ISSN 2072-9669
eISSN 2658-767X

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ

ХиПС

33(2) | 2025

Storage and Processing of Farm Products

SPFP

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ RESEARCH & PRACTICE JOURNAL

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ

STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS

Том 33, № 1 | 2025 Vol. 33, No. 1 | 2025

Периодичность издания — 4 номера в год Periodicity of publication — 4 issues per year
Основан в 1993 г. Published since 1993

ISSN 2072-9669 eISSN 2658-7556 ISSN 2072-9669 eISSN 2658-7556

УЧРЕДИТЕЛЬ, ИЗДАТЕЛЬ: Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва, Российская Федерация.

FOUNDER, PUBLISHER AND EDITOR: Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russian Federation.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-71122 от 22 сентября 2017 г.

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media. Certificate of registration of mass media PI № FS77-71122 dated September 22, 2017.

Журнал включен в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» по группам научных специальностей:

The Journal is included in the «List of Russian peer-reviewed scientific journals in which the main scientific results of dissertations for the degree of doctor and candidate of sciences should be published» according to the groups of scientific specialties:

4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки) — с 01.02.2023
4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство, лекарственные и декоративные культуры (биологические науки) — с 15.02.2023
4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство, лекарственные и декоративные культуры (технические науки) — с 15.02.2023
4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство, лекарственные и декоративные культуры сельскохозяйственных наук) — с 15.02.2023
4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) — с 15.02.2023
4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки) — с 15.02.2023
4.3.3. Пищевые системы (биологические науки) — с 15.02.2023
4.3.3. Пищевые системы (технические науки) — с 15.02.2023
2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки) — с 15.02.2023

4.3.5. Biotechnology of food and biologically active substances (technical sciences) — from 01.02.2023
4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture, medicinal and ornamental crops (biological sciences) — from 15.02.2023
4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture, medicinal and ornamental crops (technical sciences) — from 15.02.2023
4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture, medicinal and ornamental crops (agricultural sciences) — from 15.02.2023
4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences) — from 15.02.2023
4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences) — from 15.02.2023
4.3.3. Food systems (biological sciences) — from 15.02.2023
4.3.3. Food systems (technical sciences) — from 15.02.2023
2.3.3. Automation and control of technological processes and production (technical sciences) — from 15.02.2023

КОНТАКТЫ РЕДАКЦИИ:

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11
Тел. +7 (499) 750-01-11*6585
E-mail: info@spfp-mgupp.ru
Сайт учредителя: https://www.mgupp.ru
Сайт журнала: https://www.spfp-mgupp.ru

EDITORIAL CONTACTS:

Volokolamskoe Highway, 11, Moscow, 125080
Tel. +7 (499) 750-01-11*6585
E-mail: info@spfp-mgupp.ru
Founder website: https://www.mgupp.ru
Journal website: https://www.spfp-mgupp.ru

Отпечатано в ООО «Издательство «Прометей». 121471, Москва, ул. Рябиновая, 51-1А2,14с7т1р,. Москва, Рябиновая Street,
Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Формат 60×84 1/8. Seal offset.
Тираж 100 экз. Подписано в печать 27.12.2024. Свободная цена. Free price.

Aleksander N. Lisitsyn	Doctor of Science (Engineering), All-Russian Research Instit
Andrey B. Lisitsyn	Doctor of Science (Engineering), Academican of the Russian A Food Systems named after V.M. Gorbatov of the Russian Aca
Elena P. Meleshkina	Doctor of Science (Engineering), All-Russian Research Instit of Its Processing — branch of the Federal Research Centre V.M. Gorbatov, Russian Academy of Science, Moscow, Russia
Eugeniy N. Neverov	Doctor of Science (Engineering), professor, Kemerovo State U
Dmitry B. Nikityuk	Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of the R Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology,
Aleksey L. Nikiforov-Nikishin	Doctor of Science (Biology), Professor, Razumovsky Moscow St University of Food Production, Russian Federation
Lev A. Oganesyants	Doctor of Science (Engineering), Academican of the Russian A Institute of Brewing, Beverage and Wine Industries — bra Systems named after V.M. Gorbatov, Russian Academy of Sc
Viktor N. Ozherelev	Doctor of Science (Agriculture), Professor of Bryansk State
Vladimir I. Orbinsky	Doctor of Science (Agriculture), Professor, Voronezh State Ag named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russian Fe
Elena N. Pasynkova	Doctor of Science (Biology), Federal Research Centre for Pot of the Leningrad Research Institute for Agriculture «Belogorka», St. Petersburg, Russian Feder
Viktor A. Panfilov	Doctor of Science (Engineering), Academican of the Russian A University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. T
Andrey N. Petrov	Doctor of Science (Engineering), Academican of the Russian A Research Institute of Technology Canning — branch of the named after V.M. Gorbatova, Russian Academy of Sciences,
Olga A. Podvigina	Doctor of Science (Agriculture), Leading Researcher, A.L. Ma Research Institute of Sugar Beet and Sugar, Voronezh, Rus
Toshpulot F. Rajabov	PhD, Sharof Rashidov Samarkand State University, Samarkand,
Olga V. Savina	Doctor of Science (Agriculture), Professor, Ryazan State Agr University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russian Fe
Ashot S. Saghyan	Academician, Doctor of Chemistry, Professor, Sciences, National Academy o Republic of Armenia
Sergey V. Simonenko	Doctor of Science (Engineering), Research Institute of Baby Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology,
Olga L. Stognienko	Doctor of Science (Biology), Leading Researcher, A.L. Mazlum Institute of Sugar Beet and Sugar, Voronezh, Russian Fede
Evgeny I. Titov	Doctor of Science (Engineering), Academican of the Russian A Russian Biotechnological University, Moscow, Russia Russi
Natalia A. Tikhomirova	Doctor of Science (Engineering), Professor, Russian Biotechno
Vyacheslav I. Tuzhilkin	Doctor of Science (Engineering), Corresponding Member of the Sciences, Russian Biotechnological University, Moscow, Ru
Victor A. Tutelyan	Doctor of Medicine, Academican of the Russian Academy of Sci Research Centre for Nutrition and Biotechnology, Moscow,
Natasa Poklar Ulrih	PhD, professor of Biochemistry, University of Ljubljana, Lj
Boris V. Usha	Doctor of Science (Veterinary), Academican of the Russian Aca Russian Biotechnological University, Moscow, Russian Fede
Andrey G. Khramtsov	Doctor of Science (Engineering), Academican of the Russian A North-Caucasus Federal Univerity, Stavropol, Russian Fede
Azret U. Shingisov	Doctor of Engineering, Professor,), Corresponding Member of Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENT

EDITORIAL

RESEARCH ON TRAITS OF SUBSTANCES AND AGRIBUSINESS PRODUCTS

BIOTECHNOLOGICAL AND MICROBIOLOGICAL ASPECTS

DESIGNING AND MODELLING THE NEW GENERATION FOODS

USING SECONDARY RESOURCES AND NEW TYPES OF RAW MATERIALS

[illegible]

Е. С. Т[illegible]

[illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Елена Викторовна Тихонова
E-mail: etihonova@gmail.com

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
Т[illegible], Е.С. (2025). [illegible] Хранение и переработка сельхозсырья, 33(2), 8–25. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.670

ПОСТУПИЛА: 01.05.2025
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
[illegible]

АННОТАЦИЯ

[illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

[illegible]

Literature Review an Empirical Arti Research Logic an Convention

Elena V. Tikhonova

MGIMO University, Moscow, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Elena V. Tikhonova
E-mail: etihonova@gmail.com

FOR CITATIONS:
Tikhonova, E.V. (2025). Between research logic and genre conventions: The functions of a literature review in an empirical article. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 8–25. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.670

RECEIVED 05.2025
ACCEPTED 06.2025
PUBLISHED 2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: None declared.

ABSTRACT

This article addresses the issue of whether manuscript reporting original empirical rese review is often perceived as a mandatory genr depends on the research objective and the ov analysis of the rhetorical functions of the l research papers, the study demonstrates that to establish a theoretical context, justify research question. The literature review bec is thematically organized, analytically rich manuscript. The author illustrates the disti review, and the theoretical framework. The c for authors on how to assess the necessity their manuscripts. The article is intended f academic writing.

KEYWORDS
literature review; rhetorical structure of framework; research argumentation; academic

ВВЕДЕНИЕ

В академическом дискурсе ваний включение литератур отдельного структурного ко мается как жанровая норма. его реализации, как и сте в структуре рукописи, сущ Авторы, стремящиеся следо нередко сталкиваются с не жен ли литературный обзор быть самостоятельным разделом статьи, или доста ключевые литературные ист введения; когда обзор дей а когда может быть опущен тации; чем он отличается от вания (Snyder, 2023). Отсут тиров относительно заявлен либо к избыточному дублир дыдущих исследований по тем литературного обзора в рук даже в тех случаях, когда из исследовательского замыс

Важно различать два уро дыдущим исследованиям по блематике в структуре функцию анализа литерату литико-синтетическую задачу отдельного литера турного обзора как жанра

Введение, согласно модели и шагов (Swales, 1990), риторическая структура: область исследования (Шаг 1) пробел в знаниях или мето (Шаг 2), и, наконец, форм текущей статьи (Шаг 3). Ан исследований по теме, вкл полняет ограниченную, но функцию, документируя, ч мете исследования, и пока остаются недостаточно п нова, 2024a; Тихонова, 2024b).

Литературный обзор как са дел рукописи оригинально следования, напротив, вып и аналитически насыщенную не только обосновать нишу строить теоретический кон люцию понятий, сравнить

гические подходы и синтезиров позиции (Boote & Beile, 2005; ... 2004; Nussbaum, 2 ... 1995; ... 2005).

... (Snyder, 2019) ...

... без концептуального синтеза, ...

Цель данной статьи: проанализ

туру рукописи. Кроме того, исследователь должен дать ясное определение ситуации по структурированию собственного литературного обзора для отслеживания корректности отдельных аргументов и критериев его оправдания.

Функции литературного обзора и критерии его оправданности

Литературный обзор является обязательным элементом научной работы, который исторически оправдан в эмпирических дисциплинах (Hart, 2018). Его использование оправдано лишь тогда, когда он выполняет определенную функцию интеллектуальной деятельности автора или коллектива авторов (Locke et al., 2020). Выбор литературного обзора в качестве основного метода исследования не должен играть роль «по умолчанию» (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015). Вместо этого исследователь должен четко определить, какую функцию будет выполнять обзор литературы в его работе, и обосновать выбор этого метода для данного исследования. Ниже мы рассмотрим несколько возможных функций литературного обзора, которые могут быть использованы в научных работах.

Теоретическая функция: позиционирование исследования в системе научного знания. Одна из главных задач литературного обзора – установить, в какой теоретической области будет проводиться исследование (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015). Это позволяет определить, какой вклад в развитие теории будет сделан в результате исследования, а также выбрать подходящую теоретическую основу для анализа данных. Например, исследователь может использовать существующую теорию для объяснения новых данных, расширить ее границы или предложить альтернативную теоретическую модель. Литературный обзор должен продемонстрировать, что автор знаком с основными теориями и концепциями в выбранной области, а также показать, как его исследование соотносится с уже существующими работами.

Методологическая функция: обоснование выбора методов исследования. Литературный обзор может помочь исследователю выбрать наиболее подходящие методы для решения поставленной задачи (Webster & Watson, 2002). Изучение методологических подходов, использованных в предыдущих исследованиях, позволяет избежать ошибок, которые были допущены ранее, и выбрать наиболее эффективные инструменты для сбора и анализа данных. Например, если в предыдущих исследованиях использовался качественный подход, исследователь может рассмотреть возможность применения количественного подхода для проверки гипотез, выдвинутых на основе качественных данных.

Эмпирическая функция: выявление пробелов в знании. Литературный обзор может выявить области, в которых существующих знаний недостаточно или они противоречивы (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю сформулировать новую гипотезу или задать новое направление исследования. Например, исследователь может обнаружить, что в литературе отсутствуют данные о влиянии определенного фактора на изучаемый процесс, и провести эмпирическое исследование, чтобы заполнить этот пробел.

Практическая функция: оценка эффективности существующих решений. Литературный обзор может помочь оценить эффективность существующих решений проблемы (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю определить, какие подходы наиболее успешны, а какие нуждаются в доработке. Например, исследователь может сравнить различные методы лечения заболевания и определить, какой из них наиболее эффективен для конкретной группы пациентов.

Функция обучения: повышение квалификации исследователя. Написание литературного обзора – это отличный способ повысить свою квалификацию в выбранной области (Webster & Watson, 2002). В процессе работы над обзором исследователь углубляет свои знания, развивает навыки критического мышления и учится анализировать информацию. Это особенно важно для молодых исследователей, которые только начинают свой путь в науке.

Функция коммуникации: представление результатов исследования научному сообществу. Литературный обзор может быть использован для представления результатов исследования научному сообществу (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю поделиться своими знаниями и опытом с другими учеными и получить обратную связь. Например, исследователь может опубликовать литературный обзор в научном журнале или представить его на конференции.

Функция планирования: определение направления будущих исследований. Литературный обзор может помочь определить направления будущих исследований (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю сосредоточиться на наиболее важных и перспективных вопросах и избежать дублирования уже существующих работ. Например, исследователь может выявить области, которые требуют дальнейшего изучения, и предложить конкретные темы для будущих исследований.

Функция документирования: фиксация текущего состояния знаний. Литературный обзор может служить документом, фиксирующим текущее состояние знаний в определенной области (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователям, которые будут работать в этой области в будущем, быстро ознакомиться с основными результатами и тенденциями. Например, исследователь может создать литературный обзор, который будет использоваться в качестве учебного пособия для студентов.

Функция критики: выявление недостатков существующих работ. Литературный обзор может выявить недостатки существующих работ, такие как методологические ошибки, неполные данные или необоснованные выводы (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю избежать повторения этих ошибок в своей работе и предложить более надежные решения. Например, исследователь может указать на то, что в предыдущих исследованиях не учитывался определенный фактор, который может влиять на результаты.

Функция синтеза: объединение различных точек зрения. Литературный обзор может объединить различные точки зрения на одну и ту же проблему (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю создать более полное и объективное представление о предмете исследования. Например, исследователь может сравнить различные теории, объясняющие одно и то же явление, и определить, какая из них наиболее адекватна.

Функция обоснования: подтверждение актуальности исследования. Литературный обзор может подтвердить актуальность исследования (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю показать, что его работа важна и востребована научным сообществом. Например, исследователь может указать на то, что в литературе отсутствуют данные о влиянии определенного фактора на изучаемый процесс, и что его исследование призвано заполнить этот пробел.

Функция мотивации: стимулирование интереса к теме. Литературный обзор может стимулировать интерес к теме исследования (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю привлечь внимание читателей к своей работе и заинтересовать их в ее результатах. Например, исследователь может начать литературный обзор с интересного факта или парадокса, связанного с изучаемой темой.

Функция структурирования: организация информации. Литературный обзор может структурировать информацию по определенной теме (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю легко ориентироваться в большом объеме данных и выделить наиболее важные аспекты. Например, исследователь может использовать хронологический, тематический или методологический подход для структурирования литературного обзора.

Функция обобщения: выявление общих закономерностей. Литературный обзор может выявить общие закономерности в данных (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю сформулировать более общие выводы и предложить универсальные решения. Например, исследователь может обобщить результаты нескольких исследований и сделать вывод о том, что определенный фактор оказывает положительное влияние на изучаемый процесс.

Функция прогнозирования: предсказание будущих тенденций. Литературный обзор может помочь предсказать будущие тенденции в развитии определенной области (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю подготовиться к будущим изменениям и разработать стратегии для адаптации к ним. Например, исследователь может проанализировать тенденции в развитии технологий и предсказать, какие технологии будут наиболее востребованы в будущем.

Функция оценки: оценка качества существующих работ. Литературный обзор может оценить качество существующих работ (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю выбрать наиболее надежные источники информации и избежать использования некачественных данных. Например, исследователь может использовать критерии оценки качества исследований, такие как объективность, надежность и валидность.

Функция сравнения: сравнение различных подходов. Литературный обзор может сравнить различные подходы к решению одной и той же проблемы (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю выбрать наиболее эффективный подход и обосновать его преимущества. Например, исследователь может сравнить различные методы лечения заболевания и определить, какой из них наиболее эффективен для конкретной группы пациентов.

Функция интеграции: объединение различных областей знания. Литературный обзор может объединить различные области знания (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю создать более полное и целостное представление о предмете исследования. Например, исследователь может объединить данные из психологии, социологии и экономики для изучения поведения потребителей.

Функция разработки: создание новых концепций и моделей. Литературный обзор может стимулировать разработку новых концепций и моделей (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю предложить инновационные решения и внести вклад в развитие науки. Например, исследователь может разработать новую теоретическую модель, которая объясняет ранее необъяснимые явления.

Функция валидации: проверка существующих теорий. Литературный обзор может проверить существующие теории (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю определить, насколько хорошо они объясняют реальность и выявить их ограничения. Например, исследователь может проверить теорию на новых данных и определить, подтверждаются ли ее предсказания.

Функция расширения: расширение существующих теорий. Литературный обзор может расширить существующие теории (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю добавить новые аспекты в существующие теории и сделать их более полными и точными. Например, исследователь может добавить новую переменную в существующую теоретическую модель и проверить, как это повлияет на ее предсказательную силу.

Функция опровержения: опровержение ошибочных теорий. Литературный обзор может опровергнуть ошибочные теории (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю избежать использования неверных теорий и предложить более правильные объяснения. Например, исследователь может показать, что определенная теория противоречит эмпирическим данным и предложить альтернативную теорию.

Функция консолидации: консолидация знаний в определенной области. Литературный обзор может консолидировать знания в определенной области (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю создать единое и согласованное представление о предмете исследования. Например, исследователь может объединить данные из различных исследований и создать обобщающую модель.

Функция стандартизации: стандартизация терминологии и методов. Литературный обзор может стандартизировать терминологию и методы (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю избежать путаницы и обеспечить сопоставимость результатов различных исследований. Например, исследователь может предложить единое определение ключевого термина и использовать его во всех своих работах.

Функция образования: обучение студентов и молодых исследователей. Литературный обзор может использоваться для обучения студентов и молодых исследователей (Webster & Watson, 2002). Это позволяет им быстро ознакомиться с основными результатами и тенденциями в выбранной области. Например, преподаватель может использовать литературный обзор в качестве учебного пособия для студентов.

Функция архивирования: сохранение информации для будущих поколений. Литературный обзор может служить архивом информации для будущих поколений (Webster & Watson, 2002). Это позволяет сохранить ценные знания и опыт, накопленные в определенной области. Например, исследователь может создать литературный обзор, который будет храниться в библиотеке или архиве.

Функция стимулирования: стимулирование дальнейших исследований. Литературный обзор может стимулировать дальнейшие исследования (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю привлечь внимание других ученых к своей работе и заинтересовать их в ее результатах. Например, исследователь может предложить конкретные темы для будущих исследований.

Функция информирования: информирование общественности. Литературный обзор может информировать общественность о результатах исследований (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю донести свои знания до широкой аудитории и повлиять на принятие решений. Например, исследователь может написать статью для газеты или журнала, основанную на литературном обзоре.

Функция поддержки: поддержка принятия решений. Литературный обзор может поддержать принятие решений (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю предоставить лицам, принимающим решения, необходимую информацию для выбора наиболее эффективного решения. Например, исследователь может провести литературный обзор для определения наиболее эффективных методов лечения заболевания.

Функция развития: развитие научного знания. Литературный обзор может способствовать развитию научного знания (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю внести вклад в развитие науки и расширить границы человеческого знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция оптимизации: оптимизация процессов. Литературный обзор может оптимизировать процессы (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю выявить наиболее эффективные методы и подходы и разработать рекомендации по их применению. Например, исследователь может провести литературный обзор для определения наиболее эффективных методов управления проектами.

Функция инновации: стимулирование инноваций. Литературный обзор может стимулировать инновации (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю предложить новые идеи и решения и внести вклад в развитие экономики. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления новых технологий и разработать рекомендации по их внедрению.

Функция прогресса: обеспечение прогресса в науке. Литературный обзор может обеспечить прогресс в науке (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю внести вклад в развитие науки и расширить границы человеческого знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция совершенствования: совершенствование существующих практик. Литературный обзор может способствовать совершенствованию существующих практик (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю выявить наиболее эффективные методы и подходы и разработать рекомендации по их применению. Например, исследователь может провести литературный обзор для определения наиболее эффективных методов управления проектами.

Функция трансформации: трансформация общества. Литературный обзор может способствовать трансформации общества (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю внести вклад в развитие общества и расширить границы человеческого знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция развития: развитие личности. Литературный обзор может способствовать развитию личности (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю развить свои навыки критического мышления и учиться анализировать информацию. Это особенно важно для молодых исследователей, которые только начинают свой путь в науке.

Функция самореализации: самореализация исследователя. Литературный обзор может способствовать самореализации исследователя (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю реализовать свой потенциал и внести вклад в развитие науки. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция удовлетворения: удовлетворение любопытства исследователя. Литературный обзор может удовлетворить любопытство исследователя (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю узнать больше о предмете исследования и расширить свои знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция развлечения: развлечение читателей. Литературный обзор может развлечь читателей (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю привлечь внимание читателей к своей работе и заинтересовать их в ее результатах. Например, исследователь может начать литературный обзор с интересного факта или парадокса, связанного с изучаемой темой.

Функция образования: образование общества. Литературный обзор может способствовать образованию общества (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю внести вклад в развитие общества и расширить границы человеческого знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция развития: развитие культуры. Литературный обзор может способствовать развитию культуры (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю внести вклад в развитие культуры и расширить границы человеческого знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

Функция развития: развитие цивилизации. Литературный обзор может способствовать развитию цивилизации (Webster & Watson, 2002). Это позволяет исследователю внести вклад в развитие цивилизации и расширить границы человеческого знания. Например, исследователь может провести литературный обзор для выявления пробелов в знании и предложить новые направления исследования.

ющихся трактовок релевантных понятий, ни как они соотносятся между собой, и почему автор выбирает именно такую комбинацию определений. Отсутствие такой аналитической работы приводит к тому, что понятия используются эклектично, без операциональной надежности.

ляется неотъемлемой частью исс

Критерии оправданности и качества литературного обзора

(1) Исследование опирается на ... теоретическую модель ... ет развернутого обоснования, ...

Даже при наличии указанных функций включение литературного обзора в статью оправдано лишь при выполнении ряда критериев. Во-первых, обзор должен быть релевантным: включаются только те источники, которые участвуют в построении аргумента и позволяют обосновать выбор теоретической рамки, методов ... Наличие большого числа источников не является гарантией качества обзора: гораздо важнее, чтобы источники были релевантны (Boote & Beile, 2005; ... Rowe, 2014). Во-вторых, обзор должен ... вать информацию, то есть ... "чужие" позиции, а выстраивать ... логическую структуру. Такой подход ... в частности, тематическую группировку источников, выявление противоречий ... моделей и формулировку авторской позиции (Torraco, 2005).

(2) Автор ... на выявл...

Наконец, литературный обзор ... рически функционален: он ... вать читателя к основному ... ходу, формулировать ожидания ... и обозначать предполагаемые ... ченных результатов. В противном случае ... ет остаться внешне оформленным, но нерелевантным элементом — ... а затрудняющим восприятие ...

не должен быть перечислением.

Когда литературный обзор ... необходим: риторическая и ... аргументация

Вопрос о том, требуется ли ... рической статье отдельный раздел с литературным обзором, невозможно решить ... ходимость обзора обусловлена ... таковым, а логикой построения ... случаях обзор является ... понентом и без него невозможно ...

методологического картогра[illegible] читателю понять, в каком [illegible] данное исследование и от [illegible] (Torraco, 2005).

(4) Исследование вводит н[illegible] дефиниции ключевых понятий[illegible] состоит во введении в н[illegible] ных трактовок или операц[illegible] без аналитического литер[illegible] можно продемонстрировать: [illegible] ющих дефиниций; обоснование необходимости новой трактовки; границы [illegible] концептов (Torraco, 2005; [illegible] 2025). В таком случае обз[illegible] ционного основания и позво[illegible] тийной расплывчатости, а [illegible] гласование между теоретич[illegible] аспектами исследования, [illegible] кретное понятийное обоснов[illegible] ную работу от описательно[illegible]

(5) Обзор используется как [illegible] аргументации дизайна исследования. Например, при обосновании выбора переменных, методик, моделей сравнения или приема анализа данных [illegible] или эмпирико-теоретических [illegible] шение автора должно быть встроено в уже имеющийся исследовательский ландшафт (Bie[illegible]).

Когда отдельный обзор литер[illegible] может стать избыточным ком[illegible] Существуют и ситуации, к[illegible] ратурный обзор как самосто[illegible] тьи не только не обязателе[illegible] структуру:

(1) В прикладных, методич[illegible] дованиях, ориентированных [illegible] блемы или техническую опти[illegible] ограниченного анализа литературы во введении. Например, в работах по ста[illegible] добавок или локальной опт[illegible] нения используется минимал[illegible] к источникам во Введении, и[illegible] вклад не является приорите[illegible]

(2) Если исследование встроено в уже апробированную и устойчивую теорет[illegible] автора — уточнение одного [illegible] мысление системы понятий [illegible]

[illegible] Введении, [illegible] отталкивается

(3) Когда автор демонстрирует [illegible]

[illegible] этого недостаточно для понима[illegible]

Как создать [illegible] литературный обзор

[illegible] статье не должно восприни[illegible]

[illegible] знания и способен в нем сори[illegible] задача, не только показать, [illegible]

[illegible] Leite et al., 2019).

[illegible]

чевым словам в базе данных (Fink, 2020), [illegible] а об осознанном тематическом [illegible] вании: выявление направлений [illegible] полемизир[illegible] пов моделей, конкурирующих [illegible] & Tewksbury, 2012). «Релевантность источников» — не синоним их близости [illegible] Источник может описывать [illegible] нерелевантным, если он работает в другой теоретической рамке или использует [illegible] методологию. Релевантный [illegible] как автор позиционирует [illegible] а не просто пересказывает [illegible] турные источники.

При этом необходимо выст[illegible] сические источники демонстр[illegible] ность, но вклад текущего [illegible] ное поле невозможно обосно[illegible] Относительно недавно опубли[illegible] вания (за последние 5–7 лет) [illegible] альность позиции авторов, позволяют отразить новые повороты в исследов[illegible] и усилить аргументацию [illegible] ков для включение в литерат[illegible] завершать не тогда, когда [illegible] «количество», а когда ясно [illegible] и фиксируются теоретически[illegible] лакуны.

Синтез: переход от описания к аналитической реконструкции

Наиболее распространенная [illegible] ных обзорах — следование [illegible] ре, когда автор переходит [illegible] гой без объединения их в [illegible] сути, такой подход привод[illegible] ра, а аннотированной би-б[illegible] ски сильный обзор синтезирует литературу в тематические блоки, противопоставляет подходы, выявляет линии напряжения [illegible] лизируемых источниках. Име[illegible] позволяют создать модель, фреймворк или набор исследовательских предполо[illegible] строится эмпирическая час[illegible] 2005). Иными словами, реч[illegible] нение источников, а об[illegible] рации: автор предлагает [illegible] можно переформулировать, [illegible] или переосмыслить существ[illegible] & Clarke, 2022). Все утвер[illegible] быть поддержаны отсылками [illegible]

Риторическая структура литобзора: функциональные [illegible]

[illegible]

Ход 1. Обозначение поля и тематической рамки

Этот ход задает предметную рамку обсуждения. Автор определяет тематику, очерчивает дисциплинарные границы и вводит базовые категории, вокруг которых будет структурироваться последующий обзор.

Типичные шаги внутри хода:

(1) Обозначение общего направления исследований: Исследования в области [X] демонстрируют устойчивый интерес к проблемам...

(2) Представление доминирующей парадигмы, модели или области: Преобладающее число работ рассматривает [...] в контексте [A]...

(3) Сопоставление теоретических направлений: В литературе конкурируют [...] [...]ки: [подход 1] и [подход 2]...

Ход 2. Систематизация и тематизация существующего знания

Этот ход является центральным. [...] не просто перечислить, «кто что сказал», [...] лить темы, линии аргументации, [...] лакуны и эволюцию знаний. [...] литературный обзор превращается в работу по реконструкции поля.

Типичные шаги хода:

(1) Тематическое группирование литературы: Работы по теме [X] можно [...] направления...

(2) Критическое сравнение подходов: Хотя оба подхода признают значимость [Y], они расходятся в трактовке [Z]...

(3) Выявление концептуальных пробелов: Несмотря на обилие эмпирических [...] [X] остаётся слабо операционализированным...

(4) Указание на методологические ограничения: Большинство исследований опирается на [метод A], что затрудняет...

Ход 3. Идентификация пробела

Этот ход готовит основание для исследовательского вопроса. Его цель — [...] именно не хватает в поле: какая перспектива не реализована, какие положения остались непроверенными. Пробел в знании должен быть логически выведен из анализа, а не заявлен априори.

Типичные шаги хода:

(1) Проблематизация существующих подходов: Несмотря на активное изучение [...]

(2) [...] противоречивые результаты [...] но [Y], что ставит под вопрос [...]

(3) Выделение не охваченной области: Исследования сосредоточены преимущественно на [X], тогда как [B] остаётся [...] [Y]...

Ход 4: Подведение к авторской [...]

Этот [...] ход плавно [...] от обзора к исследовательскому [...] краткое [...] цели или исследовательского вопроса.

Типичные шаги хода:

(1) Подведение итогов обзора: Таким образом, [...]

(2) [...]

(3) Обоснование актуальности исследования: В отличие от предыдущих [...] исследование...

[...] писи оригинального эмпирического [...] в Приложении 1.

Отличие введения от литер[...] функциона[...]

[...] описывать исследовательские [...] вывать пробел в знаниях, [...] в структуре научной стат[...]

[...] основная задача — обозначить [...]

Таблица 1

[illegible]

Table 1

Rhetorical and Functional Differences Between the Introductio[illegible]
Empirical Research

Параметр	Введение	Литературный обзор
Фокус	[illegible]	[illegible]
Роль в структуре статьи	[illegible]	[illegible]
Тип риторики	[illegible]	[illegible]
Уровень детализации	[illegible]	[illegible]
Функция в логике статьи	[illegible]	[illegible]

проблему, указать на ее нау[illegible] значимость, а также обосно[illegible] изучения в текущем контексте. [illegible] тор обычно ограничивается [illegible] на ключевые работы, формируя мотивирующий контекст, а не полную реко[illegible]

[illegible] щения и способе цитирования.

Литературный обзор, напро[illegible] бой аналитически насыщенный [illegible] на профессиональное академ[illegible] обладающее предварительно[illegible] емой области. Его основн[illegible] стемной реконструкции иссл[illegible] через тематическую групп[illegible] нение теоретических подх[illegible] логических ограничений и [illegible] Он предоставляет теорети[illegible] нову для аргументов эмпири[illegible] сути, литературный обзор - создает карту существую щего знания, в которую а[illegible] следовательскую позицию (W[illegible] 2015).

[illegible] плементарные функции. Введени[illegible]

Пробел в знаниях, фигуриру[illegible] правило, формулируется о[illegible] ется как мотивационный ар[illegible] альности статьи. В литерат[illegible] детализируется и классифиц[illegible] теоретическая неполнота -([illegible] туальная несогласованност[illegible] или ограниченность персп[illegible] обзору.

Отличие литературного обзора от теоретического обоснования: риторическая и функциональная специфика

Несмотря на частичное сов[illegible] содержания литературного о[illegible] обоснования, функциональ[illegible]ская структура и место в [illegible]ственно различаются (Табли[ца 2, Приложение 3]).

Литературный обзор предс[illegible]ческую реконструкцию иссле[illegible] Его основная задача — пр[illegible]ровать существующие подходы, [illegible] развития темы, выявить тео[illegible]гические пробелы, а также [illegible]тельскую нишу (Boote & Be[ile, 2005] [illegible]). Обзор структурируется по темам или направлениям и ориентирован на с[illegible] источников, а не на форм[illegible] теоретических оснований.

Какие знания в этой области у[illegible] [illegible] не определены и чего в них [illegible]

Теоретическое обоснование, на[illegible] [illegible] операционали[illegible] [illegible] пон[illegible] [illegible] для интер[illegible] [illegible] разраб[illegible] [illegible] не обзор, а [illegible] тельной рамки, которая направ[illegible] [illegible] В этой части ав[illegible] [illegible] выбор определ[illegible] [illegible] аргументируе[illegible] [illegible] составленной [illegible] (2014). [illegible] Теоретическое [illegible] понят[illegible] [illegible] (2005) [illegible] литературный обзор [illegible] подводит [illegible] [illegible] ческом [illegible]

Таблица 2

[illegible]

Table 2

Rhetorical and Functional Differences between the Literature [illegible] of an Original Empirical Research

Критерий	Литературный обзор	Теоретическое обоснование
Функция в структуре статьи	[illegible]	[illegible]
Основной вопрос	[illegible]	[illegible]
Форма подачи	[illegible]	[illegible]
Тип обоснования	[illegible]	[illegible]
Характер взаимодействия с источниками	[illegible]	[illegible]
Пример из пищевых технологий	[illegible]	[illegible]
Риторическая позиция	[illegible]	[illegible]
Расположение в статье	[illegible]	[illegible]
Типичная лексика	[illegible]	[illegible]

недостатков существующих исследований [illegible] в формулировке пробела. Теоретическое обоснование располагается непосредственно [illegible] ей и играет роль связующего звена между [illegible] и исследовательским действием. Оно формирует понятийный аппарат, задает [illegible] основания и, в ряде случаев, [illegible] переменных или индикаторов.

Иначе говоря, литературный обзор — [illegible] оретическое обоснование — выбор [illegible]. Первый показывает, где вы на[illegible] контуры исследовательского [illegible] определяет направление движения [illegible] координаты, в которых вы будете [illegible] вать эмпирические данные. Так[illegible] ление этих компонентов в структуре [illegible] ется формальностью. Теоретическое [illegible] отражает зрелость исследовательского [illegible] и повышает прозрачность ар[illegible] ная подмена теоретического обоснования литературным обзором (и наоборот) — [illegible] причина замечаний от рецензентов, [illegible] щих подобную ситуацию как индикатор [illegible] теоретической осознанности [illegible] постановки проблемы. Различение [illegible] теграция обоих компонентов [illegible] ным условием академического [illegible] текста.

Рекомендации авторам по конструированию функционального литературного обзора в контексте рукописи оригинального эмпирического исследования

(1) Оцениваете функциональную [illegible] обзора. Прежде чем включать литературный обзор в структуру статьи, следует определить, выполняет ли он исследовательскую задачу: уточняет ли теоретическую рамку, выявляет ли пробел в знаниях, способствует ли формулировке вопроса или гипотезы. [illegible] енный в логическую аргументацию [illegible] научную убедительность [illegible].

(2) Соблюдайте риторическую дифференциацию. Избегайте смешения функций [illegible] литературного обзора и теоретического обоснования. Введение фокусируется на [illegible] ности и постановке проблемы, литературный обзор — на реконструкции [illegible] теоретического [illegible].

[illegible] следовательской логике — на выбор [illegible] конструкций [illegible]

(3) Отбирайте источники тематически [illegible]. Структурируйте [illegible] публикации [illegible] противоречиям. Фо[illegible] как формировалась исследуе[illegible] и какие позиции в отношении [illegible]

(4) Не подменяйте анализ пересказом. Функциональный литературный обзор [illegible] констатацией: «А [illegible]; Б — [illegible]». Ана[illegible] причины [illegible]. Покажите [illegible]. Таким образом [illegible] возникает [illegible] перспектива в вашей работе [illegible] модель [illegible] литерат[illegible]

(5) Учитывайте ограниченность [illegible]. Литературный обзор [illegible] быт[illegible] рассмотрен [illegible] аналитически [illegible] описатель[illegible]

(6) Соблюдайте [illegible] логическую [illegible]. Покажите, по каким [illegible] используемые [illegible] каталоги, библиогр[illegible] ключевые слова, временные [illegible] повышает доверие к аналити[illegible] обзора.

(7) Интегрируйте обзор в общий [illegible]. Литературный обзор н[illegible] обособленным блоком текста [illegible] подводить к следующему раз[illegible] связываться с методами и [illegible] [illegible] для инте[illegible] результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимость [illegible] литературного [illegible] компонента [illegible] эмпирическом исследовании [illegible] содержательного [illegible] отсутстви[illegible] индикатором качества [illegible] оказывае[illegible] функционально [illegible] интеграции [illegible]

скую конструкцию. В контексте академического аппара
письма литературный обзор есть не простая сумма подходов или
ровая формальность, а как средство дискуссии, отказ о
упорядочивания исследовательского поля, полнота текста
мент теоретической артикуляции научной состоятельность.
мысленного научного вопроса. Его ценность заключается
чается не в количестве обработанных источников, верификаци
а в способности автора сформировать аргумент, представ
рованную исследовательскую задачу. Таким образом, задача автора
стемологические расхождения в предшествующих ожиданиям
работах и обосновать методологический выбор, непротив
рически обоснованной архитект
Авторам следует воздержаться от механического литературны
го встраивания. Литературный обзор является элементом нау
ру статьи, так и от неоправданной фрагментарной структурно
Если исследовательская задача связана с пробле

ЛИТЕРАТУРА

Раицкая, Л.К., & Тихонова, Е.В. (2019). Обзор ка
публикации, его типы. Научный редактор и издатель, 4(3-4), 131-139.
https://doi.org/10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139

Тихонова, Е.В. (2024a). Эффективные стратегии написа
пробела в существующем знании. Хранение и переработка
сельхозсырья, 32(1), 8-16. https://doi.org/10.36107/spfp.20

Тихонова, Е.В. (2024b). Эффективные стратегии написан
целеполагания и исследовательских вопросов. Хранение и переработка сель
32(2), 8-24. https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.57

Тихонова, Е.В., Косычева, М.А. (2025). Выражение ав
статьи: риторические механизмы. Health, Food & Biotechnology, 7(1), 6-16. https://
org/10.36107/hfb.2025.i1.s272

Tikhonova, E., & Raitskaya, L. (2025). Author-relat
A scoping review. Journal of Language and Education, 11(1), 5-25. https://doi.or
jle.2025.26765

Boer, H., Holweg, M., Kilduff, M., Pagell, M., Schmen
contribution to theory. International Journal of Operations & P
35(9), 1231-1252. https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2015-01

Boote, D. N., & Beile, P. (2005). Scholars before
dissertation literature review. Educational Researcher, 34(6), 3-15. prepara
https://doi.org/10.3102/0013189X034006003

Braun, V., & Clarke, V. (2022). Toward good practic
problems and be(com)ing a knowing researcher. International Journal of Tra
24(1), 1-6. https://doi.org/10.1080/26895269.2022.21

Denney, A. S., & Tewksbury, R. (2013). Journal of Criminal
Education, 24(2), 218-234. https://doi.org/10.1080/1051125

Ebidor, L.-L., & Ikhide, I. (2024). Literature review. East African
Journal of Education Studies, 7(2), 201-216. https://doi.org/10.37284

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPpin
application of Toulmin's Argument Pattern. Science Education, study
88(6), 915-933. https://doi.org/10.1002/sce.20012

Firoozeh, N., Nazarenko, A., Alizon, F., & Daille,
methods. Natural Language Engineering, 29(2), 259-291, 2

Hart, C. (1998). Doing a literature review: Releasing the social … London: Sage.
Leite, D. F. B., Padilha, M. A. S., & Cecatti, J. G. … purposes: The Literature Review Checklist. Clinics, 74, e1403. https://doi.org… clinics/2019/e1403
Lim, W. M., Kumar, S., & Ali, F. (2022). Advancing k… 'why', and 'how to contribute'. The Service Industries Journal, 42(7-8), 481-513. https://… 10.1080/02642069.2022.2047941
Locke, K., & Golden-Biddle, K. (1997). Constructing … intertextual coherence and "problematizing" in organizational … Academy of Management Journal, 40(5), 1023-1062. https://doi.org/10.2307/2569…
Nussbaum, E. M. (2008). Using argumentation vee dia… counterargument integration in … Journal of Educational Psychology, 100(3), 549-565. https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.54…
Pautasso, M. (2013). Ten simple rules for writing a … PLoS Computational Bi… 9(7), e1003149. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi…
Ridley, D. (2012). The literature review: A step-by-step guide (2nd ed.). Sage.
Rowe, F. (2014). What literature review is not: di… European Journal of Information Systems, 23(3), 241-255. https://doi.org/10…
Snyder, H. (2023). Designing the literature review … Journal of Decision Systems, 32(4), 551-558. https://doi.org/10.1080/12460125…
Snyder, H. (2019). Literature review as a research … Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016…
Sutton, R. I., & Staw, B. M. (1995). What theory is not. Administrative Science Quarterly, 40(3), 371-384. https://doi.org/10.2307/2393788
Swales, J. M. (1990). Genre analysis: English in academic and research se… Cambridge University Press.
Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature … Human Resource Development Review, 4(3), 356-367. https://doi.org/10.1177…
Wee, B. V., & Banister, D. (2015). How to write a literature … Transport Reviews, 36(2), 278-288. https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1065…

REFERENCES

Raitskaya, L.K., & Tikhonova, E.V. (2019). Reviews as… types and characteristics. Science Editor and Publisher, 4(3-4), 131-139. (In Russ.) https://doi.org/10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139
Tikhonova, E. (2024a). Effective strategies for wri… existing knowledge. Storage and Processing of Farm Products, (1), 8-16. (In Russ.) https://doi.org/10.36107/spfp.2024.1.561
Tikhonova, E.V. (2024b). Effective strategies for w… purpose and research questions. Storage and Processing of Farm Products, (2), 8-24. (In Rus… https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.579
Tikhonova, E.V., Kosycheva, M.A. (2025). Express… articles: Rhetorical mechanisms. Health, Food & Biotechnology, 6(1), 6-16. (In Rus… https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i1.s272
Tikhonova, E., & Raitskaya, L. (2025). Author-relat… A scoping review. Journal of Language and Education, 11(1), 5-25. https://doi.or… jle.2025.26765
Boer, H., Holweg, M., Kilduff, M., Pagell, M., Schmen… contribution to theory. International Journal of Operations & P… 35(9), 1231-1252. https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2015-01…
Boote, D. N., & Beile, P. (2005). Scholars before… dissertation literature review in research prepara… Educational Researcher, 34(6), 3-15. https://doi.org/10.3102/0013189X034006003

Braun, V., & Clarke, V. (2022). Toward good practic... problems and be(com)ing a knowing researcher. International Journal of Tra... 24(1), 1-6. https://doi.org/10.1080/26895269.2022.21...
Denney, A. S., & Tewksbury, R. (2012). How to write ... Journal of Criminal Justice Education, 24(2), 218-234. https://doi.org/10.1080/1051125...
Ebidor, L.-L., & Ikhide, I. (2024). Literature review... East African Journal of Education Studies, 7(2), 211-216. https://doi.org/10.37284...
Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping... application of Toulmin's Argument Pattern for studying... Science Education, 88(6), 915-933. https://doi.org/10.1002/sce.20012
Firoozeh, N., Nazarenko, A., Alizon, F., & Daille, ... methods. Natural Language Engineering, 29(2), 259-291. ...
Hart, C. (1998). Doing a literature review: Releasing the social... London: Sage...
Leite, D. F. B., Padilha, M. A. S., & Cecatti, J. G. ... purposes: The Literature Review Checklist. Clinics, 74, e1403. https://doi.org/... clinics/2019/e1403
Lim, W. M., Kumar, S., & Ali, F. (2022). Advancing k... 'why', and 'how' to contribute. The Service Industries Journal, 42(7-8), 481-513. https://... 10.1080/02642069.2022.2047941
Locke, K., & Golden-Biddle, K. (1997). Constructing ... intertextual coherence and "problematizing" in organizational... Academy of Management Journal, 40(5), 1023-1062. https://doi.org/10.2307/2569...
Nussbaum, E. M. (2008). Using argumentation vee dia... counterargument integration in reflective writing. Journal of Educational Psychology, 100(3), 549-565. https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.54...
Pautasso, M. (2013). Ten simple rules for writing a literature... PLoS Computational Biology, 9(7), e1003149. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi...
Ridley, D. (2012). The literature review: A step-by-step guide... (2nd ed.). Sage...
Rowe, F. (2014). What literature review is not: di... European Journal of Information Systems, 23(3), 241-255. https://doi.org/10...
Snyder, H. (2023). Designing the literature review... Journal of Decision Systems, 32(4), 551-558. https://doi.org/10.1080/12460125...
Snyder, H. (2019). Literature review as a research ... Journal of Business Research, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016...
Sutton, R. I., & Staw, B. M. (1995). What theory is not. Administrative Science Quarterly, 40(3), 371-384. https://doi.org/10.2307/2393788
Swales, J. M. (1990). Genre analysis: English in academic and ... Cambridge: Cambridge University Press.
Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature... Human Resource Development Review, 4(3), 356-367. https://doi.org/10.1177...
Wee, B. V., & Banister, D. (2015). How to write a... Transport Reviews, 36(2), 278-288. https://doi.org/10.1080/01441647.201...

