination of offal and plant raw materials in the production of meat products. In A. Yu. Prosekov (Ed.), *Food innovations and biotechnology: collection of abstracts of the IX International scientific conference of students, graduate students and young scientists* (Vol. 1, pp. 202–204). KSU. (In Russ.)
- Обрезчиков, А. (2024). Субпродукты. *Шеф*, 2–4.
- Obrezchikov, A. (2024). Offal. *Chef*, 2–4. (In Russ.)
- Панасюк, О. В., Могилевец, Э. В., & Наумов, А. В. (2020). Возможности холина и его метаболита в коррекции гипергомоцистеинемии и снижении развития сердечно-сосудистой патологии. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 4(1), 904–908.
- Panasyuk, O. V., Mogilevets, E. V., & Naumov, A. V. (2020). The potential of choline and its metabolite in the correction of hyperhomocysteinemia and reduction of the development of cardiovascular pathology. *Emergency Cardiology and Cardiovascular Risks*, 4(1), 904–908. (In Russ.)
- Abdushaeva, Y. (2020). The problem of vegetable protein and its solutions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613, 1–5.
- Chandrana, A. C., Suri, S., & Choudhary, P. (2023). Stable plant protein: An actual overview of sources, methods of extraction and use. *Sustainable Food Technology*, 1, 466–483. <https://doi.org/10.1039/D3FB00003F>

- Cross, A. J., Harnli, J. M., Ferrucci, L. M., Rish, A., Main, S. T., & Sinha, R. (2012). Development of a database of heme iron for meat depending on the type of meat, method of preparation and degree of doneness. *Food and Nutrition Sciences*, 3(7). <https://doi.org/10.4236/fns.2012.37120>
- González-Pérez, S., & Arellano, J. B. (2009). Isolated vegetable protein. In *Handbook of hydrocolloids* (pp. 383–419). Woodhead Publishing.
- Karr, N., & Krantz, S. (2012). A pilot study of a new nutrition model of the US Ministry of Agriculture for school breakfasts for a selection of first-class students. *Food and Nutrition Sciences*, 3(9). <https://doi.org/10.4236/fns.2012.39175>
- Khan, A. , Talpur, F. , Bhanger, M. , Musharraf, S. & Afridi, H. (2021). Extraction of the composition of fats and fatty acids from livestock waste by evaluating traditional analytical methods. *American Journal of Analytical Chemistry*, 12(5).
- Mariotti, F. (2017). Vegetable protein, animal protein and protein quality. In *Food and nutritional components in focus* (Vol. 35). Elsevier.
- Nehete, J., Bhambar, R., Narkhede, M., & Gawali, S. (2013). Natural proteins: Sources, selection, characteristics and application. *Pharmacognosy Reviews*, 7, 107–116.
- Pan, S., Obakhiagon, A., Makar, B., Wilson, S., & Bird, C. (2024). Data security analysis. *Journal of Open Access Libraries*, 11(4). <https://doi.org/10.4236/oalib.1111366>
- Wells, R. R., Bennett, S. J., Bingner, R. L., Debny, S. M., Langendoen, Д. Дж., Momm, X. Г., Ryomkens, M. J. M., & Wilson, G. V. (2015). National Laboratory of Sedimentation USDA-ARS: Historical perspective. *Journal of Water Resource and Protection*, 7(3). <https://doi.org/10.4236/jwarp.2015.73019>