ОБ АВТОРЕ:

Тихонова Елена Викторовна, [illegible] (119454, [illegible]), https://orcid.org/0000-0001-8252-6150, Scopus ID: ... SPIN-код: 6460-4083, e-mail: tikhonova.e.v@inno.mgi...

ABOUT THE AUTHOR:

Elena V. Tikhonova, Cand. Sci. (History), Associate Professor, ... Moscow 119454, Russian Federation), ORCID: htt... Scopus ID: 57208387246, Researcher ID: B-1951... e-mail: tikhonova.e.v@inno.mgimo.ru.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Чек лист для проверки функциональности и ритор[illegible] в оригинальном эмпирическом исследовании

APPENDIX 1

Checklist for Evaluating the Functionality and [illegible] in an Original Empirical Study

1. Функциональность обзора
- Обзор действительно необходим, [illegible] дан логикой исследования, [illegible] томатически «по жанру».
- Указаны цели обзора: создание [illegible] го фундамента, выявление пробелов, [illegible] рование исследовательского [illegible]
- Обзор не дублирует введение, [illegible] и конкретизирует обоснование.
- В обзоре обозначено, какие [illegible] ты лежат в основе исследования.
- Показывается, как изучаемая проблема рассматривалась в предыдущих исследованиях, и четко сформулировано, что остается неизвестным / противоречивым.

2. Риторическая структура
- Присутствует тематическая [illegible], а не перечисление источников [illegible] ся структура «А сказал X, B [illegible]».
- Реализован синтез информации: [illegible] не просто повторяет идеи предыдущих исследований, но предлагает новую рамку/структуру/вопрос.
- Определены ключевые понятия, используемые в статье, и приведены отсылки к источникам, в которых эти понятия разработаны.
- Автор показывает, как выбранные теории или понятия связаны между собой и как они будут использованы далее.
- Стиль изложения академически строгий, без декларативных суждений без источников.

3. Критическая глубина
- [illegible] и регион[illegible] [illegible] исследо[illegible] [illegible] левантно).
- [illegible] подходы [illegible] области.
- [illegible] эволюция поля, а [illegible]
- Указаны ограничения предше[illegible] [illegible] основании [illegible] позиция.

4. [illegible]
- Литературный обзор подводи[illegible] ровке исследовательских во[illegible]
- Он логически связан с мето[illegible] [illegible] именно та[illegible] [illegible] рабо[illegible] [illegible] Заключении а[illegible]
- [illegible] из обзора, по[illegible] [illegible] вклад в разв[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Сравнение и анализ блока информации из Ведения

APPENDIX 2

Comparison and Analysis of Content Blocks from

Исследование устойчивых упаковочных материалов на основе[1] полисахаридов

Фрагмент Введения (с описанием направлений исследования по проблематике)

В условиях растущего экологического [illegible] со стороны потребителей и [illegible] промышленность активно ищет [illegible] альтернативы синтетическим упаковочным материалам. В последнее десятилетие [illegible] чивый рост числа исследований, посвященных биоразлагаемым пленкам на основе крахмала, хитозана, альгината и других полисахаридов (Author et al., 2020). Этот тренд [illegible] от простого описания свойств к [illegible] нию их функциональности в реальных [illegible] ческих условиях, включая [illegible] лочных продуктов. Несмотря на [illegible] этого направления, остаются нерешенными вопросы, связанные с влагостойкостью, прочностью и возможностями [illegible] таких плёнок с помощью активных добавок. Настоящее исследование направлено [illegible] композита на основе хитозана [illegible] с заданными барьерными и антиоксидантными свойствами.

Почему это Введение:

1. Основная риторическая функция — [illegible] зация проблемы и постановка [illegible]
2. Тренды (всплеск интереса [illegible] движение от in vitro к [illegible] мянуты обобщенно, без [illegible] подходов и пробелов.
3. Источники использованы [illegible] два ключевых обзора), чтобы [illegible] снование темы, а не [illegible] ное поле.

Как бы это выглядело в Литера[illegible]

В ряде обзоров (Author et al., 2021; Author, 2022) показано, что упаковочные материалы на осно[illegible] в частности, крахмала, хитоза[illegible] монстрируют [illegible] барьерные [illegible] механичес[illegible] при повышенной влажности. По[illegible] (2020) [illegible] при введении гл[illegible] пластификатора [illegible] на основе [illegible] требуют модифи[illegible] функциональности [illegible] [illegible] (Author et al., [illegible]) [illegible]

По [illegible] литературный обзор:

1. Функционал [illegible] реконс[illegible] ных исследований.
2. Характеризуются [illegible] тематиче[illegible]
3. Делается вывод о пробеле в [illegible] ствие сбалансированной реце[illegible] впоследствии служит переход[illegible]

Введение может включать ссыл[illegible] [illegible] обозначить [illegible] [illegible] известно, в чем пробел, и ка[illegible] вклад [illegible] в научное [illegible] [illegible] необходимо о[illegible] [illegible] функцию раздела [illegible] чие ссылок к источникам.

[1] Пример схематично сконструирован [illegible] является частью р[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Сравнение и анализ блока информации из Литерат[illegible] и из Теоретического обоснования

APPENDIX 3

Comparison and Analysis of Content Blocks from [illegible] and the Theoretical Framework

Исследование по разработке пробиотических[2] напитков	[illegible] (выбор и приме[illegible]ние теоретической рамки)
Литературный [illegible] исследовательского поля и [illegible] в знании)	Теоретической основой исследо[illegible] [illegible] гласно которой структурно-хим[illegible] растительного носителя (pH, [illegible]
Наблюдается рост интереса [illegible] ональных безмолочных про[illegible] биотиками. В ряде работ ([illegible] и др., 2018) показана воз[illegible] растительных матриц, таких [illegible] и фруктовые напитки, в ка[illegible] традиционным молочным но[illegible] няется неопределенность [illegible] сти конкретных штаммов [illegible] нии, а также отсутствует согласованность в оценке влияния компонентного со[illegible] стратов на выживаемость ми[illegible] того, методологические по[illegible] этих взаимодействий остаю[illegible] что затрудняет сопоставимо[illegible]	[illegible] зультатов.

Это фрагмент литературного обзора, так как он: описывает текущую ситуацию в исследовательском поле; указывает на тренды и ключевые источники; формулирует пробел (нестабильность штаммов, методологическая разрозненность); создает обоснование для последующего эмпирического исследования.

[2] Пример схематично сконструирован [illegible] является частью р[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Модель аналитического описания подхода в Литер

APPENDIX 4

Model for Analytical Description of an Approa

(1) Тематическая рамка: обозначение общей исследовательской проблемы, который обсуждается в литературе.
Пример: Исследования, посвященные … эмульсионных гелей, демонстрируют … подходах к определению оптимальных … тации.

(2) Сопоставление позиций: укажите ключевые направления или школы мысли, не просто перечисляя авторов, а раскрывая логику различий.
Пример: Одни исследователи связывают …ную устойчивость геля преимущественно с параметрами pH среды (Author et al., 2021), другие подчеркивают значение концентрации масляной фазы и типа стабилизатора (Author & Author, 2019).

(3) Анализ причин расхождений: поясните, с чем связаны эти … следования, используемые методы, разные теоретические предпосылки.
Пример: Эти расхождения отчасти объясняются тем, что в первом случае анализ проводился на гелях растительного происхождения, а во втором — на моделях с животными белками, где стабилизационные механизмы отличаются.

(4) Переход к исследовательской нише: … выявленные … противоречия и … литературе по Вашей теме.
Пример: Таким образом, сохраняется … и растительных эмульгаторов, … туальность настоящего исследо

Типовая структура абзаца с … описанием:
1. Тематическое предложение: … аспект.
2. Сопоставление подходов: …
3. Анализ … переход: выяв… ния, сходства или эволюцию.
4. Интерпретация: формулирует … проблему.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛ

[illegible]

Г.Н. П[illegible], А.А. С[illegible]

ГИРЭА з [illegible], г. [illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Анна Александровна Сандуляк
E-mail: sandulyak_a@mirea.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible] Г.Н., С[illegible] А.А. (2025). [illegible] Хранение и переработка сельхозсырья, 33(2), 26–36. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.642

ПОСТУПИЛА: 17.09.2024
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
[illegible]

ФИНАНСИРОВАНИЕ
[illegible] (FSFZ-2024-0005).

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible]

Материалы и Методы: [illegible]

Результаты: [illegible]

Выводы: [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Determination of Properties of Fer Particles in Agri as a Determinativ Effective Magneti

Maria N. Polismakova, Anna A. San

MIREA – Russian technological university, Moscow, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Anna A. Sandulyak
E-mail: sandulyak_a@mirea.ru

FOR CITATIONS:
Polismakova M.N., Sandulyak A.A. (2025). Determination of Magnetic Properties of Ferrous Impurity Particles in Agricultural Products as a Determinative Factor for its Effective Magnetic Separation. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 26–36. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.642

RECEIVED 12.09.2024
ACCEPTED 15.06.2025
PUBLISHED 30.12.2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: None declared.

FUNDING
This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of State Assignment (project No. FSFZ-2024-0005).

ABSTRACT

Introduction: The issue of determining the magnetic problematic, and therefore can restrain the problems (among the most important of them ag products) and requires special original approaches and ideas.

Purpose: To the samples of ferro impurities is tea leaf and sugar, to provide a description powder) to obtain magnetic susceptibility d particles; to compare the characteristics of

Materials and Methods: Experimental dependencies of the m samples on the volume fraction of magnetoact and granulated sugar (as well as magnetite p samples were prepared by diluting the origin particles) with a non-magnetic ller, under

Results: the course of the experiment, quant susceptibility of dispersed samples on the v crushed tea leaf and granulated sugar were o examined as a reference material. For all sa in the concentration range, which was interp susceptibility of individual particles.

Conclusion: The obtained values of magnetic susce extracted from tea, sugar, and magnetite di their magnetic properties. These differences magnetic separation parameters depending on thereby enhancing the ef ciency of removing systems.

KEYWORDS
ferro impurities; disperse sample; magnetic ponderomotive magnetometer

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на широкий спектр методов и устройств для измерения магнитных свойств сплошных тел, порошков, композитов [illegible] (Putri et al., 2022; Thirumurugan et al., 2022; [illegible] Dominguez et al., 2018; [illegible] et al., 2007), задача определения магнитных характеристик частиц малых размеров [illegible] дисперсных средах, остается нерешенной. [illegible] существующие методы, разработанные для массивных образцов (Леднев и соавт., 2024; Bjørk et al., 2019; [illegible] и соавт., 2017), ориентированы на [illegible]ские измерения и учитывают [illegible] фактор, но оказываются неприменимы к индивидуальным микрочастицам.

Проблема особенно остро [illegible] практико-ориентированных задач [illegible] сельхозпродукции от ферропримесей [illegible] магнитной сепарации. Магнитные характеристики таких примесей во многом [illegible] эффективность процессов их удаления. Тем не менее, информация о магнитной восприимчивости (χ) частиц, извлекаемых из реальных продуктов переработки (например, сахара), в большинстве случаев отсутствует [illegible] на обобщённых данных о типичных железосодержащих соединениях — таких как магнетит Fe_3O_4 или маггемит γ-Fe_2O_3. Подобное заимствование характеристик без учёта фазового состава и морфологии может приводить к значительным ошибкам в инженерных расчётах при проектировании оборудования (Sandulyak et al., 2022; Sandulyak et al., 2019; Sandulyak et al., 2017).

Даже при наличии данных о составе ферропримесей, оценка их магнитных свойств зачастую ограничивается качественными [illegible]. Это связано с тем, что магнитная [illegible] зависит не только от состава, но и от агрегатного состояния, степени агломерации, а также характеристик среды, в которую помещаются частицы. Методы, применяемые для анализа порошков и коллоидов (Maciaszek et al., 2023; Schäfer et al., 2023; Диканский и соавт., 2024; [illegible]), как правило, требуют значительных [illegible] и дают усредненные значения, не позволяющие судить о свойствах отдельных частиц.

Таким образом, сохраняется [illegible] логический пробел: отсутствует [illegible]

[illegible]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Объектами исследования являлись [illegible] стиц: (1) ферропримеси, выделенные из [illegible]; (2) ферропримеси, извлеченные [illegible]; (3) частицы [illegible]

Измельчение [illegible] ГОСТ [illegible] 2020 [illegible]

Оценка гранулометрического [illegible] что эквивалентный диаметр частиц, извлечённых из чайного листа, находится в диапазоне от 0,1 до 1,2 мм; частиц из сахара-песка — от 0,5 до 1,75 мм.

Оборудование

Измерения магнитной восприимчивости проводились на лабораторной установке пондеромоторного типа с полюсными наконечниками в форме полусфер. Установка обеспечивала создание неоднородного магнитного поля с регулируемой напряженностью до 145 кА/м. В данном исследовании использовалось фиксированное значение напряженности поля H = 45 кА/м.

Метод определения магнитной восприимчивости

Для оценки магнитной восприимчивости использовался метод, основанный на концентрационной зависимости объемной доли $\chi(\gamma)$ магнитоактивных частиц в образце. Образцы формировались путем диспергирования ферропримесей с последующим их поэтапным разрежением немагнитным наполнителем (измельченным [illegible]). Таким образом создавалась серия порошковых образцов с различной γ.

Применялся пондеромоторный метод измерения, основанный на регистрации силы, действующей на дисперсный образец в неоднородном магнитном поле. Магнитную восприимчивость χ определяли по формуле:

$$\chi = \frac{F}{\mu_0 V \cdot B \, \mathrm{grad}\, B}, \quad (1)$$

где μ_0 — магнитная константа, V — объем образца, B — индукция магнитного поля.

Зависимость χ от γ для каждого типа образцов демонстрировала два выраженных участка: начальный линейный (γ ≤ 0,12–0,15) и последующий — с нелинейным ростом. Для определения магнитной восприимчивости анализировался именно начальный линейный участок, в котором магнитные взаимодействия между частицами минимальны. П[illegible] зависимостях:

$$\chi = \chi_i \gamma. \quad (2)$$

Процедура эксперимента

Для каждого типа ферропримесей [illegible] 14 образцов с раз[illegible] Все измерения про[illegible] фиксированной напряжённос[illegible] кА/м. Каждое значение χ [illegible] как ср[illegible] из пяти повторных измерений [illegible] относительной погрешности. [illegible] не превышало [illegible] %.

Обработка данных

Для подтверждения линейного [illegible] симости χ от γ в области малых кон[illegible] использовалась линейная [illegible] определ[illegible] $\chi(\gamma)$ [illegible], следовательно, ра[illegible] восприимчивость отдель[illegible]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспериментальные данные пок[illegible] магнитная восприимчивость дисперсн[illegible] систем [illegible] зависит от объ[illegible] [illegible] зависимость б[illegible] для трёх типов порошко[illegible] ферропримесей измельченно[illegible] и ферропримесей сахара-песка [illegible] проводились при фиксированной [illegible] магнитного поля H = 45 кА/м, [illegible] повторностью на каждую точку. [illegible] нение не превышало 5 % от среднего значе[illegible] образца,

Анализ Таблицы 1 свидетельств[illegible] цов с частицами магнетита наб[illegible] возрастание χ при увеличении γ. [illegible] γ = 0,06–0,15 зависи[illegible] восприимчивости от объ[illegible] линейной, что позволяет [illegible] χ отдельных [illegible]

Таблица 1
[illegible]
Table 1
Experimental Magnetite Particles Data

[illegible]	0.31	0.25	0.22	0.20	0.19	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09	0.06
[illegible]	0.43	0.34	0.28	0.27	0.24	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.13	0.10	0.06	0.04

В Таблице 2, отражающей данные по ферропримесям, выделенным из чайного листа, наблюдается линейная зависимость сохраняется в диапазоне γ до 0,13. Значения магнитной восприимчивости частиц, входящих в этот диапазон, значительно ниже, чем у частиц, относящихся к значениям для магнетита, что свидетельствует о меньшей магнитной активности этих частиц.

Таблица 3 иллюстрирует поведение ферропримесей сахара. В данном случае при тех же значениях γ наблюдаются значения ниже по сравнению с первым. При γ ≤ 0,12 зависимость также сохраняет линейный характер, но с существенно меньшим наклоном.

На основании начальных линейных участков определены: (1) для магнетита; (2) для ферропримесей чая; (3) для ферропримесей сахара.

Сопоставительный анализ графиков, представленных на Рисунке 1, позволяет сравнить характер зависимости для трех типов исследуемых ферропримесей. Видно, что все три кривые имеют начальный линейный участок, однако угол наклона существенно различается: кривая 1 (магнетит) демонстрирует наибольшую крутизну, кривая 2 (чай) — промежу

Таблица 2
[illegible]
Table 2
Experimental Data on Tea Ferro Impurities

[illegible]	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08	0.05
[illegible]	0.32	0.28	0.24	0.22	0.21	0.20	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.06	0.06	0.03

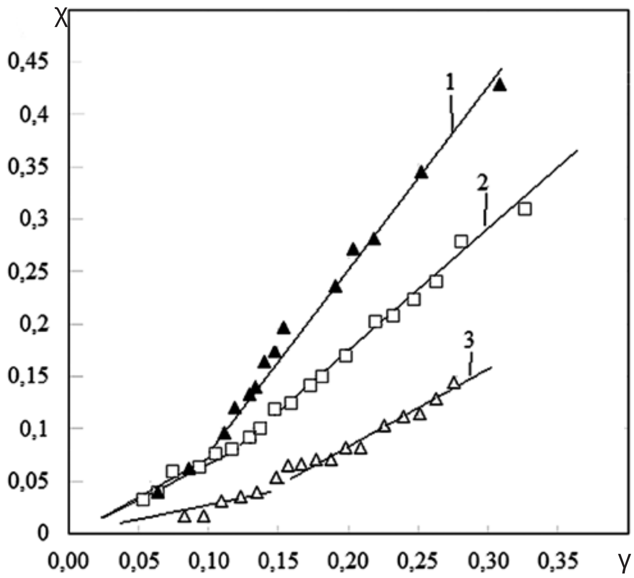
Таблица 3
[illegible]
Table 3
Experimental Data on Sugar Ferro Impurities

[illegible]	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.08
[illegible]	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02

Рисунок 1

Figure 1

Effect of the Volume Fraction of the Dispersed Phase of Ferroparticles in Different Powder Samples on the Magnetic Susceptibility of These Samples



Примечание. 1, 2 и 3 –

Note. 1, 2 and 3 – for samples with magnetite particles, particles of ferrous impurities of crushed tea leaf and granulated sugar, respectively

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты, полученные в ходе эксперимента, подтверждают продуктивность разработанного авторами метода разреженного ... количественного определения магнитной восприимчивости отдельных ферропримесей, содержащихся в пищевых продуктах. Такой подход позволяет восполнить существующий пробел в области изучения магнитных характеристик дисперсных тел малых размеров, на что указывали ранее как российские, так и зарубежные исследователи (Леднев и соавт., 2019; Chen et al., 2018; Sandulyak et al., 2017).

Наибольшее значение магнитной ... (χ ≈ 0,45) было зафиксирован[о] ... магнетита, что соответствует ... ям для Fe_3O_4 и подтверждает ад... ментальной установки. В то же ... си, выделенные из чайного лис... средний уровень восприимчивос[ти] (χ ≈ 0,19), а ... хара — наименьший (χ ≈ 0,07). Эти различ... но показывают, что магнитные ... примесей не могут быть сведе... значениям для типовых железосо... нений. Такой вывод согласуется с ... тического заимствования данны... высказанной рядом авторов (Sa... Sandulyak et al., 2019), подч... ность достоверной экстраполяц... материала на поведение отдель...

Особое значение имеет выявл... участка в зависимости χ от объемной доли ... всех исследованных образцов. ... тер зависимости при γ < 0,12–0,15 ук... на отсутствие значимых межчас... взаимодействий, что позволяет ... полученные значения характеристик ... ближенные к истинным значения... ферропримесей. Это согласуетс... ванными результатами, где дан... нялся к моделированию ферроча... среде аналогичного типа (San... Sandulyak et al., 2019).

В отличие от большинства изв... ний, рассматривающих магнитны... мератов, композитов и порошк... как усреднённые (Maciaszek et al., 2023; Мусатов и соавт., 2020), представленный подход ... данные, релевантные для индив... Это особенно важно в контек... ... эффе... ... определяет ... им... ... системы.

Практическая значимость полу... ... рац... ... работы м... ... результ... ... 2024; ... ... удале...

https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.642

месей χ < 0,6, как в случае с сахаром, становится очевидной необходимость предварительной диагностики магнитных свойств [illegible] ной продукции с использованием [illegible] тода, что позволит минимизировать [illegible] и снизить потери целевого продукта.

Предложенный метод [illegible] разреженного [illegible] эффективность для [illegible] частиц в условиях [illegible] взаимодействия [illegible] рекомендован для использования [illegible] промышленной очистки, а также [illegible] спектре исследований, связанных [illegible] средами.

Ограничения и дальнейшие направления исследования

Однако исследование имеет [illegible] ограничений. Прежде всего, оно не охватывает [illegible] возможных значений намагниченности, что обусловлено [illegible] торной установки (максимум [illegible] 145 кА/м). Это ограничивает применимость метода [illegible] слабомагнитных объектов.

Перспективным направлением дальнейших исследований является сочетание [illegible] образца с методами морфологического и фазового анализа — такими как сканирующая электронная микроскопия (SEM), энергодисперсионная спектроскопия (EDS) и рентгенофазовый анализ (XRD). Это позволит дополнить количественную характеристику сведениями о структурном и химическом составе отдельных частиц.

Методологический вклад работы [illegible] подтверждении [illegible] параметрам [illegible]. Практич[illegible] научно[illegible] эффективного [illegible] магнитного воздействия в системе [illegible] вой продукции от ферропримесей [illegible] может быть [illegible] морфологического и фа[illegible] к работе [illegible] магнитных полей, что [illegible] исследов[illegible] сложных объе[illegible]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило количественно охарактеризовать магнитную восприимчивость отдельных частиц ферропримесей, выделенных из различных пищевых продуктов, с применением метода разреженного [illegible]. Полученные значения χ существенно различаются в зависимости от происхождения примесей: для частиц магнетита восприимчивость составила 1,25; для примесей из чайного листа — 0,9; для частиц из сахара — 0,57. Эти данные демонстрируют, что ферропримеси не могут рассматриваться как магнитно-однородные и тем более приравниваться [illegible] или другим типовым соединениям [illegible].

Выявленная вариативность магнитных свойств подчеркивает необходимость предварительной диагностики ферропримесей конкретной производственной среды перед подбором или проекти

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Полисмакова Мария Николаевна: концептуализация; проведение исследования; [illegible] письмо — рецензирование и редактирование.

Сандуляк Анна Александровна: методология; [illegible]; ресурсы; [illegible].

AUTHOR'S CONTRIBUT[illegible]

Polismakova Maria N.: conceptualization; [illegible] writing — review & editing.

Sandulyak Anna A.: methodology; forma[illegible]; writing – review & e[illegible]

ЛИТЕРАТУРА

Говор Г.А., Вечер А.К., & Янушкевич К.И. (2017). Ос… новых композиционных материалов на основе порош… (глава 15.) Перспективные материалы и технологии (том 2, с. 278–299). Витебск… государственный технологический университет.

Диканский, Ю. И., Дроздов, А. С., Дорожко, Д. С., Баб… электрофореза в магнитных коллоидах. XXI Всероссийская ме… с международным участием Плесская научная конференц… жидкостям (с. 30–32). Иваново: Ивановский государственный… университет им. В.И. Ленина.

Диканский, Ю. И., Гладких, Д. В., & Дорожко, Д. С… и магнитного полей на магнитную восприимчивость маг… намагниченные агрегаты. XXI Всероссийская с международным участ… конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям (с. 85–88). Ива… государственный энергетический университет им. В.И.…

Диканский, Ю. И., Испирян, А. Г., Арефьев, И. М., &… зависимостей намагниченности насыщения и магнитной… коллоида на основе ундекана. 19-я международная Плесская… конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям (с. 139–142). Ивано… Ивановский государственный энергетический университ…

Живулько, А. М., Янушкевич, К. И., Даниленко, Е. Г.,… Магнитные свойства твердых растворов $Co_{1-x}Fe_xS$. Сибирский аэрокосмический… 23(4), 748–755. https://doi.org/10.31772/2712-8970-2022-23-4…

Леднев, И. С., & Ходакова, Е. А. (2024). Расчет… авиационной техники. Журнал «Труды ВИАМ», 9(139), 83–92. https://doi.o… 2307-6046-2024-0-9-83-92

Мусатов, В. И., Федулов, Ф. А., Савельев, Д. В., Болот… магнитоэлектрический эффект в кольцевом композитн… Russian Technological Journal, 11(5), 63–70. https://doi.org/10.32362/250…

Пучков, П. В., Топоров, А. В., Палин, Д. Ю. (2022… упаковки частиц наполнителя магнитного эластомерног… магнитного поля в области трения при использовании… смазки. Пожарная и аварийная безопасность, 2(25), 14–20.

Сандомирский, С. Г. (2022). Расчет кривой Столет… по параметрам предельной петли гистерезиса. Электричество, (1), 18–23. https://doi.org/10.24160/0013-5380-2022-1-18-23

Хачатуров, А. А., Потапов, Е. Э., Резниченко, С.… железорудного концентрата (магнетита) на кинетику… на основе бутадиен-стирольного каучука в присутстви… Тонкие химические технологии, 15(5), 46–53.

Baskar, D., Adler, S. B. (2007). High temperature… measurement of magnetization in the… Review of Scientific Instruments, 78, 023908. https://doi.org/10.1063/1.2432476

Bjørk, R., Zhou, Z. (2019). The demagnetization factor… Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 476, 417–422. https://doi.org/10.1016/…

Chen, D. X., Pardo, E., Zhu, Y.-H., Xiang, L.-X., Ding… measurements of magnetization curves and hysteresis… Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 449, 447–454. https://doi.org/10.1016/j…

Dikansky, Yu. I., Gladkikh, D. V., Dorozhko, D. S.,… Susceptibility of a Ferrofluid with… Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 88(10), 1513–1517. https://doi.org/ 10.1134/…

Lopez-Dominguez, V., Quesada, A., Guzmán-Mínguez, J… J., Giacomone, F., Fernández, J. F., Hernando, A.,…

sample magnetometer for microscale samples. Review of Scientific Instruments, 88(3), 034707. https://doi.org/10.1063/1.5017708

Maciaszek, R., Kollár, P., Birčáková, Z., Tkáč, M., F… Kováč, J., Bureš, R., Fáberová, M. (2024). Effects … behavior of soft magnetic Fe@SiO2 composites … Journal of Materials Science, *59*, 11781–11798. https://doi.org/10.1007/s10853-024-09881-1

Mosleh, N., Insinga, A. R., Bahl, C. R. H., Bjørk, R… cylinders. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 607, 172391. https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2024.172391

Putri, S., Harun, A., Sulaiman, F. (2022). Preparati… technique probe. Journal of Physics: Conference Series, 2314…

Riminucci, A., Uhlarz, M., R. De Santis, Herrmannsdör… magnetometer. Journal of Applied Physics, 121, 094701. https://doi.org/10.10…

Schäfer, K., Braun, T., Riegg, S., Musekamp, J., Gu… produced by laser powder bed fusion: Infuence of … energy input on the magnetic … Materials Research Proce… 112051. https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.00696

Thirumurugan, A., Ramadoss, A., Dhanabalan, S., et… Nanocomposites for Electrochemical Supercapacitor… Micromachines, 13(10), 1792. https://doi.org/10.3390/mi13101792.

McFarlane, J., Weber, C., Wiechert, A., Yiacoumi, S., T… of colloidal uranium oxide particles for isolation … Colloids and … Surfaces C: Environmental Aspects, 2023 … https://doi.org/10.1016/j.c…

Sandulyak, A. V., Sandulyak, D. A., Ershova, V. A., … ferroparticle in a magnetizable disperse medium mac… aspects of susceptibility determination. Journal of Magnetism and Magnet… 488, 165365… https://doi.org/ 10.1016/j.jmmm.2019.16536…

Sandulyak, D. A., Sandulyak, A. A., Kiselev, D. O., … M. A., Ershova, V. A. (2017). Determining the magn… the susceptibility of the dispersed… Measurement Techniques, 60(9), 933–936. https://doi.org/10.1007/s11018-017-1295-z

Sandulyak, A. A., Polismakova, M. N., Sandulyak, D. … Kurmysheva, A. Yu., Makhiboroda, M. A. (2022). Ma… Magnetic particles (Modifed Inclusions of … Oxi… Applied Mechanics and Materials, 910, 103–108. https://doi.org/10.4028/p-w721c4…

Sokolovskiy, V. V., Buchelnikov V. D., Cong D. (2024… metal Mn-Ni-Ti Heusler alloys. Bulletin of the South Ural State Uni… Mechanics. Physics, 16(2), 78–85. https://doi.org/10.14529/mmph…

REFERENCES

Govor G.A., Vecher A.K., & Yanushkevich K.I. (2017)… composite materials based on iron powders. Chapter … (vol. 2, pp. 278–299). Vitebsk: Vitebsk State Techn…

Dikansky, Yu. I., Drozdov, A. S., Dorozhko, D. S., … electrophoresis in magnetic colloids. XX All-Russian … with International participation Plyos scientific conference … (pp. 30–32). Ivanovo: Ivanovo State Power Engineering University named af…

Dikansky, Yu. I., Gladkikh, D. V., & Dorozhko, D. S… felds on the magnetic susceptibility of a magnetic … XXI All-Russian with International Participation P… Magnetic Fluids (pp. 85–88). Ivanovo: Ivanovo State Univers…

Dikansky, Yu. I., Ispiryan, A. G., Arefyev, I. M., & … of the saturation magnetization and magnetic susc…

on undecane concentration. 19th International Plyos Scientifc Co
Magnetic Fluids (pp. 139–142). Ivanovo: Ivanovo State Powe
after V.I.Lenin.

Zhivulko A. M., Yanushkevich K. I., Danilenko E. G.,
properties of Mn1-xGdxSe solid solutions. Siberian Aerospace Journal, 23(4), 748–75
https://doi.org/10.31772/2712-8970-2022-23-4-748-75

Lednev I.S., & Khodakova E.A. (2023). Prospects fo
inspection of aircraft. Trudy VIAM, 9(127), Paper 12. https://doi.o
6046-2023-0-9-132-144

Musatov V.I., Fedulov F.A., Savelev D.V., Bolotina
magnetoelectric effect in a ring composite heterostructure. Russian Technological Jo
11(5), 63–70. https://doi.org/10.32362/2500-316X-202

Puchkov, P. V., Toporov, A. V., Palin, D. Yu. (2022).
magnetic elastomer material fller particles on the
friction region when using magnetic fuid. [illegible] (2), 18–20

Sandomirsky, S. G. (2022). Calculation of the Sto
on the parameters of the limiting magnetic hyst... Electricity, (1), 18–23
https://doi.org/10.24160/0013-5380-2022-1-18-23

Khachaturov A.A., Potapov E.E., Reznichenko S.V., Ko
concentrate (magnetite) on the kinetics of butadi
in the presence of ... Fine Chemical Technologies, 15(5), 46–53 (in Russ
https://doi.org/10.32362/2410-6593-2020-15-5-46-53

Baskar, D., Adler, S. B. (2007). High temperature ... in situ measurement
of magnetization in transition metal oxides. Review of Scientific Instruments, 78, 023908.
https://doi.org/10.1063/1.2432476

Bjørk, R., Zhou, Z. (2019). The demagnetization fact
Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 476, 417–422. https://doi.org/10.1016/j.
jmmm.2019.01.005

Chen, D. X., Pardo, E., Zhu, Y.-H., Xiang, L.-X., Di
fuxmetric measurements of magnetization curves an
cylinders. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 449, 447–454. https://doi.org
jmmm.2017.10.069

Dikansky, Yu. I., Gladkikh, D. V., Dorozhko, D. S.,
Susceptibility of a Ferrofluid with a Nonmagnetic ... Bulletin of the Russian
Sciences: Physics, 88(10), 1513–1517. https://doi.org/ 10.1134/

Lopez-Dominguez, V., Quesada, A., Guzmán-Mínguez, J
J., Giacomone, F., Fernández, J. F., Hernando, A.,
sample magnetometer for microscopic samples. Review of Scientific Instruments, 89(3), 034707.
https://doi.org/10.1063/1.5017708

Maciaszek, R., Kollár, P., Birčáková, Z., Tkáč, M., F
Kováč, J., Bureš, R., Fáberová, M. (2024). Effects
behavior of soft magnetic Fe@SiO2 composites. Journal of Materials S
59, 11781–11798. https://doi.org/10.1007/s10853-024-09881-1

Mosleh, N., Insinga, A. R., Bahl, C. R. H., Bjørk, R
cylinders. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 607, 172391. https://doi.org
jmmm.2024.172391

Putri, S., Harun, A., Sulaiman, F. (2022). Preparati
technique ... probe. Journal of Physics: Conference Series, 2314, 012018.

Riminucci, A., Uhlarz, M., R. De Santis, Herrmannsdör
magnetometer. Journal of Applied Physics, 120, 094701. https://doi.org/10.10

Schäfer, K., Braun, T., Riegg, S., Musekamp, J., Gu
produced by laser powder bed fusion: Infuence of
energy input on the magnet... Materials Research Bulletin
112051. https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.00696

Thirumurugan, A., Ramadoss, A., Dhanabalan, S., et ... Nanocomposites for Electrochemical Supercapacitor... Micromachines, 13(10), 1792. https://doi.org/10.3390/mi13101792

McFarlane, J., Weber, C., Wiechert, A., Yiacoumi, S. ... separation of colloidal uranium oxide particles fro... Colloids and Surfaces C: Environmental Aspects, 1002... https://doi.org/... colsuc.2023.100023

Sandulyak, A. V., Sandulyak, D. A., Ershova, V. A., ... ferroparticle in a magnetizable disperse medium mac... aspects of susceptibility determination. Journal of Magnetism and Magnet... 1653651 https://doi.org/ 10.1016/j.jmmm.2019.16536...

Sandulyak, D. A., Sandulyak, A. A., Kiselev, D. O., ... M. A., Ershova, V. A. (2017). Determining the magn... the susceptibility of the dispersed phase... Measurement Techniques, 60(9), 926–931. https://doi.org/10.1007/s11018-017-1295-z

Sandulyak, A. A., Polismakova, M. N., Sandulyak, D. ... Kurmysheva, A. Yu., Makhiboroda, M. A. (2022). Ma... Magnetic particles (Modifed Inclusions of ... Oxi... and Materials. Applied Mechanics ... 1013, 119–108, https://doi.org/10.4028/p-w721c4...

Sokolovskiy, V. V., Buchelnikov V. D., Cong D. (2024... metal Mn-Ni-Ti-B Heusler alloys. Bulletin of the South Ural State Uni... Mechanics. Physics, 16(2), 78–85. https://doi.org/10.14529/mmph...

ОБ АВТОРАХ

Полисмакова Мария Николаевна, ... «МИРЭА – Российский технологический университет» ... (107996, ... г. ...
https://orcid.org/0000-0002-4563-6621, Scopus ID: 56210096600, Researc...
SPIN-код: 3845-8391, polismakova@mirea.ru

Сандуляк Анна Александровна, ... «МИРЭА – Российский технологический университет» ... (107996, ...
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5111-4092, Scopus ID: ...2043, Resea... 2017, SPIN-код: 8858-1720, sandulyak_a@mirea.ru

ABOUT THE AUTHOR

Maria N. Polismakova, Cand. Sc. (Engineering), Associate Pro... Measuring and Control Systems, MIREA – Russian Techn... of Scientific Research of Magnetorheological Diagnos... and Material Separation, MIREA – Russian Technologi... Moscow, Stromynka str.20). ORCID: https://orcid.org/... Researcher ID: O-8796-2017, SPIN-код: 3845-8391, po...

Anna A. Sandulyak, Dr. Sci. (Engineering), Professor of the ... Control Systems, MIREA – Russian Technological Univ... Control and Material Separation, MIREA – Russian T... Stromynka str.20). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5111-4092... Scopus ID: ... Researcher ID: S-5187-2017, SPIN-код: 8858-1720, sa...

ОРИГИНАЛЬНОЕ ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛ[illegible]

[illegible]

С.С. [illegible], А.[illegible]. [illegible], П.С. [illegible], Е.С. [illegible]

[illegible] «[illegible]» [illegible], А.С. [illegible]», [illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Станислав Владимирович Мальцев
E-mail: stanmalcev@yandex.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible], С.С., [illegible], А.[illegible]., [illegible], П.С., [illegible], Е.С. (2025). [illegible] работка сельхозсырья, 33(2), 37–56. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.629

ПОСТУПИЛА: 17.12.2024
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: [illegible]

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible]

Материалы и методы: [illegible] 58 [illegible]

Результаты: [illegible] 58 [illegible]

Выводы: [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Assessment of Pot for Processing Ba Analysis

Stanislav V. Maltsev, Adam E. Sha
Dmitry V. Abrosimov, Elena V. Knya

Department of Agricultural Technologies of Russian Potato Research Centre, Lyubertsy urban district, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Stanislav V. Maltsev
E-mail: stanmalcev@yandex.ru

FOR CITATIONS:
Maltsev, S.V., Shabanov, A.E., Solomentsev, P.V., Abrosimov, D.V., & Knyazeva, E.V. (2025). Assessment of potato cultivars for processing based on cluster analysis. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 37–56
https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.629

RECEIVED: 17.12.2024
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: 30.06.2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: none declared.

ABSTRACT

Introduction: In Russia, 7-8 million tons of potato
and further production growth of this crop i
development of the processing sector. The mo
chips, dry mashed potatoes, quick-frozen an
determined mainly by the varietal character
the tubers starch and reducing sugars conten
depending on the biochemical composition of
suitability of cultivars for certain types
intuitively and based on general considerati

Purpose: to conduct a scientifically based groupi
into account the variety-specific biochemical
for raw materials that ensure the production
and recommend universally suitable potato cu

Materials and Methods: 56 potato cultivars of different
potato products (French fries, chips, dry ma
potatoes) were assessed according to the gu
processing and storage suitability. The star
method based on the specific gravity of potat
reducing sugars was determined by the Sumner
data processing was performed using the meth
cluster analysis.

Results: For the first time, a scientifically based
carried out with a justification of the requi
reducing sugar content. Cluster analysis usi
purposes has proven the advantage of potato
studied varieties, 10 best universal potato
for production: Babyninsky, Farn, Artur, Vos
Charodey, Chaika.

Conclusion: The obtained data will serve as a basis
for industrial processing with specified bioc
producers will allow systematization and si
cultivars for certain purposes.

KEYWORDS
potato cultivars; biochemical parameters o
potatoes; vacuum-packed potatoes; dry mashe

ВВЕДЕНИЕ

Картофель (Solanum tuberos[um L.)] [illegible] из важнейших продовольстве[нных] [illegible] а в России его значимость [illegible] витого сектора промышленно[сти] [illegible] al., 2024). Основные стран[ы-производители] [illegible] тофеля — Китай, Россия, И[ндия] [illegible] (Wang et al., 2023). В Росс[ии] [illegible] «вторым хлебом» (Osipov et al., 2022) [illegible] данной культуры в продово[льственной] [illegible] сти России обусловлена ее высокой урожайностью и пищевой ценностью (Мальц[ев] [illegible] 2023). В настоящее время [illegible] ства картофеля в хозяйст[вах] [illegible] сти РФ составляет около 20 [illegible] на переработку идёт поряд[ка 2] [illegible] et all., 2020; Мальцев и со[авт.] [illegible] al., 2023).

Качественный конечный прод[укт] [illegible] при использовании подходя[щего] [illegible] сырья с определёнными б[иохимическими] [illegible] зателями (Sampaio et al., [illegible] Однако, как показывает п[рактика] [illegible] личных агротехнологий (с[illegible] удобрения, подкормки, сред[ства] [illegible] регуляторы роста и прочее) способно лишь отчасти улучшить показатели приго[дности] [illegible] работке на тот или иной в[ид] [illegible] (Maltsev et all., 2021; Va[illegible] роль в решении этого вопро[са] [illegible] сорта картофеля (Saini et [al.] [illegible] 2024; Lee et all., 2025).

По состоянию на 2025 год [illegible] естре селекционных дости[жений] [illegible] 500 сортов картофеля, из ко[торых] [illegible] десятков возделывается в [illegible] еме, но и из них далеко не [illegible] сырья для промпереработки [illegible] По этой причине современ[ная] [illegible] лена не только и не столь[ко] [illegible] картофеля столового назн[ачения] [illegible] дение специальных сортов [illegible] водства строго определённых [illegible] а значит, отличающихся с[пецифическим] биохимическим составом клубней, [illegible] понентами которого являю[тся] [illegible] ла и редуцирующих [сахаров] [illegible] Sharma et all., 2025). Не[смотря] [illegible]

эмпирические наблюдения, науч[illegible] принципы классификации карто[illegible] [illegible] & Huffman, 2017; El-Sayed et a[l.] & Arce-Ortiz, 2024). В [illegible] сорта с предсказуемыми свойс[illegible] затрудняет селекцию, произво[illegible]

на основе сортоспецифичных биохимических характеристик клубней, а также определить универсально пригодные сорта картофеля, обеспечивающие стабильное высокое качество готовой продукции. Результаты предназначены для оптимизации промышленной переработки и селекционного отбора.

Для достижения этой цели в исследовании поставлены следующие исследовательские вопросы:

RQ1: Какие биохимические характеристики (в первую очередь содержание крахмала и редуцирующих сахаров) демонстрируют клубни различных сортов картофеля и как они варьируют в зависимости от сроков созревания и погодных условий вегетации?

RQ2: Как биохимический состав клубней влияет на качество различных видов переработанных картофельных продуктов?

RQ3: Можно ли на основе этих данных выделить группы сортов, пригодные для разных типов переработки, и построить прогностические модели, позволяющие рекомендовать сорта для универсальной технологической переработки?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Исследование проводилось в течение двух вегетационных сезонов (2022–2024 гг.) на базе ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» (Московская область) по схеме двухфакторного полевого опыта с постоянной расстановкой сортов (фактор 1 — сорт; фактор 2 — погодные условия года). Всего оценивались 58 сортов картофеля, разделённых на группы по сроку созревания. Каждый сорт выращивали на трёх биологических повторностях, клубни отбирались из разных делянок. Сначала проводилась оценка биохимических показателей (содержание крахмала и редуцирующих сахаров), а затем — переработка каждого сорта в четырёх технологических направлениях: чипсы, фри, вакуумированный и быстрозамороженный картофель. Для каждого вида продукции проводилась органолептическая оценка. В итоге полученные данные

...ного, корреляционного и кластерного анализа.

Объекты исследования

Сорта картофеля различного ср...

(1) ранние (12 шт.): Арго, Баш..., Синильга, Спринтер, ... Томичка, Удача, Ред Скарлетт;

(2) среднеранние (22 шт.): Алк..., Визави, Выч..., Зырянец, Кал..., Самородок, Шах...;

(3) среднеспелые (24 шт.): Ара..., ...тур, Восторг, Дальневосточный, Каштак, ..., Надежд..., ...ский, Принцесса Натаван, Р..., Спиридон, Тарасов, Терский, ...

Для ... два сор... Ред Скарлетт и Га... для сравнения.

Каждый сорт выращивался на тр... повторностях ... по ... с каждой, с которых по окончании ... по 5 клубней для каждой технологии переработки — чипсы, фри, ... быстрозамороженный и в... картофель). Размещение сортов ... по принципу ра... повторностях.

Процедура исследования

Условия выращивания и сбора к... Полевые ... в 2022–2... ФГБНУ «ФИ... дерново-под... Московская область, г. ... питания ... Срок посадки — I декада мая, ... КСН-92Б ... клубней вручную ... (сентябрь месяц)

мические показатели клубней — содержание крахмала и редуцирующих сахаров, а также в лабораторных условиях — перерабатывали и оценивали получаемые картофелепродукты. Основной период роста культуры картофеля (клубнеобразование) проходит во 2й половине вегетации, поэтому влияние фактора сорта на биохимические показатели и пригодность к переработке изучался также с учетом количества осадков, выпавших со 2-й декады июля по 2-ю декаду августа включительно: 2022 г. — 57,5 мм; 2023 г. — 135,2 мм; 2024 г. — 83,4 мм, среднемноголетняя норма — 97,3 мм. Погодные данные учитывали фактически по данным метеостанции экспериментальной базы «Коренёво». Схема опыта выращивания картофеля была одинаковой, поэтому трёхлетние данные рассматривали как единый двухфакторный опыт.

Биохимический анализ клубней. Содержание крахмала определяли методом по удельной массе клубней в воздухе и воде, содержание редуцирующих сахаров — методом Самнера с использованием водяной бани ПЭ-4312, аквадистиллятора [illegible] («[illegible]хим», Россия) и спектрофотометра SPEKOL 1300 («Analytik Jena», Германия).

Методы переработки картофеля

Оценку сортов картофеля на пригодность к переработке проводили согласно методическим указаниям по 9-балльной шкале[1]. Технологический процесс приготовления чипсов (хрустящего картофеля) включал мойку, ножевую чистку клубней, резку на ломтики толщиной 1,2 мм, обсушку с помощью фильтровальной бумаги, обжарку в рафинированном масле при температуре 170–180 °С. В каждой пробе было 5 клубней и не менее 30 ломтиков.

Для приготовления фри 5 клубней диаметром более 50 мм после очистки резали на брусочки сечением 10х10 мм. Использовали только целые стандартные брусочки, а все обрезки и [illegible]. После промывки в холодной воде брусочки обсушивали и обжаривали в масле при температуре 160–170 °С до полной готовности, излишки масла удаляли встряхиванием.

При [illegible] быстрозаморожен[illegible] осуществляли следующим образом. [illegible] быстрой заморо[illegible] [illegible] хранил[illegible] [illegible]

Из [illegible] картофеля сухого [illegible] следующие о[illegible] [illegible] очистка [illegible] толщиной [illegible] удаления [illegible] в течение 30 [illegible] в воздухе [illegible] гранул диаметром [illegible] с помощью пресса с о[illegible] замораживание гранул при темп[illegible] чение 2 ч, сушка в воздушном [illegible] ратуре 70 °С в течение 1,5–2 ч до [illegible] 12 %. Затем гранулы восста[illegible] заливая их кипятк[illegible] на 4 [illegible] картоф[illegible] сушивали с помощью бумажных [illegible] паивали в PA/PE вакуумные па[illegible] серии «Henkovac Compact» моде[illegible] (Германия). Через 10 суток хр[illegible] упаковке оценивали цвет сыро[illegible] пригодность к перера[illegible]

Каждую технологическую реплик[illegible] [illegible] повторности [illegible] быстрозаморож[illegible] [illegible] вакуумир[illegible] [illegible] переработа[illegible] независимо.

Органолептическая оценка продукции

Качество картофелепродуктов [illegible] органолептич[illegible] [illegible] высшая оценка 6 баллов — [illegible] удовлетворительного качества. [illegible] система подачи образ[illegible]

[1] Пшеченков, К.А., Давыденкова, О.Н., Седова, В.И., [illegible] картофеля на пригодность к переработке и хранению. ВНИИКХ.

регистрации баллов — целые числа, указанные в бюллетенях для ... усреднения оценок — среднее арифметическое ... единичной выборке — для оценки ... группировок.

Статистическая обработка и анализ данных

Математическую обработку данных осуществляли методами корреляционного и кластерного анализа с использованием программного пакета для статистического анализа STATISTICA 10 («Statsoft», Dell Software, США). Вычисляли среднее значение (M), доверительный интервал: $X \pm t_{P,f} \times SEM$, где $t_{P,f}$ — коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности P и числа степеней свободы f, SEM — стандартная ошибка среднего. Сравнение средних проводили в два этапа. Сначала сравнивали выборочные дисперсии по F-критерию Фишера, $F_{факт.} \leq F_{крит.}$, затем сравнивали среднее арифметическое двух выборок по t-критерию Стьюдента. Если экспериментальное значение превышало критическое, то делали вывод о наличии существенной разницы между средними арифметическими двух выборок. Проверку гипотезы о равенстве дисперсий проводили по критерию Бартлетта и Левина, $p \geq 0,05$. Гипотеза однородности дисперсий принималась. Для выявления связи между биохимическими показателями и качеством картофелепродуктов использовали корреляционный анализ с расчетом коэффициента корреляции r. Силу связи коэффициента корреляции оценивали по шкале Чеддока. Для ... качества картофелепродуктов ... иерархического кластерного анализа объединение по методу «одиночной связи» (Single Linkage), используя меру близости в виде евклидова пространства (Euclidean distances). Группировку сортов на кластеры проводили методом K-средних, число кластеров — 10, начальные центры кластеров ... ковые интервалы в ранжированном ряду расстояний (Sort distances and take observations at constant intervals)[2].

Органолептические оценки усредняли по технологическим повторам для каждого сорта ...

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для достижения поставленной цели определены биохимические показатели качества картофелепродуктов ... дисперсионного анализа ... влияния изучаемых факторов ... картофелепродуктов ... наиболее значимого из них ... кластерного анализа установлено ... Сначала проведено ... Затем группировка картофелепродуктов ... с выявлением ... структуру, а ... содержания крахмала ... Для этого был проведен ... 3D-модели ... соотношение ... редуцирующих сахаров для каждого ... картофелепродуктов, что позволило ... В результате обработки данных ... методом K-средних ... универсального ... изученных ... дендрограмму ... сорта картофеля ... сорта картофеля ... по сравнению ...

Биохимические показатели по группам спелости

Содержание редуцирующих сахаров ... группы спелости ... селось от группы спелости и со... по группе ранних сортов ... 14,5 ... 16,4 ... 16,5 ... (Таблица 1) ...

---

[2] Усманов, Р.Р. (2020). Статистическая обработка данных агрономических ... ческое пособие. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Таблица 1

Б f Ƴ ƺ f Ʊ f ƽ ʅ ƶ Ư f ʅ%) ƴ Ƴ Ư þ Ư þ ƽ ʅ ƶ Ʒ f Ƨ Ƴ (Ư þ Ƶ Ʒ Ƴ ƺ ʅ ư ʅ ƴ Ƶ Ƴ Σ ƾ Ư Ʒ Ƴ Ƨ ƴ Ƴ 9 ± Ʀ Ŵ ư Σ Ƴ ʅ Ƨ Ƴ Ʈ ƽ
Ƶ f Ʒ ʅ ư ǁ Ʊ þ Ǆ Ƥ ʅ Ƶ Ƴ Ǆ Ʒ 0,95 ≠ t_{Pf}, 8 = 2,306, Ƨ ƶ Ƶ ʅ Σ Ʊ ʅ Ʊ Ƭ þ 2022ɛ2024 ɡɡ.)

Table 1

Biochemical% Parameters (Quality of Potato Products by 9-point Scale
interval 0.95 ≠ t_{Pf}, 8 = 2.306, on average for 2022ɛ2024)

№	Сорт	Крахмал	Редуцирующие сахара, %	Фри	Чипсы	Быстрозамороженный картофель	Вакуумированный картофель	Сухое картофельное пюре	
			Ранние сорта						
1	AƵɡƳ	13,0	± 00,72 ±	40,,31 ±	50,,04 ±	50,,02 ±	05,,30 ±	50,,03 ±	0,7
2	БþƽƯfƵƶƯfƮ	15,9	± 01,,40 ±	60,,71 ±	50,,78 ±	60,,38 ±	07,,53 ±	50,,75 ±	0,4
3	БưƳƶƶƳƱ	14,2	± 01,,40 ±	60,,32 ±	61,,35 ±	61,,35 ±	16,,50 ±	61,,02 ±	0,1
4	ƈưƳƵfǄ	16,3	± 02,,60 ±	50,,72 ±	50,,08 ±	51,,02 ±	17,,27 ±	60,,35 ±	0,4
5	CfƱfƽƯþ	14,3	± 00,,35 ±	80,,31 ±	70,,74 ±	80,,08 ±	06,,77 ±	70,,78 ±	0,8
6	CƴƵfƱƷʅƵ	13,8	± 00,,86 ±	50,,31 ±	50,,04 ±	50,,02 ±	05,,37 ±	50,,38 ±	0,4
7	KƵþƶƱƳǄƵƶƯfƮ	Ƶ14,4Ʊ,4 fɈ	01,75 ±	60,,31 ±	60,,04 ±	50,,72 ±	06,,53 ±	50,,75 ±	0,8
8	ПƳưǄƵƱIƮ	16,6	± 00,,43 ±	70,,71 ±	60,,78 ±	60,,78 ±	07,,83 ±	71,,01 ±	0,4
9	TƳƱfƽƯþ	13,2	± 00,,64 ±	50,,31 ±	50,,34 ±	50,,04 ±	05,,37 ±	50,,03 ±	0,4
10	XƳưƱƳɡƳƵƶƯfƮ	15,9	± 00,,68 ±	60,,31 ±	60,,04 ±	60,,32 ±	07,,57 ±	71,,01 ±	0,4
11	KΣþƽþ	14,3	± 01,,62 ±	50,,71 ±	50,,78 ±	50,,38 ±	06,,57 ±	50,,03 ±	0,4
12	PʅΣ CƯþƵưʅƷƷ	11,9	± 00,,36 ±	60,,71 ±	70,,08 ±	61,,71 ±	06,,87 ±	80,,07 ±	1,0
			Среднеранние сорта						
13	AưƯþ	12,5	± 01,,52 ±	70,,01 ±	60,,37 ±	60,,38 ±	05,,87 ±	60,,38 ±	1,5
14	AƵfǂưǁ	17,2	± 02,,50 ±	70,,71 ±	60,,04 ±	70,,02 ±	08,,30 ±	70,,35 ±	0,1
15	БþƦIƱfƱƶƯfƮ	17,6	± 01,,40 ±	80,,31 ±	70,,74 ±	70,,78 ±	08,,83 ±	70,,35 ±	0,4
16	БþɡfƵþ	15,2	± 01,,80 ±	70,,02 ±	71,,02 ±	71,,02 ±	17,,27 ±	60,,38 ±	1,0
17	ƇfƬþ	18,2	± 01,,85 ±	60,,31 ±	51,,70 ±	60,,08 ±	13,,20 ±	60,,78 ±	0,7
18	ƇIƽʅɡƳΣƶƯfƮ	21,6	± 01,,99 ±	50,,02 ±	41,,02 ±	41,,72 ±	08,,87 ±	60,,78 ±	0,4
19	ƉƧfƱƶƯfƮ	15,6	± 00,,62 ±	50,,71 ±	50,,38 ±	50,,74 ±	07,,80 ±	60,,35 ±	0,1
20	ƉƳɡƳƷþ	17,5	± 02,,79 ±	60,,31 ±	50,,34 ±	50,,34 ±	08,,50 ±	50,,35 ±	0,7
21	ЗIƵǄƱʅƻ	15,9	± 00,,54 ±	60,,71 ±	60,,78 ±	60,,78 ±	06,,87 ±	60,,78 ±	0,8
22	KþưƾƫƶƯfƮ	14,0	± 01,,77 ±	50,,71 ±	50,,08 ±	50,,32 ±	07,,50 ±	50,,75 ±	1,2
23	KƵƾƷƳƮ	16,8	± 00,,53 ±	70,,01 ±	60,,72 ±	70,,04 ±	07,,37 ±	60,,03 ±	0,4
24	KƾƬƦþƶƶƯfƮ	21,4	± 01,,46 ±	70,,01 ±	61,,71 ±	70,,08 ±	13,,13 ±	60,,78 ±	0,4
25	HfƯþ	15,4	± 00,,45 ±	70,,01 ±	71,,01 ±	71,,01 ±	17,,10 ±	60,,78 ±	0,1
26	CþƱƳƵƳΣƳƯ	13,8	± 00,,52 ±	60,,02 ±	61,,02 ±	61,,02 ±	14,,27 ±	50,,78 ±	0,8
27	CƳƶƵƾƯƳ	15,1	± 00,,48 ±	70,,01 ±	61,,71 ±	60,,78 ±	07,,80 ±	60,,35 ±	0,1
28	TþƱþ	19,3	± 02,,49 ±	80,,01 ±	70,,02 ±	70,,32 ±	08,,53 ±	70,,03 ±	0,4
29	TþƮƺƾƱ	15,6	± 01,,41 ±	70,,01 ±	61,,71 ±	61,,74 ±	07,,87 ±	60,,78 ±	0,4
30	ƙþƵƱ	17,7	± 01,,42 ±	80,,01 ±	70,,37 ±	80,,34 ±	08,,48 ±	80,,34 ±	0,4
31	ɯþƵƳΣʅƮ	15,9	± 01,,41 ±	60,,71 ±	60,,78 ±	60,,78 ±	07,,87 ±	60,,35 ±	0,4
32	Ɲþƺ	16,8	± 00,,48 ±	70,,01 ±	61,,71 ±	70,,38 ±	08,,57 ±	60,,78 ±	0,4
33	HʅƧƶƯfƮ	13,7	± 00,,32 ±	70,,71 ±	70,,04 ±	60,,72 ±	06,,57 ±	70,,35 ±	0,4
34	ƈþưþ	14,2	± 00,,42 ±	70,,01 ±	60,,32 ±	70,,04 ±	07,,30 ±	80,,74 ±	0,1

Окончание Табли

№	Сорт	Крахмал, %	Редуцирующие сахара, %	Фри	Чипсы	Быстрозамороженный картофель	Вакуумированный картофель	Сухое картофельное пюре	
				Среднеспелые сорта					
35	AƵþƱťƶ	17,3	± 01,,86	± 70,,32	± 60,,38	± 60,,38	± 08,,38	± 60,,03	± 0,4
36	AƵƱþΣþ	14,8	± 01,,53	± 70,,01	± 60,,02	± 60,,72	± 06,,57	± 60,,03	± 0,4
37	AƵƷƸƵ	18,1	± 01,,42	± 80,,31	± 70,,74	± 80,,04	± 08,,37	± 70,,35	± 0,4
38	ƇƳƶƷƳƵƨ	15,8	± 01,,49	± 80,,31	± 70,,74	± 80,,08	± 08,,70	± 70,,35	± 0,7
39	ÐþưǁƲ˥ƧƳƶƷƳƽƲ	16,4	± 10,,09	± 50,,72	± 40,,34	± 50,,38	± 07,,83	± 60,,38	± 0,8
40	EƧƴþƷťƮ	18,8	± 01,,34	± 90,,01	± 80,,31	± 90,,04	± 09,,20	± 90,,02	± 0,1
41	ИƲƷ˥ưưťƨ˥ƲƷ	16,2	± 11,,30	± 40,,01	± 30,,02	± 40,,72	± 07,,53	± 50,,03	± 0,8
42	KþƧþư˥Ƶ	16,8	± 01,,48	± 80,,71	± 80,,04	± 80,,32	± 08,,40	± 70,,03	± 0,7
43	KþƽƷþƯ	15,9	± 01,,43	± 70,,71	± 60,,78	± 70,,38	± 07,,53	± 60,,78	± 0,4
44	K˥ƷƶƯťƮ	16,1	± 00,,47	± 70,,01	± 61,,71	± 70,,08	± 17,,13	± 71,,01	± 0,4
45	KƸƬƳƧƳƯ	14,1	± 00,,87	± 50,,71	± 50,,34	± 40,,78	± 04,,50	± 50,,03	± 0,1
46	KƸƱťƵ	16,8	± 00,,54	± 70,,71	± 60,,34	± 70,,04	± 08,,33	± 60,,35	± 0,4
47	ƑťƵþƫ	19,4	± 00,,64	± 70,,01	± 71,,01	± 71,,01	± 13,,17	± 60,,78	± 0,4
48	ƑƳƵǅƯ	16,3	± 00,,53	± 70,,01	± 61,,71	± 70,,78	± 07,,87	± 60,,78	± 0,8
49	HþΣ˥ƫΣþ	19,9	± 03,,31	± 80,,71	± 80,,34	± 80,,34	± 08,,47	± 80,,03	± 0,4
50	OƵưþƲ	19,3	± 00,,47	± 80,,71	± 70,,74	± 80,,34	± 08,,47	± 70,,35	± 0,4
51	П˥ƽƳƵƶƯťƮ	16,2	± 01,,55	± 80,,01	± 70,,37	± 71,,30	± 08,,38	± 70,,38	± 0,8
52	ПƵťƲƻ˥ƶƶþ Hþʒþ	[illegible]	± 00,,33	± 80,,71	± 80,,04	± 80,,37	± 07,,43	± 70,,75	± 0,4
53	PƳƬƳƧƖƮ ƽþƵƳΣ	16,0	± 01,,30	± 90,,01	± 80,,31	± 80,,74	± 08,,47	± 80,,34	± 0,4
54	CƴťƵťΣƳƲ	15,3	± 00,,58	± 60,,31	± 61,,70	± 60,,78	± 06,,87	± 71,,01	± 0,8
55	TþƵþƶƳƧ	13,4	± 01,,30	± 70,,71	± 80,,04	± 70,,37	± 06,,87	± 71,,02	± 1,5
56	T˥ƵƶƯťƮ	16,7	± 00,,79	± 60,,31	± 60,,04	± 60,,32	± 08,,50	± 60,,03	± 0,1
57	ƙưþƨƱþƲ	16,3	± 00,,76	± 70,,31	± 60,,34	± 60,,78	± 07,,53	± 60,,03	± 0,4
58	ШþƮƯþ	15,0	± 01,,49	± 80,,31	± 70,,74	± 80,,08	± 08,,33	± 80,,03	± 0,4

В среднем по изученным с...
крахмала в клубнях карт... % феля было на 2,3–3,0
(p ≤ 0,05) выше в засушливый 2022 г...
нию с более влажным 2023 г...
дуцирующих сахаров существенно...
осадков, выпавших во втор...
не зависело. Качество сух...
было статистически значимо...
ливый год (на 0,3–0,5 балла)...
ство остальных картофелеп...
было на 0,3–1,0 балла ниже (p ≤ 0,05)...

Факторный анализ

... Шапиро–Уилка, рас-счита...
... процесса с уч...
... построенный н...
... Провер...
... Хартли, Кохрена, Бартлетта, Л...
... (p ≥ 0,05) ... при...
... дисперсии. По...
... регрессионных анализов двухфакт...
установлено, что наиболее су...
на качество картофелепродукто...

сорта (57,4–68,2 %), вторым по значимости было совместное сочетание факторов осадков и сорта (25,7–31,1 %), и в наименьшей степени влияния фактора осадков (2,6–10,9 %) в отдельности (см. Таблицу 2).

Из данных Таблицы 2 следует, что фактор сорта в сравнении с осадками оказывал значительно существенное влияние на качество картофелепродуктов. … обусловлена сортоспецифичностью … содержаниях крахмала и реду… что и было решающим в формир…

Таблица 2

Pʅ Ț ƺɡ Ⅱ ʒ þ ʒ l Σ ť Ƶ ƴ ʅ Ƶ Ƶ ť Y Ʋ Ʋ l ʑ þ Ʋ þ ɡ ť Ț Y ƨ Σ ƨ ƺ ʑ ʑ þ Ư ʒ Y Ƶ Ʋ l ʑ Y ƴ l ʒ Y ƨ ƴ Y Y ƨ ʅ
ʑ þ Ư ʒ Y Ƶ Y ƨ (Ƶ þ Ț ɡ ť ƽ ť ǅ Ƶ ʒ þ ʒ Ƶ Ƶ ƽ ʅ Ƶ Ư ť Ț Ʋ þ ƽ ť Ʊ l ƴ Ƶ ť 0,05)

Table 2

Results of ANOVA Tests of Two-Factor Experiments on Assessing … Factors (Differences are Statistically Significant at p ≤ 0.05)

Факторы и их комбинации	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Дисперсия	**F**	p	Влияние фактора, %
			Картофель фри			
Осадки	117,1	2	58,6	741,6	0,0	10,9
Сорт	652,1	57	11,4	144,9	0,0	60,8
Осадки × сорт	275,7	114	2,4	30,6	0,0	25,7
Ошибка	27,5	348	0,1			2,6
Всего	1072,4					100,0
			Чипсы (хрустящий картофель)			
Осадки	72,9	2	36,5	429,9	0,0	7,0
Сорт	616,6	57	10,8	127,5	0,0	59,1
Осадки × сорт	324,2	114	2,8	33,5	0,0	31,1
Ошибка	29,5	348	0,1			2,8
Всего	1043,2					100,0
			Быстрозамороженный картофель			
Осадки	41,2	2	20,6	138,9	0,0	4,1
Сорт	604,8	57	10,6	71,5	0,0	60,5
Осадки × сорт	301,8	114	2,6	17,8	0,0	30,2
Ошибка	51,6	348	0,1			5,2
Всего	999,5					100,0
			Сухое картофельное пюре			
Осадки	22,2	2	11,1	1264,2	0,0	2,6
Сорт	582,0	57	10,2	1163,8	0,0	68,2
Осадки × сорт	246,4	114	2,2	246,3	0,0	28,9
Ошибка	3,1	348	0,0			0,4
Всего	853,7					100,0
			Вакуумированный картофель			
Осадки	47,3	2	23,6	155,4	0,0	6,1
Сорт	446,6	57	7,8	51,5	0,0	57,4
Осадки × сорт	231,2	114	2,0	13,3	0,0	29,7
Ошибка	52,9	348	0,2			6,8
Всего	777,9					100,0

Корреляции

В ходе корреляционного анализа при расчетах коэффициентов корреляции Пирсона и согласно принятой шкале Чеддока была выявлена слабая положительная связь между содержанием крахмала в клубнях и качеством фри, быстрозамороженного и вакуумированного картофеля, а также заметная положительная связь между содержанием крахмала и качеством сухого к[illegible] Таблица 3).

Таблица 3
[illegible]

Table 3
Correlation Coefficients Betwe[illegible] of Tubers and Quality of Potato [illegible] vars Average for 2022–2024)

№	Вид продукта переработки	Крахмал	Редуцирующие сахара
1	[illegible]	0,174*	-0,617*
2	[illegible]	0,171*	-0,621*
3	[illegible]	0,072	-0,678*
4	[illegible]	0,169*	-0,537*
5	[illegible]	0,622*	-0,167*

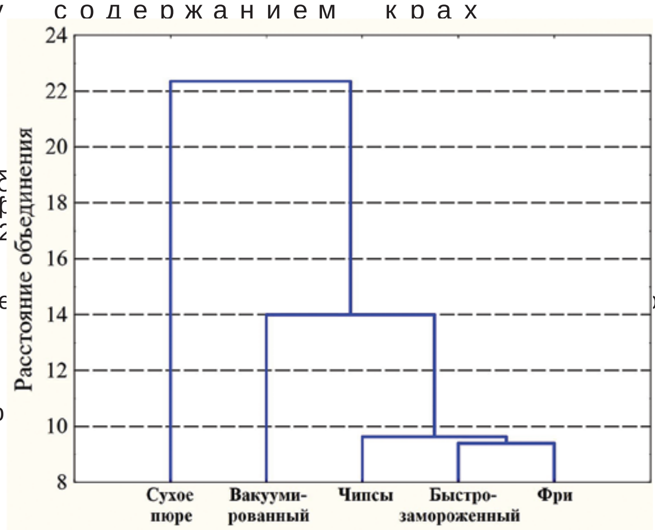
[illegible] * – [illegible] *p* [illegible] 0,05.

Содержание редуцирующих сахаров, напротив, находилось в заметной отрицательной корреляционной связи с качеством фри, быстрозамороженного, вакумированного картофеля и в слабой отрицательной связи с качеством сухого картофельного пюре. Отрицательная корреляция редуцирующих сахаров с качеством картофелепродуктов логична в технологическом контексте по причине реакции Майяра или карамелизация при жарке.

Кластеризация продуктов

Кластерный анализ позволил упорядочить виды картофелепродуктов в сравнительно однородные группы с учётом их оценки на основе сортоспецифичного биохимического сост[illegible] Рисунок 1).

Рисунок 1
[illegible]
Figure 1
Results of Multivariate Cluster A[illegible] for 58 Cultivars on Average for [illegible] Method: Euclidean Distance)

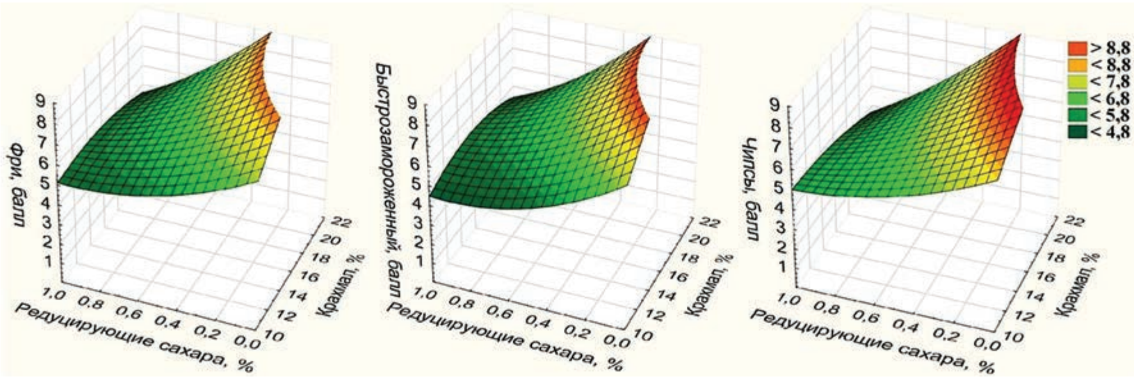


Установлено, что наиболее бл[illegible] такие виды переработки, как [illegible] роженный картофель, удалённы[illegible] на 0,4 единиц евклидова пространс[illegible] расстоянии их можно объединит[illegible] [illegible] Очень близким к ним, от них (уда[illegible] [illegible] вид переработк[illegible]
Несколько более отдалённым от [illegible] [illegible] картофелепродуктов (на 4,[illegible] [illegible] при кластерн[illegible] [illegible] вакуумирован[illegible]
Наиболее отличающимся из все[illegible] оказался вид переработки «су[illegible] пюре», который по результатам [illegible] за отстоял ещё на 8,4 единиц [illegible] ванного картофеля.

Рисунок 2

Figure 2

Mathematical Models of French fries, Quick-Frozen Potatoe… Reducing Sugars and Starch (on a 9-point scale)



Регрессионные модели

Рассчитанные уравнения множественной полиномиальной регрессии, описывающие качество соответствующего картофелепродукта в зависимости от содержания редуцирующих сахаров и крахмала:

$Y_{фри} = 0,922X_1 +$ [illegible] $(R^2 = 0,67)$,

$Y_{быстрозамороженный} = -0,7212X_1 +$ [illegible] $(R^2 = 0,67)$,

$Y_{чипсы} = 2,74X_1 +$ [illegible] $(R^2 = 0,68)$.

$Y_{вакуумир.} = 4,4665X_1 +$ [illegible] $(R^2 = 0,65)$,

$Y_{пюре} = -3,5176X_1 +$ [illegible] $(R^2 = 0,71)$.

где Y — качество соответст… по 9-балльной шкале…; X_1 — содержание … ющих сахаров, %; X_2 — содержание …, %.

Матрица парных коэффициен… детельствовала об отсут… ности (межфакторные коэффи… < 0,7).

Как видно из Рисунка 2, трёхм… ские модели зависимости качес… ого картофеля и чипсо… редуцирующих сахаров и крахма… на основе выведённых ура… схожи между собой.

Математические модели зависим… куумированного картофеля и су… го пюре заметно отличают-ся от … ных и друг от друга (см. Рису…

Рисунок 3

Figure 3

Mathematical Models of Vacuum-Pac… Mashed Potatoes Quality Dependenc… Reducing Sugars and Starch (on a …

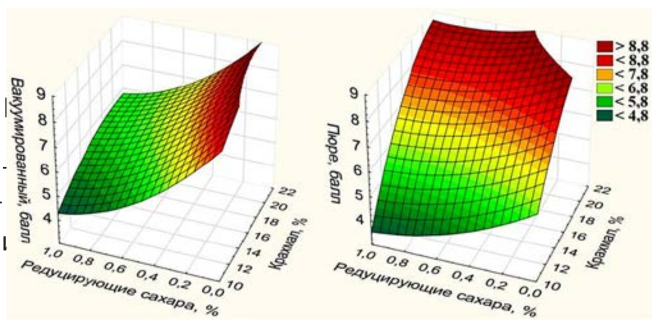
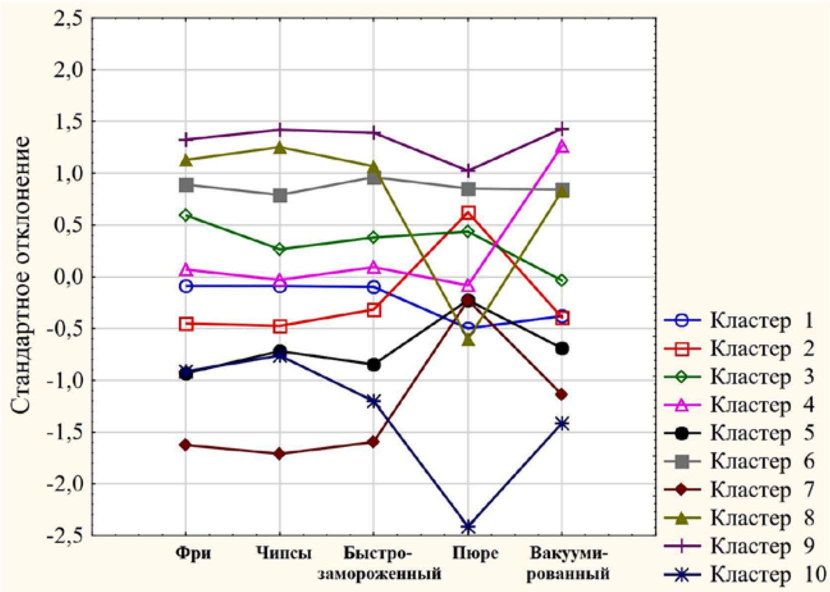


Рисунок 4

Figure 4

Grouping of the Studied Potato Cultivars into Clus[ters] ... Indicators of Potato Products (K-means Method, Stan[dardized] ... Cultivars)



Универсальные сорта

На основе кластерного анализа ... них выделены 10 из 58 сортов (кластер №9), отличающиеся универсальностью ко всем изученным видам переработки и отклоняющиеся от средних значений по каждому из пяти изученных показателей продуктов в большую сторону на 1,1–1,4 единицы стандартного отклонения.

В совокупности результаты ... роль сортовой специфики в ... ственных характеристик переработанных ... лепродуктов и позволяют выделить ... сорта для комплексной переработки.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Кластеризация картофелепродуктов ... ем причин её внутренней структуры ... требований к сырью и определение ... но пригодных для переработки сортов ...

но, цель исследований) возмож... комплексном изучении с учётом ... химического состава клубней ... тов (см. Рисунок 4, ... созревания и реакция на факто... переработки ... увеличение сод... крахмала ... засушливый ... сортов картофеля ... % (см. Таблица 4), характерно для к... и подтверждается результатами ... ных исследований (Allará et ... сухих веществ ... в условиях от... формирования ... 0,3–0,5 баллов) ... картофеля. Отсутствие и... дефицит влаги во второй половине веге... сорта на содержание ... харов в клубнях в послеуборо... показано и в работах других а... 2023). Однако при последующем ... симости от температуры и срок... содержания сахаров может существен... что необходимо учитывать при ... для производства чипсов, фри ... женного картофеля.

При оценке качества картофелепродуктов важно понимать, насколько оно обусловлено генотипом и сортовыми особенностями [illegible], а насколько — внешними факторами, такими как количество осадков [illegible] в период вегетации. По результатам [illegible] представленного в таблице 2, существенный вклад фактора [illegible]. Аналогичный вывод по первостепенному [illegible] сорта был получен и при [illegible] в почвенно-климатических условиях Среднего Урала (Шанина и соавт., 2024) [illegible] о его универсальности при [illegible] в различных широтах.

В отличие от данных Šimková et al. (2013), где [illegible] симость была слабой, в наших [illegible] лены устойчивые отрицательные [illegible] редуцирующими сахарами, особенно [illegible] (r до -0,678). Это может [illegible] нием более узкой температур [illegible]. В целом отрицательные корреляции [illegible] жаренных картофелепродуктов [illegible] сахарами широко известны [illegible] нением продукта вследствие реакции Майяра и карамелизации при сопутствующ[illegible] жании сахарозы. С содержанием [illegible] всех изученных картофелепродуктов [illegible] положительные корреляции [illegible] бенно это было характерно [illegible] ного пюре (r=0,622), т.к. при [illegible] в кипятке консистенция [illegible] малистого сырья получается [illegible]

Использование иерархического [illegible] лиза выявило тесную груп[illegible] замороженного картофеля [illegible] грамме (см. Рисунок 1). [illegible] о внутренней структуре дан[illegible] (Starchak et al., 2022). [illegible] ние, что качество этих карт[illegible] делялось в первую очередь [illegible] редуцирующих сахаров, в то [illegible] крахмала было вторичным и имело значение лишь при низком уровне первых, [illegible] что именно содержание крахмала и редуцирующих [illegible] сахаров являлось скрытым [illegible] ющим внутреннюю структур[illegible] ризации. Подтверждением [illegible] в группировке картофеля [illegible]

(среднеранние), Артур, Восторг, Евгений, Кавалер, Надежда, Орлан, Розовый чародей, Чайка (среднеспелые). Таким образом, в топ-10 не вошёл ни один ранний сорт, только 2 среднеранних и 8 среднеспелых, что на строгой математической основе подтверждает давно известное преимущество сортов более поздних сроков созревания для переработки. Определённые в исследовании №9 сорта могут быть рекомендованы для универсального промышленного использования, в первую очередь в Центральном регионе России при выращивании на дерново-подзолистых почвах, где почвенно-климатические условия соответствуют условиям эксперимента.

Ограничения исследования

Для пяти представленных групп картофелепродуктов ... позволяющих рассчитывать ... ющих картофелепродуктов по содержанию ... нях редуцирующих сахаров ... енты детерминации (R^2) находились в ... 0,65–0,71. Это говорит о том, что разработанные математические модели описывают ... сти формирования качества ... продуктов только на 65–71 %, а ... качества обусловлены неучтёнными ... учитываемыми) показателями ... тивные предпочтения вкуса, ... и т.п. В целом балльная оценка ... т.к. не применялись объективные ... дики и шкала не валидированы ... уровне. Применительно к ... фелю на оценку устойчивости ... ственное влияние могло оказать ... ное сортоспецифичное содержание фенольных соединений (Song et all., 2025). Кроме того, ... ризация по «одиночной связи» ... Возможна вариативность результатов ... нии выборки (другие регионы, ... годы).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы была достигнута ... обоснована ... биохимических параметров ... картофеля ... Кластерный ... кластеры с обоснованием ... требований к сырью. Для производственных чипсов, фри быстрозамороженного картофеля содержание редуцирующих ... быть <0,3 %, крахмала >14 %, ... содержание редуцирующих сахаров ... 1,5 % ... <0,8 % ... >16 % ... при стандартизации ... методом ... доказано ... рекомендованы ... Перспективы ... химических параметров, включая ... белка, витамина С, нитратов ... а также исследования ... и условий хранения на технологичность клубней. Это позволит ... прогностических моделей и ... рекомендации к различным технологиям.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД AUTHORS' CONTRIBUT

Станислав Владимирович Мальцев: концептуализация; разработка методологии; исследования; формальный анализ; создание рукописи и ее редактирование.

Адам Эмирсултанович Щабанов: концептуализация; научное руководство; подготовка черновика рукописи.

Павел Викторович Соловьев: проведение исследований; верификация данных.

Дмитрий Васильевич Абрамов: проведение исследований; верификация данных.

Елена Валерьевна Князева: проведение исследований; верификация данных.

Stanislav V. Maltsev: conceptualization; m formal analysis; writing — re

Adam E. Shabanov: conceptualization; supervision; writing — original draft prep

Pavel V. Solovev: investigation; data

Dmitry V. Abramov: investigation; data

Elena V. Knyazeva: investigation; data

ЛИТЕРАТУРА

Зейрук, В.Н., Мальцев, С.В., Васильева, С.В., & производственные факторы, определяющие биологиче эффективность хранения картофеля. *Хранение и переработка сельхозсы*, 3, 20–28. https://doi.org/10.36107/spfp.2019.177

Мальцев, С.В. (2021). Об эффективности обработки этиленом. *Сельскохозяйственная биология*, *56*(1), 44–53. https://doi.o agrobiology.2021.1.44rus

Maltsev, S.V. (2021). Effciency of ethylene *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [*Agricultural Biology*], *56*(1), 44–53. (In Russ.). https: agrobiology.2021.1.44rus

Мальцев, С.В., Андрианов, С.В., Илюхина, Н.В., Кол Крюкова, Е.В. (2021). Комплексная оценка различных картофеля в вакуумной упаковке. *Хранение и переработка сельхозсы*, 1, 15–26. https://doi.org/10.36107/spfp.2021.181

Мальцев, С.В., Андрианов, С.В., Шишкова, С.Г., Жевора & Боярский, Д.С. (2024). Продуктивность обработанно (*Solanum tuberosum* L.) в зависимости от условий хранения. *Сельскохозяйственная биология*, *59*(5), 1008–1019. https://doi.org/10.15389/agro

Шанина, Е.П., Клюкина, Е.М., Беляева, Н.В., Стафеева (2024). Испытание сортов картофеля по целе *Картофель и овощи*, 9, 39–43. https://doi.org/10.25630/PAV.2024.92.

Allará, C., Moscetti, R., Bedini, G., Ciocca, M., B Bioimpedance-based prediction of dry matter cont supervised machine learning methods. *Postharvest Biology and Technol*, 113358. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113358

Barrera-Gavira, J.M., Pont, S.D.A., Morris, J.A., He R.D. (2021). Senescent sweetening in potato (*Solanum tuberosum*) tubers is associated

reduction in plastidial glucose-6-phosphate/phosph… Postharvest Biology and Technology, 181, 111637. https://doi.org/10.1016/j.pos…

Dramićanin, A.M., Andrić, F.L., Poštić, D.Z., Momirov… Sugar profles as a promising tool in tracing diffe… botanical origin and climate of … Journal of Food Composition and…, 57–65. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.005

El-Sayed, A.A. El-Maaty, S.M.A., & Abdelhady, M.M. (… as functional food product via application of enzy… Scientifc African, 1, e00098. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.…

Lee, J.S., Kim, S.Y., Kang, D.H., & Han, J. (2025). … strategy to extend shelf-life of potato tubers: Co… ultrasonic cleaning and … Postharvest Biology and Technology, 113367. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113367

Li, L., Zhu, T., Wen, L., Zhang, T., & Ren, M. (2024… Journal of Advanced Research, In Press, Corrected Proof. https://doi.o…

Maltsev, S.V., Zeiruk, V.N., Belov, G.L., Vasil'eva, … of phytohormone ethylene on growth… Research on Crops, 22(special issue), 75–78. https://doi.org/10.31830/2…

McFadden, J.R., & Huffman, W.E. (2017). Consumer val… achieved using biotechnology: Evidence … Food Policy, 69, 82–96. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.03.002

Mojo-Quisani, A., Licona-Pacco, K., Choque-Quispe, D… Mamani-Condori, R., Florez-Huaracha, K., & Huamaní-… properties of starch of four … Heliyon, 10(16), e35809. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35809

Mukhametov, A., Shamekova, M., Dautkanova, D., Kazhy… potato production regulatory framework establishe… Comparison of the GOST (Russia) and UNECE … Journal of Agriculture and Food Research, 10, 100520. https://doi.org/10.1016/j.jafr.…

Osipov, V.S., & Zeldner, A.G. (2023). Chapter 19 — … Editor(s): Mehmet Emin Çalişkan … Potato Production Worldwide (pp. 341–363). Academic Press. https://doi.org/10.1…

Reynisson, S.O., Goman, N.G., & Delco, J.A. (2020). What makes starc… (Solanum tuberosum L.) tubers unique: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Saf…, 2588–2612. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12596

Rudoy, E.V., Petukhova, M.S., Petrov, A.F., Kapustya… (2020). Crop production in Russia 2030: Alternativ… Data in Brief, 29, 105077. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.1…

Saini, R., Kaur, S., Aggarwal, P., Dhiman, A., & Su… innovative processing technologies for quality pr… products: An overview. Food Control, 133, 109193. https://doi.org/10.1016/j…

Sampaio, S.L., Barreira, J.C.M., Fernandes, A., Petr… C., Ferreira, I.C.F.R., & Barros, L. (2021). Potat… on the nutritional and physicochemical composition… Food Chemistry, 34… 128853. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128…

Sharma, A.K., Zotarelli, L., Zare, A., & Sharma, L… estimation and grading … Smart Agricultural Technolog… 100832. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100832

Shen, W., Mao, L., Guan, W., Qi, X., & Lin, Q. (2025)… participate in starch and … (Solanum tuberosum L.) … and rewarming … Food Bioscience, 65, 106109. https://doi.org/10.101…

Šimková, D., Lachman, J., Hamouz, K., & Vokál, B. … year on total starch, amylose, phosphorus content … potato cultivars for food … Food Chemistry, 141(4), 3872–3880. … https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.080

Song, J., Qi, M., Han, F., Xu, M., Li, Y., Zhang, X … Understanding the anti-browning mechanism and phys… during the magnet… Food Chemistry, 461, 141696. https://doi.o… foodchem.2024.141696

Starchak, V.I., Kibal'nik, O.P., Stepanchenko, D.A. … use of cluster analysis in the … Journal of Agricultural … Environment, 2(22). https://doi.org/10.23649/jae.2022.2.22…

Ştefan, F.M., Chiru, S.C., Iliev, P., Ilieva, I., Zhe… Potato production in Eastern Europe (Romania, Repu… In M. E. Çalişkan, A. Bakhsh, K. Jabran (Eds.), Potato Production Worldwide (pp. 3…). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8…

Téllez-Morales, J.A., & Arce-Ortiz, A. (2024). Adva… potato products with air f… Sustainable Food Technology, 2(5), 1228–1234. https://doi.org/10.1039/d4fb00125g

Vasilyeva, S.V., Zeyruk, V.N., Derevyagina, M.K., Be… pre-plant treatment of potato tubers against basic … Research on Crops, 22(special issue), 67–71. https://doi.org/1…

Velotto, S., Squillante, J. Coppola, L., Romano, A., … Acrylamide in processed potatoes from food servic… methods and risk assessment. Journal of Food Composition and An… 107031. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107031

Wang, Zj., Liu, H., Zeng, Fk., Yang, Y., Xu, D., Zhao… Potato processing industry in China: Current scenar… Potato Res 66, 543–562. https://doi.org/10.1007/s11540-022-09…

Yadav, N., Saini, P., Kaur, D., Gupta, V.K., Kaundal, … effect on nutritionally important starch fractions … Food Chemistry Advances, 3, 100404. https://doi.org/10.1016/j.focha…

REFERENCES

Zeyruk, V.N., Maltsev, S.V., Vasilyev, A.A., & Bazov, V.A.? (2019). Modern Productio… Determine the Biological and Economic Efficiency of … Storage … Farm Products, (2), 20–28. (In Russ.). https://doi.org/10.36107/spfp.2019.…

Maltsev, S.V. (2021). Effciency of ethylene's … biology [Agricultural Biology], 56(1), 44–53. (In Russ.). https://doi.org/10.1… agrobiology.2021.1.44rus

Maltsev, S.V., Andrianov, S.V., Ilyukhina, N.V., Kolokolov… (2021). Comprehensive Assessment of Various Method… Vacuum Packaging … Storage and Processing of Farm Products, … 15–26. (In Russ.). https://doi.org/10.36107/spfp.2021.181

Maltsev, S.V., Andrianov, S.V., Shishkova, S.G., Zhevora, … Bojarsky, D.S. (2024). Productivity of … tubers (Solanum tuberosum L.) … depending on growing conditions … [Agricultural Biology], *59*(5), 1008–1019. (In Russ.). https://doi.org/10.153…

Shanina, E.P., Klyukina, E.M., Belyaeva, N.V., Stafe… (2024). Testing of potato varieties for … Potato and Vegetables, … 39-43. https://doi.org/10.25630/PAV.2024.92.35.003

Allará, C., Moscetti, R., Bedini, G., Ciocca, M., B… Bioimpedance-based prediction of dry matter cont… supervised machine learning methods. Postharvest Biology and Technol… 113358. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113358

Barrera-Gavira, J.M., Pont, S.D.A., Morris, J.A., He… R.D. (2021). Senescent sweetening in potato (Solanum tuberosum) tubers is associated with a reduction in plastidial glucose-6-phosphate/phosph… Postharvest Biology and Technology, 181, 111637. https://doi.org/10.1016/j.pos…

Dramićanin, A.M., Andrić, F.L., Poštić, D.Z., Momirov… Sugar profiles as a promising tool in tracing differe… botanical origin and climate. Journal of Food Composition and …, 57–65. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.005

El-Sayed, A.A. El-Maaty, S.M.A., & Abdelhady, M.M. (… as functional food product via application of enzy… Scientific African, 20, e01698. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.…

Lee, J.S., Kim, S.Y., Kang, D.H., & Han, J. (2025). … strategy to extend shelf-life of potato tubers: Co… ultrasonic cleaning and edible coating. Postharvest Biology and Technol… 113367. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113367

Li, L., Zhu, T., Wen, L., Zhang, T., & Ren, M. (2024)… Journal of Advanced Research. In Press, Corrected Proof. https://doi.o…

Maltsev, S.V., Zeiruk, V.N., Belov, G.L., Vasil'eva, … of phytohormone ethylene on growth and development of potato… Research on Crops, 22 (special issue), 75–78. https://doi.org/10.31830/2…

McFadden, J.R., & Huffman, W.E. (2017). Consumer val… achieved using biotechnology: The case of new po… Food Policy, 69, 82–96. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.03.002

Mojo-Quisani, A., Licona-Pacco, K., Choque-Quispe, D… Mamani-Condori, R., Florez-Huaracha, K., & Huamaní-… properties of starch of four native … Heliyon, 10(16), e35809. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35809

Mukhametov, A., Shamekova, M., Dautkanova, D., Kazhy… potato production regulatory framework established… Comparison of the GOST (Russia) and UNECE… Journal of Agriculture and Food Research, 11, 100520. https://doi.org/10.1016/j.jafr.…

Osipov, V.S., & Zeldner, A.G. (2023). Potato product… A. Bakhsh, & K. Jabran (Eds.), Potato Production Worldwide (pp. 341–363). Academic … https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00023-2

Reyniers, S., Ooms, N., Gomand, S.V., & Delcour, J.A. (2020). What makes starc… (Solanum tuberosum L.) tubers unique: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Saf…, [illegible], 2588–2612. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12596

Rudoy, E.V., Petukhova, M.S., Petrov, A.F., Kapustya… (2020). Crop production in Russia 2030: Alternative… Data in Brief, 29, 105097. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.1…

Saini, R., Kaur, S., Aggarwal, P., Dhiman, A., & Su… innovative processing technologies for quality pr… products: A review. Food Control. https://doi.org/10.1016/…

Sampaio, S.L., Barreira, J.C.M., Fernandes, A., Petr… C., Ferreira, I.C.F.R., & Barros, L. (2021). Potat… on the nutritional and physicochemical composition… Food Chemistry, 34… 128853. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128…

Sharma, A.K., Zotarelli, L., Zare, A., & Sharma, L
estimation and grading with machine learning… Smart Agricultural Technology, 10, 100832.
https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100832

Shen, W., Mao, L., Guan, W., Qi, X., & Lin, Q. (2025)
participate in starch and sugar metabolism during … Solanum tuberosum … potato
and rewarming. Food Bioscience, 66, 106109. https://doi.org/10.101

Šimková, D., Lachman, J., Hamouz, K., & Vokál, B. (
on total starch, amylose, phosphorus content and
cultivars for food and industrial … Food Chemistry, 141(4), 3872–3880. https
org/10.1016/j.foodchem.2013.06.080

Song, J., Qi, M., Han, F., Xu, M., Li, Y., Zhang, X
Understanding the anti-browning mechanism and phys
during the magnetic … Food Chemistry, 461, 141696. https://doi.
j.foodchem.2024.141696

Starchak, V.I., Kibal'nik, O.P., Stepanchenko, D.A.
use of cluster analysis in the selection of … Journal of Agricultural … Environment, 2(22). https://doi.org/10.23649/jae.2022.2.22

Ştefan, F.M., Chiru, S.C., Iliev, P., Ilieva, I., Zhe
Potato production in Eastern Europe (Romania, Repu
In M. E. Çalişkan, A. Bakhsh, K. Jabran (Eds.), Potato Production Worldwide (pp. 381–395).
Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8

Téllez-Morales, J.A., & Arce-Ortiz, A. (2024). Adva
potato products with air frying … Sustainable Food Technology, 2(5),
1228–1234. https://doi.org/10.1039/d4fb00125g

Vasilyeva, S.V., Zeyruk, V.N., Derevyagina, M.K., Be
pre-plant treatment of potato tubers against basic
Research on Crops, 2(22), 67–71. https://doi.org/1

Velotto, S., Squillante, J. Coppola, L., Romano, A.,
Acrylamide in processed potatoes from food servic
methods and risk assessment. Journal of Food Composition and Analysis, 107031.
https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107031

Wang, Zj., Liu, H., Zeng, Fk., Yang, Y., Xu, D., Zhao
Potato Processing Industry in China: Current Scenar… Potato Research, 66, 543–562. https://doi.org/10.1007/s11540-022-09

Yadav, N., Saini, P., Kaur, D., Gupta, V.K., Kaundal,
effect on nutritionally important starch fractions … Food Chemistry Advances, 4, 100403. https://doi.org/10.1016/j.focha

ОБ АВТОРАХ

Мальцев Станислав Владимирович, [illegible] ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7211-315X, [illegible] D-2308-2018, SPIN-[illegible]: 1106-0687, stanmalcev@yandex[illegible]

Шабанов Адам Эмирсолтанович, [illegible] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7703-0617, R[illegible] 2055, agro-vniikh@mail.ru

Соломенцев Павел Викторович, [illegible] (140051, [illegible] ORCID: [illegible] [illegible]: 2089-2800, p_solomentsev@mail.ru

Абросимов Дмитрий Васильевич, [illegible] А.[illegible] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6279-4972, SPIN-[illegible]

Князева Елена Валерьевна, [illegible] «[illegible] А.[illegible]» (140051, [illegible] 23, [illegible]) [illegible] 222X, SPIN-[illegible]: 9417-2265, elenak-73@rambler.ru

ABOUT THE AUTHOR

Maltsev Stanislav Vladimirovich, Doctor of Science in Agriculture, Prin[illegible] of Agricultural Technologies of Russian Potato Res[illegible] Moscow region, Lyubertsy urban district, Kraskovo [illegible] ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7211-315X, Scopus ID: 5[illegible] SPIN-code: 1106-0687, stanmalcev@yandex.ru

Shabanov Adam Emirsoltanovich, Doctor of Agricultural sciences, Pri[illegible] Department of Agricultural Technologies of Russian [illegible] Federation, Moscow region, Lyubertsy urban district, [illegible] https://orcid.org/0000-0002-7703-0617, Researcher [illegible] agro-vniikh@mail.ru

Solomentsev Pavel Viktorovich, Researcher at the Department of A[illegible] Postgraduate Student of Russian Potato Research [illegible] Moscow region, Lyubertsy urban district, Kraskovo [illegible] https://orcid.org/0000-0002-9051-7139, SPIN-code: 2[illegible]

Abrosimov Dmitry Vasilyevich, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Res[illegible] Agricultural Technologies of Russian Potato Resea[illegible] Moscow region, Lyubertsy urban district, Kraskovo [illegible] https://orcid.org/0000-0002-6279-4972, SPIN-code: 3[illegible]

Knyazeva Elena Valerievna, Researcher at the Department [illegible] Postgraduate Student of Russian Potato Research [illegible] Moscow region, Lyubertsy urban district, Kraskovo [illegible] https://orcid.org/0000-0001-7336-222X, SPIN-code: 9[illegible]

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПЕРЦА СТИМУЛЯТОРОМ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАССАДЫ

С.Г. ЧЕРНЯЕВА, А.Н. СЕЛИВАНОВ

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» РАН, г. Раменское, Московская область, РФ

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Владимир Владиславович Никитин
E-mail: v.nikitin@fncvh.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
Чернеева С.Г., Селиванов А.Н. (2025) Влияние предпосевной обработки семян перца стимулятором роста на продуктивность рассады // Хранение и переработка сельхозсырья. 2025. № 2. С. 357–375. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.640

ПОСТУПИЛА: 11.2024
ПРИНЯТА: 06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:
Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦО РАН.

АННОТАЦИЯ

Введение. Применение стимуляторов роста растений является одним из эффективных способов повышения урожайности и качества продукции. Капсикум (перец) – культура, требовательная к условиям выращивания, поэтому предпосевная обработка семян стимуляторами роста может способствовать получению дружных всходов и сильной рассады.

Цель. Изучить влияние предпосевной обработки семян перца стимулятором роста на продуктивность рассады.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2023–2024 гг. в условиях защищенного грунта. Объектом исследования являлись семена перца сорта Ратунда. Семена замачивали в растворе стимулятора роста Циркон в концентрации 0,1 мл/л воды в течение 12 часов. Контрольные семена замачивали в воде. Посев проводили в кассеты с ячейками объемом 100 мл. Рассаду выращивали до фазы 10–12 настоящих листьев. Учитывали всхожесть семян, высоту растений, диаметр стебля, количество листьев, площадь листовой поверхности, массу надземной части и корней, а также содержание хлорофилла.

Результаты. Установлено, что предпосевная обработка семян стимулятором роста Циркон способствовала ускорению прорастания семян на 1–2 дня и повышению всхожести на 5–7 %. Рассада, выращенная из обработанных семян, превосходила контроль по высоте растений на 12–15 %, диаметру стебля на 8–10 %, количеству листьев на 1–2 шт., площади листовой поверхности на 18–22 %. Масса надземной части увеличилась на 20–25 %, масса корней – на 15–18 %. Содержание хлорофилла в листьях было выше на 10–12 %.

Выводы. Предпосевная обработка семян перца стимулятором роста Циркон в концентрации 0,1 мл/л воды в течение 12 часов является эффективным приемом для получения качественной рассады. Рекомендуется использовать данный прием при выращивании рассады перца в защищенном грунте.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
капсикум; стимулятор роста; Циркон; всхожесть; рассада; продуктивность; перец

Введение

Капсикум (перец) – одна из важнейших овощных культур, возделываемых в защищенном грунте. Плоды перца богаты витаминами, минеральными веществами и биологически активными соединениями. Однако культура требовательна к условиям выращивания, особенно на ранних этапах развития, когда формируется будущий урожай.

Применение стимуляторов роста растений является одним из эффективных способов повышения урожайности и качества продукции. Предпосевная обработка семян позволяет ускорить прорастание, повысить всхожесть и получить дружные всходы. Это особенно важно для культур с длительным периодом прорастания, к которым относится перец.

Цель исследования – изучить влияние предпосевной обработки семян перца стимулятором роста на продуктивность рассады.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2023–2024 гг. в условиях защищенного грунта. Объектом исследования являлись семена перца сорта Ратунда. Семена замачивали в растворе стимулятора роста Циркон в концентрации 0,1 мл/л воды в течение 12 часов. Контрольные семена замачивали в воде. Посев проводили в кассеты с ячейками объемом 100 мл. Рассаду выращивали до фазы 10–12 настоящих листьев. Учитывали всхожесть семян, высоту растений, диаметр стебля, количество листьев, площадь листовой поверхности, массу надземной части и корней, а также содержание хлорофилла.

Результаты

Установлено, что предпосевная обработка семян стимулятором роста Циркон способствовала ускорению прорастания семян на 1–2 дня и повышению всхожести на 5–7 %. Рассада, выращенная из обработанных семян, превосходила контроль по высоте растений на 12–15 %, диаметру стебля на 8–10 %, количеству листьев на 1–2 шт., площади листовой поверхности на 18–22 %. Масса надземной части увеличилась на 20–25 %, масса корней – на 15–18 %. Содержание хлорофилла в листьях было выше на 10–12 %.

Выводы

Предпосевная обработка семян перца стимулятором роста Циркон в концентрации 0,1 мл/л воды в течение 12 часов является эффективным приемом для получения качественной рассады. Рекомендуется использовать данный прием при выращивании рассады перца в защищенном грунте.

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Dynamics of Fresh Preservation Unde Simulating the Co

Vladimir V. Nikitin, Alexander N.

All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Vladimir V. Nikitin
E-mail: v.nikitin@fncps.ru

FOR CITATIONS:
Nikitin V.V., Suchkov A.N. (2025). Dynamics of Fresh Pepper Preservation Under Conditions Simulating the Cold Chain. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 58–75. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.640

RECEIVED: 01.11.2024
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: [illegible]

DECLARATION OF COMPETING INTERESTS: none declared.

FUNDING:
This article was prepared within the framework of research carried out under the state assignment of the V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Russian Academy of Sciences.

ABSTRACT

Introduction: Maintaining the quality of perishable
(*Capsicum annuum* L.) throughout all stages of the col
context of expanding food logistics. Despite
temperature), a significant proportion of pos
due to short-term temperature deviations occ
retail. While numerous studies have examined
on vegetable preservation, empirical data re
of real, sequential temperature fluctuations
from distribution center to retail shelf. Th
conditions has been particularly underexplor

Purpose: To experimentally identify the critical
significant influence on the preservation of s
the interaction between two key factors: the
fluctuating) and the type of packaging (open

Materials and Methods: Seven storage regimes were simul
including product storage at a distribution
and shelf storage. Two of the regimes (°C) maint
recommended by the producer. The remaining t
of actual cold-chain conditions: temperature °C
to 14 °C during transport and up to 24 °C during display.
under these regimes ranged from 4 to 11 days
quality passports and relevant regulatory do

Results: Short-term temperature increases during
to have a significant impact on the quality
deterioration was observed in samples store
materials slowed down spoilage to a limited e
met the required quality standards after the
importance of strict temperature control thr
transport to and storage at distribution cen

Conclusion: The study demonstrates that even sho
real-world logistics significantly degrade t
of packaging type. To ensure the retention o
cold-chain protocols should be revised, with
monitoring systems and the optimization of s

KEYWORDS
sweet pepper; cold chain; pepper preservati
pepper storage; pepper transportation

ВВЕДЕНИЕ

В условиях роста глобального ... овощи обеспечение их качества ... и транспортирования становится ... тором продовольственной безопасности. Ежегодно в мире производится свыше ... продукции, и по масштабам ... перец (Capsicum annuum L.) занимает ... место среди основных культур ... пустой, огурцами и баклажанами (... лова, 2022; Рыжкова, 2016; Dhamodharan et al., 2022; ... 2024; Baenas et al., 2019) ... чительный объём производства ... логистики остаются высокими ... до 14% продукции портится ещё до поступления на прилавки[1].

Ключевую роль в снижении ... блюдение температурного режима ... холодильной цепи. Как подчёркивают ... (2017), даже кратковременные ... комендуемой температуры ... ускоренные микробиологические ... ческие процессы, способствующие ... ции. Нарушение температурного баланса приводит к ускоренному старению ... тургора и снижению пищевой ... (Narenthiran et al., 2020; ... al., 2022; Shan et al., 2023; ... al., 2023; Duan et al., 2020; ... et al., 2019; Thakur et al., 2017; ... Wang et al., 2025). Особенно ... колебаниям сладкий перец, в силу тонкой кожуры и активного метаболизма ... ности.

Современные исследования ... ся на лабораторно контролируемых условиях, что ограничивает их применимость ... логистических сценариях. ... (2011) отмечают, что в реальных цепочках поставок распространены повторяющиеся ... ки при экспедиции, транспортировке ... продукции. В то же время ... (2023) указывают, что кратковременные ... температуры на 5 °C ... не ...

существенного эффекта на сохр... ких логистических циклах. Эти ...

Несмотря на наличие отдельных ... по влиянию условий хранения ...

... гипотезы:

... Эксперимент проводился в ...

[1] ФАО. (2019). Состояние продовольствия и сельского хозяйства: Продви... (Глава 2). Рим.

с крупным ритейлером, с моделированием температурных режимов, отражающих реалии современной логистики. В каждом [illegible] зировались параметры качества (визуаль-ные дефекты, отход, нестандарт[illegible]) в двух вариантах упаковки. Полученные результаты позволят восполнить пробел в научных данных и предложить практические решения для повышения устойчивости холодильной цепи и снижения потерь свежих овощей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования

Объектом исследования являлся красный сладкий перец (*Capsicum annuum* L.), сорт не указан производителем. Сбор урожая произведен 15.01.2024, дата закупки — 29.01.2024. Таким образом, срок хранения между сбором урожая и началом исследований составил 14 суток.

Перец был приобретен на агрокластере «ФудСити» (г. Москва, [illegible]) у одного [illegible] производителя одной партии. Перцы [illegible] соответствовали следующим критериям зрелости:

1) ярко выраженный красный цвет;
2) отсутствие деформаций и по[illegible] кожуры;
3) масса плодов — от 100 до 15[illegible];
4) содержание сухих веществ — [illegible] %.

На Рисунке 1 представлены обр[illegible] портной упаковке (а) и в разрезе (б).

Исследования проводились с [illegible] 20 транспортных упаковок пер[illegible] на режим). Вес каждой транспо[illegible] лял 4–5 [illegible]. Выборка обоснована не[illegible] двукратной повторности опытов [illegible] для каждого [illegible] сорта.

Транспортирование перца от п[illegible] осуществлялось в ор[illegible] транспортной таре при температуре 1 ± 1 °С, время доставки — 3 ч. Упаковка была час[illegible] обеспечивало [illegible] циркуляцию воздуха.

Рисунок 1

[illegible]

Figure 1

Fresh Red Sweet Pepper

а б

Примечание: [illegible]

Note: а – pepper in transport packaging; b – pepper cross-section.

Дизайн эксперимента

Эксперимент представляет собой двухфакторное исследование, где факторами являются:
(1) Температурные режимы (P1 - P5).
(2) Тип упаковки (открытая/закрытая).

Каждый температурный режим [illegible] в двух вариантах упаковки: открытая [illegible] стрейч-плёнкой с перфорацией [illegible] упаковки на вариант (итого [illegible] 4 [illegible]). Таким образом, в каждой [illegible] n = 4 [illegible] количество независимых наблюдений [illegible] (Таблица 1).

Распределение образцов по условиям было произведено случайным образом. Единицей анализа служила транспортная упаковка (Таблица 2). Экспериментальные режимы моделировались в отдельных климатических или холодильных камерах.

Моделирование температур[illegible]

[illegible] холодиль[illegible] составлены на основ[illegible] систем, собирающих телемет[illegible] распределительном це[illegible]ровочном центре, транспорте, [illegible] как Rapid S[illegible] температур[illegible] GPS [illegible] данных те[illegible] холодильной цеп[illegible] пиковые температуры [illegible] регионах страны, [illegible]ют среднегодовую температуру [illegible] условиям [illegible]ализации с у[illegible] инфраструктуры [illegible] транспортной и[illegible]

Таблица 1
[illegible]
Table 1
Distribution of Samples According to Experimental Conditions

Режим	Температурный профиль	Тип упаковки	Количество	Повторность
P1	[illegible]	[illegible]	4	2
P2	[illegible]	[illegible]	4	2
P3	[illegible]	[illegible]	4	2
P4	[illegible]	[illegible]	4	2
P5	[illegible]	[illegible]	4	2

Таблица 2
[illegible]
Table 2
Distribution of Samples According to Experimental Conditions

Режим	Этапы хранения	Температура, (°C)	Длительность (ч)	Тип упаковки	Примечание
P1	[illegible]	8 ± 1	96	[illegible]	ГОСТ Р 50419-92
P2	[illegible]	8 ± 1	264	[illegible]	ГОСТ Р 50419-92
P3	[illegible]	[illegible]	96	[illegible]	[illegible]
P4	[illegible] 2°C ± 1	[illegible]	96	[illegible]	[illegible]
P5	[illegible]	[illegible]	264	[illegible]	[illegible]

Условия хранения и контроля

Все экспериментальные режимы моделировались в отдельных климатических камерах. С целью подготовки экспериментального стенда была произведена санитарная обработка холодильных и климатических камер в соответствии с Инструкцией по санитарной обработке технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях мясной промышленности, разработанной ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова.

Транспортные упаковки размещались на стеллажах на высоте 50 см от пола, расстояние между упаковками — не менее 10 см. В камерах обеспечивалась принудительная вентиляция со скоростью воздушного потока 0,5 м/с.

Контроль параметров среды осуществлялся следующим образом.

(1) Температура контролировалась многоканальным регистратором ИС-203.2 (ООО «НПО ТЕХНО-АС», Россия), с интервалом регистрации 1 раз в минуту. Основные характеристики измерителя-регистратора температуры ИС-203.2 представлены в Таблице 3.

Таблица 3

[illegible] ИС-203.2

Table 3

Main Characteristics of the IS-203.2 Temperature Recorder-Identifier

[illegible]	50…500
[illegible], °C	[illegible]
[illegible], °C	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

(2) Влажность воздуха измерялась с по[illegible] «ВИТ-1» (ООО ПФ «ШАТЛЫГИН И КО» [illegible] 2 часа. Осно[illegible] гигрометра психрометрического [illegible] в Таблице 4.

Таблица 4

[illegible] «СИТ-1»

Table 4

Main Characteristics of the VIT-1...

[illegible]	[illegible]
[illegible], °C	[illegible]
[illegible] 0,5 [illegible]	
[illegible]	[illegible]
[illegible] 5 [illegible] 10	± 7
[illegible] 10 [illegible] 30	± 6
[illegible] 30 [illegible] 40	± 5

(3) Оборудование проходило еже[illegible]ческую поверку согласно ГОСТ [illegible] для ИС-203.2);

(4) Камеры использовались искл[illegible]ного эксперимента, другие обра[illegible]

Оценка качества образцов

Органолептическая оценка каче[illegible] дилась экспертами ритейл-сов[illegible]тельской группой по утвержден[illegible] чества товаров[2,3] (Fikiin et al., [illegible] et al., 2019) (Таблица 5).

[2] ГОСТ Р 57976–2017. Фрукты и овощи свежие. Термины и определения. Вве...

[3] ГОСТ 4.458–2019. Система показателей качества продукции. Продукты ... показателей. Введ. 2020–07-01. М.: Стандартинформ, 2019.

Таблица 5

[illegible] (n = 20)

Table 5

Scoring Scale for Evaluating the Quality of Sweet Pepper Samp[les in] Two Packaging Types (n = 20)

Критерий	Описание	Баллы	Примечание
[illegible]	[illegible]	5	[illegible]
[illegible]	[illegible]	5	[illegible]
[illegible]	[illegible]	5	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	> 5 % [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	< 5 %, [illegible]

Категории:

(1) «Отход» — плоды с гнилью, [illegible] товарного вида (> 5 %);

(2) «Нестандарт» — плоды с [illegible]ниями (< 5 %), допускается к реализации.

В режиме Р1 и Р2 весь срок хранения образцы находились при постоянной температуре хранения 1 ± 1 °C, но при разной продолжительности хранения. Выбор температурных условий хранения обусловлен требованиями производителя.

Для режимов Р3 и Р4 были созданы температурные модели, соответствующие реальным возможным отклонениям при транспортировании, хранении и реализации овощей. Первый этап продолжительностью 2 часа с температурой 10 ± 1 °C имитирует зону экспедиции на РЦ предприятия, реализующего продукцию. Второй этап продолжительностью 36 часов с температурой 7 ± 1 °C имитирует хранение на РЦ. Третий этап продолжительностью 2 часа с температурой 10 ± 1 °C имитирует зону экспедиции на РЦ и четвертый этап продолжительностью 5 часов имитирует транспортирование до точки реализации продукции. На этапе транспортирования температурный режим 5 ± 1 °C, но каждые 40 минут имитируется разгрузка продолжительностью 20 минут с температурой 13 ± 1 °C. Далее температурные режимы в режимах отличаются. В Р3 до окончания экспериментального хранения имитируется режим хранения согласно требованиям производителя и ГОСТ Р 50419–92 (ИСО 2169–81)[4] при 1 ± 1 °C.

В Р4 после [illegible] имитируется возможное нахожд[ение] [illegible] в неохлаждаемом помещении [illegible] перед реализацией в торговой точ[ке] [illegible] 23 ± 1 °C.

Для Р5 смоделированы условия [illegible] с дополнительной имитацией хранения [illegible] продолжительностью [illegible] 1 ± 1 °C [illegible] имитации транспор[тирования] [illegible] на РЦ продолжительностью 96 ч [illegible] 13 ± 1 °C [illegible]

Общая продолжительность экспериментального хранения для режимов Р1, Р3 и [illegible] 10 суток, для Р2 и Р5 — 11 суток.

На рисунках 2–3 представлены [illegible] режимов хранения сладкого [перца] [illegible]. Размещение транспортных упак[овок] в холодильной [камере] [illegible] (рис. 4) [illegible]

Контроль образцов на стандартность [illegible] 9 раз [illegible] перед [illegible] после этапов имитации [illegible] (продажа в магазине) [illegible]

---

[4] ГОСТ Р 50419–92. Фрукты и овощи. Физические условия хранения в охлаж[…] измерений. — Введ. 1993–07–01. — М.: Издательство стандартов, 1992. […]

Рисунок 2
Cʒ ƪ Ʊ þ ʒ ƪ Ʊ ƴ ƪ Ƶ þ ʒ ƺ Ƶ Ʊ Ɩ ʒ Ƶ ƪ ƫ ſ Ʊ Ƴ Ƨ P1, P3 ſ P4 ʒ Ƶ þ Ʊ ƪ Ʊ ſ Ǯ ƶ ư þ Ʃ Ư Ƴ ƨ Ƴ
Figure 2
Temperature Regimes Schemes for Storage of Sweet Pepper:

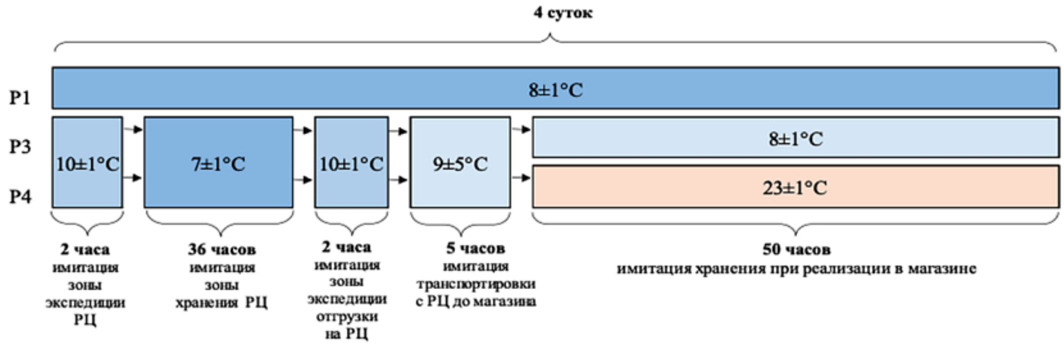


Рисунок 3
Cʒ ƪ Ʊ þ ʒ ƪ Ʊ ƴ ƪ Ƶ þ ʒ ƺ Ƶ Ʊ Ɩ ʒ Ƶ ƪ ƫ ſ Ʊ Ƴ Ƨ P2 ſ P5 ʒ Ƶ þ Ʊ ƪ Ʊ ſ Ǯ ƶ ư þ Ʃ Ư Ƴ ƨ Ƴ ƴ ƪ Ƶ
Figure 3
Temperature Regimes Schemes for Storage of Sweet Pepper:

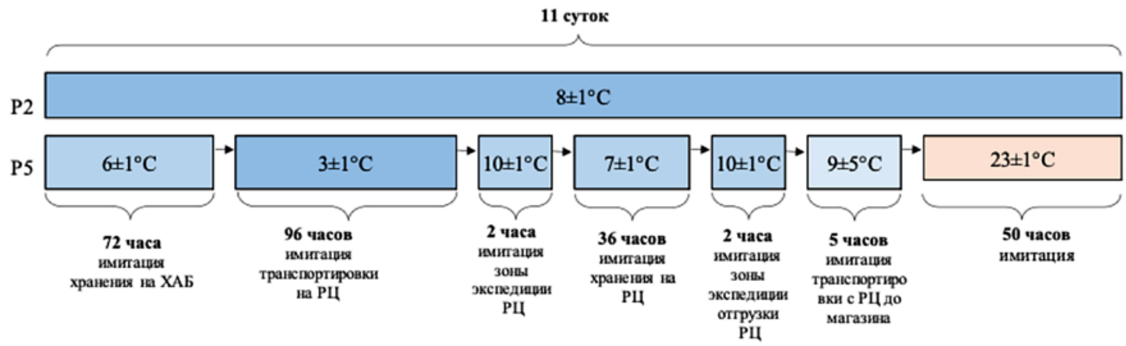


Рисунок 4
Pþ Ƭ Ʊ ƪ ƾ ƪ Ʊ ſ ƪ ʒ Ƶ þ Ʊ ƶ ƴ Ƴ Ƶ ʒ Ʊ Ɩ ʒ ƺ ƴ þ Ư Ƴ Ƨ Ƴ Ư а) ƶ ư ʒ þ Ƴ Ʃ Ư Ƴ Ʊ ſ ư ƪ Ƶ ƪ Ʊ (б) Ƨ Ư ư ſ Ʊ
Ư þ Ʊ ƪ Ƶ þ ʒ Ƨ Ʃ Ƨ ƺ ʒ ʒ ſ ƴ þ ʒ ƺ ƴ þ Ư Ƴ Ƨ Ư ſ
Figure 4
Placement of Transport Packages with Sweet Pepper in Climate (а) and Refrigerator (б) Chambers in
Two Types of Packaging

а б

Оценка фиксировалась в протоколе с фотофиксацией. Участвовало 3 эксперта; результаты усреднялись после согласования.

Через сутки после приобретения у производителя и транспортирования до места проведения исследований для получения данных по отношению к качественным характеристикам свежего перца проводили совместно с экспертами по качеству органолептическую оценку, утвержденным компанией ритейла паспортам качества товаров и ГОСТам. Все образцы перца соответствовали требованиям паспортов качества товаров и ГОСТов. Образцы перца компоновали в 5 партии (каждая партия для отдельного температурного режима Р1-Р5) по 4 транспортной тары в каждой (2-х кратная повторность опытов — 2 открытые транспортные упаковки и 2 закрытые, обмотанные стретч пленкой с перфорацией). Средний вес транспортной тары с перцем составил 4–5 кг. Затем помещали на дальнейшее хранение. По окончании всего срока хранения были проанализированы все образцы на каждом этапе температурного режима на соответствие паспортов качества товаров и ГОСТов.

Статистическая обработка

Для обработки полученных данных [...] программный пакет Microsoft E[...]

Все данные представлены как среднее ± стандартное отклонение (M±SD).

Для сравнения между группами [...] однофакторный ANOVA с последующим [...] Tukey HSD.

Уровень значимости [...] p < 0.05.

В [...] графиках указана [...] (SE) [...], где это ум[...]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже приведены [...] результаты [...] хранения [...] перца, включая [...] температурах [...] (Р1-Р5) по двум типам [...] и открытой. Таблица 6 суммиру[...]

Таблица 6

ПƵ Ƴ ƶ ǀ Ʊ Ʒ Ƴ Ʒ ƺ Ƴ Ʃ Ƴ Ƨ ƭ Ʊ ǀ ƶ Ʒ ƥ Ʊ Ʃ ƥ Ƶ Ʒ ƥ ƹ Ƴ Ʀ Ƶ ƥ Ƭ ƶ Ƴ Ƨ ƶ ǁ ƥ Ʃ Ư Ƴ ƨ Ƴ ƴ ǀ Ƶ ƶ ƥ Ʃ Ƴ ƭ ƹ ƴ ƥ Ư Ƴ ƨ ƭ (n = 20)

Table 6

Percentage of Waste and Non-Standard Samples of Sweet Pepper [...] Types of Packaging (n = 20)

Режим	Оценка качества, контроль	Упаковка	Отход, %	Нестандарт, %	Характеристика отхода	Характеристика нестандарта
Р1	Ƈ ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	–	2,7	0	ƈ Ʊ ƭ ǁ ǁ	
Ƈ l ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ		З ƥ Ư ƶ l Ʒ ƥ Ǆ	6,4	13,9	ƈ Ʊ ƭ ǁ ǁ, ƴ ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ	П ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ ƴ ǁ Ƴ Ʃ Ƴ Ʊ Ƴ ƣ Ư ƭ, ƹ Ƨ Ǆ Ʃ ƥ Ʊ ƭ ƫ
	Ƈ l ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	О Ʒ Ư ƶ l Ʒ l Ʈ	6,7	7	ƈ Ʊ ƭ ǁ ǁ, ƴ ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ	П ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ ƴ ǁ Ƴ Ʃ Ƴ Ʊ Ƴ ƣ Ư ƭ, ƹ Ƨ Ǆ Ʃ ƥ Ʊ ƭ ƫ
Р2	Ƈ ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	–	0	0	–	–
	Ƨ l ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	З ƥ Ư ƶ l Ʒ ƥ Ǆ	0	39,8	–	ƴ ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ ƴ ǁ Ƴ Ʃ Ƴ Ʊ Ƴ ƣ Ư ƭ, ƹ Ƨ Ǆ Ʃ ƥ Ʊ ƭ ƫ
	Ƈ l ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	О Ʒ Ư ƶ l Ʒ l Ʈ	1,3	20	ƈ Ʊ ƭ ǁ ǁ, ƴ ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ	П ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ ƴ ǁ Ƴ Ʃ Ƴ Ʊ Ƴ ƣ Ư ƭ, ƹ Ƨ Ǆ Ʃ ƥ Ʊ ƭ ƫ
Р3	Ƈ ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	–	0	0	–	–
	Ƨ l ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	З ƥ Ư ƶ l Ʒ ƥ Ǆ	0	5,3	–	ƴ ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ ƴ ǁ Ƴ Ʃ Ƴ Ʊ Ƴ ƣ Ư ƭ, ƹ Ƨ Ǆ Ʃ ƥ Ʊ ƭ ƫ
	Ƈ l ƺ Ƴ Ʃ Ʊ Ƴ Ʈ	О Ʒ Ư ƶ l Ʒ l Ʈ	20	8	ƈ Ʊ ƭ ǁ ǁ, ƴ ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ	П ǁ ƫ ƶ ƫ Ʊ ǁ ƴ ǁ Ƴ Ʃ Ƴ Ʊ Ƴ ƣ Ư ƭ, ƹ Ƨ Ǆ Ʃ ƥ Ʊ ƭ ƫ

Окончание Табли...

Режим	Оценка качества, контроль	Упаковка	Отход, %	Нестандарт, %	Характеристика отхода	Характеристика нестандарта
Р4	[illegible]	–	0	0	–	–
	[illegible]	[illegible]	9,2	14	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	20,9	6,7	[illegible]	[illegible]
Р5	[illegible]	–	0	0	–	–
	[illegible]	[illegible]	33,0	8	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	53,0	13	[illegible]	[illegible]

Примечание. [illegible]

Note. Compliance з waste (... 5 %), abrasion, s...
Non-compliance з waste ... non-standard (... 5 %), abrasion, sh...

чения, а Рисунки 5–9 демонстрируют термограммы хранения сладкого перца при экспериментальных режимах. Различные профили хранения для каждого режима [illegible] статистически (p < 0,05; U-критерий Манна-Уитни). Наибо...

Наибольший уровень отходов после хранения был зафиксирован в режиме Р5 при открытой упаковке (53 %), а минимальный — в режиме Р2 при закрытой упаковке (0 %). В режиме Р3 отходы в закрытой упаковке составили 0 %, как и в открытой. По доле нестандарта максимальное значение зарегистрировано в режиме Р2 при закрытой упаковке (39,8 %).

Максимальная амплитуда суточных колебаний температуры была зафиксирована в режиме Р5 (±1 °C), как в режимах [illegible]

Среднее значение отходов [illegible] составило 17 % для [illegible] 14,6 [illegible] закрытой [illegible] 1,8 °C [illegible] Продолжите...

Рисунок 5
[illegible]
Figure 5
Thermogram of Sweet Pepper Storage Under Experimenta...

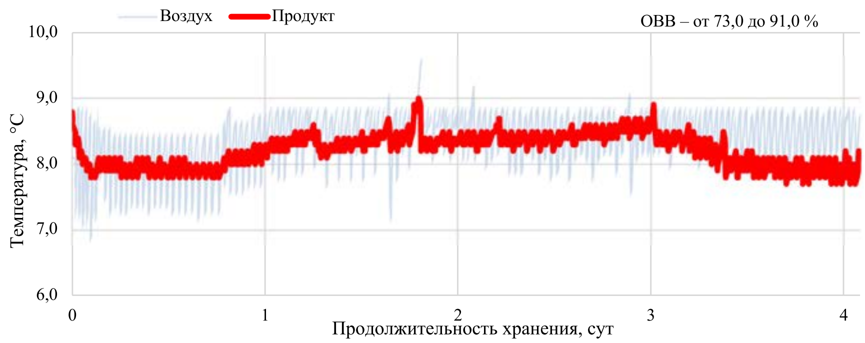


Рисунок 6

ƬƨŽƱƳƶŽþƱƱþ ǯŽþƲƨƲƭǄ ƶưþƩƯƳƶƳ ƴƨŽƶþ ƴŽƭ ǂƯƶƴƨŽƭƱƨƲƷþ...

Figure 6

Thermogram of Sweet Pepper Storage Under Experimenta...

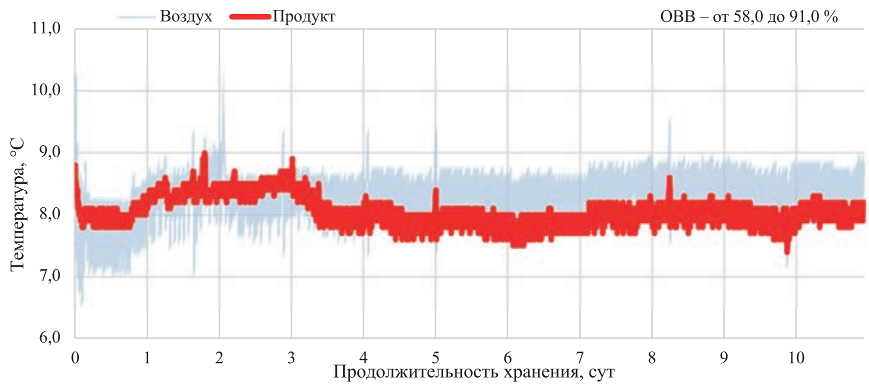


Рисунок 7

ƬƨŽƱƳƶŽþƱƱþ ǯŽþƲƨƲƭǄ ƶưþƩƯƳƶƳ ƴƨŽƶþ ƴŽƭ ǂƯƶƴƨŽƭƱƨƲƷþ...

Figure 7

Thermogram of Sweet Pepper Storage Under Experimenta...

Рисунок 8

ƬƨŽƱƳƶŽþƱƱþ ǯŽþƲƨƲƭǄ ƶưþƩƯƳƶƳ ƴƨŽƶþ ƴŽƭ ǂƯƶƴƨŽƭƱƨƲƷþ...

Figure 8

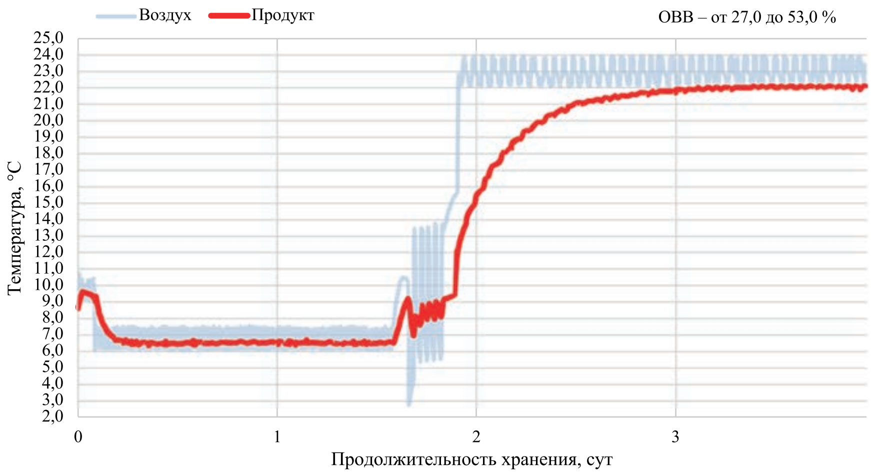
Thermogram of Sweet Pepper Storage Under Experimenta...

Рисунок 9

[illegible]

Figure 9

Thermogram of Sweet Pepper Storage Under Experimenta[illegible]



ность хранения коррелировала с уровнем отходов ($r = 0,81$; $p < 0,01$).

Для всех режимов хранения сравнивались показатели качества перца в за[illegible]портной упаковке. Доля отходов в [illegible] ковке оказалась выше [illegible] % в среднем по режимам ($p < 0,05$). Наибольшая [illegible] далась в режимах Р2 и Р3, [illegible] потери составили [illegible] % и [illegible] % соответственно. Вместе с [illegible] чия между типами упаковки [illegible] ными: [illegible] % отходов в закрытой [illegible] в открытой. Это указывает [illegible] эффекта упаковки при высо[illegible] нения.

[illegible] уровнем отходов [illegible] к температурным колебаниям и нарушению холодильной це[illegible] 2017; Narenthiran et al., 202[illegible] сравнивались показа[illegible] качества [illegible] режиме [illegible] расширенный логистический цик[illegible] [illegible] ования, [illegible] комнат[illegible] ($20–21$ °С). В этом режиме доля о[illegible] [illegible] выражен[illegible] высоких температу[illegible] [illegible] его эф[illegible] [illegible] сопоставим с [illegible] (2022), согласно которым посл[illegible] при 6–9 потери достигали 40–48 [illegible] стоящем исследовании значите[illegible] качества произошло уже спустя [illegible] ременном температурном воздей[illegible]

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные в ходе исследо[illegible] ждают критическую зависим[illegible] го перца от параметров тем[illegible] режима и типа упаковки при хранении в условиях, имитирующих реальную розничную [illegible] таты демонстрируют, что да[illegible] повышение температуры на [illegible] лодильной цепи приводит к су[illegible] доли отходов и нестандарт[illegible] но в случае хранения в от[illegible] блюдения согласуются с ран[illegible] данными, свидетельствующими [illegible]

[illegible] высокой [illegible] хранность [illegible] 2022). Эффективность упаковки варьир[illegible] температурных услови[illegible] (Р1–Р3) закрыта[illegible] статистически з[illegible] по сравнению с [illegible] 5,8 % [illegible] в снижен[illegible] уменьшении [illegible]

(Шачек и др., 2023; Ilić et al., 2024; Adhikary et al., 2024). В частности, в режиме Р3, где температура хранения соответствовала ГОСТу, в закрытой упаковке не было зафиксировано отходов, тогда как в открытой — 2 %.

Однако при повышенных температурах эффективность упаковки снижалась. Так, в режиме Р5, несмотря на наличие герметичной оболочки, развитие гнили и плесени происходило как в открытой, так и в закрытой таре, что указывает на формирование неблагоприятной внутриупаковочной микросреды, благоприятной для роста патогенов. Подобный эффект описан в работе Cerit и Demirkol (2020), где подчеркивается, что сочетание высокой влажности и температуры в закрытой упаковке может стимулировать микробиологические процессы. Данные наблюдения также находят подтверждение в исследованиях, подчеркивающих значимость контроля не только температуры, но и относительной влажности (Хацкевич, 2020).

Отдельный интерес представляет ситуация, зафиксированная в режиме Р2, где при хранении при 18 °C в закрытой упаковке наблюдалась высокая доля нетоварной продукции (39 %) и отходов. Это может свидетельствовать о физиологической активности перцев в условиях повышенной влажности, способствующей увяданию и снижению тургора, что не противоречит результатам, полученным Кукушкиной (2015) в контексте влияния микроклимата на накопление и деградацию антиоксидантов.

Таким образом, выявленные закономерности позволяют уточнить ряд эмпирических положений. Во-первых, упаковка эффективна только в условиях соблюдения рекомендуемого температурного диапазона (12–14 °C), при превышении которого её защитные свойства нивелируются. Во-вторых, кумулятивный эффект температурных колебаний, характерный для реальной системы логистики, оказывает более сильное влияние на качество продукции, чем влияние изолированных факторов, что согласуется с подходами, ориентированными на моделирование совокупного логистического воздействия (Raab et al., 2011). В-третьих, особенности микроклимата упаковки требуют отдельного изучения с точки зрения использования модифицированной атмосферы и антибактериальных покрытий,

Несмотря на практическую значимость, исследование имеет ряд о...
отсутствие микробиологическог...
сохранности скоропортящихся о...
могут быть использованы для ...

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

портирования оказывает сущес...

ратурные режимы при транспортировании и хранении скоропортящейся овощной продукции, особенно в условиях импортозамещения и увеличения протяженности внутренних логистических цепочек. Во-вторых, следует внедрять современные методы упаковки, способные сохранять качество в неблагоприятные условия внешней среды. В-третьих, целесообразно разработать и внедрить единые стандарты контроля качества продукции на каждом этапе от производителя до потребителя, включая обязательный мониторинг параметров хранения и транспортирования.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на углубленный анализ логистических цепочек с точки зрения их устойчивости к климатическим и сезонным факторам, а также на разработку адаптивных систем управления качеством продукции в реальном времени. Перспективным направлением является изучение влияния комбинированных факторов (температура, влажность, время доставки) на физико-химические показатели плодов, а также моделирование оптимальных маршрутов доставки с учетом минимизации потерь. Кроме того, актуальным остается разработка мер государственной политики в сфере контроля качества импортозамещающей продукции и формирования стандартов постгарантийного качества.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Мищенко Владимир Владимирович — разработка концепции; формальный анализ; исследование; руководство; ресурсы; визуализация; написание рукописи

Сычков Александр Николаевич — курирование данных; получение финансирования; методология; администрирование исследовательским проектом; предоставление ресурсов; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

AUTHORS' CONTRIBUT

Vladimir V. Mishchenko — conceptualization; formal analysis; investigation; supervision; visualization; writing — original draft pre

Sychkov Alexander Nikolaevich — data curation; funding acquisition; methodology; project administration; resources; writing — review & editing

ЛИТЕРАТУРА

Кукушкина, Д. О., Журавлева, Д. А., & Коваль, Е. В. ... температур на накопление веществ с антиоксидантно... Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, (2), 58–6...

Мурашев С.В. (2015). Изменение содержания аскорбин... и переработке. Известия Санкт-Петербургского государст... университета, (41), 64–68.

Пугарева, М. А. (2024). Влияние низких температ... с антиоксидантными свойствами. Сборник статей LVIII междуна... научно-практической конференции студентов, аспирант... (с. 212–220). Государственный аграрный университет Северного Заур...

Рыжкова, С. М. (2016). Мировой рынок плодоовощной про... Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория э... хозяйством). Экономические науки, 1(37), 176–186.

Солдатенко, А. В., Разин, А. Ф., Шатилов, М. В., Иван... & Башкиров, О. В. (2018). Межрегиональный обмен в кон... овощей в субъектах федерации. Овощи России, (6), 41–46. https://doi.org/10.1...2072-9146-2018-6-41-46

Тутова, Т. Н., & Несмелова, Л. А. (2022). Анализ мир… Вестник Ижевской государственной сельскохозяйстве… (72), 41–49. https://doi.org/10.48012/1817-5457-2022-4-41-49

Хацкевич, Ю. Г. (2020). Хранение фруктов и овощей. L…

Шачек, Т. М., Зеленкова, Е. Н., Травкина, С. Г., Пе… Планирование эксперимента при оценке сроков годн… Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотех… (265), 5–14. https://doi.org/10.52065/2520-2669-2023-265-1-1

Янченко, Е. В., Енгалычев, Д. И., Енгалычева, Н. А… мульчирующих материалов на урожайность, биохимичес… плодов перца. Овощи России, (6), 90–96. https://doi.org/10.18… 2072-9146-2022-6-90-96

Adhikary, T., & Kumar, D. H. (2022). Packaging sys… Postharvest Technology: Recent Advances, New Perspectives… https://doi.org/10.… intechopen.101124

Afolabi, A. S., Choi, I. L., Lee, J. H., Kwon, Y. B… storage reduces the chilling injury symptoms of r… Horticulturae, 11(1), 69. https://doi.org/10.3390/horticultu…

Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & G… (Capsicum annum L.) derived products: Technologica… Food Chemistry, 274, 872–885. https://doi.org/10.1016/j.foodc…

Cerit, I., & Demirkol, O. (2020). Effects of modifed… absorber on the quality of red bell pepper. Journal of Food & Nutrition Res… (1), 35–43.

Dhamodharan, K., Vengaimaran, M., & Sankaran, M. (2… health benefits of capsicum species: A Comprehensive… Capsicum - Current Trends and Perspectives. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intecho…

Duan, Y., Wang, G.-B., Fawole, O. A., Verboven, P., … B., & Chen, K. (2020). Postharvest precooling of… Trends in Food Science & Technology, 100, 278–291. https://doi.org/10.101… https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.027

Dwibedi, V., Kaur, G., George, N., Rana, P., Ge, Y… the preservation and packaging of fruits and veg… innovative technologies. Food Packaging and Shelf Life, 46, 101385. https://doi.or… j.fpsl.2024.101385

Fikiru, O., Dulo, H. Z., Forsido, S. F., Tola, Y. B., … and storage duration on the functional quality of… Heliyon, 10(12), e32921. https://doi.org/10.1016/j.heliyo…

Ilić, Z. S., Trajković, R., Pavlović, R., Alkalai-Tu… heat treatment and individual shrink packaging on q… stored at suboptimal temperature. International Journal of Food Scien… (1), 83–90. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.028…

Kumar, S., Thakur, K. S., & Jyoti, K. (2019). Evalu… retention and shelf li… Capsicum… pepper… 19… 1056–1062.

Lei, Y., Zhang, Y., Cheng, Y., Huang, J., & Huang, … of spoilage-related microorganisms in braised c… packaging during refrigerated storage. Food Science and Human Wellness, (1), 28–34. https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.015

Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. … the food cold chain: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16(4), 647–667. https://doi.org/10.1111/1541-4337.122…

Moosavi-Nezhad, M., Homayoonzadeh, M., Tsaniklidis… Fanourakis, D., & Aliniaeifard, S. (2024). Enhanc… preharvest fertigation with calcium and potassium…

and cell wall degradation enzymes. Journal of Agriculture and Food R…, 101262. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101262

Narenthiran, N., Prasanna, P., Poongkundran, T., Anb… Aravind, P. (2020). An analysis of various factors … vegetable supply chain. International Journal of Postharvest Te…(4), 295–318. https://doi.org/10.1504/IJPTI.2020.110878

Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & … distribution. Meat Science, 78(1–2), 77–89. https://doi.org/10.1016/j.meatsc…

Olsson, A. (2004). Temperature controlled supply cha… responsibility. Proceedings of the 16th Annual Conference … Linköpings Universitet.

Raab, V., Petersen, B., & Kreyenschmidt, J. (2011). Temperature monitoring in mea… British Food Journal, 113(…), 1267–1289. https://doi.org/10.1108/0007070111…

Rybak, K., Wiktor, A., Kaveh, M., Dadan, M., Witrowa… of thermal and non-thermal technologies on kinetics … bell pepper dried with convective and microwave-con… Molecules, 27(7), 2164. https://doi.org/10.3390/molecules27072164

Shan, Y., Zhang, D., Luo, Z., Li, T., Qu, H., Duan, X… of postharvest fruit and vegetable: Extracellular … Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21(5), 4251–4273. https://doi.org/10.1111…

Thakur, K. S., Jyoti, K., Kumar, S., & Gautum, S. (… quality of bell pepper (Capsicum annuum L.) fruits treated with different … cold storage. International Journal of Current Microbiology…, 6(7), 2462–2475. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.291

Tiamiyu, Q. O., Adebayo, S. E., & Ibrahim, N. (2023). … of bell pepper: A review. Heliyon, 9(4), e15302. https://doi.org/10.1016…

Tort, Ö. Ö., Vayvay, Ö., & Çobanoğlu, E. (2022). A sy… vegetable supply chain. Sustainability, 14(3), 1573. https://doi.org/10.33…

Wang, S. Y., Herrera-Balandrano, D. D., Jiang, Y. H., … P. (2023). Application of chitosan nanoparticles i… fruits and vegetables: A review. Comprehensive Reviews in Food Scienc…, 22(3), 1722–1762. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13128

Wang, X., Luo, D., Chen, J., Cao, S., & Ba, L. (202… antioxidant system and volatile substances metabol… (Capsicum annuum L.)… Journal of Stored Products Research, 111, 102583. https://doi.org/10.1016…

Yimenu, S. M., Koo, J., Kim, B. S., Kim, J. H., & Ki… life estimation of packaged chicken … Poultry Science, 98(12), 6921–6930. https://doi.org/10.3382/ps/pez461

Zhao, F., Wei, Z., Zhou, G., Kristiansen, K., & Wa… temperatures on bacterial communities and function… Foods, 11(15), 2307. https://doi.org/10.3390/foods11152307

REFERENCES

Kukushkina, D. O., Zhuravleva, D. A., & Koval, E. V. … temperatures on the accumulation of substances wit… Kabardino-Balkarian State University named after … (2), 658–663. (In Rus…

Murashev, S. V. (2015). Changes in Ascorbic Acid Cont… Saint-Petersburg State Agrarian University, (41), 64–68. (In Russ.).

Pugareva, M. A. (2024). Effect of low temperatures … antioxidant properties of bell pepper. Proceedings of the LVIII Interna… practical Conference of students, postgraduates and … University of the Northern Urals. (In Russ.).

Ryzhkova, S. M. (2016). The global market of fruit a... Bulletin Peoples' Friendship Institute of the Cau... management» — Economic sciences, 1(37), 176–186. (In Russ.).

Soldatenko, A. V., Razin, A. F., Shatilov, M. V., I... & Bashkirov, O. V. (2018). Interregional exchange ... consumption of vegetables in subjects of the Rus... Vegetable crops of Russia, (6), 41–46. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-4...

Tutova, T. N., & Nesmelova, L. A. (2022). Analys... crop. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural A..., 4(72), 41–49. (In ...) https://doi.org/10.48012/1817-5457-2022-4-41-49

Khatskevich, Yu. G. (2020). Storage of fruits and ve...

Shatchek, T. M., Zelenkova, E. N., Travkina, S. G., ... Experimental design in shelf life evaluation of ... Proceedings of BSTU, issue 2, Chemical Engineering, Biotechnologies, ... 1(265), 5–14. (In ...) https://doi.org/10.52065/2520-2669-2023-265-1-1

Yanchenko, E. V., Engalychev, D. I., Engalycheva, N. ... mulching materials on yield, biochemical compositio... Vegetable crops of Russia, (6), 90–96. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9...

Adhikary, T., & Kumar, D. H. (2022). Packaging sys... Postharvest Technology: Recent Advances, New Perspectives... https://doi.org/10.5772/intechopen.101124

Afolabi, A. S., Choi, I. L., Lee, J. H., Kwon, Y. B... storage reduces the chilling injury symptoms of r... Horticulturae, 11(2), 169. https://doi.org/10.3390/horticultu...

Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & G... (Capsicum annum L.) derived products: Technologica... Food Chemistry, 274, 872–885. https://doi.org/10.1016/j.foodc...

Cerit, I., & Demirkol, O. (2020). Effects of modifed ... absorber on the quality of fresh bell pepper. Journal of Food and Nutrition Res..., 8(1), 35–43.

Dhamodharan, K., Vengaimaran, M., & Sankaran, M. (2... health benefits of capsicum species: A Comprehensive Review... Perspectives. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intecho...

Duan, Y., Wang, G.-B., Fawole, O. A., Verboven, P., ... B., & Chen, K. (2020). Postharvest precooling of ... Trends in Food Science & Technology, 100, 278–291. https://doi.org/10.101... https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.027

Dwibedi, V., Kaur, G., George, N., Rana, P., Ge, Y... the preservation and packaging of fruits and veg... innovative technologies. Food Packaging and Shelf Life, 46, 101385. https://doi.org... fpsl.2024.101385

Fikiru, O., Dulo, H. Z., Forsido, S. F., Tola, Y. B., ... and storage duration on the functional quality of ... Heliyon, 10(12), e32921. https://doi.org/10.1016/j.heliyo...

Ilić, Z. S., Trajković, R., Pavlović, R., Alkalai-Tu... heat treatment and individual shrink packaging on q... stored at suboptimal temperature. International Journal of Food Scien..., 46(1), 83–90. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.028...

Kumar, S., Thakur, K. S., & Jyoti, K. (2019). Evalu... retention and shelf li... Capsicum ... pepper ... 1056–1062.

Lei, Y., Zhang, Y., Cheng, Y., Huang, J., & Huang, ... of spoilage-related microorganisms in braised c...

packaging during refrigerated storage. Food Science and Human Wellness, (1), 28–34. https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.015

Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. … the food cold chain: A review of recent developments … Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, (4), 647–667. https://doi.org/10.1111/1541-4337.122…

Moosavi-Nezhad, M., Homayoonzadeh, M., Tsaniklidis … Fanourakis, D., & Aliniaeifard, S. (2024). Enhanc… preharvest fertigation with calcium and potassium … and cell wall degradation enzymes. Journal of Agriculture and Food R…, 101262. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101262

Narenthiran, N., Prasanna, P., Poongkundran, T., An… Aravind, P. (2020). An analysis of various factors … vegetable supply chain. International Journal of Postharvest Te… (4), 295–318. https://doi.org/10.1504/IJPTI.2020.110878

Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & … distribution. Meat Science, (1–2), 77–89. https://doi.org/10.1016/j.meatsc…

Olsson, A. (2004). Temperature controlled supply cha… responsibility. Proceedings of the 16th Annual Conference … Linköpings Universitet.

Raab, V., Petersen, B., & Kreyenschmidt, J. (2011). Temperature monitoring in mea… British Food Journal, 1267–1289. https://doi.org/10.1108/0007070111…

Rybak, K., Wiktor, A., Kaveh, M., Dadan, M., Witrowa… of thermal and non-thermal technologies on kinetics … bell pepper dried with convective and microwave-con… Molecules, (7), 2164. https://doi.org/10.3390/molecules27072164

Shan, Y., Zhang, D., Luo, Z., Li, T., Qu, H., Duan, X… of postharvest fruit and vegetable: Extracellular … Comprehensive Reviews i… Science and Food Safety, (5), 4251–4273. https://doi.org/10.1111…

Thakur, K. S., Jyoti, K., Kumar, S., & Gautum, S. (… quality of bell pepper (Capsicum annuum L.) fruits treated with different … cold storage. International Journal of Current Microbiolog… (7), 2462–2475. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.291

Tiamiyu, Q. O., Adebayo, S. E., & Ibrahim, N. (2023). … of bell pepper … Heliyon, (4), e15302. https://doi.org/10.101…

Tort, Ö. Ö., Vayvay, Ö., & Çobanoğlu, E. (2022). A sy… vegetable supply chain. Sustainability, 14(3), 1573. https://doi.org/10.33…

Wang, S. Y., Herrera-Balandrano, D. D., Jiang, Y. H. … P. (2023). Application of chitosan nanoparticles i… fruits and vegetables: A review. Comprehensive Reviews in Food Scienc… (3), 1722–1762. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13128

Wang, X., Luo, D., Chen, J., Cao, S., & Ba, L. (202… antioxidant system and volatile … (Capsicum annuum L.) … Journal of Stored Products Research, 111, 102583. https://doi.org/10.1016…

Yimenu, S. M., Koo, J., Kim, B. S., Kim, J. H., & Ki… life estimation of packaged chicken … Poultry Science, 98(12), 6921–6930. https://doi.org/10.3382/ps/pez461

Zhao, F., Wei, Z., Zhou, G., Kristiansen, K., & Wa… temperatures on bacterial communities and function… Foods, 11(15), 2307. https://doi.org/10.3390/foods11152307

ОБ АВТОРАХ:

Сучков Александр ... Ʋ ƥ ƾ Ʋ Ʊ ƪ   ƶ Ƴ Ʒ Ƶ ƹ Ʃ Ʋ ƭ Ư   ƶ ƪ Ư Ʒ Ƴ Ƶ ƥ   ƺ Ƴ ư Ƴ Ʃ ƭ ư ǁ Ʋ ƪ ƺ
НТĐ Ƴ Ʒ Ʃ ƪ ư ƥ   ƺ Ƴ ư Ƴ Ʃ ƭ ư ǁ Ʋ Ƴ - Ʒ ƪ ƺ Ʋ Ƴ ư Ƴ ƨ ƭ ƽ ƪ ƶ Ư ƭ ƺ   ƶ ƭ ƶ Ʒ ƪ Ʊ   ƠНИ
ƴ ƭ ƾ ƪ Ƨ ǀ ƺ   ƶ ƭ ƶ Ʒ ƪ Ʊ   ƭ Ʊ .   Ơ . Ƒ .   ƈ Ƴ Ƶ Ʀ ƥ Ʒ Ƴ Ƨ ƥ »   РАН (127422, ƨ. ...
https://orcid.org/0000-0002-7898-5124, Scopus ID: 5...
SPIN-ƯƳƩ: 9510-3923, a.suchkov@fncps.ru.

Никитин Владимир, Ʋ ƥ ƾ Ʋ Ʊ ƪ ƥ в ƶ Ƴ Ʒ Ƶ ƹ Ʃ Ʋ ƭ Ư   ƶ ƪ Ư Ʒ Ƴ Ƶ ƥ   ƺ Ƴ ư Ƴ Ʃ ...
ƭ   Ƶ ƥ Ƭ Ƶ ƥ Ʀ Ƴ Ʒ Ư ƭ   НТĐ   Ƴ Ʒ Ʃ ƪ ư ƥ   ƺ Ƴ ư Ƴ Ʃ ƭ ư ǁ Ʋ Ƴ - Ʒ ƪ ƺ Ʋ Ƴ ư Ƴ ƨ ƭ ƽ ƪ ƶ Ư ƭ ƺ ...
« ƙ Н ƛ   ƴ ƭ ƾ ƪ Ƨ ǀ ƺ   ƶ ƭ ƶ Ʒ ƪ Ʊ   ƭ Ʊ .   Ơ . Ƒ .   ƈ Ƴ Ƶ Ʀ ƥ Ʒ Ƴ Ƨ ƥ »   РАН (127422 ...
http://orcid.org/ 0000-0002-1584-9483, Scopus ID 5...
SPIN-ƯƳƩ: 5443-9232, v.nikitin@fncps.ru.

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Suchkov, Researcher of the Refrigeration Technolog...
Development Sector, Department of Refrigeration a...
Scientific Research Institute of Refrigeration Ind...
Research Center for Food Systems of RAS (127422, ...
https://orcid.org/0000-0002-7898-5124, Scopus ID 57...
SPIN-code: 9510-3923, a.suchkov@fncps.ru

Vladimir Nikitin, Researcher of the Refrigeration Technologie...
Development Sector, Department of Refrigeration a...
Scientific Research Institute of Refrigeration Ind...
Research Center for Food Systems of RAS (127422, ...
http://orcid.org/0000-0002-1584-9483, Scopus ID 57...
SPIN-code: 5443-9232, v.nikitin@fncps.ru

ОРИГИНАЛЬНОЕ ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛ

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Виктор Николаевич Долгунин
E-mail: dolgunin-vn@yandex.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
Хранение и переработка сельхозсырья, 33(2), 76-91.
https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.641

ПОСТУПИЛА: 22.10.2024
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

ФИНАНСИРОВАНИЕ

РФФИ № 14-08-97531)

БЛАГОДАРНОСТИ

АННОТАЦИЯ

Введение:

80%

Цель:

Материалы и методы:

Результаты:

Выводы:

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Stimulation of Bi Activity of Seeds by Weight

Viktor N. Dolgunin, Vasily A. Pro

Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Viktor N. Dolgunin
E-mail: dolgunin-vn@yandex.ru

FOR CITATIONS:
Dolgunin, V.N., & Pronin, V.A. (2025). Stimulation of biological activity of seeds fractionated by weight. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 76–91. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.641

RECEIVED: 22.10.2024
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: [illegible] 2025

DECLARATION OF COMPETING INTERESTS: none declared.

FUNDING
This research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (grant no. 14-08-97501).

ACKNOWLEDGEMENTS
The authors would like to thank Vladimir V. Sergeev for his assistance in preparing the manuscript.

ABSTRACT

Introduction: According to the Food Security Doctri important task is to overcome import depende This task is crucial for vegetable productio is largely due to the problems of reproducing plant architectonics, as a result of the pro seeds with high agrobiological properties.

Purpose: Testing the hypothesis of a differentia with a complex architectonics of the seed pl fractionated by the method of quasi-diffusio process of obtaining biologically valuable s

Materials and Methods: The study analyzed carrot seeds agrobiological properties, which was caused long shelf life. The seed fractionation on r diffusion separation in a fast gravitational movements of the seeds in a state of «gas of of different masses are accompanied by thei heavy particles move in opposite directions separation effect is enhanced by organizing nonuniform particles. To activate the physio of a concentrated *Bacillus subtilis* strain mixture of comp Humasporin preparation are used. The assess and the effect of their biostimulation was c germination and energy of germination.

Results: Using the effect of quasi-diffusion sep separated by seed volume into two parts have fractions with a thousand-seed mass of 1.6, agrobiological properties of the seed fracti correlation with seed mass, which can be at embryo development. Inoculation contributes t activity of seeds from all fractions. A high high density, both large and small. The biost with the highest mass are inoculated, increa percentage points.

Conclusion: To increase the effectiveness of stimul the inoculation method, it is necessary to t of the seed plant of the crop. The diversity the features of the architectonics of the see of seeds by weight using the effect of quasi The greatest effect of improving agrobiolog seeds with the highest density and weight.

KEYWORDS
inoculation of fractionated carrot seeds; q germination energy; seed germination

ВВЕДЕНИЕ

Качественный семенной материал является основополагающим фактором формирования высоких урожаев и устойчивости агропромышленных систем. Эта истина, закреплённая в агрономической практике, так и в народной мудрости («Каково семя, таково и племя»), приобретает особую актуальность в условиях реализации доктрины продовольственной безопасности России. Согласно оценкам профильных специалистов, уровень обеспеченности отечественного растениеводства семенами, соответствующими высоким посевным стандартам, по ряду культур остается недостаточным, что препятствует достижению стратегических целей аграрного сектора (Лукомец, 2021).

Особенно остро дефицит качественного семенного фонда проявляется в овощеводстве, где доля импортных семян превышает 80% (Дубенский и Леунов, 2024). Проблема усугубляется отсутствием масштабной селекционной базы, а также нехваткой эффективных технологий подготовки семян. Развитие инфраструктуры семеноводства и внедрение научно обоснованных методов фракционирования и стимуляции рассматриваются как ключевые меры, способные изменить ситуацию. Концепция дифференцированного подхода к подготовке семян с учётом их морфофизиологических характеристик и ответной реакции на биостимуляцию приобретает особую значимость в современных условиях (Sher[illegible] et al., 2021).

В этом контексте актуальной является разработка технологий, способных учитывать неоднородность семенного материала и активировать его физиологический потенциал. Объектом пристального внимания является культура со сложной архитектоникой растения, в частности, морковь (Daucus carota L.), семена которой характеризуются высокой вариативностью по размеру, форме и физиологической зрелости. Фракционирование семян по массе с применением инновационных методов, таких как квазидиффузионная сепарация (Долгунин и соавт., 2020), в сочетании с биологическим стимулированием с использованием бактериальных инокулянтов может стать эффективным направлением повышения [illegible]сти посевного материала.

Целью настоящего исследования является экспериментальная оценка агробиологических […] фракционированных по массе […] обработки биостимуляторами […] в зависимости от принадлежности к фракции, а также обоснование […]

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Семеноводство и продовольственная безопасность

[…] продовольственной […] Лукомец (2021) подчёркивает […] создание […] стратегической задачей […]

Физико-механические свойства семян как критерий качества

[…] (M_{1000}) […] (Лукомец и Бессонова, 2010; […]) […] и соавт., 2020; Янченко и соавт. […]

Квазидиффузионная сепарация: физико-технологическое решение

В условиях высокой неоднородности морфометрических параметров традиционные подходы к калибровке оказываются недостаточно эффективными. Альтернативу предлагает метод квазидиффузионной сепарации, основанный на перераспределении частиц различной массы вдоль градиента доли твердой фазы в быстром сдвиговом гравитационном потоке (Долгунин и соавт., 2020; Kudi et al., 2021). В отличие от прямолинейной сортировки, этот метод позволяет одновременно учитывать и размер, и плотность, что особенно важно при работе с семенами неправильной формы. Применение многоступенчатой сепарации неоднородных компонентов повышает эффективность выделения фракций (Долгунин и соавт., 2016).

Биостимуляция как метод активации физиологической активности

На фоне отказа от синтетических стимуляторов в растениеводстве всё большее значение приобретают биостимуляторы на основе PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) — ризосферных бактерий, активирующих ростовые и метаболические процессы растений (Backer et al., 2018; Basu et al., 2021; Vocciante et al., 2022). В частности, штаммы Bacillus pumilus продемонстрировали высокую эффективность в качестве инокулянтов при обработке семян (... et al., 2021; Zadorozhnaya et al., 2022). Их использование особенно эффективно на ранних стадиях развития, а также в условиях стрессовых факторов (... et al., 2020; Bano et al., 2022).

Комбинированные подходы: фракционирование и инокуляция

Несмотря на активное изучение как физических, так и биологических методов, их совместное применение освещено недостаточно. В большинстве случаев инокуляция рассматривается независимо от морфометрических характеристик семян (Vasconcelos et al., 2020; Pacciani et al., 2022). Между тем исследования показывают, что эффективность стимуляции может существенно варьироваться в зависимости от массы и плот...

...ности семени, особенно у культур с ... хорошей, таких как морковь (... 2019; Куди и соавт., 2021). Т... коэффициент ... морфометрии ... исследовани... ...

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Исследование представляет собой ... эксперимент ... определяется со... двух факторов: фактор 1 — масса ... семян с различно... 2 — обработка ... выделенных групп семян. Экс... исследование выполнено как с... классических однофакторных эк... экспериментальная однофакторная AN... проведенных независимо друг о... ... ключевым значени... обработка/необработка семян ... (фактор 2) использован одно... ... с применением ... контроль ... (Backer et al., ... 2021; Vocciante et al., 202...

Экспериментальные группы

Для исследования выделены три ... семян моркови, различающихся по ма..., размеру и плотно... ных групп проведена оценка вс... прорастания семян для альтерн... использования (независимых ...: с обработкой и без обработки ...

В качестве основных исследо... следующие ...: (1) ... стимуляция ... (2) ... сравнение ... (3) ...

Объекты исследования

В качестве объекта исследования использовались семена моркови (Daucus carota L.) сорта «Rote Riesen». Выбор объясняется высокой неоднородностью семян этого сорта по комплексу физико-механических свойств (размеру, плотности, форме), обусловленной сложной архитектоникой семенного растения. Семена принадлежат одной партии и использованы для экспериментального исследования после трех лет хранения в условиях складского помещения.

Метод фракционирования семян

Предварительная сепарация семян. С учетом сложной архитектоники растения моркови, чрезвычайно широкая зона изменения морфометрических параметров (например, ширина варьируется от 0,5 до 3,0 мм) и сложной формы семян, при предварительной их сепарации с использованием эффекта сегрегации в быстром гравитационном потоке на шероховатом скате (Долгунин и соавт., 2020, 2022). Для проявления эффекта сегрегации семян в потоке формируется поток с высокой концентрацией и однородным распределением, что достигается при относительно небольшом угле α ската, величину которого определяли из условия $\sin \alpha / \sin \alpha_0 = 1,04...1,05$, где α_0 – угол естественного откоса материала, и большой толщине слоя, равной (11...13)·10^{-3} м. В этих условиях крупные семена, … наибольших напряжений, всплывают к поверхности потока, а мелкие … основанию.

Основная сепарация семян по массе. Фракционирование семян проводилось с использованием эффекта квазидиффузионной сепарации, основанного на разрыхлении зернистой среды в состоянии «газа твёрдых частиц» (Nagel, 2017). Такой режим реализуется при высокой дилатансии, возникающей вследствие частых столкновений и хаотических перемещений частиц в быстром гравитационном потоке на шероховатом скате. При этом установлено, что скорости перемещения частиц в таких потоках зависят от обратного соотношения их м… к квазидиффузионному перерас… (Долгунин и соавт., 2020; … Физической основой этого про… (градиентов до… неоднородности… частиц … поверхно… с меньшей массой, обладая бо… стью, перемещаются в области с… пустот, тогда как более тяжел… в уплотненных зонах. Таким об… и интенсивность сепарации опр…, а скорость … произведений … частиц, их масс… 2020; 2022).

Сочетание … квазидиффузионной … градиентов … гравитационного … скате под … (Долгунин …), для … угол наклона … $\sin \alpha / \sin \alpha_0 = 1,09...1,1$ … концентрации материала … равной (1…

Для усиления эффектов сегрегации … сепарации использован … по объему фракции семян, имеющих массу тысячи зерен: 0,7; 0,8; … (Рисунок 1). При этом семена … Важным преимуществом предлож… является снижение … отсутствия …

Рисунок 1

[illegible]

Figure 1

Visualization of the Results of Carrot Seeds Sequential Separation by Volume and Mass

Примечание: [illegible] (a, b) и [illegible] (c, d) - [illegible] (a, c) и [illegible] (b, d). [illegible] (m_{1000}, г): a = 1,6; b = 0,8; c = 0,9; d = 0,7.

Note: Seeds were first separated by volume into large (a, b) and small (c, d) fractions, followed by mass-based separation into heavy (a, c) and light (b, d) fractions. Thousand seed weight (m_{1000}, g): a = 1.6; b = 0.8; c = 0.9; d = 0.7.

Инокуляция семян

В качестве фитостимулятора использовался препарат «Гумаспорин» (Humasporin), представляющий собой высококонцентрированную смесь сублимированных бактериальных штаммов семейства Bacillus (4×10^8 КОЕ/см^3) с гуминовыми кислотами.

Фитостимулятор наносился ... распыления.

Время выдержки инокулированных ... ла испытаний: одни сутки.

Контролем служили необработанные семена.

Проращивание и физиологи[ческие] показатели

Для проращивания семян испол[ьзовался] ...ный метод по ГОСТ 12038–84.

Проращивание осуществлялось ... между слоями влажной фильтро[вальной] ... при температуре 23...25 °C и относительной ... ности воздуха 75...80%.

Количество повторных испытани[й] ... семян, отобранных методом ква[ртования] ...

Длительность проращивания: 14 ...

Показатели испытаний образцо[в] ... энергия прорастания (%).

Статистический анализ показат[елей] ... ся при уровне значимости 0.05 ... t-критерий Стьюдента и доверит[ельные] ...

Анализ данных

Результаты параллельных измер[ений] ... проходили проверку на статист[ическую] ... ность путем построения довери[тельных] ... с использованием t-критерия С[тьюдента] ... верительной вероятности 95%. ... нородные результаты параллел[ьных] ... числа проросших семян усредня... лись в совокупности массива д[анных] ... динамики процесса проращивани[я] ... стической значимости различия ... ственных группах независимых ... осуществлялась с использованием t-критерия при уровне значимости 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящем разделе представ[лено] ... сравнение общих морфометричес[ких] ... стик выделенных фракций семян ... жести и энергии прорастания д[о и после] ... фитостимулятора. При этом осу[ществлялось] ... нение агробиологических свойс[тв] ... циями, так и дифференцированн[о] ... фитостимулирования по фракц[иям] ...

Морфометрические характ[illegible]

Фракционный состав исходных семян исследован методом ситового анализа с использованием сит с круглыми отв[illegible] что семена моркови в таком [illegible] онного анализа изменяются [illegible] не 0,5...3,0 мм при содержании [illegible] мян с шириной от 1 до 2 мм.

В результате двухступенчатой калибровки были выделены четыре равные по [illegible] фракции, различающиеся по массе [illegible] (m_{1000} = 0,7; 0,8; 0,9 и 1,6 г). Каждая фракция характеризовалась также различиями по объёму и предполагаемой плотности, что формировало основу для последующего анализа [illegible] свойств. Фракция мелких легких семян с массой тысячи зерен 0,7 г содержала более 20 % масс. колотых семян и была исключена [illegible].

Всхожесть и энергия прора[illegible] до предпосевной обработк[illegible]

Исследование показало (Рисунок [illegible]) характер [illegible] (в пределах 60 %) [illegible] [illegible] 90 %, что, вероятно, связано с [illegible] хранения семян (Мусаев и соавт[illegible]). Скорость прорастания наблюдалась [illegible] большей массой (m_{1000} = 1,6 г), в частн[illegible] [illegible] прорастания [illegible] Однако [illegible] между массой семян и пока[illegible]

Изменение агробиологичес[illegible] после обработки фитостим[illegible]

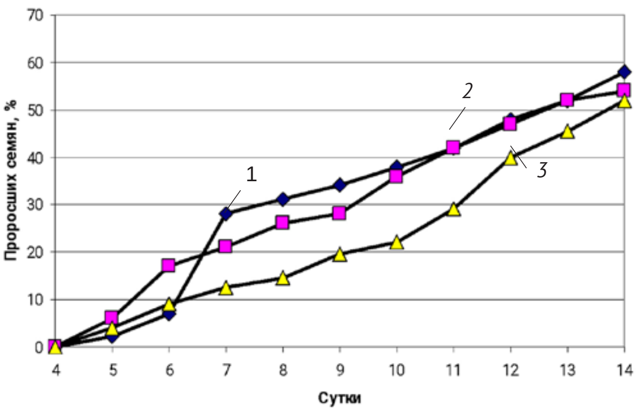
Предпосевная обработка всех ф[illegible] «Гумаспорин» привела к улучше[illegible]

Рисунок 2

[illegible] ($m1000$)

Figure 2

Dependence of the Number of S[illegible] Pre-Sowing Treatment with a P[illegible] Time for Fractions with Diff[illegible] Weights ($m1000$)



Примечание: [illegible] 1000 [illegible] (a – 1,6 г; b – 0,8 [illegible]

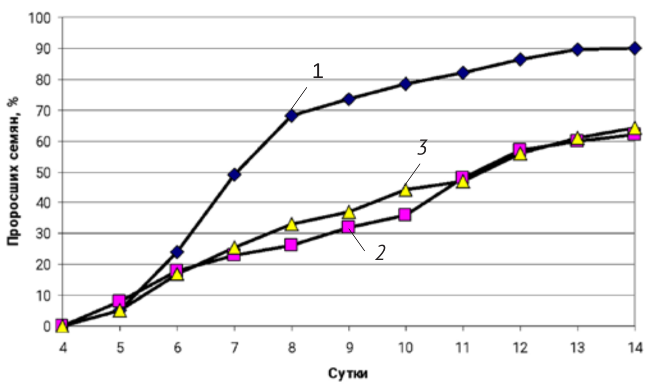
Note: a, b – large-volume fraction; c, d – small-volume fraction; a, c – heavy (by mass); b, d – light; thousand seed weight (m_{1000}): a – 1.6 g; b – 0.8 g; c [illegible]

Рисунок 3

[illegible] (m_{1000})

Figure 3

Dependence of the Number of Sprou[illegible] Pre-Sowing Treatment with a Phy[illegible] Time for Fractions with Differe[illegible] Thousand Seed Weights (m_{1000})



Примечание: 1 – [illegible] (m_{1000} = 1,6 г); 2 – [illegible] (m_{1000} = 0,8 г); 3 – [illegible] (m_{1000} = 0,9 г)

Note: 1 – seeds with large volume and [illegible] (m_{1000} = 1.6 g); 2 – seeds with large volume and [illegible] (m_{1000} = 0.8 g); 3 – seeds with small volume and [illegible] (m_{1000} = 0.9 g)

ских показателей. Особенно повышение всхожести и энергии прорастания зафиксировано у фракции с наибольшей массой (m_{1000} = 1,6 г), для которой прирост достигал 30 процентных пунктов по сравнению с контрольной (Рисунок 3). У фракций с меньшей массой эффект обработки выражен в меньшей степени.

Дифференцированное сравнение эффекта стимуляции по фракциям

Тяжёлые крупные семена

У фракции тяжёлых крупных семян (m_{1000} = 1,6 г) обработка фитостимулятором вызвала значительное ускорение прорастания (Рисунок 4), наблюдаемое уже на ранних этапах (с 3-х суток). Общая всхожесть возросла более чем на 30 процентных пунктов, что свидетельствует о высокой степени биологической восприимчивости к стимуляции.

Лёгкие крупные семена

Фракция лёгких крупных семян с н[…] (m_{1000} = 0,8 г) показала менее выраже[…] наблюдался прирост: рост всхожес[…] 10%, а изменение энергии прор[…] незначительным (Рисунок 5).

Тяжёлые мелкие семена

Семена с малым объёмом, но вы[…] (m_{1000} = 0,9 г) отреагировали на […] заметным увеличением и скорос[…] показателей прорастания. Это […]ложить, что в условиях биости[…] […] может быть ключевым фак[…] […] физиологическую активность […]

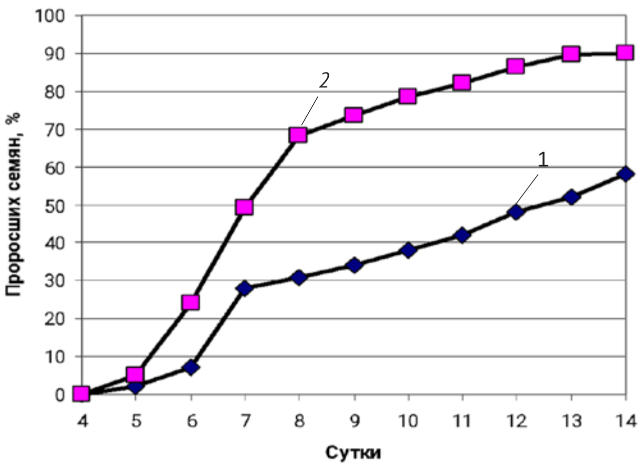
Таким образом, наибольший при[…] всхожести и энергии прорастания […] был зафикси[…] […] как кру[…] Это позволяет заключить, что […]

Рисунок 4

[illegible]

Figure 4

Assessment of the Biostimulation Activity of the Fraction of Large Heavy Seeds (Figure 1-a) with a Thousand Seed Weight of 1.6 g



Примечание: 1 [illegible]; 2 [illegible]

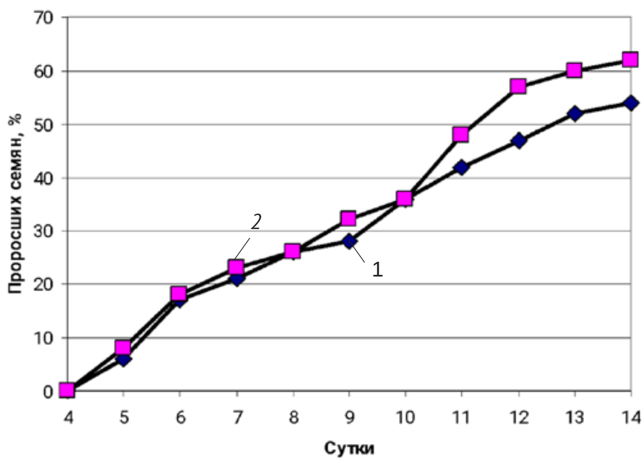
Note: 1 – dynamics of seed germination without biostimulation; 2 – dynamics of seed germination after treatment with a phytostimulator

Рисунок 5

[illegible] (Рисунок 1-б) [illegible]

Figure 5

Assessment of the Biostimulation Activity of the Fraction of Large […] (Figure 1-b) with a Thousand Seed […]



Примечание: 1 [illegible]; 2 [illegible]

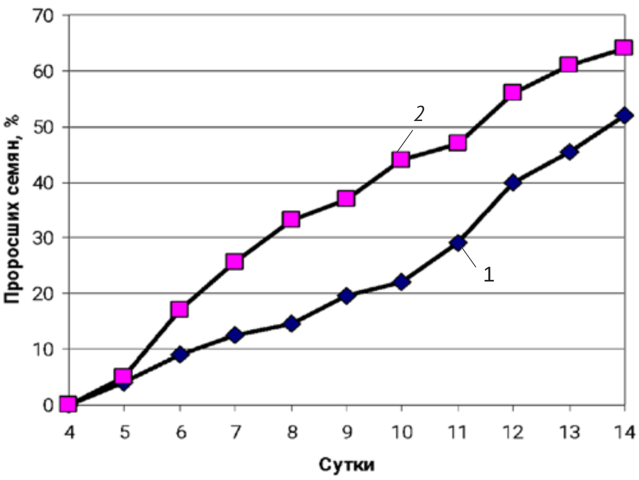
Note: 1 – dynamics of seed germination without biostimulation; 2 – dynamics of seed germination after treatment with a phytostimulator

Рисунок 6

К Y ž ǐ Ư Ư ǐ ǂ Ʒ Ʒ ǐ Ư ǯ þ Ʀ f Y ž ǯ f Ʊ Ʒ ư f Ž Y Ƨ þ Ư f Ǯ ...
þ Ư ǯ f Ʊ Ư Y ž ǯ f Ʒ Ž þ Ư ž f f Ʊ ǐ ư Ư f Ʒ ǯ Ǯ ǐ ư ǐ ǯ ž ǐ Ʊ Ǯ Ʊ Ʊ Y Ž Ư Y Ƨ f
(Рf ž Ʒ Ư Y Ư 1-c) ž Ʊ þ ž ž Y Ʈ ǯ ǐ ž Ǯ 5 f ž ǐ Ʊ Ǯ Ʊ 0,9 ƨ

Figure 6

Assessment of the Biostimulation Effect on the Physiological Activity of the Fraction of Large Heavy Carrot Seeds (Figure 1-c) with a Thousand Seed Weight of 0.9 g



Примечание: 1 – Σ f Ư þ Ʊ f Ư þ ƴ Ž Y ž þ ž ǯ þ Ư f Ǯ ž ǐ Ʊ Ǯ Ư ... ư f Ž Y Ƨ þ Ư f Ǯ; 2 – Σ f Ư þ Ʊ f Ư þ ƴ Ž Y ž þ ž ǯ þ Ư f Ǯ ... Ư f Ʒ f ǯ Y ž ǯ f Ʊ Ʒ ư Ǯ ǯ Y Ž Y Ʊ.

Note: 1 – dynamics of seed germination without biostimulation; 2 – dynamics of seed germination after treatment with a phytostimulator

Прежде всего, результаты подт... ции (с... наибольшей масс... (m_{1000} = 1,6 г и 0,9 г) демонстр... отклик на обработку биостимул... суется с положениями, изложен... где масса семени рассматривае... фактор, определяющий его эне... спеченность и степень сформи... дыша (Лукомец и Благородова, ... 2022; Куди и соавт., 2021). Б... работка с использованием Bacillus subtilis ... щего в состав препарата «Гума... статистически значимое повыше... всхожести и энергии прорастан... фракциях, что свидетельствует... логической восприимчивости се... достаточного внутреннего ресу...

Отдельного внимания заслужива... фракциями с визуально сходным... ми характеристиками, но разли... Например, семена с малым объ... плотностью (m_{1000} = 0,9 г) реагировали... значительно активнее, чем ... кие семена (m_{1000} = 0,8 г), что позво... ложить, что плотность, а не о... более надёжным предиктором ф... отклика. Такой результат под... ния о неоднородности физиолог... семян при сложной архитектони... тения, описанной ранее в рабо... культур (Бухаров и соавт., ... неоднородность может быть свя... с неравномерным распределением генер... у моркови наибольшей зрелость... ладают семена, сформировавшие... зонтиках в их центральной час...

активность семян в условиях ... может быть более тесно связана ... с геометрическим объемом ... ности.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Целью настоящего исследования являлась экспериментальная оценка влияния фракционирования семян моркови по массе с... та квазидиффузионной сепарации на их физиологические свойства, а также проверка гипотезы о дифференцированном отклике фракций на биостимуляцию. Полученные данные подтвердили целесообразность выделения фракций на основе массы как интегрального показателя, отражающего потенциальную физиологическую ... Однако выявили и ряд важных ..., касающихся роли плотности и зрелости зародыша.

С позиции биотехнологической ... полученные данные подтверждаю... эффективность ... Bacillus subtilis ... в исслед... личным видам культур (Majkows... 2017; Weerasinghe et al., 2021; Zac... Однако в отличие от ряда раб... как универсал... настоящее исследование ... физиолог... Отсутствие ... крупных ... предположение о потенциаль...

ванности или анатомического ... зародыша в части семян данной фракции ... тря на их геометрическую ... посева.

Необходимо также отметить, что исследование проводилось на семенах четырёхлетнего хранения. Как известно, длительное хранение ... ся снижением физиологической ... (Мусаев и соавт., 2018), что могло обусловить низкие исходные значения энергии прорастания у всех фракций. Тем не менее, ... ях значение биостимуляции ... механизма проявляется наиболее ... тересно, что эффект инокуляции ... на ранних этапах прорастания ... суток, что также подтверждает ... скую активность используемого штамма.

Таким образом, результаты исследования демонстрируют, что эффективность биостимуляции не может рассматриваться ... функция от массы семян. ... детерминируется более сложным комплексом факторов, среди которых ключевую роль ... играют плотность, зрелость ... ника семенного растения. ... ют значимость подхода, основанного на ... технологий точного фракционирования (Долгунин и соавт., 2020, 2022) с ... перспективной стратегии ... севного материала.

Ограничения исследования

Несмотря на полученные значимые результаты, настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации данных и планировании дальнейших исследований.

Во-первых, эксперимент был проведён на семенах одного сорта Самарская (Rosa ...), что ограничивает возможность ... на другие сорта и виды культур ... с иной архитектоникой ген... показано в предыдущих работах (... 2017; 2019), морфофизиологическая ... ность семенного материала ... в зависимости от сортовых ... ческих условий формирования семян.

Во-вторых, материалом исследования ... сти (Мусаев и соавт., 2018). ... позволило продемонстрировать ...

... et al., 2021; Javaid et al., ...

... что могло бы позволить глубже ... различия в отклике фракций на ... реляция морфометрических характеристик с ... химическими и биохимическими ... мян остается предметом будущих ...

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позв...

таких факторов, как плотно[сть] ... и положение семени в стр-у[ктуре] ... гана растения.

с включением различных сортов ... а также сравнительная оценка ...

Установлено, что предпо-се[вная] ... кулянтом на о[снове] ... раженный стимулирующий -эф[фект] ... ственно на фракции с высокой плотностью, вне зависимости от их абсолютного объема. Это свидетельствует о том, что -эффективность биостиму ляции определяется не столько геометрическими параметрами, сколько внутр[енними] ... особенностями семени, в-клю[чая] ... гической зрелости. Фракции ... даже при крупном размере ... акцию на инокуляцию, что может быть связано с неполной анатомической ... зародыша или недостаточны[ми] ... резервами.

... что позво... но обоснованные рекоменда... ...водства.

Таким образом, сочетание- точного фракционирования по массе и биолог-ической стимуляции семян представляет собой -перспективное направление совершенствования тех[нологии] ... подготовки. Результаты мо[гут быть] ... для разработки адаптивных протоколов обработки семенного материала ме[...] особенно в условиях длит-ельного хранения ...

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

... черновика рукописи.

AUTHOR CONTRIBUTIO[NS]

... ization; m... — review ... ation; form... draft prep...

ЛИТЕРАТУРА

Бухаров, А.Ф., Балеев, Д.Н., Иванова, М.И., & Бухаров ... и факторы формирования морфологиче[ских] ... (5), 37–41. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017...

Бухаров, А.Ф., Балеев, Д.Н., Кашнова, Е.В., Касаева ... (2019). Экологическая и сортовая изменчивость морф... морк[ови] ... Картофель и овощи, (3), 37–40. https://doi.org/10.2563...

Галкин, В.Д., Хандриков, ... & Хасмнев, ... (2017). Сепарация семян ... слое: технология, техн[ика] ... Пермь: ИПЦ «Прокрость».

Дербенский, В.И., & Леунов, В.И. (2024). Анали... по обеспечению семенами ов[ощных культур] ... Картофель и овощи, (1), 17–20. https://doi.org/10.25630/PAV.2024.22.93.005

Долгунин, В.Н., Иванов, О.О., Уколов, А.А., & Куди, ... зернистых материалов в управляемых ... Теоретические основы химической технологии, 40(...), 403–413. https://doi.org/10.7868/S...

Долгунин, В.Н., Куди, А.Н., & Туев, М.А. (2020). Ме... сепарации гранулирован[ных] ... Успехи физических наук, 190(6), 585–604. http://dx.doi.org/10.3367/UFNe.2020.01.038729

Долгунин, В.Н., Куди, А.Н., & Тараканов, А.Г. (2022). … сепарации по размеру и плотности при гравитационном … Инженерно-физический журнал, 95(2), 492–503. http://dx.doi.org/10. …

Дондоков, Ю. Ж., Дринча, В. М., Платонова, А. З., … (2024). Микробная инокуляция семян для повышения … растениеводства. Вестник АГАТУ, (14), 42–57.

Дринча, В.М., & Филатов, А.С. (2020). Фра… при очистке от трудноотделимых примесей. Пермский аграрный вестник, (32), 4–12. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_4

Задорожная, В.А., Подлесных, Н.В., & Соколенко, Г.… действия микробиологического биопрепарата на основе Bacillus subtilis … на посевные качества зерновых культур. Вестник Воронежского государ… аграрного университета, 13(1), 36–42. https://doi.org/10.53914…

Куди, А.Н., Федосов Н.А. Сергеев В.В., Тараканов, А.… Мультифракционное сепарирование различных по форме … частиц. Вестник Тамбовского государственного технического … (2), 285–293. http://dx.doi.org/10.17277/vestnik.2021.02.pp.285-2…

Ламмас, М.Е., & Шитикова, А.В. (2021). Влияние био… прорастания, всхожесть и интенсивность прорастан… Плодородие, (5), 61–64. http://dx.doi.org/10.25680/S199…

Леунов, В.И., Дербенский, В.И., & Резвый, Г.И. (2024… овощных культур: проблемы … Картофель и овощи, (5), 12–16. https://doi.org/10.25630/ PAV.2024.86.61.004

Лукомец, А.В. (2021).Семеноводство в обеспечении р… его защиты. Фундаментальные и прикладные исследования … экономики, (2), 134–141. http://dx.doi.org/10.37984/207…

Лукомец, С.Г., & Благородова, Е.Н. (2010). Сортовые … культур. Краснодар: КубГАУ.

Мусаев, Ф.Б., Солдатенко, А.В., Белецкий, С.Л., & Бу… и структурные изменения при хранении … Хранение и переработка сельхозсырья, (2), 9–13.

Янченко, А.В., Азопков, М.И., Голубович, В.С., & … семян овощных культур на … Картофель и овощи, (2), 56–60. https://doi.org/10.25630/ PAV.2025.77.16.005

Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J… & Smith, D.L. (2018). Plant growth-promoting rhizob… and roadmap to commercialization of biostimulants … Frontiers in Plant Science, 9, 1473. http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.…

Bano, A., Waqar, A., Khan, A, & Tariq H (2022). Phytos… in Sustainable Food Systems, 6, 801788. https://dx.doi.org/10.3389/fs…

Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed… Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) as gree… constraints, and prospects. Sustainability, 13(3), 1140. https://doi.org/10.3…

Chávez García, S. N., Rodríguez Herrera, R., Medrano… Y., & Flores Gallegos, A. C. (2024). Study of probi… germination. Fermentation, 10(11), 538. https://doi.org/10.3390/fe…

Drincha, V. M., & Dondokov, Y. Z. (2022). Studying ar… separation using pneumatic … IOP Conference Series: Earth an… Science, 984(4), 042068-042068. https://doi.org/10.1088/17…

Ferziger, J.H., & Kaper, H.G. (1972). Mathematical theory of transport proc… North-Holland Publ.

Javaid, S., Mushtaq, S., Mumtaz, M.Z. Rasool, G., Ta
U., Hayssam M. Ali, H.M., Akhtar, M. F-U-Z, Abbas,
rhizobacterial strains mediated by ... *Microorganisms*, *11*
2543. https://doi.org/10.3390/microorganisms1110254

Kalymbetov, G.Y., Kedelbayev, B.Sh., Yelemanova, Zh
of different biostimulants on seed ... *Journal of Ecological Engineering*, *24*(3), 132–142 https://doi.org/10.12911/229989

Majkowska-Gadomska, J., Francke, A., Dobrowolski, A
selected biostimulants on seed ... *Acta Agrophysica*, *24*(4),
591–599.

Muhie, S.H., Memis, N., Ozdamar, C., Gokdas, Z., &
germination and seedling quality of carrot seeds u
stress conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, *5*(3), 352–
359. https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.3.1

Nagel, S.R. (2017). Experimental ... *Reviews of Modern Physics*, *89*(2)
http://dx.doi.org/10.1103/Revmodphys.89.025002.

Rochlani, A., Dalwani, A., Shaikh, N.B., Shaikh, N.,
growth promoting rhizobacteria as biofertilizers:
Acta Scientific Microbiology, *4*(12), 12–21. https://doi.org/10.31080/A

Romagn, I.S., Karsburg, E.J.P., & De Quadros Pint,
seeds submitted to germination ... *Temas em Horticultura* ...
http://dx.doi.org/10.24294/th.v3i1.1789

Shrestha, S., Dhungana, M., Sahani, S., & Bhattarai
approach sustainable yield of feld crops by variou
treatment and inoculation. *Plant Physiology and Soil Chemistry*, *1*(1), 12–20.
https://doi.org/10.26480/ppsc.01.2021.12.20

Sun, W., Shahrajabian, M.H., & Soleymani, A. (2024)
Rhizobacteria (PGPR)-Based biostimulants ... agricu ... *Plants*, *13*, 613.
https://doi.org/10.3390/plants13050613

Tamindzic, G., Miljaković, D., Vlajić, S. A., Miloše
M. (2024). The effect of biostimulants on parsnip seed ...
Seed Science and Technology, *52*(1), 79–84. https://doi.org/10.15258/ss

Vasconcelos, G.M.D., Mulinari, J., Oliveira Schmidt,
D., & José de Andrade, C. (2020). Biosurfactants as
and growth. *International Journal of Research Studies in* ..., *6*(1),
1–13. http://dx.doi.org/10.20431/ 2454-9428.060100

Vocciante, M., Grifoni, M., Fusini, D., Petruzzelli
Growth — Promoting Rhizobacteria (PGPR) in mitiga
Applied Sciences, *12*(3), Article 1231. https://doi.org/10.3390

White, J. F., Chang, X., Kingsley, K. L., Zhang, Q.
F., Elmore, M., Crane, S., Li, S., Lu, J., María C
García, M. J., & Kowalski, K. P. (2021). Endophytic
biostim... *Grass Research*, *1*(1), 1–9. https://doi.org/10.48130/g

Wu, J., Qiu, S., Wang, M., Xu, C., Xing Wang Deng, & T
seed sorting system for third-generation ... *Rice*, *14*(1), ... https://doi.org/10.1186/
s12284-021-00510-y

REFERENCES

Bukharov, A.F., Baleev, D.A., Ivanova, M.I., & Buhar
factors of formation of morph... Vegetable Crops of Russia, (5), ... ers o
37–41. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-914

Bukharov, A.F., Baleev, D.N., Kashnova, E.V., Kasaye
Ecological and varietal variability of ... Potatoes and ... ri
Vegetables, (3), 37–40. (In Russ.) https://doi.org/10.25

Galkin, V.D., Khandrikov, V.A., Sergeev, A.A., ... Kataev ... (201
Technology, technique ... Perm: CPI "Procrost". (In Russ.)

Derbensky, V.I., & Leunov, V.I. (2024). Analysis o
of seeds for vegeta... Potatoes and Vegetables, (1), 17–20. (In R
https://doi.org/10.25630/PAV.2024.22.93.005

Dolgunin, V.N., Ivanov, O.O., Ukolov, A.A., & Kudi,
in controlled ... segregation flows. Theoretical Foundations of Chemical E..., 4(4), 404–413.

Dolgunin, V.N., Kudi, A.N., & Tuev, M.A. (2020). Mec
of granular ... Physics-Uspekhi, (6), 545–561. (In Russ.) http:/
UFNe.2020.01.038729

Dolgunin, V.N., Kudi, A.N., & Tarakanov, A.G. (2022)
separation by size and density ... Journal of Engineer
Physics and Thermophysics, (2), 464–494. http://dx.doi.org/10.100

Dondokov, Yu. Z., Drincha, V. M., Platonova, A. Z., Ar
inoculation of seeds for increasing ... Bulletin of ... safety and sus
UGATU, (1), 42, 46–57. (In Russ.)

Drincha, V.M., & Filatov, A.S. (2020). Fractionat
diffcult-to-separate impurities. Perm Agricultural Bulletin, (32), 4–12. (In R
https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_4

Zadorozhnaya, V.A., Podlesnykh, N.V., & Sokolenko, G
effect of a microbiological biological product bas
sowing qualities of ... crops. Bulletin of the Voronezh State Agra..., (2), 17,
136–142. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_202

Kudi, A.N., Fedosov, N.A. Sergeev, V.V., Tarakanov, A
Multifractional separation of polydisperse particl... Transactions
of Tambov State Technical University, (2), 285–293. (In Russ.) http://
vestnik.2021.02.pp.285-293

Lammas, M.E., & Shitikova, A.B. (2021). The effect
energy, germination and germination ... Fertility, (5), 61–64. of (In
Russ.) http://dx.doi.org/10.25680/S19948603.2021.12

Leunov, V.I., Derbenskiy, V.I., & Rezvyi, G.I. (202
production: Problems and ways to solve them. Potatoes and Vegetables, (5), 12–16. (In R
https://doi.org/10.25630/PAV.2024.86.61.004

Lukomets, A.V. (2021). Seed production in ensuring t
and methods of ... protection. Fundamental and applied Research of
the Economy, (2), 134–141. (In Russ.) http://dx.doi.org/

Lukomets, S.G., & Blagorodova, E.N. (2010). Varieta
Krasnodar: KubGAU. (In Russ.).

Musayev, F.B., Soldatenko, A.V., Beletskiy, S.L., &
structural changes during storage ... Storage and Processing of ... methods ...
Products, (2), 9–13. (In Russ.).

Yanchenko, A.V., Azopkov, M.I., Golubovich, V.S.,
of vegetable seeds ... Potato and vegetables, (2), 56–60. (In R
https://doi.org/10.25630/PAV.2025.77.16.005

Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J
& Smith, D.L. (2018). Plant growth-promoting rhizob
and roadmap to commercialization of biostimulants. Frontiers in
Plant Science, 9, 1473. http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.

Bano, A., Waqar, A., Khan, A., & Tariq H (2022). Phytos
in Sustainable Food Systems, 6, 801788. https://dx.doi.org/10.3389/fs

Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed
Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) as gree
constraints. Sustainability, 13(3), 1140. https://doi.org/10.3

Chávez García, S. N., Rodríguez Herrera, R., Medrano
Y., & Flores Gallegos, A. C. (2024). Study of probi
germination. Fermentation, 10(11), 538. https://doi.org/10.3390/fe

Drincha, V. M., & Dondokov, Y. Z. (2022). Studying an
Separation Using Pneumatic Table Separators. IOP Conference Series: Earth ar
Science, 984(4), 042068–042068. https://doi.org/10.1088/17

Ferziger, J.H., & Kaper, H.G. (1972). Mathematical theory of transport proc
North-Holland Publ.

Javaid, S., Mushtaq, S., Mumtaz, M.Z. Rasool, G., Ta
U., Hayssam M. Ali, H.M., Akhtar, M. F-U-Z, Abbas,
rhizobacterial strains mediated by microorganisms. Microorganisms, 11
2543. https://doi.org/10.3390/microorganisms1110254

Kalymbetov, G.Y., Kedelbayev, B.Sh., Yelemanova, Zh
of different biostimulants on seed germination. Journal of Ecological
Engineering, 23(1), 132–142 https://doi.org/10.12911/229989

Majkowska-Gadomska, J., Francke, A., Dobrowolski, A
selected biostimulants on seed germination. Acta Agrophysica, 24
591–599.

Muhie, S.H., Memis, N., Ozdamar, C., Gokdas, Z., &
germination and seedling quality of carrot seeds u
stress conditions. International Journal of Agriculture Environ
359. https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.3.1

Nagel, S.R. (2017). Experimental soft-matter science. Reviews of Modern Physics, 89
http://dx.doi.org/10.1103/Revmodphys.89.025002.

Rochlani, A., Dalwani, A., Shaikh, N.B., Shaikh, N.,
growth promoting rhizobacteria as biofertilizers:
Acta Scientific Microbiology, 2(4), 12–21. https://doi.org/10.31080/A

Romagn, I.S., Karsburg, E.J.P., & De Quadros Pint,
seeds submitted to germination and vigor tests. Horticulturae,
http://dx.doi.org/10.24294/th.v3i1.1789

Shrestha, S., Dhungana, M., Sahani, S., & Bhattarai
approach sustainable yield of feld crops by variou
treatment and inoculation. Plant Physiology and Soil Chemi
https://doi.org/10.26480/ppsc.01.2021.12.20

Sun, W., Shahrajabian, M.H., & Soleymani, A. (2024)
Rhizobacteria (PGPR)-Based biostimulants for agricu Plants, 13,
https://doi.org/10.3390/plants13050613

Tamindzic, G., Miljaković, D., Vlajić, S. A., Miloše
M. (2024). The effect of biostimulants on parsnip Seed
Science and Technology, 52(1), 79–89. https://doi.org/10.15258/ss

Vasconcelos, G.M.D., Mulinari, J., Oliveira Schmidt,
D., & José de Andrade, C. (2020). Biosurfactants as
and growth. International Journal of Research Studies in 6(1)
1–13. http://dx.doi.org/10.20431/ 2454-9428.060100

Vocciante, M., Grifoni, M., Fusini, D., Petruzzelli
Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in mitigating
Applied Sciences, 12(3), Article 1231. https://doi.org/10.3390
White, J. F., Chang, X., Kingsley, K. L., Zhang, Q.
F., Elmore, M., Crane, S., Li, S., Lu, J., María C
García, M. J., & Kowalski, K. P. (2021). Endophytic
biostimulants. Grass Research, 1, 1–9. https://doi.org/10.48130/g
Wu, J., Qiu, S., Wang, M., Xu, C., Xing Wang Deng, &
based seed sorting system for Rice. [illegible] 14(1), [illegible] https://doi.
org/10.1186/s12284-021-00510-y

ОБ АВТОРАХ

Долгунин Виктор Николаевич, [illegible] «Т[illegible]
[illegible]
г. Т[illegible], [illegible] 106/5, [illegible] 2). OR
Scopus ID: 6603255131; Researcher ID: L-6520-
dolgunin-vn@yandex.ru
Пронин Василий Александрович, [illegible] «Т[illegible]
[illegible]
г. Т[illegible], [illegible] 106/5, [illegible] 2). ORC
pronin-va65@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Viktor N. Dolgunin, Dr. Sci. (Engineering), Professor at the Dep
of Food and Chemical Industries, Tambov State Techn
2, Tambov, 392000). ORCID: https://orcid.org/0000-
Researcher ID: L-6520-2018; SPIN-[illegible]: 3509-6579; do
Vasily A. Pronin, Cand. Sc. (Engineering) Associate Professor
Equipment of Food and Chemical Industries, Tambov S
str., room 2, Tambov, 392000). ORCID: https://orcid.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛ[illegible]

[illegible] -In Silico [illegible]

Е.С. [illegible]

[1] [illegible]

[2] [illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Елена Сергеевна Разумовская
E-mail: Elenabar83@inbox.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible], Е.С., & [illegible], И.С. (2025). [illegible] -In Silico [illegible]. Хранение и переработка сельхозсырья, 33(2), 92–108. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.624

ПОСТУПИЛА: 13.11.2024
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
[illegible]

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible] UniProt [illegible]

Материалы и методы: [illegible] ~10,7 кДа [illegible] UniProtKB [illegible] STRING (база PPI-данных) [illegible]

Результаты: [illegible] P01284 [illegible] 75 [illegible]

Выводы: [illegible] P01284 [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible] in silico [illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE

In Silico Approaches for the Structure of Protein

[1] Department of Veterinary Medicine of the State Veterinary Service of the Altai Territory in Barnaul (KGBU DV in Barnaul) Barnaul, Russian Federation

[2] Kemerovo State University (KemSU) Kemerovo, Russian Federation

Elena S. Razumovskaya[1], Svetlana V. Milentyeva[2]

CORRESPONDENCE:
Elena S. Razumovskaya
E-mail: Elenabar83@inbox.ru

FOR CITATIONS:
Razumovskaya, E.S., Milentyeva, I.S. (2025). In Silico Approaches for Identifying the Structure of a Glucagon Family Protein and Processing of Farm Products. Storage and Processing of Farm Products, 2, 93-108. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.624

RECEIVED:
11.11.2024
ACCEPTED:
15.06.2025
PUBLISHED:
30.12.2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST:
None declared.

ABSTRACT

Introduction: Interest in functional proteins derive their potential therapeutic effects across a activity of food proteins with antihypertens is costly and labor-intensive. Therefore, co the formation of bioactive peptides from ani relationship between protein structure and f scientific domain specific analysis methods r global challenge of providing sufficient high of functional food products.

Purpose: identify the structure and functional from porcine stomach proteins using (UniProt and STRING) antihypertensive potential.

Materials and Methods: with a molecular weight from porcine stomach, was characterized using (for functional annotation) and STRING (for followed by structural modeling.

Results: Protein P01284, belonging to the glucago (with a molecular weight of 8.5 kDa), was ide protein interaction profiling, the protein is

Conclusion: The findings suggest that the peptide of food-derived proteins and justify further antihypertensive agent.

KEYWORDS
porcine stomach; proteins; in silico metho interactions; molecular weight; protein ant

ВВЕДЕНИЕ

Гипертония остается одним [illegible] факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, ежегодно уносящих миллионы жизней по всему миру. Согласно последнему докладу ВОЗ, более 1,28 миллиарда человек в возрасте от 30 до 79 лет страдают от повышенного артериального давления (Ramdani & Haddiya, 2024) [illegible] фармакологических схем лечения [illegible] современных гипотензивных препаратов [illegible] ется ограниченной: часть [illegible] рует низкую терапевтическую [illegible] и сталкивается с нежелательными побочными реакциями (Rubattu & Gallo, 2022). [illegible] обусловливает необходимость [illegible] нативных подходов к контролю [illegible] числе с использованием природных биологически активных соединений.

Особое внимание в этом контексте [illegible] аналоги глюкагоноподобного [illegible] щие регулирующим действие [illegible] судистую систему. Установлено, что [illegible] пептидов способен предотвра[illegible] ятное ремоделирование миокарда [illegible] гипертонии и сахарном диабете [illegible] 2024; Lauder et al., 2023) [illegible] место занимает вазоактивный [illegible] пептид (VIP), впервые выделенный [illegible] кишечника свиньи (Said & Mutt, 1970) [illegible] способности вызывать вазодилатацию, VIP [illegible] сматривается как перспективный [illegible] создания нутрицевтических [illegible] ного действия.

За последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к белкам, извлекаемым из [illegible] рья животного происхождения, как [illegible] физиологически активных пептидов (Bechaux [illegible] Kempka, 2023; Shukla et al., 2022) [illegible] ционные методы выделения [illegible] ческой активности таких [illegible] с высокими временными и финансовыми [illegible] ками. Реализация требует дл[illegible] и in vitro экспериментов с применением лабораторных животных (Li et al., 2023). Кроме того, молекулярная [illegible] родных пептидов, направлен[illegible] новых фармакофоров, остаётся сложной задачей (Madival et al., 2024).

С развитием биоинформатики и [illegible] щественные изменения претерпе[illegible] [illegible]

Актуальность применения этих [illegible] растает на фоне стремительного [illegible] [illegible] чительной степени неизученным

как источников сосудорасширяющих пептидов не получил должного отражения в научной литературе. Настоящее исследование [illegible] полнение этого пробела по[illegible] многоуровневого анализа [illegible] когоновых с использованием [illegible] В частности, ставится задача [illegible] структуру и функциональные [illegible] кулярного белка из свиных [illegible] го признаками вазоактивно[illegible] что белок P01284, ранее не[illegible] компонент функциональных [illegible] представляет собой перспе[illegible] разработки антигипертензив[illegible]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования и пробоподготовка

Исследование проводилось в период с сентября 2023 года по сентябрь 2024 года. Объектом анализа стал белок животного происхождения с молекулярной массой 10,74 кДа, выделенный из свиных желудков. В качестве биол[illegible] использовались свин[illegible] (возраст — 6–7 месяцев, [illegible] 100–120 кг [illegible]), забой которых осуществлялся [illegible] пункте Алтай[illegible] (n = 9). Отбор [illegible] дился в соответствии с [illegible] ванной ГОСТ 32164-2013 [illegible] работанные. Технические ус[illegible]

Масса совокупной пробы со[illegible] ные образцы хранились при [illegible] °С и относительной влажности 95–98% [illegible] камере до момента лабора[illegible] цы доставлялись в лаборатор[illegible] природных нутрицевтиков Фе[illegible] ственного бюджетного обр[illegible] ния высшего образования «Кемеровский [illegible] ственный университет» (г. Кемерово).

Оборудование

Исследование проводили при [illegible] вертикального электрофореза Mini-PROTEIN Tetra System (BioRad) и системы гельдокументирования Molecular Imager GelDoc-XR+ (BioRad), УФ-трансиллюминатор TCP-20M (Vilber Lourmat, [illegible])

Методы [illegible]

Для выявления новых [illegible] ленных [illegible] применены методы [illegible] белков с помощью электрофор[illegible] in silico [illegible] биоинформа[illegible] компьютерно[illegible] в онлайн-режиме. [illegible] поис[illegible] Идентифик[illegible] базы [illegible] последовательностями [illegible] с запис[illegible] [illegible] генотипирования ге[illegible] UniProtKB[1], Swiss-Prot база данн[illegible] (версия 12.0) для поиска инфо[illegible] взаимодействия[2]. Протокол ис[illegible] ния состоит из следующих разд[illegible] [illegible] ка, функциональный анализ бел[illegible]

Процедура исследования

Молекулярно-массовое распределение [illegible] с помощью электрофорез[illegible] % [illegible] геле в присутствии [illegible] Для разделения белка [illegible] полиакриламидный г[illegible] додецилсульфата натрия (SDS-Na, 0,1%) [illegible] Форез проводили на однократно[illegible] с добавлением SDS-Na 0,1% при 15 м[illegible] окрашивали Кумасси R250 (приго[illegible] [illegible] уксусной кислоте) [illegible] температуре [illegible] в течение 7–10 ми[illegible] дистиллированной водой [illegible] Образ[illegible] проводил[illegible] [illegible] Сохранение и обработку данных [illegible] сис[illegible] [illegible] компьютера [illegible] использовали маркеры [illegible] массой в диапазоне до 250 кДа [illegible] рограммах было идентифицирова[illegible] тенсивное цифровое представле[illegible] белков с молекулярной массой [illegible]

[1] http://www.uniprot.org
[2] http://string-db.org/

При определении количества белка [illegible] не менее 3-х электрофоре[illegible] нием из трех биологических [illegible] чения надежности результатов.

Идентификация белка P01284 [illegible] ных последовательностей [illegible] UniProtKB/Swiss-Prot с помощью [illegible] граммного обеспечения.

[illegible] гомолог[illegible] что [illegible] сходств[illegible] ности и функциональных участ[illegible] близких гомологов методы, осн[illegible] (также называемые методам[illegible] наиболее на[illegible] другими метода[illegible] меняются во многих областях, [illegible] рование структуры белка.

Фильтрация проведена по таксону Sus scrofa (taxonomy_id: 9823), ключевое слово — “stomach”, отбор по молекулярной массе ~ 10.7 кДа. В качестве референсной записи выбран белок P01284, принадлежащий к семейству глюко[illegible] критериями, использованными для идентификации, было наличие по крайней мере одного [illegible] наиболее близким по массе [illegible]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Идентификация белка

[illegible] 10 кДа [illegible] ID [illegible] подтверждено путем поиска п[illegible] UniProtKB. Совпадение по м[illegible] 8,5–30 кДа. Результаты [illegible] ближайших [illegible] совпадения б[illegible] 80–90 % приведены в Таблице 1.

Для количественной оценки [illegible] пользовали среднеквадратич[illegible] (RMSD) и оценку моделирования шаб[illegible] (TM-score).

Анализ данных

Согласно результатам аннотаци[illegible] в базах UniProtKB/Swiss-Prot, [illegible]

Сопоставление данных с масс-спектрометрией [illegible] представитель[illegible] жет независимо подтвердить [illegible] пептидов [illegible] терфейсы, особенно для белковых [illegible] индукци[illegible] шим количеством перекрестных [illegible] регуляции со[illegible] алгоритм исследования, ос[illegible] генетическо[illegible] позволяет определить биологические свойства [illegible] гомологи[illegible]

Таблица 1

[illegible] UniProtKB / Swiss-Prot

Table 1

Search for Proteins in the UniProtKB / Swiss-Prot Database

Наименование белка	Название записи	Функция	Название генов	Организм	Масса (кДа)
P61013	PPLA_PIG	[illegible], PLB	PLN	Sus scrofa	6 ([illegible])
P63298	SECR_PIG	[illegible]	SCT	Sus scrofa	14 ([illegible])
P12067	LYSC1_PIG	[illegible] C-1, EC:3.2.1.17, 1,4-[illegible] N-[illegible]idase C	[illegible]	Sus scrofa	14 ([illegible])
P01284	VIP_PIG	VIP-[illegible], [illegible] PHI-27, [illegible]	[illegible]	Sus scrofa	8 ([illegible])
P01359	TFF2_PIG	[illegible] 2, [illegible]	TFF2	Sus scrofa	13 ([illegible])

Примечание. [illegible]

Note. Overview of protein data by kDa mass, obtained using the U[illegible]

ми различных видов был проведен поиск схожих аминокислотных последовательностей с использованием алгоритма BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) с базовыми параметрами выравнивания. Результаты показали, что значение статистической значимости совп[illegible] составило 2,9e–36, что свид[illegible] достоверности обнаруженно[illegible] идентичности (identity), отражающий процент совпадающих аминокислот в выровненных последовательностях, составил 48 %, что соответствует умеренной степени гомологии.

Параметр score, характеризующий качество выравнивания и отражающий степень вероятности функциональной близости последовательностей, достиг 75 %, что позволяет предположить наличие структурно-функционального родства между сравниваемыми белками. Среди наиболее близких гомологов были идентифицированы белки, принадлежащие таким видам, как Oryctolagus cuniculus (кролик) — 100 % идентичности, Cavia porcellus (морская свинка) — 91,7 % идентичности, что подтверждает межвидовую консервативность пептидов, ассоциированных с вазоактивной активностью.

Анализ аминокислотной последовательности

Последовательность исследуемого белка представлена в формате FASTA: >sp|P01284|VIP_PIG Vasoactive intestinal peptides (Fragment) OS=Sus scrofa OX=9823 GN=VIP PE=1 SV=2 HADGVFTSDFSRLLGQLSAKKYLESLIXXXXXXXXXXXXXXXXXHSDAVFTDNYTRLRKQMAVKKYLNSILNGKR. Данная последовательность включает 75 аминокислотных остатков, обладающих различными физико-химическими свойствами, включая гидрофобность, заряд, полярность и пространственную ориентацию. Эти характеристики определяют поведение белка, его структурную организацию и потенциальную функциональную активность (Рисунок 1).

В частности, к числу гидрофобных аминокислот, преимущественно локализующихся во внутренних областях третичной структуры, относятся аланин (A), глицин (G), валин (V), фенилаланин (F), треонин (T), лейцин (L), изолейцин (I) и метионин (M). Указанные остатки избегают контакта с водной фазой из-за неблагоприятного взаимодействия.

Рисунок 1 – ... Amino Acid Sequence of Protein P...

Примечание: ... UniProtKB

Note: Red is polar, blue is hydrophobic ... displayed sequence in the UniPro...

Аминокислоты ... с полярными или ... способные ... участвовать в ... представлены в данной ... гистидином (H), аспарагин... серином (S), аргинином (R), ... (K), тирозином (Y), глута... аспарагином (N) и изолейцином ... контекста вторичной структуры...

Для оценки качественного и количественного состава был проведён ана... аминокислотных оста... представлены в Таблице 2. Наи... наличии участков, ... спиральных мотивов ... Наименьш... метионин (M) и глутаминова... белка.

Построение сети белок-белковых взаимодействий (PPI)

Для изучения потенциальной функциональной ... белка VIP (P01284) ... белок-бел... STRING (версия 12.0). ... выполнена при пороговом значе...

Таблица 2
Шþƻℨ Υℨþ ƨƻℨƵƪƺþƪƱΥƻℨ(%)þƱƒƲΥƯƒƻưΥℨ ƨ Ʀƪư Ư ƪ (
Table 2
Frequency of Amino Acids in Protein (%)

Название	Аминокислотный остаток — Код: 3-буквенное обозначение	1-буквенное обозначение	Частота %) белках
Aưþ Ʋ ƒ Ʋ	Ala	A	5
ƈư ƒ ƻ ƒ Ʋ	Gly	G	4
Ƈ þ ư ƒ Ʋ	Val	V	4
ƙ ƪ Ʋ ƒ ư þ ư þ Ʋ ƒ Ʋ	Phe	F	4
Ʈƺ ƪ Υ Ʋ ƒ Ʋ	Thr	T	2
Л ƪ Ƭ ƻ ƒ Ʋ	Leu	L	10
И Ƭ Υ ư ƪ Ƭ ƻ ƒ Ʋ	Ile	I	2
Ƒ ƪ ℨ ƒ Υ Ʋ ƒ Ʋ	Met	M	1
ƈ ƒ ƻ ℨ ƒ Σ ƒ Ʋ	His	H	2
A ƻ ƴ þ Ƶ þ ƽ ƒ Ʋ Υ ƨ þ Dž Ư ƒ ƻ ư Υ ℨ þ	Asp	D	5
C ƪ Ƶ ƒ Ʋ	Ser	S	8
A Ƶ ƽ ƒ Ʋ ƒ Ʋ	Arg	R	5
ƈ ư Ƹ ℨ þ Ʊ ƒ Ʋ	Gln	Q	2
Л ƒ Ƭ ƒ Ʋ	Lys	K	8
T ƒ Ƶ Υ Ƭ ƒ Ʋ	Tyr	Y	4
ƈ ư Ƹ ℨ þ Ʊ ƒ Ʋ Υ ƨ þ Dž Ư ƒ ƻ ư Υ ℨ þ	Glu	E	1
A ƻ ƴ þ Ƶ þ ƽ ƒ Ʋ	Asn	N	4

Рисунок 2
Cƪℨƿ ƦƪưΥƯ-ƦƪưƯΥƨlʒ ƨƬþƒƱΥΣƪƬƻℨƨƒƬ, ƻΥƻℨΥDžƾþDž ƒƬ Σ
ƵƸƪƱlʒ ƦƪưƯΥƨ ƻƨƒƲlʒ ƫƪưƸΣƯΥƨ
Figure 2
Protein-Protein Interaction Network Consisting of
Porcine Stomachs

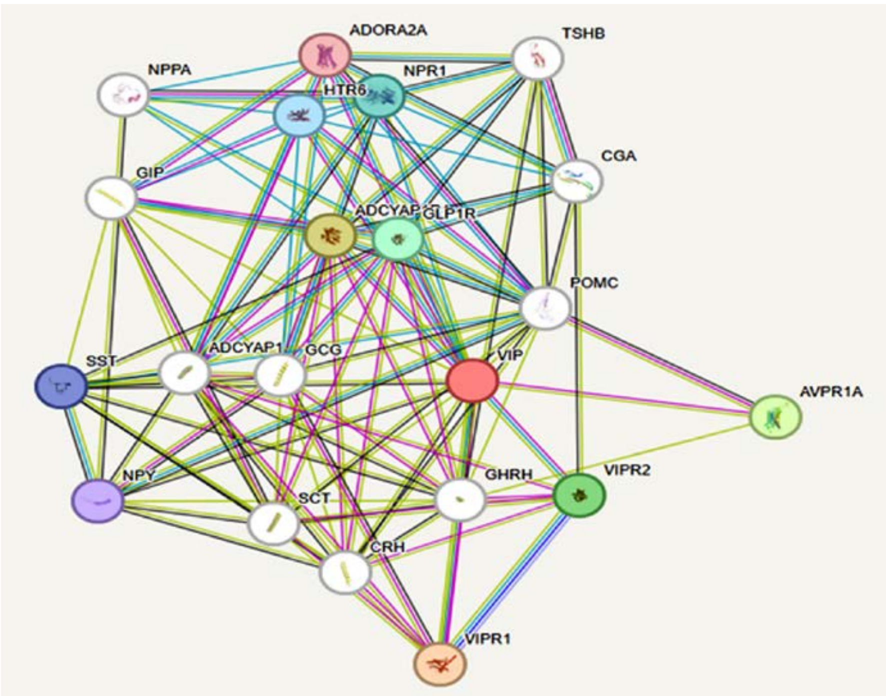


Таблица 3
Cƴƭƶ Ʋ ƨlƦƵþƲƲlʓ ƨƮþƭƱҮƩʅƮƶʒƨƸ!ƾƭʓ ƸƮưҮƨ
Table 3
List of Selected Interacting Nodes

Цвет узла		Содержимое узла	
(red circle)	ƛƨʅʒƲlʅ ƸƮư l: ƮþƴƵþƽƭƨþ!ƾƭʅ ƲʓƲƸƦƸ ƮƩƵƲl ƨþƲþǄ ưƲƭ ƲʅƭƮƨʅƶʒƲ ҮƦҮưҮƽƲþ ƨƮþƭƱҮƩʅƮƶʒƨƸ!ƾƭʓ	(empty circle)	ƚƲƸʅƶƬ ƸƮƴʅ:ƶƵʒ ǂƶʅʒƲƶƸƨƲƲʒƨҮƨl
(empty circle)	Бʅưlʅ ƸƮưl: ƨʒҮƵþǄ ҮƦҮưҮ ƴþ ƾƭʓ ǂưʅƱʅƲʒҮƨ	(blue circle)	ƶþƴþƭƸƱҮƲʅƲƲʒ ƶƸ!ư l: ƭƮƨʅʒƲþ ʒƵʅʓƱʅƵþǄ ƶʒƵƸƲʒƸƵþ

Таблица 4
ПƵʅƩƶƮþƨưʅƲƭʅ ʒʅƲƸƾʅƨҮ ƨƮþƭƱҮƩʅƮƶʒƨƭǄ ƱʅƫƩƸ ƸƮưþƱƭ
Table 4
Representation of the Current Interaction between Nodes

Известные взаимодействия		Предсказанные взаимодействия		Прочие	
(blue-green line)	ƭƮ ƲƸƵþʒҮƵƲƲƭ ƦƩ	(red line)	ƭƮ ƵþƵǄƲƭʓ ʅ ƨʅƲҮƨ	(dark blue line)	ƮҮƨƱʅƮƶʒƲþǄ ǂƲƮƴƵʅƮƮ
(magenta line)	ҮƴƵʅƩʅưʅƲҮ ǂƲƮƴƵʅƮƮ	(blue line)	ƭƮ ƶƸƮƭƶƲƸƮƴ ƲҮƱƲʅƨƭ	(grey line)	ƲʅҮƱưƵʓ ƲƸƽƳƵƶǄ Ʀʅưƴþ
(green line)	ƮҮƮʅƩƮƮʒƨҮ ƨʅƲҮƨ	(yellow line)	text mining (ƭƲʒʅưʅƲʒƸþưlƲlƮ þƲþưƭƮ ʒʅƲƮʒþ)		

Примечание. ƢҮƭƮƲ ƭƲƺҮƵƱþƻƭƭ Ү ƦʅưƴҮ-Ʀʅưƴƨlʓ ƨƮþƭƱҮƩʅƮƶʒƨƭǄʓ, ƮƩ ...

Note. Search for information about protein-protein interactions u...

сти (confdence score) > 0.4, что соответствует сред-ней степени уверенности в взаимодействиях.

Сформированная сеть включает 21 узел, каждый из которых представляет уникальный белок, кодируемый соответствующим геном. Между узлами зафиксировано 106 ребер, отражающих как известные, так и предсказанные связи белок-белковых взаимодействий. Узлы классифицированы по визуальным признакам:

(1) Цветные заполненные узлы — белки запроса и первая оболочка взаимодействующих партнеров с известной или предсказанной 3D-структурой;
(2) Пустые узлы — белки без известной трехмерной структуры;
(3) Белые узлы — вторая оболочка взаимодействующих белков.

Типы взаимодействий кодированы цветом следующим образом:

(1) Голубые линии — взаимодействия, подтвержденные из кураторских баз д...
(2) Си... — экспериментальные данные взаимодействия;
(3) Зеленые — взаимодействия на основе соседства генов;
(4) Красные — предполагаемое сл...
(5) Синие — совместная встречаемость в различных организмах.

Особое внимание уделено белкам, вовлеченным в регуляцию сосудистого тонуса и сократительной функции. Красные узлы обозначают рецептор VIPR1, обладающим действием, способствующим ... (рас)слаблению сосудов, ... активации и усилению сократимости миока(рда) ... стеру отнесены соматостатин (... секрецию гормонов гипофиза, ...

Рисунок 3
КưþƶƷǂƶƒƭþƶƒǅ Ʀǂưƴ ƱǂƷҮΣҮƱ DBSCAN Ʋþ ҮƶƲҮƨǂ ưҮƯþưǁƲҮƮ ƴưҮƷƲ
Figure 3
Clustering of Proteins by DBSCAN Method Based on Local Densit

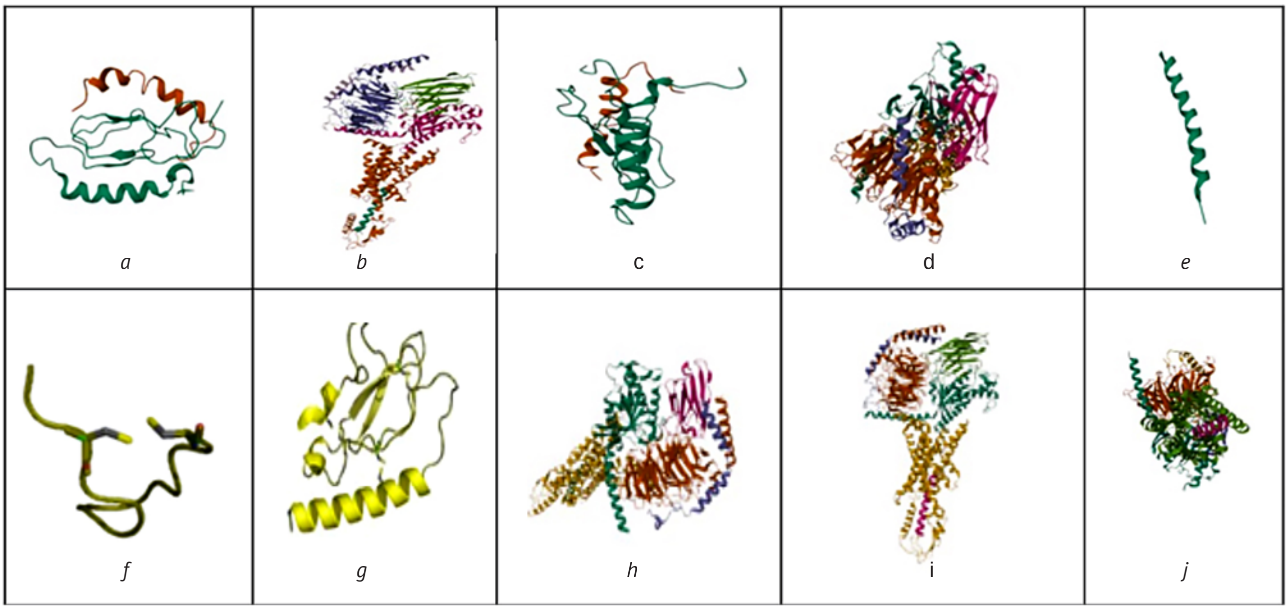
Цвет	Идентификатор кластера	Количество генов	Описание
	Кưþƶƒǂƶ 1	4	АƯƷƒƨƲҮƶƷǁ ƶǂƶǂƴƷҮƶҮƨ ƨþƭҮþƯ ƴҮưƒƴǂƴƷƒΣþ ƒ VIP/GHRH ƴҮΣҮƦ
	КưþƶƷǂƶ 2	3	АƱƒΣƒƶҮƨþƲƒǂ
	КưþƶƷǂƶ 3	3	СƨǅƭӀƨþƲƒǂ ƶǂƶǂƴƷҮƶþ ƨư!ƯþƨҮ ҮƷƨǂƷ Ʋþ ƶƷƒƱƺưǅƶƒ! ƨư!ƯþƨҮƲ
	КưþƶƷǂƶ 4	2	Рǂƶǂƴ ƷҮƶƲӀƭ ƶƒƨƲþưǁƲӀƭ ƴƸƷǁ
	Кưþƶƒǂƶ 5	2	БƒҮƶƒƲƷǂƭ ƷƒƶҮƯƶƒƲþ

тропин (GH1), пролактин, АКТГ, ЛГ, ГЗ и ТРГ. Результаты было и…
узлы соответствуют рецеп-тор… кластеризации (Рисунок 3), р-азлич…
сина AVPR1A, активирующему … функциональной специфике. Централь…
сигнальные каскады через G-белки (Кластер 1), включающий белки VI…
представляют рецептор аде-нилатциклазы ADCYAP1R1, GHRHR, был отнесён к г…
за ADCYAP1R1, также относящийся к семействам … реализа…
цепторов, сопряженных с G-белками … эндокринных эффектов ч…
пряжённые рецепторы.

Функциональная аннотация доменов в составе ис…
следуемых белков указывает на наличие структур
SM00070 (глюкагоноподобный) … Структурно-функциональны…
(секретиноподобный GPCR-домен). Последний
включает рецепторы, акти-вирующие аденилат… трёхмерной…
циклазу и фосфатидилинозитол-3-киназу … базa…
секретин (Ishihara et al., 1991), … (Labas et al.,
al., 1991), паратиреоидный гормон (Jüppner et … структурной …
1991), и вазоактивный кишечный пептид (Ishihara … П…
et al., 1992). Совокупность (Рисунок 4) … характер…
в ключевых физиологических процессах … белка и п…
ляции липолиза в адипоцитах, секреции инсулина … интерпр…
на и ренина, регуляции артериального давления,
продукции адреналина и секреции … выполнена …
гормонов. стандартной цветовой шкалы д…
гнозируемых координат аминоки…

Дополнительно, для выявления (pLDDT) … Local Dista…
циональных кластеров внутри … классификации…
на кластеризация методом DBSCAN (Density-Based … соответ…
Spatial Clustering of Applications with Noise) … Кла…
стеризация осуществлялась … (70 < pLDDT < 90) … голубой) —
ного соединения узлов, с параметром эпсилон,

Рисунок 4
ƬƵlʒƠlƵ∪þDž ƺʒƵƸƯʒƸƵþ Ʀlưƴþ P01284
Figure 4
Three-Dimensional Structure of the P01284 Protein



Примечание: (a) VIPR1 – ƧþƬΥþƯʒfƧ∪lƮ Ưfƽlƽ∪lƮ ƴΥưfƴlƴʒfΣ∪lƮ ƺlƺlƴʒΥ... ƵΥʒƯþDž ʓΥƵƠþ ƴΥưfƴlƴʒfΣ∪ΥƨΥ ƺlƺlƴʒΥƵþ ʒfƴþ I, þƯʒfƧfƬƬƵƸ!ƽlƨΥ... V1þ, þƵƨl∪f∪þ-ƧþƬΥƴƵlƺƺf∪þ, þƯʒfƧfƵƸlʒ ƺfƺʒlƠƸ ƧʒΥƵfƽ∪lʓ Ơlƺƺ... ƺΥΣlƵʈþƽfƮ ƦlưΥƯ, ƴƵf∪þΣưlʈfʒ Ư ƺlƠlƮƺʒƨƸ ƵlƺlƴʒΥƵΥƨ, ƺƧDžƬþ∪∪lʓ... f ƺlƯƵlƺff ƨΥƵƠΥ∪þ, ƧlƺƧΥƦΥʈƩþ!ƽlƨΥ ƨΥ∪þΣΥʒƵΥƴf∪; f) SST – ƺΥƠ... ƧƯư!ƽþDž ƨΥƵƠΥ∪ ƵΥƺʒþ, ư!ʒlf∪fƬƵƸ!ƽfƮ ƨΥƵƠΥ∪ f TTƓ; g) GLP1R – ... ƵΥƧ, ƺƧDžƬþ∪∪lʓ ƺ ƦlưƯΥƠ 2; h) NPR1 – ƨƸþ∪fưþʒƺfƯưþƬþ; l) ADORA... VIPR2 – ∪lʓþƵþƯʒlƵ∪lƮ ƦlưΥƯ, ƴƵf∪þΣưlʈfʒ Ư ƺlƠlƮƺʒƨƸ ƵlƺlƴʒΥ...

Note: (a) VIPR1 - vasoactive intestinal polypeptide receptor, acti... receptor type I, activates adenylate cyclase; (c) AVPR1A - vas... phosphatidyl-inositol-calcium secondary messenger system; (d)... receptors associated with G-protein; e) NPY-peptide, participat... gonadotropin; f) SST — somatostatin 14, inhibits the secretion... hormone and TSH; g) GLP1R — an uncharacteristic protein, belo... NPR1 — guanylate cyclase; l) ADORA2A — adenosine A2 receptor, ... belongs to the family of receptors associated with G-protein

(3) 50 < pLDDT < 70 (желтый) — ...стоверности,

(4) pLDDT < 50 (красный) — низкая, ... структурной упорядоченности.

Анализ структуры P01284 по... ных участков с пониженными значениями pLDDT, что может указывать на возможную неструктурированность данных регионов или их повышенную гибкость в физиологических условиях. Тем не менее, центральная часть молекулы продемонстрировала высокую степень структурной определенности.

Дополнительно был проведен ср... лиз с рецепторами, вовлеченн... каскады, сопряженные с G-белк... что исследуемый белок взаимод... функциональными группами моле...

(1) Белки, активирующие адени... VIPR1, ADCYAP1R1, AVPR1A, ADORA2A;

(2) Новые связующие рецептор... GLP1R, VIPR2;

(3) Регуляторы гуморально... NPY, SST.

https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.624

Данные взаимодействия формируют основу сложных физиологических реакций, включая вазомоторную регуляцию, нейроэндокринные сигналы и метаболическую адаптацию. Мультирецепторы в этих группах способны координировать сигнальные каскады посредством взаимодействия с различными внутриклеточными G-белками.

В структурной модели были выделены ключевые домены рецепторов. Их выравнивание продемонстрировало типичную топологию, характерную для G-белок-связанных рецепторов: C-концевая α-спираль взаимодействует с гидрофобным ядром, тогда как N-концевая область формирует подковообразную конфигурацию, охватывающую лиганд и стабилизирующую его положение в рецепторном кармане.

Среднее RMSD всех областей [illegible] Å. Средний TM-score больше 0,5.

В процессе моделирования было выявлено отсутствие отдельных петель в структуре, [illegible] ли, что объясняется ограниченным разрешением в этих участках при прогнозировании. Тем не менее, гидрофобные взаимодействия между рецепторами и формирование водородных связей в междоменных петлях подтверждают консервативный механизм связывания, характерный для данной группы белков.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты проведённого исследования подтвердили эффективность и обоснованность применения in silico-подходов для функциональной аннотации [illegible] животного происхождения. Разработанный протокол охватывает все ключевые этапы анализа — от экспериментального подтверждения [illegible] массы до прогнозирования [illegible] имодействий, что позволило [illegible] теризовать белок P01284, [illegible] желудков.

Как отмечают Chung et al. (2023), [illegible] числительных методов в би[illegible] ляется как их теоретической [illegible] так и способностью точно [illegible] ческие характеристики мол[illegible]

[illegible] статистические параметры [illegible] надёжность [illegible] E-value 2,9×10^{-36} на [illegible] гомологии меж[illegible] последовательностями [illegible] 2014). Допо[illegible] (48,1 %) [illegible] следовательно [illegible] (75 %) [illegible] трируют в[illegible] значимость со[illegible] основание [illegible] P01284 [illegible] VIP-подобн[illegible]

Анализ аминокислотного состава [illegible] обладание ос[illegible] конфигурации [illegible] что может и[illegible] Как установл[illegible] (2025), лейцин обладает выра[illegible] рующими свойствами и может и[illegible] 0,2 [illegible] биологиче[illegible] пептидов, направленных на ре[illegible] стого тонуса. Таким образом, [illegible] перспективность [illegible] как сыр[illegible] профилакт[illegible]

Особое внимание было уделено [illegible] взаимодействий [illegible] базы S[illegible] ные взаимодействия, отражающи[illegible] P01284 и его партнёров в ре[illegible] пептидных гормонов, адренали[illegible] давления, согласуются с[illegible] функциями VIP-подобных молеку[illegible] 2024). Анализ PPI предос[illegible] молекулярных связях [illegible] и отк[illegible] изучения сиг[illegible] рецепторами G-б[illegible]

[illegible] пространственной [illegible] AlphaFold по[illegible] архитектуры, [illegible] центральн[illegible] спиральными участками, а стр[illegible] продемонстрировала высокие зн[illegible] (2023) [illegible] LDDT [illegible] участк[illegible] предшествующие данны[illegible] онлайн-п[illegible] экспериментал[illegible] (Wu et al., 2024).

Несмотря на достигнутый [illegible] успешной функциональной [illegible] лок-белковых взаимодейст[illegible] ничен. Как подчеркивают С[illegible] ограниченное число приме[illegible] способность современных м[illegible] конструировать интерфейс[illegible] Это связано с высокой с[illegible] лекулярного распознавания[illegible] настройки специфических к[illegible] стей. Разработка таких ин[illegible] ной из важнейших задач в [illegible] поскольку взаимодействие [illegible] представляет собой базовы[illegible] нирования клеток и критич[illegible] биоинформатических приложений (Kynast et al., 2022; Kynast et al., 2023).

Полученные данные демонс[illegible] silico-анализ представляе[illegible] инструмент предварительно[illegible] логически активных молек[illegible] виях отсутствия кристалло[illegible] тур и ограниченного досту[illegible] экспериментальным платформам. В настоящем исследовании впервые проведена комплексная аннотация низкомолекулярного белка животного происхождения, демонстрирующего структурные и функциональные приз[illegible] молекул. Результаты указы[illegible] использования вторичных [illegible] в частности субпродуктов, в качестве источников биоактивных компонентов д[illegible] циональных продуктов питан[illegible] на основе цифрового биоинф[illegible] нинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках настоящего исследования [illegible] на комплексная in silico-аннотация белка P01284, выделенного из свиных желудков, с определением его структурных характери[illegible] к семейству глюкогоновых-[illegible] емой сосудорасширяющей активности. Использование биоинформационных платформ UniProtKB, STRING и AlphaFold позволило осуществить функциональную идентификацию белка, оценить его пространственную организацию и спрогнозировать возможные белок-белковые взаимодействия.

Результаты подтверждают, что [illegible] методов иск[illegible] эффективно ис[illegible] животного [illegible] физиологиче[illegible] методология in [illegible] значимость выч[illegible] предварит[illegible] соедине[illegible] пониманию [illegible] сосудис[illegible] открывает пер[illegible] гипертенз[illegible] значение для [illegible] технологии.

Кроме того, показано, что оди[illegible] гированных из субпродуктов с[illegible] типичными д[illegible] подчерк[illegible] животного [illegible] функци[illegible] нутр[illegible] ческим де[illegible]

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

[illegible] исследо[illegible] визуализа[illegible] руко[illegible]

AUTHOR CONTRIBUTIO

Razumovskaya Elena [illegible] — ori[illegible] P01284, [illegible]

ЛИТЕРАТУРА

Зайцева, Н.В., Землянова, М.А., & Пескова, Е.В. (20
эффектов, инициированных трансформацией протеомно
человека при комбинированном воздействии химических
10(35), 407–415. https://doi.org/10.47470/0016-9900-

Мезенова О. Я. (2023). Современная пищевая биотехноло
Вестник Международной академии холода, (1), 35–46. https://doi.org/1
2023-22-1-35-46

Кольберг Н. А., Тихонова Н. В., Тихонов С. Л., Леон
Разработка технологии выделения и исследования иммун
пептидов на мышах с экспериментальным иммунодефици
пищевых производств, (2), 296–309. https://doi.org/10.21603/

Улитина Е.А., Валиева Ш.С., Тихонов С.Л., & Тихонова
пищевой пептид: характеристика, свойства и оценка
(4), 132–137. https://doi.org/10.32634/0869-8155-20

Bellaver, E. H., & Kempka, A. P. (2023). Potential of
antihypertensive, and xanthine oxidase inhibitors:
updated review. Amino Acids, 55(12), 1829–1855. https://doi.org/10.1

Boshchenko, A. A., Maslov, L. N., Mukhomedzyanov, A.
Naryzhnaya, N. V., Zinovieva, A. S., & Ilinykh, P
drugs of the future: The receptor and signaling me
Glucagon-like Peptide-1 receptor agonists. International Journal of Molecu
4900. https://doi.org/10.3390/ijms25094900

Ishihara, T., Nakamura, S., Kaziro, Y., Takahashi, T
cloning and expression of a cDNA encoding the secr
1635–1641. https://doi.org/10.1002/j.1460-2075.1991

Ishihara, T., Shigemoto, R., Mori, K., Takahashi, K
and tissue distribution of a novel receptor for va
811–819. https://doi.org/10.1016/0896-6273(92)90101

Cao, L., Coventry, B., Goreshnik, I., Huang, B., Sh
I., Kadam, R. U., Verschueren, K. H. G., Verstraet
Yang, A., Kozodoy, L., DeWitt, M., Picton, L., Miller,
of protein-binding proteins from target structu
https://doi.org/10.1038/s41586-022-04654-9

Chung, W. T., & Chung, K. C. (2023). The use of the
Clinical Epidemiology, 162, 92–94. https://doi.org/10.1016/j.jcli

Elisha, C., Bhagwat, P., & Pillai, S. (2024). Emergi
promoting properties of plant and animal protein-de
in Food Science and Nutrition, 1–30. https://doi.org/10.1080/104083

Folador, E. L., Hassan, S. S., Lemke, N., Barh, D., S
improved interolog mapping-based computational pred
with increased network coverage. Integrative Biology: Quantitative B
Macro, 6(11), 1080–1087. https://doi.org/10.1039/c4ib00

Jüppner, H., Abou-Samra, A. B., Freeman, M., Kong, X
L. F., Jr, Hock, J., Potts, J. T., Jr, & Kronenber
parathyroid hormone and parathyroid hormone-related
1026. https://doi.org/10.1126/science.1658941

Kynast, J. P., Schwägerl, F., & Höcker, B. (2022).
with an atlas-based approach. Bioinformatics, 38(23), 5199–5205. https://do
bioinformatics/btac685

Kynast, J. P., & Höcker, B. (2023). Atligator web: A
of protein-pep Biodesign Research, 5, 0014. https://doi.org/10.3
Lafarga, T., O'Connor, P., & Hayes, M. (2014). Iden
and angiotensin-I-converting enzyme inhibitory pep
analysis. Peptides, 59, 53–62. https://doi.org/10.1016/j.peptide
Lauder, L., Mahfoud, F., Azizi, M., Bhatt, D. L., Ewe
M. P., Teo, K. K., Townsend, R. R., Tsioufs, C., W
Hypertension management in patients... European Heart
Journal, 44(23), 2066–2077. https://doi.org/10.1093/eurhe
Lin, H. Y., Harris, T. L., Flannery, M. S., Aruffo, A
H. F., & Goldring, S. R. (1991). Expression cloning
receptor. Science, 254(5034), 1022–1024. https://doi.org/10.112
Li, R., Wu, T., Xu, X., Duan, X., & Wang, Y. (2025).
blood pressure lowering effects. Scientific Reports, 15, 14. https://doi.org/10
024-83924-0
Li, H., Zou, L., Kowah, J. A. H., He, D., Liu, Z., Di
A compact review of progress and prospects of deep... Journal of
Molecular Modeling, 29(4), 117. https://doi.org/10.1007/s00894-
Lin, K., Zhang, L. W., Han, X., Xin, L., Meng, Z. X.,
as potential precursor of angiotensin I-converting
proteolysis. Food Chemistry, 254, 340–347. https://doi.org/10.1016/j.
Madival, S. D., Mishra, D. C., Sharma, A., Kumar, S.
A. (2022). A deep clustering-based novel approach f... Current
Genomics, 23(5), 353–368. https://doi.org/10.2174/1389202
Muangrod, P., Charoenchokpanich, W., Roytrakul, S.
S., Wonganu, B., Tabtimmai, L., Chamsodsai, P., Ca
Bioactivity assessment of peptides derived from (Rhopilema hispidum)
byproducts. PLoS One, 20(2), e0318781. https://doi.org/10.1371/j
Ramdani, S., & Haddiya, I. (2024). ... Annals of Medicine
and Surgery, 86(6), 3514–3521. https://doi.org/10.1097/MS9.
Rubattu, S., & Gallo, G. (2022). The Natriuretic Pep... High blood
pressure & cardiovascular prevention: The offcial
29(1), 15–21. https://doi.org/10.1007/s40292-021-004
Said, S. I., & Mutt, V. (1970). Polypeptide with br
intestine. Science, 169(3951), 1217–1218. https://doi.org/10.112
Shukla, P., Chopada, K., Sakure, A., & Hati, S. (202
derived antihypertensive peptides for the managemen... Protein and
Peptide Letters, 29(5), 408–428. https://doi.org/10.2174/09298
Suo, Q., Yue, Y., Wang, J., Wu, N., Geng, L., & Zhan
vivo antihypertensive effect of novel angiotensin I
peptides from Spirulina protein hydrolysate. Food & Function, 13(17), 9108–9118.
https://doi.org/10.1039/d2fo01207c
Varadi, M., Bertoni, D., Magana, P., Paramval, U.,
M., Nair, S., Mirdita, M., Yeo, J., Kovalevskiy, O
A., Tomlinson, H., Hariharan, D., Abrahamson, J.,
S. (2024). AlphaFold Protein Structure Database i
for over 214 million protein sequences. Nucleic Acids Research, 52(D1), D368–D375.
https://doi.org/10.1093/nar/gkad1011
Volzhenin, K., Bittner, L., & Carbone, A. (2024).
within, across, and between species at the... iScience, 27(7), 110371
https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110371

Wu, K., Jiang, H., Hicks, D. R., Liu, C., Muratspa... Kenny, S., Mihut, A., Gaur, A., Coventry, B., Chen, ... M. Y., Murray, A., Li, X., Kennedy, M. A., Baker, ... region binding proteins. bioRxiv : The Preprint Server ..., 2024.07.15.603480. https://doi.org/10.1101/2024.07.15.603480

Zheng, S. L., Luo, Q. B., Suo, S. K., Zhao, Y. Q., ... identifcation, molecular docking study and protect... inhibitory peptides from protein hydrolysate of sk... Marine Drugs, 20(3), 176. https://doi.org/10.3390/md20030176

REFERENCES

Zaitseva, N.V., Zemlyanova, M.A., & Peskova, E.V. ... effects initiated by transformation of the proteom... combined exposure. Hygiene and Sanitation, 103(5), 407–415. (In Ru... https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-5-407-4...

Mezenova O. Ya. (2023). Modern food biotechnology: ... Journal of International Academy of Refrigeration, (1), 35–46. (In Russ.) https://d... 4313-2023-22-1-35-46

Kolberg N. A., Tikhonova N. V., Tikhonov S. L., Leonty... of technology for the isolation and study of the ... mice with experiment... Food Production Engineering(2), ... 296–309. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-...

Ulitina E.A., Valieva Sh.S., Tikhonov S.L., & Tikho... peptide: characteristics, pro... Agrarian Science, (4), ... 132–137. (In Russ.) https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-...

Bellaver, E. H., & Kempka, A. P. (2023). Potential of ... antihypertensive, and xanthine oxidase inhibitors: ... updated review. Amino Acids, 55(12), 1829–1855. https://doi.org/10.1...

Boshchenko, A. A., Maslov, L. N., Mukhomedzyanov, A... S., Naryzhnaya, N. V., Zinovieva, A. S., & Ilinykh... drugs of the future: The receptor and signaling me... Glucagon-like Peptide-1 receptor agonists. International Journal of Molecu... 25(9), 4900. https://doi.org/10.3390/ijms25094900

Ishihara, T., Nakamura, S., Kaziro, Y., Takahashi, T... cloning and expression of a cDNA ... secr... The EMBO Journal, 10(7), 1635–1641. https://doi.org/10.1002/j.1460-2075.1991...

Ishihara, T., Shigemoto, R., Mori, K., Takahashi, K... and tissue distribution of a novel receptor for vas... Neuron, 8(4), 811–819. https://doi.org/10.1016/0896-6273(92)90101...

Cao, L., Coventry, B., Goreshnik, I., Huang, B., She... Kadam, R. U., Verschueren, K. H. G., Verstraete, K... A., Kozodoy, L., DeWitt, M., Picton, L., Miller, L... of protein-binding proteins from target structure. Nature, 605(7910), 551–560. https://doi.org/10.1038/s41586-022-04654-9

Chung, W. T., & Chung, K. C. (2023). The ... Journal of the ... Clinical Epidemiology, 162, 92–94. https://doi.org/10.1016/j.jcli...

Elisha, C., Bhagwat, P., & Pillai, S. (2024). Emergi... promoting properties of plant and ... Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1–30. https://doi.org/10.1080/104083...

Folador, E. L., Hassan, S. S., Lemke, N., Barh, D., ... improved interolog mapping-based computational pre...

with increased network coverage. Integrative Biology: Quantitative B
Macro, 6(11), 1080–1087. https://doi.org/10.1039/c4ib00

Jüppner, H., Abou-Samra, A. B., Freeman, M., Kong, X
L. F., Jr, Hock, J., Potts, J. T., Jr, & Kronenber
parathyroid hormone and parathyroid hormone-related pe Science, 254(5034), 1024–
1026. https://doi.org/10.1126/science.1658941

Kynast, J. P., Schwägerl, F., & Höcker, B. (2022).
with an atlas-based approach. Bioinformatics, 38(23), 5199–5205. https://do
bioinformatics/btac685

Kynast, J. P., & Höcker, B. (2023). Atligator web: A
of protein-peptide interactions. Biodesign Research, 5, 0011. https://doi.org/10.

Lafarga, T., O'Connor, P., & Hayes, M. (2014). Iden
and angiotensin-I-converting enzyme inhibitory pep
analysis. Peptides, 59, 53–62. https://doi.org/10.1016/j.peptide

Lauder, L., Mahfoud, F., Azizi, M., Bhatt, D. L., Ewe
M. P., Teo, K. K., Townsend, R. R., Tsioufs, C., W
Hypertension management in patients with cardiovas European Heart
Journal, 44(23), 2066–2077. https://doi.org/10.1093/eurhe

Lin, H. Y., Harris, T. L., Flannery, M. S., Aruffo, A
H. F., & Goldring, S. R. (1991). Expression cloning
receptor. Science, 254(5034), 1022–1024. https://doi.org/10.112

Li, R., Wu, T., Xu, X., Duan, X., & Wang, Y. (2025).
blood pressure lowering effects. Scientific Reports, 15, 54. https://doi.org/10
024-83924-0

Li, H., Zou, L., Kowah, J. A. H., He, D., Liu, Z., Di
A compact review of progress and prospects of deep Journal of
Molecular Modeling, 30(4), 117. https://doi.org/10.1007/s00894-

Lin, K., Zhang, L. W., Han, X., Xin, L., Meng, Z. X.,
as potential precursor of angiotensin I-converting
proteolysis. Food Chemistry, 254, 340–347. https://doi.org/10.1016/j.

Madival, S. D., Mishra, D. C., Sharma, A., Kumar, S.
A. (2022). A deep clustering-based novel approach f Current
Genomics, 23(5), 353–368. https://doi.org/10.2174/1389202

Muangrod, P., Charoenchokpanich, W., Roytrakul, S.
S., Wonganu, B., Tabtimmai, L., Chamsodsai, P., Ca
Bioactivity assessment of peptides derived from (Rhopilema hispidum
byproducts. PLoS ONE, 17(2), e0318781. https://doi.org/10.1371/j

Ramdani, S., & Haddiya, I. (2024). Annals of Medicine
and Surgery, 86(6), 3514–3521. https://doi.org/10.1097/MS9.

Rubattu, S., & Gallo, G. (2022). The Natriuretic Pep High blood
pressure & cardiovascular prevention: The official
29(1), 15–21. https://doi.org/10.1007/s40292-021-004

Said, S. I., & Mutt, V. (1970). Polypeptide with br
intestine. Science, 169(3951), 1217–1218. https://doi.org/10.112

Shukla, P., Chopada, K., Sakure, A., & Hati, S. (202
derived antihypertensive peptides for the manageme Protein and
Peptide Letters, 29(5), 408–428. https://doi.org/10.2174/09298

Suo, Q., Yue, Y., Wang, J., Wu, N., Geng, L., & Zhan
vivo antihypertensive effect of novel angiotensin I
peptides from Spirulina protein hydrolysate. Food & Function, 13(17), 9108–9118.
https://doi.org/10.1039/d2fo01207c

Varadi, M., Bertoni, D., Magana, P., Paramval, U., P
Nair, S., Mirdita, M., Yeo, J., Kovalevskiy, O.,
Tomlinson, H., Hariharan, D., Abrahamson, S.J., Gree
(2024). AlphaFold Protein Structure Database in
for over 214 million protein sequences. Nucleic Acids Research, 52(D1), D368–D375.
https://doi.org/10.1093/nar/gkad1011

Volzhenin, K., Bittner, L., & Carbone, A. (2024).
within, across, and between species at the ... iScience, 27(7), 110371.
https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110371

Wu, K., Jiang, H., Hicks, D. R., Liu, C., Muratspal
Kenny, S., Mihut, A., Gaur, A., Coventry, B., Che
Lamb, M. Y., Murray, A., Li, X., Kennedy, M. A.,
disordered region binding properties. bioRxiv, 2024.07.15.603480
https://doi.org/10.1101/2024.07.15.603480

Zheng, S. L., Luo, Q. B., Suo, S. K., Zhao, Y. Q.,
identifcation, molecular docking study and protect
inhibitory peptides from protein hydrolysate of sk... Marine Drugs, 20(3),
176. https://doi.org/10.3390/md20030176

ОБ АВТОРАХ

Разумовская Елена Сергеевна,
г. , . ORCID ID: https:
Elenabar83@inbox.ru

Милентьева Ирина Сергеевна,
(), г. , , ORCID:
E-mail: irazumnikova@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Razumovskaya Elena Sergeevna, lead specialist, deputy head of t
the Regional State Budgetary Institution Veterinary
of the Altai Territory in Barnaul, Candidate of Ve
Barnaul, Shevchenko St., 158). ORCID: https://orc
NUP-8673-2025, SPIN-code: 3419-6879, e-mail: elenab

Milentyeva Irina Sergeevna, Head of the Department of Bionanotec
University, Doctor of Engineering, Associate Profes
https://orcid.org/0000-0002-3536-562X, Scopus ID: 5
SPIN-code: 8227-2844, e-mail: irazumnikova@mail.ru

ОРИ[illegible]ИНАЛЬНОЕ [illegible]ПИРИШЕСКОЕ ИССЛ[illegible]

[illegible]

И. Ф. [illegible][2], [illegible][3], И. А. [illegible][3], [illegible]

И. А. [illegible]

[1] [illegible]

[2] [illegible]

[3] [illegible] (РОСБИОТЕХ), [illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Ирина Михайловна Чернуха
E-mail: imcher@inbox.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible] И. Ф., [illegible] И. А., [illegible] И. А. (2025). [illegible] Хранение и переработка сельхозсырья (2) 33109-141. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.656

ПОСТУПИЛА: 17.01.2025
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
[illegible]

ФИНАНСИРОВАНИЕ
[illegible] (проект № 25-16-00178).

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible] DPP-IV-[illegible]

Материалы и методы: [illegible] 2014 [illegible] Springer Link [illegible] РИНЦ. [illegible] PRISMA.

Результаты: [illegible]

Выводы: [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Functional Proper Protein Hydrolysa A Systematic Revi Biological Activi

Irina M. Chernukha[1], Sergey L. Tikhonov[2], Ivan A. Degtya
Ivan A. Fomenko[3], Ilya A. Detinkin

[1] V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

[2] Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russian Federation

[3] Russian Biotechnological University, Moscow, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Irina M. Chernukha
E-mail: imcher@inbox.ru

FOR CITATIONS:
Chernukha, I.M., Tikhonov, S.L., Degtyarev, I.A., Fomenko, I.A., & Detinkin, I.A. (2025). Functional properties of rapeseed protein hydrolysates: A systematic review of their biological activity and applications. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 109–131. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.656

RECEIVED: 01.2025
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: 2025

DECLARATION OF COMPETING INTERESTS: none declared.

FUNDING
The research was funded by the Russian Science Foundation grant No. 25-16-00178.

ABSTRACT

Introduction: Vegetable oils are widely used in vario
of oilseed production. Rapeseed crops are ex
the ten world leaders. At the same time, by-
meal) containing more than 40% protein, an underestima
protein preparations. The study of rapeseed
active peptides is of particular interest to

Purpose: To summarize and systematize current s
hydrolysates, including production methods,
areas of application. The analysis places pa
with antioxidant, antimicrobial, antihyperte

Materials and Methods: The systematic review is based on
published between 2014 and 2025 in peer-revi
national databases. Sources were selected us
PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, and the
inclusion criteria comprised thematic relevan
recognized by established citation indices. T
conducted in vivo, in vitro, as well as [illegible] method
process of source identification, selection,
a PRISMA flow diagram.

Results: It has been established that rapeseed p
functional ingredients in food products, aqua
The influence of hydrolysis methods on their f
as the potential for replacing traditional p
of further research have been identified, inc
bioinformatics approaches for the identificat

Conclusion: Rapeseed protein hydrolysates have sig
in various industries. Further research shou
preparation, in-depth study of the mechanisms
of practical application. The development of
can contribute to the creation of innovative

KEYWORDS
proteins; protein preparations; rapeseed; p
peptides; hydrolysates; antioxidant activit

ВВЕДЕНИЕ

Масла растительного происхождения активно используются в пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности. В связи с этим масштабы выращивания масличных культур в мире систематически растут (Kotecka-Majchrzak et al., 2020). По данным ФАОСТАТ мировое производство масличных культур с 2018 по 2023 гг. выросло с примерно с 323 до [illegible] млн т[1]. Тенденция к увеличению интереса к выращиванию масличных культур отмечена не только на мировом, но и на национальном уровне (Гончаров и др., 2018). По данным Росстата [illegible] площадей масличных культур [illegible] составило [illegible]. Высокие темпы [illegible] ются у рапса: отношение посевных площадей [illegible] на 2021 год для рапса озимого [illegible] ярового [illegible] составило [illegible] га, соответственно. В 2023 [illegible] рапса снизились примерно [illegible] выросли до значений[2] [illegible]. Россия стабильно входит в [illegible] производителей рапса в мире. В 2014 [illegible] мала 8-е место с валовым сбором 1 млн [illegible] (Горлова и др., 2017), а в 2019 [illegible] более 2-х млн тонн в год (Rahman et al., 2014).

Рост интереса к производству рапса [illegible] высокой рентабельностью данной культуры и широкими возможностями ее применения (Кудинова и др., 2023). Кроме получения масла, [illegible] использоваться в качестве кормовых [illegible] изводстве биотоплива (Woźniak et al., 2019). Кроме того, рапс является хорошим предшественником для других (преимущественно зерновых) культур за счет своей корневой системы [illegible] влияет на водно-физическое и [illegible] тарное состояние почвы (Зыбалов, 2022; [illegible]).

Семена масличных культур [illegible] ществами. В семенах подсолнечника [illegible] около 15–24 %, [illegible] рапса [illegible] 33–34 % [illegible] (Kotecka-Majchrzak et al., 2020; [illegible] 2019; Chmielewska et al., 2021; [illegible] Filleau et al., 2018; Sá et al., 2020).

масличных культур (Sá et al., [illegible]

Жмыхи и шроты масличных культур [illegible] [illegible] для корма рогатого [illegible] [illegible] возможность их [illegible] получения белковых препа[illegible] (Kotecka-Majchrzak et al., 2020; Singh et al., [illegible]) [illegible]

[1] Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Н[illegible] сурс]. URL: https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL (дата обращения[illegible]

[2] Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальна[illegible] сурс]. URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения: 02.12.2024).

биологически активных добавок и функциональных [illegible] ных лекарственных препаратов [illegible] al., 2021). На сегодняшний день идентифицированы биологически активные пептиды в гидролизатах белка различных сельскохозяйственных культур: сои, льна, амаранта, [illegible] (Daroit et al., 2021). Рост интереса к [illegible] рапса, производству белковых продуктов растительного происхождения и изучению этих продуктов свидетельствуют [illegible] дований гидролизатов рапсового [illegible] возможностей их применения [illegible] стях пищевой, фармацевтической промышленности и кормопроизводстве [illegible] учении комплексной переработки [illegible]

Целью настоящего систематического [illegible] ется систематизация и обобщение [illegible] лизатах белков рапса и выделение [illegible] направлений их дальнейшего изучения. Задачи исследования заключались в анализе научных данных о белковом профиле семян рапса и [illegible] публикаций о получении гидролизатов [illegible] культуры и их свойствах.

[illegible] тьей, индексируемой в круп… базах данных (Scopus, Web…

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Базы данных и временные рамки

В обзор включены публикации, [illegible] ментативному гидролизу белков рапса [illegible] тическим применениям, опубликованные в [illegible] зируемых журналах за период [illegible] Включение статей, опубликованных [illegible] осуществлялось в случае отсутствия [illegible] источников на данную тему. Источники информации отбирались при помощи поисковых систем Google Scholar, PubMed, [illegible] и РИНЦ.

Критерии включения и исключения источников

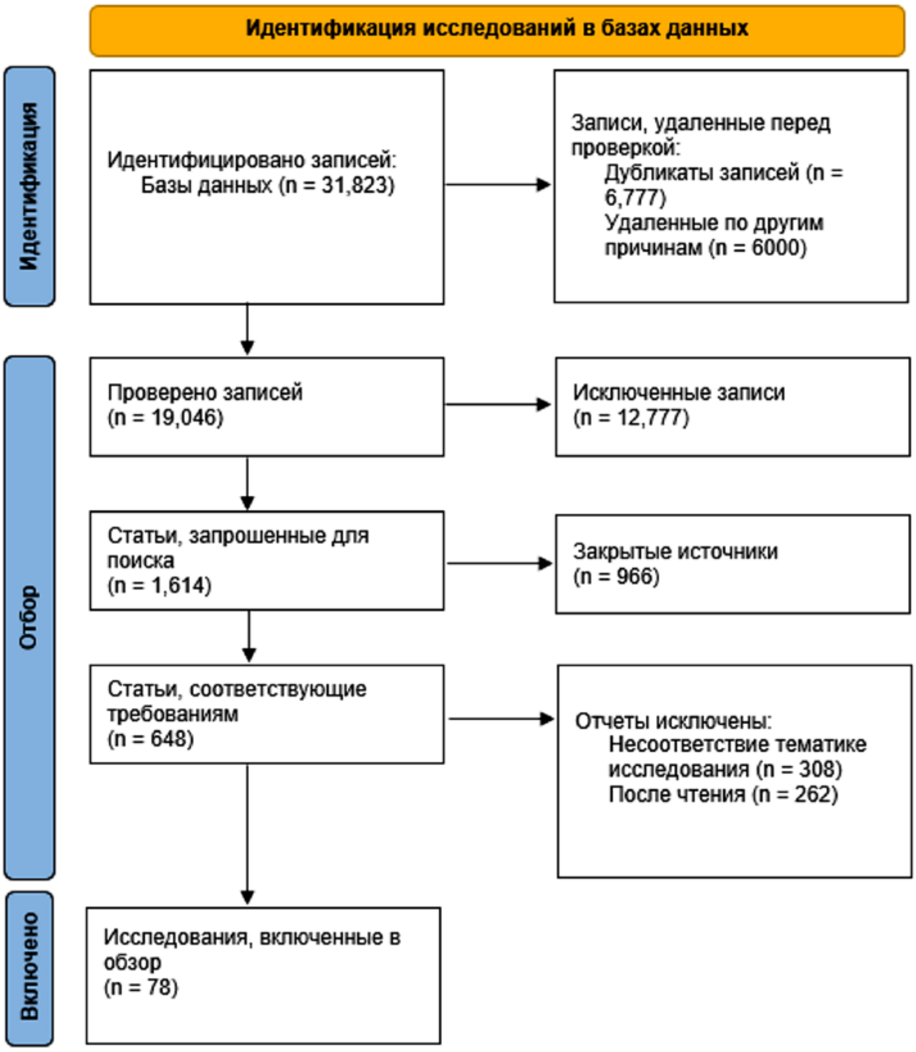
Отбор научных статей для [illegible] осуществлялся по ключевым [illegible] четаниям на русском и английском языках: [illegible] рапса», «биологически активные пептиды из рапса», «гидролизаты белков рапса», «протеолиз белков рапса», «антигипертензивные пептиды из рапса»,

Критерии исключения:

1. Несоответствие тематике [illegible]
2. Неактуальность данных (год…
3. Несоответствие источника [illegible] указаны выше.
4. Язык источника — не русский [illegible] ский.

Для систематизации информации [illegible] удаления дубликатов и записей [illegible] щих тематике, осталось [illegible] га по заголовкам и аннотациям [illegible] публикации, не содержащие дан… [illegible] тения — 262. Было запрошено [illegible] 966 — закрытые источники. Для [illegible]

Рисунок 1
Схема отбора статей на основе рекомендаций PRISMA
Figure 1
Article Selection Scheme Based on PRISMA Recommendat...



Извлечение данных

Для всех 78 отобранных статей был использован стандартизированный процесс извлечения данных в соответствии с рекомендациями PRISMA. Извлечение данных проводилось независимо двумя авторами обзора, с использованием предварительно разработанной формы (таблица Excel) для обеспечения единообразного сбора информации. Расхождения между тремя исследователями решались путем обсуждений. При отсутствии согласия привлекался четвертый автор для арбитража. Выбранный подход минимизировал риск ошибок и субъективности при сборе данных.

Из каждого включенного иссле... лись ключевые сведения и рез... ...целями обзора. Учитывалас... ...сырья (вид растительного сырь... ...используемые ме... ...экстракции и ... ...ферменты, вы... ...параметры ферментати... ...фермента, д... ...гидролиза, степень ... ...функциональные свойства ... ...растворимость, ...способность, ...водоудерживающая способ...

тели биологической актив-ности (в том числе анти оксидантная активность, гипотензивный эффект in vitro и другие функциональные [illegible]). При наличии в статьях дополнительной информации фиксировались общие сведения [illegible] (модель эксперимента, размер [illegible] логических испытаниях и -годы [illegible] вания), а также основные [illegible] матический сбор информации [illegible] и сопоставимость данных из [illegible] Процесс осуществляли в соответствии [illegible] дациями PRISMA 2020[3]

Систематизация и анализ данных

После извлечения вся собранная информация [illegible] упорядочена и тематически [illegible] последующего анализа. В [illegible] систематического обзора про[illegible] кация данных несколькими [illegible] обработки белка (отдельные группы [illegible] и очистке рапсовых белков, [illegible] гидролизу белков рапса, [illegible] модификациям); по изучаемым [illegible] свойствам и видам биолог-и[illegible] дельные группы для исслед[illegible] функционально-технологиче-ск[illegible] ков, и для работ, анализиру[illegible] активность полученных г-идр[illegible] ческое группирование позв-о[illegible] туризацию данных и выяви-ть [illegible] ты и общие тенденции внутр[illegible] что значительно упростило [illegible] между исследованиями. Пр-и [illegible] терпретации данных особое [illegible] консистентности терминол-огии измеряемых пока зателей: если разные исто[illegible] и то же свойство или исп-ольз[illegible] ницы измерения в разных [illegible] ведены к общим величинам. [illegible] ния противоречий или неодно[illegible] отдельного исследования [illegible] ресматривали исходную пу-бл[illegible] ния единой интерпретации-; [illegible] шались консенсусом, что по[illegible] последующего анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Белки рапса и методы их [illegible]

[illegible] растворимостью и потенц-иальн[illegible] нальностью, что определя-ет их [illegible] виях экстракции и перспе-ктивн[illegible] [illegible]

[illegible] (Wanasundara, 2011), и [illegible] быть источником пептидов- с вы[illegible]

[3] Nicolau I., Ling D., Tian L., Lienhardt C., Pai M. Research Questi[illegible] Reviews and Meta-Analyses. PLoS ONE. 2012; 7(7): e42479. DOI: 10.1371/journal.pone.0[illegible]

ческой значимостью. Однако ... новременно напин и круциферин ... по-разному, что требует дифференцированного подхода при разработке методов экстракции.

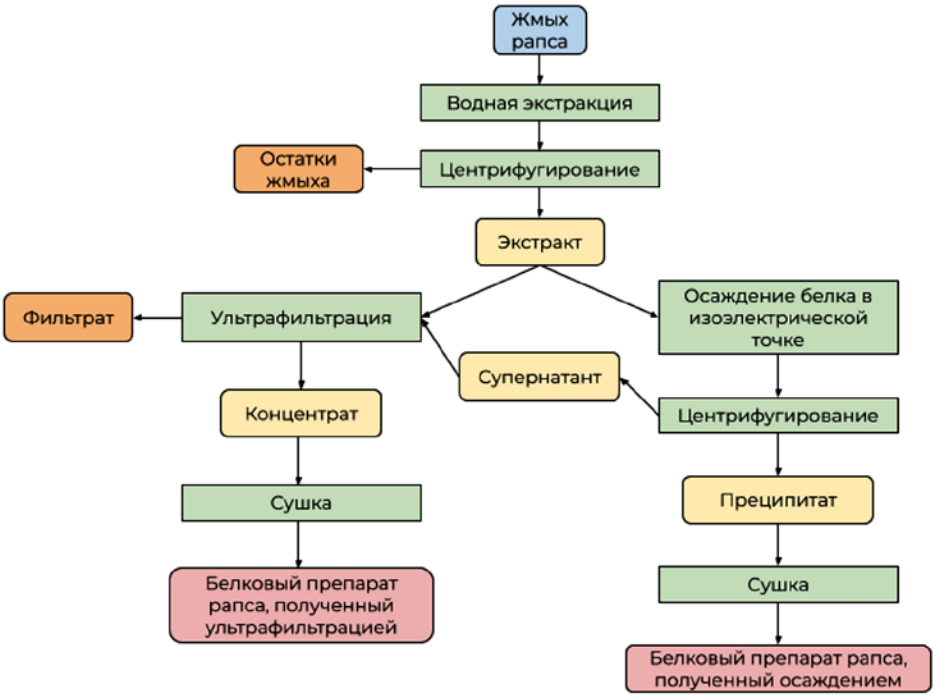
Помимо запасающих белков, в семенах рапса присутствуют функциональные белки — олеозины, калеозины, стеролеозины, обеспечивающие стабильность липидных телец, а также ингибиторы протеаз трипсина и химотрипсина, которые могут снижать пищевую ценность продуктов переработки (Chmielewska et al., 2021; Wanasundara et al., 2011). Их удаление или инактивация ... ния является важной задачей.

Методы экстракции белков в значительной мере определяют выход, чистоту и функциональные характеристики получаемых фракций. Наиболее широко применяются методы щелочной экстракции с варьированием pH, типа осадителей и температурного режима (Arrutia et al., 2020). Принципиально важным является выбор типа исходного сырья: жмых холодного прессования сохраняет нативную структуру белков, что обеспечивает высокий выход и функциональную активность (Fetzer et al., 2018; Östbring et al., 2019). Напротив, шрот после экстракции растворителем и термической обработки характеризуется высокой степенью денатурации и реакциями Майяра, снижающими растворимость белков.

Наиболее продуктивным методом является щелочная экстракция, при которой ... pH способствует повышению растворимости белков, особенно круциферина (Fetzer et al., 2018; Zhang et al., 2020; Gerzhova et al., 2016). Однако высокие значения pH>11 сопровождаются нежелательными побочными эффектами, включая рацемизацию, образование поперечных сшивок между аминокислотами, разрушение чувствительных остатков (цистеин, лизин) и снижение биодоступности (Arrutia et al., 2020). Более того, такие условия ухудшают органолептические и визуальные свойства продукта за счёт потемнения, вызванного окислением фенольных соединений (Zhang et al., 2020).

Интерес представляет также солевое модифицирование экстрагентов, при котором повышение ионной силы способствует выборочной экстракции отдельных фракций. Так, круциферин легче

Рисунок 2
Схема получения белковых препаратов из рапса
Figure 2
The Scheme of Obtaining Protein Preparations from Rap[eseed]



Note. Adapted from Fetzer et al. (2020).

Протеолиз белков рапса

Продукты из рапса, содерж... могут быть подвергнуты ферментативному гидролизу различными протеолитическими ферментами. Применяя различные ферментные ... руя степень и условия гидролиза, можно получить различные новые продукты с ... гической активностью или ... ционально-технологическими ... этом, кроме непосредственных ... и анализов, ценным инстру... логической активности полу... гидролиза пептидов являются специальные ... данных (Daroit et al., 2021). ... трены различные эксперименты ... различных препаратов белка ... жащих продуктов из рапса. Описаны ... биологически активные пе...

...ности потенциального примене-
...нально-технологические свойст...

Антимикробные пептиды

Белковый ... может быть источн... Известно исслед... 12 ... Их последоват... ...[4] ... [5] ... [6] ...

[4] http://www.camp.bicnirrh.res.in/

[5] https://webs.iiitd.edu.in/raghava/toxinpred/index.html

[6] http://ddg-pharmfac.net/AllergenFP/

ных пептидов, чем из напина [illegible] всех оказался наиболее эффективн[illegible] выде[illegible] получения таких пептидов. [illegible] (Duan et al[illegible] два антимикробных пептида, полученных из кру[illegible]циферина с пептидными пос[illegible] В Таблице 1 представлены иде[illegible] VPHLLVATFGVLLVLNGCLAR и GQLLVVPQGFAVVK [illegible] белка рапса п[illegible] Эти пептиды были получены [illegible] ферментом [illegible] активность, фер[illegible] мощью трипсина, были не токсичны [illegible] были по[illegible] потенциальными аллергенами [illegible] также [illegible] при гидрол[illegible] прогноз на их противомикробные свойства [illegible] пептиды.

Таблица 1

[illegible]

Table 1

Biologically Active Peptides Derived from Rapeseed Proteins

Пептид	Исходный белок	Ферментный препарат	Биологическая активность	Источник
1	2	3	4	5
VPHLLVATFGVLLVLNGCLAR	[illegible]	[illegible] (in silico)	[illegible]	Duan et al., (2021)
GQLLVVPQGFAVVK				
FRW	[illegible]	[illegible] (in silico)	[illegible] АПК	Duan et al., (2023)
FQW				
CPF	[illegible]	[illegible] (in silico)		
VW	[illegible]	[illegible] Carlsberg [illegible] Bacillus licheniformis (Sigma-Aldrich, США)	[illegible] АПК	Marczak et al., (2003)
IY	[illegible]			
RIY				
VWIS	[illegible]		[illegible] АПК	
LY, RALP	[illegible]	Alcalase (Novozymes, [illegible])	[illegible] АПК [illegible]	He et al., (20[illegible] He et al., (20[illegible] He et al., (20[illegible]
GHS	[illegible]	[illegible] + [illegible] (Sigma-Aldrich, США)	[illegible] АПК [illegible]	He et al., (20[illegible] He et al., (20[illegible] He et al., (20[illegible]
IPK	[illegible]	[illegible] + [illegible] IV - [illegible] (Sigma-Aldrich, США) [illegible]	[illegible]	You et al., (2[illegible]
LPR				
VPHL	[illegible]			
IPNQT	[illegible]			
PAGPF	[illegible]	Alcalase (Novozymes, [illegible]) + [illegible] (Solarbio Life Sciences Technology Company, [illegible])	DPP-IV-[illegible]	Xu et al., (20[illegible] Xu et al., (20[illegible]
Q(-17,03)KTMPGP				
IPQVS				
ELHQEEPL				

Окончание Табли…

Пептид	Исходный белок	Ферментный препарат	Биологическая активность	Источник
1	2	3	4	5
LPK	[illegible]	Alcalase (Novozymes, [illegible]) + [illegible] (Sigma-Aldrich, [illegible]) + [illegible] + [illegible] ([illegible] Solarbio Biological Technology Company, [illegible])	[illegible]	Yang et al., (2…; Wang et al., (2…
RAP (YWDHNNPQIR)	[illegible]	Alcalase (Novozymes, [illegible])	[illegible]	Xu et al., (20…; Zhang et al., (2018)
RAP-8 (DHNNPQIR)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	… et al., (2018)
EFLELL	[illegible]	Alcalase (Novozymes, [illegible])	[illegible]	Zhang et al., (…
ASH	[illegible]	[illegible] + [illegible] (Sigma-Aldrich, [illegible])	[illegible]	Wang et al., (2023)

Пептиды с антигипертензивной активностью … был подтвержден. Пептиды FQW, …
Ингибиторы ренина и ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) являются важными лекарственными средствами в лечении … гипертензии (Turner et al., 2020). … Круциферин и напин из рапса могут быть источниками пептидов с АПФ-ингибирующей активностью … IC50 44,84±1… мкМ соответ… предсказано in silico … этих белков пепсином и субтилизином … инструмента BIOPEP «Enzyme(s) action» (Han et al., 2019). Данные результаты были проверены (использовались ферментные препараты Alcalase (Novozymes, Дания) и пепсин (Sigma-Aldrich, США)), и, несмотря на ограниченную … прогнозирования in silico, белки рапса … ны потенциальными источниками … АПФ, … активных пептидов, в том числе … ных (Han et al., 2021). … фермента субтилизин Carlsberg … Bacillus licheniformis …

В другом исследовании … последовательностей белков рапса … таны 8 ферментами (папаин, … и др.) при помощи инструмента BIOPEP-UWM. … Далее были отобраны 8 пептидов с высокой АПФ-ингибирующей … Данные пептиды были синтезированы методом твердофазного синтеза, и их би… (Mazurczak et al…

тифицированы три пептида, ... при помо...
семян рапса: GHS, из гидро... ...полученных
креатина (изготовлены Sigma-Aldrich, США), а также ...
и RALP, из гидролизатов ферментного ...
Alcalase, которые оказывали ... DPP-IV (DPP-I...
действие на крыс со спонтанной гипертензией ... были успешн...
Пептиды проявляли долгосрочные эффекты ... ВЭЖХ-МС/МС в гид...
жении систолического артериального давления, ... при ...
причем LY продемонстрировал ... и панкреат...
ный эффект (He et al., 2019; Sigma-Aldrich, 2013; He et al., ...
al., 2013b). Известно исследование, ...
дролизованный ферментным препаратом Alcalase, ...
изолят рапсового белка был фракционирован ... могут п...
пользованием электродиализа ... для проф...
ультрафильтрационной мембраны ..., поэтому ак...
три фракции (анионные, катионные и ..., изучения
в отделении для подачи ... (финальный ... in vivo ...
дролизат)) показали высокую антигипертензивную
активность. Белковые гидролизаты ... модифицир...
но заряженными пептидами ... мутация на N...
антигипертензивными средствами, ... гидролиза н...
тельно заряженные эквиваленты ... Alcalase и
из-за наличия пептида RALP, ... Biotechnology Compan...
ным антигипертензивным эффектом ... DPP-IV-ингибирующ...
гидролизат показал самую ... GP, IPQVS...
зивную активность, что говорит ... с о...
уровней различных групп ... ELHQEEPL ... монослоях кл...
пептидов (He et al., 2016). ... что значения IC50 ингиб...
ELHQEEPL увеличились ... 43,1...

Известно исследование, в котором ... (+14,2...
лизата рапсового белка, полученного ... в ...
ем ферментного препарата Alcalase ... Это было ...
ровали потенциальный синергизм ... продуктов распада
в отношении улучшения антигипертензивных ... ограничивало е...
свойств на животных моделях. ... монослое...
личивать амплитуду снижения ... свободну...
ления каптоприла ... DPP-IV в крови. Т...
тельность антигипертензивного эффекта ELHQEEPL ... продукт...
на 20 % (Wang et al., 2021). ... могут быть уточнены в других
... in vivo (Xu et al., 2020).

DPP-IV-ингибирующие пептиды

In silico ... рапса (аминокислотные последовательности ... терапевтическо...
вательности получены из ...[7] ... пептидов ...
были обработаны ферментами ... нанокапсулир...

[7] Универсальная база данных по белкам UniProt. UniProt: Universal Prot... (дата обращения: 02.12.2024).

[8] Инструмент in silico протеолитического расщепления белков Peptide... URL: http://web.expasy.org/peptide_cutter/ (дата обращения: 02.12.20...

[9] База данных биоактивных пептидов BIOPEP-UWM. BIOPEP-UWM Database [... biochemia/index.php/en/biopep (дата обращения: 02.12.2024).

на основе хитозана и альги[illegible] HepG2 было уста
анта пептидов (из круцифе[illegible] ингибировал
на рапса), полученные п[illegible] в митохо
ными препаратами Alcalase[illegible] апоптозе кл
Biological Technology C[illegible] [illegible]ния и
капсулированы с использова[illegible] [illegible]идов, полу
устройства при соотношени[illegible] 2015; Wang
альгината и пептидов со-ответственно. Получен
ные наночастицы продемонс[illegible] активность
эффективность инкапсуляци[illegible], рапса, про
а фармакокинетические исс[illegible] лин-ии ра
пролонгированное высвобож[illegible] обезжирен
способность значительно у[illegible]зованием
рантность, увеличивать со[illegible]вание про
добного пептида-1 (GLP-1) [illegible] ком у
экспрессию кальций-чувстви[illegible]а человечес
(CaSR) (Wang et al., 2024). Эффективность гидролизата зав
гидролиза: оптимальные резуль

Гидролизаты рапсового ш[illegible]
при гидролизе комбинацией [illegible]екулярной ма
ратов Alcalase 2.4L и PT-N [illegible] активно
ства Novozymes, Дания), п[illegible]ранением к
активность DPP-IV сопост[illegible] (Ferr
ми ингибиторами. Наиболее активные пептиды
имели молекулярную массу [illegible]сидантной
шенной концентрацией прол[illegible] могут найти
рования пищеварения ингиб[illegible] в качест
сохранялась, подтверждая у[illegible] фермен
к ферментативной деграда[illegible] (Sigma-A
ние также демонстрирует, [illegible] рапсово
дов с биологической актив[illegible] актив
не только изоляты и концен[illegible] минут). А
но и другие продукты его п[illegible] через р
содержанием белка — жмых[illegible] свободных
Gálvez et al., 2024). в образце, гидролизованном в
Антиоксидантная активность по

Пептиды с противоопухолевой [illegible] составила 5,45 м
В лечении онкологии больш[illegible], чем у ис
ет индукция апоптоза опух[illegible]ивает
сниженная способность к а[illegible]протеолиз
пролиферация являются дв[illegible] создании ф
рами онкогенеза. Методом [illegible]повышенной
ной ферментации при помощ[illegible]ejo-Cruz et
микроорган[illegible]
elegan[illegible] нейтральной протеаз[illegible] белка рап
пептидные экстракты из ра[illegible]вного гидр
лученных пептидных экстрак[illegible], также по
и очищена пептидная фра[illegible]ность. Б
дами ультрафильтрации, г[illegible]
сокоэффективной жидкостной[illegible]-аниона ко
В результате обработки RSP[illegible] 1,5 мг/м

логично поглощению глутати ферментного препарата Prolyve ции 0,2 мг/мл. Удаление радикалов DPPH за счет хелато ло 75,22 % при концентрации 1,2 мг/мл противодействия окислению лип аналогично показателю глутатиона (Du et al., 202 Гидролизат рапсового белка при 8 мг/мл проявлял поглощающий эффект на гидроксильный радикал 73,4 % При этом гидролизат с антиоксидантной активностью рим при pH = 4,5, что говорит о перспективах применения в напитках с низкой кислотностью (Pan et al., 2011).

Пептиды рапса с использованием аффинной на иммобилизованных металлах под действием ферментного пр (PAC 30L) продемонстрировали

Исследована антиоксидантная активность раз личных фракций гидролизата рапсо вого белка, полученных в результате действия ферментных препаратов Alcalase, Flavourzyme (Novozymes, Дания), протеиназа K, папаин и пептидаза, термолизин (Sigma-Aldrich, США). Пептид ные фракции, полученные с помощью фер ментными препаратами Alcalase и протеиназа K, обладали высокой способностью ингибировать супероксидные радикалы и перекисное окис ление линолевой кислоты. Фракция, полученная после гидролиза протеиназой K с молекулярной массой пептидов 1–3 кДа, оказалась наиболее эффективной против супероксидного радикала с наименьшим значением IC50 ... мг/мл. Авто ры исследования пришли к выводу, что продукты гидролиза рапсового белка препаратом Alcalase и протеиназой K могут найти применение в пищевой промышленности в каче стве альтернативы синтетическим антиоксидан там (He et al., 2013c).

276.5±6.2 мкг). Таким образом может быть использована для

Ионы переходных металлов, например Fe^{2+}, могут катализировать образование активных форм кис лорода, которые способствуют окислению и повреждению важнейших клеточных молекул (He et al., 2013c). Известен ряд работ, в которых ги дролизаты белоксодержащих продуктов показали высокую способность к хелатированию переходных металлов. Так в гидролизате белка, полученных с помощью ферментного препарата Prolyve (PAC 30L) (Soufflet Biotechnologies, Франция), была обнаружена высокая способность к об разованию хелатных соединений. Так, гидролизат обладал хелатообразующей способ стью 1,53±0,24 × 10^{-6} моль хелатообразующего железа (II) на мг пептида, чем у важного хелатообразующего агента — этилендиаминтетраук ной кислоты 0,1±0,4 × 10^{-6}. Таким образом, ги дролизаты белка рапса, полученные с помощью

форм кислорода, активност[illegible] зы, содержание малонового [illegible] Эти результаты подтверждают [illegible] высоким потенциалом для защиты [illegible] через активацию пути IRS-1/[illegible] гуляцию оксидативных марке[illegible] Yao et al., 2022b).

Пептид YWDHNNPQIR (был назван RAP), [illegible] фицированный в гидролизата[illegible] парата Alcalase, был изучен [illegible] оксидантной активности [illegible] Caco-2. Данный пептид про[illegible] оксидантную активность — [illegible] трация, при которой до[illegible] радикалов DPPH). Было обнаружено[illegible] пептид проявлял антиоксида[illegible] в отношении перекисного окисления [illegible] в кишечном эпителии. Кроме [illegible] ные эффекты RAP привели к [illegible] внутриклеточных антиоксидантов [illegible] действия антиоксидантных ферментов [illegible] пептид ингибировал внутри[illegible] индуцированное 2,20-азобис(2-[illegible] дигидрохлоридом (Daroit et al., [illegible] 2017). Кроме того, данный [illegible] броз почек при диабетиче[illegible] давляя сигнальные пути MAPK и NF-[illegible] продемонстрировано на мышах C57BL/6 (Zhang et al., 2018). Под [illegible] и карбоксипептидаз при пищеварении [illegible] да RAP образуется ряд д[illegible] тивных пептидов (60). Один из таких пептидов [illegible] DHNNPQIR (назван RAP-8) демонстрирует эффек[illegible] тивность в снижении жиро[illegible] воспаления и фиброза печени. В [illegible] ли HepG2 RAP-8 (100 мкМ) [illegible] липидов и ингибировал акти[illegible] клеток печени (HSC), α-SMA [illegible] На модели мышей с неалкогольной жировой [illegible] лезнью печени, вызванным [illegible] держанием жиров, RAP-8 снижал [illegible] церидов, холестерина, ала[illegible] и аспартатаминотрансферазы, а также [illegible] экспрессию провоспалительных [illegible] IL-1 и IL-6. В модели хронического [illegible] печени RAP-8 (350 нМ/кг-[illegible] броз, снижая содержание ко[illegible] HSC. Эти результаты подтверждают [illegible] ский потенциал RAP-8 для лечения [illegible] печени (Zhao et al., 2018).

Гидролизаты гидробионтов [illegible] нии с кислотными протеазами, [illegible] компанией (Doing-Higher Bio-T[illegible] [illegible] (Muranova et al., 2017; Зинче[illegible]

ченко и др., 2018). Известно исследование, в котором гидролиз с помощью ферментного комплекса из гепатопанкреаса камчатского краба позволил получить перспективные для использования белковые гидролизаты из изолята [illegible]. Гепатопанкреас камчатского краба [illegible] мент является отходом, что [illegible] полученного из него комплекса ферментов. Были изучены различные условия [illegible] дролизе в течение 21 часа при соотношении фермент/субстрат — 1/20 при комнатной температуре образовывался продукт, не содержащий [illegible] кулярной массы более 2000 Да. [illegible] гидролиз позволял обогатить [illegible] белка пептидами, с массой менее 1000 Да, и свободными аминокислотами (Muranova et al., 2017). Еще один дешевый источник высокоактивных протеолитических ферментов — пилорические придатки промысловых рыб, богатые трипсином и химотрипсиноподобными ферментами. Гидролиз белкового препарата рапса, полученного [illegible] экстракции с последующей [illegible] ной очисткой и осаждением этанолом, при помощи экстракта из пилорических придатков [illegible] (ЭППТ) позволил добиться [illegible] расщепления высокомолекулярных белков до олигопептидов с молекулярной массой менее 14 кДа, свободных аминокислот и [illegible]. [illegible] ные результаты были получены при [illegible] реакции в течение 3 часов при [illegible] ЭППТ/белок 1:20 и в течение 20 ч [illegible] ЭППТ/белок 1:100 (Зинченко и др., 2019). [illegible] гидролиз белковых препаратов [illegible] скими ферментными препаратами [illegible] нения в кормах для рыб также [illegible] интереса со стороны науки и [illegible] ский гидролиз изолята белка рапса [illegible] препаратом Протосубтилин Г3х (Сиббиофарм, Россия), который активно применяется в [illegible] кормов. При соотношении фермент/субстрат 1:20 и времени гидролиза 20 ч содержание свободных аминокислот и олигопептидов с молекулярной массой ниже 14 кДа [illegible] 48 и 53 % от исходного белкового материала соответственно (Зинченко и др., 2018).

Известен эксперимент, в котором полученные при гидролизе рапсового [illegible] препаратом Alcalase гидролизаты [illegible] ны в рацион молоди [illegible] (Hoseini [illegible]) [illegible] наружено, что гидролизаты [illegible]

[illegible] (Alashi et al., 2018).

по функционально-технологическим [illegible] перед исходным белковым изолятом. Увеличилась водоудерживающая способность, что [illegible] но связано с выделением ионизируемых [illegible] аминокислот (Asp, Glu), которые способны [illegible] вать почти в три раза больше воды, [illegible] рованные полярные группы. [illegible] рапсового белка обладали более [illegible] вающей способностью, чем [illegible] изолят. Пенообразующая способность [illegible] гидролизата была в более чем 3,5 раза [illegible] чем у исходного изолята, однако [illegible] степени гидролиза уменьшалась, [illegible] со снижением стабильности пены [illegible] ющегося размера полипептидов. Аналогичная ситуация наблюдалась и с эмульгирующей активностью, которая была максимальна при самой низкой степени гидролиза и убывала [illegible] что опять же вероятно связано [illegible] слишком маленького размера [illegible] на стабильность эмульсии [illegible] ность снижать поверхностное натяжение (Vioque et al., 2000).

В другом исследовании [illegible] гидролизованы изоляты глобулинов [illegible] нов рапса по отдельности. [illegible] нально-технологические свойства [illegible] со степенью гидролиза 5% для изолята глобулинов улучшились [illegible] собность, стабильность пены, [illegible] свойства. Абсорбция жиров [illegible] та глобулинов также увеличилась, [illegible] меньше, чем для изолята-альбуминов, не подвергшегося гидролизу. При гидролизе [illegible] минов абсорбция жиров уменьшилась, [illegible] и стабильность пены. При [illegible] пенообразующая способность [illegible] активность (Chabanon et al., 2007) [illegible] демонстрируют похожие результаты [illegible] сделать вывод о том, что [illegible] белковых изолятов рапса может [illegible] получения продуктов потенциально [illegible] в качестве эмульгаторов, [illegible] ющих агентов в различных [illegible] промышленности.

Энзиматический гидролиз [illegible] на с использованием ферментов [illegible] Flavourzyme 1000L и Prol[illegible] лил улучшить его низкую [illegible]

[illegible]

Ферментация жмыха рапса с [illegible]

[illegible]

Другие свойства гидролизатов

[illegible]

Таким образом можно назвать [illegible] ние протеолиза белков рапса [illegible]

В эксперименте на лабораторных крысах были оценены токсичность и возможные эффекты гидролизата семян рапса, полученного в результате действия фермента Alcalase при температуре 50°C в течение 60 минут. В исследовании токсичности гидролизаты не вызвали существенных изменений параметров, указывающих на безопасность, таких как потребление пищи, рост, масса органов, биохимические показатели крови. Более того гидролизат не влиял на функции ферментов, метаболизирующих лекарственные средства. Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о возможности безопасного применения гидролизатов рапсового белка в кормах для животных, однако требуются дополнительные исследования, подтверждающие их безопасность (Canistro et al., 2017).

Кроме того пептиды, выделенные из рапсового белка, обладают потенциалом в улучшении состояния при сахарном диабете второго типа. Недавнее исследование показало, что пептидные фракции, полученные с использованием ферментных препаратов Alcalase и Flavourzyme, а также Alcalase и трипсина (Sigma-Aldrich, США), способствуют снижению уровня глюкозы в крови и увеличению массы тела у мышей с диабетом. Эти пептиды стимулируют секрецию глюкагоноподобного пептида-1 через кальций-чувствительный рецептор, активируя путь PI3K-Akt, что приводит к улучшению липидного обмена и снижению жировых отложений. Фракция, содержащая 14 пептидов с высокой способностью стимулировать секрецию глюкагоноподобного пептида-1, была идентифицирована с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией. Это подчеркивает потенциал применения пептидов из рапсового белка в качестве функциональных пищевых добавок для улучшения состояния при диабете второго типа (Ji et al., 2024).

Способность к связыванию металлов, выявленная у пептидов из рапсовых белков, в сочетании с наличием антиоксидантных свойств может быть использована для создания пищевых добавок с микроэлементами в составе. Так гидролиз белка рапса с использованием пепсина и панкреатина (Sigma-Aldrich, США), а также экстракта клеток Caco-2, позволил выделить новый цинк-хелатирующий

Таблица 2
[illegible]
Table 2
Effect of Hydrolysis of Rapeseed Proteins by Various Enzyme P[illegible]

Ферментный препарат	Производитель ферментного препарата	Эффект от гидролиза	Источник
1	2	3	4
Alcalase	Novozymes, [illegible]	[illegible]	He et al., (2019); He et al., (2013b); Wang et al., (2021); Xu et al., (2019); Pérez-Gálvez et al., [illegible] [illegible] et al., (2021[illegible] Fan et al., (2011); [illegible] (2013c); [illegible] et al., (2019); Zhang et al., (2018); [illegible]himnezhadarabi et [illegible] [illegible] (2018) [illegible] et al., (2000) Chabanon et al., (200[illegible] Beaubier et al., (202[illegible] Yang et al., (2023); Ji et al., (2024);
Flavourzyme	Novozymes, [illegible]	[illegible]	[illegible] et al., (2013c); Beaubier et al., (202[illegible] [illegible] (2024);
Prolyve (PAC 30L)	[illegible] Biotechnology [illegible]	[illegible]	[illegible] et al., (2021) [illegible] (202[illegible] [illegible]garenia et al., (2[illegible] [illegible] et al., (202[illegible]
[illegible]	Sigma-Aldrich, [illegible]	[illegible]	[illegible] (2022); Bermejo-Cruz et al., [illegible] (2013c); [illegible] et al., (2018) [illegible] et al., (2023);
	Solarbio [illegible] Technology Co. [illegible]	[illegible]	[illegible] et al., (2022a); [illegible] et al., (2022b);
[illegible]	Sigma-Aldrich, [illegible]	[illegible]	[illegible] et al., (2018) [illegible] (2024);
	Solarbio [illegible] Technology Co. [illegible]	[illegible]	Xu et al., (2019); Yao et al., (2022a); Yao et al., (2022b);

Окончание Табли…

Ферментный препарат	Производитель ферментного препарата	Эффект от гидролиза	Источник
1	2	3	4
[illegible]	Promega GmbH, [illegible]	[illegible]	… Majchrzak et …
PTN 6.0S	Novozymes, [illegible]	[illegible]	Pérez-Gálvez et al., …
[illegible]	Sigma-Aldrich, [illegible]	[illegible]	…i et al., (2018)
[illegible]	Sigma-Aldrich, [illegible]	[illegible]	Yu et al., (2022); …-Cruz et al., …; He et al., (2013c); Wang et al., (2023);
[illegible]	Sigma-Aldrich, [illegible]	[illegible]	He et al., (2013c);
[illegible]	Sigma-Aldrich, [illegible]	[illegible]	He et al., (2013c);
[illegible]	[illegible]	[illegible]	… (201…

Стратегии выделения и изучения биологически активных пептидов из белков растительного сырья

В изучении биологически активных пептидов в гидролизатах растительных белков важным аспектом является выбор методов препаративного выделения пептидов и анализа аминокислотных последовательностей. В обзоре обобщены различные исследования, в которых биологически активные пептиды были выделены и идентифицированы различными методами. На основе представленных в настоящей статье данных можно выделить две основные стратегии исследования биологически активных пептидов гидролизатов растительных белков.

Первая заключается в гидролизе растительных белков, фракционировании полученных гидролизатов и отборе фракций с наибольшей целевой биологической активностью. Методы фракционирования включают в себя ультрафильтрационное разделение (по молекулярной массе …

(He et al., 2013b; He et al., 2013c; Durand et al., 20…; Kaucarenia et al., 2022; Yang … анализ с ультрафильтрационной м… молекулярной массе и… 2016), гель-фильтрацию (по ра… al., 2013a; He et al., 2013b; … 2023; Wang et al., 2023), об… эффективную жидкостную хром… (ВЭЖХ) по молекулярной поля… et al., 2003; He et al., 2013… 2019; Wang et al., 2023), афф… (по связыванию с лигандом) (В… Wang et al., 2023). В получен… идентификацию а… последовательностей, для чего… ют различные методы, основанн… (He et al., 2013a; … 2016; Xu et al., 2019; Y… 2023). Далее идентифицированн… синтезированы … подтверждения … (Mamczak et al., 2…

et al., 2013a; He et al., 2016; ... 2019; Xu et al., 2020; Xu et al., 2017; Zhao et al., 2018; Yang et al., 2023; Wang et al., 2023).

Для второй стратегии особую роль играют методы биоинформатики. Этот метод in silico включает анализ белковых последовательностей растительного сырья и химический синтез пептидов с потенциальной биологической активностью для дальнейшего подтверждения их свойств (Duan et al., 2023). Также возможен поиск пептидов с заданной биологической активностью в ранее полученных гидролизатах белка и дальнейшая идентификация интересующих пептидов в составе полученных in vitro гидролизатов (Han et al., 2019; Han et al., 2021; You et al., 2022). Применение методов биоинформатики дает более широкие возможности для скрининга биологически активных пептидов в гидролизатах растительных белков, а также требует менее существенных затрат времени и ресурсов. Однако полученные данные требуют подтверждения in vivo.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Систематизация современных данных по гидролизу белков рапса показала, что данное направление на сегодняшний день представляет собой не просто технологический подход к получению белковых фракций, а развивающуюся междисциплинарную область, объединяющую биохимию, молекулярную биотехнологию, нутрициологию и фармакологию. Представленные в настоящем обзоре исследования демонстрируют переход от концепции белкового сырья к идее функционального пептидного конструктора, открывающего возможности точечного моделирования биологически активных соединений с заданными свойствами.

Ряд обобщений, выполненных в предшествующих обзорных работах (Wanasundara et al., 2017; Majchrzak et al., 2020; Dai et al., 2021), заложили основы для понимания аминокислотного состава и растворимости основных фракций рапсового белка, таких как круциферин и напин. Однако в этих работах акцент делался преимущественно на структурные характеристики и технологические аспекты химической экстракции. В отличие от них, настоящее исследование охватывает широкий спектр функциональной активности пептидов

не всегда коррелирует с клинически значимыми эффектами (Han et al., 2021; Xu et al., 2020). Также слабо проработаны аспекты [illegible] генности и долгосрочного [illegible] ствия, хотя уже сейчас [illegible] ные обнадеживающие данные [illegible] (Canistro et al., 2017).

Кроме того, сравнительный [illegible] достаточную проработку во[illegible] пептидов в условиях реаль[illegible] Некоторые исследования, та[illegible] (2023a), демонстрируют эфф[illegible] в эмульсиях и липидных с[illegible] боты единичны. Не менее ва[illegible] и вопрос масштабирования [illegible] ментативные подходы показали высокую селективность, большая часть эксп[illegible] в лабораторных условиях, [illegible] реагентов и без оценки вы[illegible] при промышленной переработ[illegible]

Важно подчеркнуть, что в [illegible] обзоров, данная работа ин[illegible] тальные характеристики б[illegible] кислотный состав), так и [illegible] активности после гидролиза [illegible] ных перспектив. Тем самым [illegible] целостное представление о [illegible] лиза белков рапса, позволяя не только оценить на учную насыщенность темат[illegible] правления для технологиче[illegible] относятся: стандартизация [illegible] ного гидролиза, разработка [illegible] пептидов, выявление марке[illegible] активности, создание ком[illegible] ных систем и формулирова[illegible] ству исходного сырья.

В совокупности это позво[illegible] дролизаты рапсового белка, при условии дальней шей валидации их свойств, [illegible] положение среди компонент[illegible] питания, кормовых добавок [illegible] препаратов. Однако для пере[illegible] моделей к серийному произ[illegible] консолидация усилий иссле[illegible] стриального секторов, а та[illegible] мативных подходов к оценк[illegible] фективности, безопасности [illegible] производственных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный [illegible] обзор [illegible] свидетельст[illegible] [illegible] прогрессе [illegible] в изучении гид[illegible] [illegible] спектра и[illegible] применения. Рапсовый белок, б[illegible] содержанию запасающих фракций [illegible] и напина), является перспект[illegible] [illegible] выраженн[illegible] [illegible] антигипертензи[illegible] [illegible] DPP-IV-ингибирующей, [illegible] Установлено, что [illegible] определяется не [illegible] типом [illegible] степенью [illegible] фракции.

[illegible] более [illegible] преимущественно на [illegible] [illegible] демонстрирует [illegible] рапсовых пептидов как фун[illegible]

[illegible]

Проблемы масштабируемости и [illegible] эффективности ферментативных [illegible]

[illegible] направления [illegible] должно быть [illegible]

требованиям устойчивого производства и повышенного потребительского спроса на продукты с заданной биологической активностью.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Ирина Михайловна Чернуха: разработка концепции; административное руководство исследовательским проектом; научное руководство; получение финансирования.

Сергей Леонидович Тихонов: разработка методологии; предоставление ресурсов; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

Иван Александрович Дегтярев: проведение исследования; курирование данных; формальный анализ.

Иван Андреевич Фоменко: разработка методологии; формальный анализ; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

Илья Александрович Деткин: проведение исследования; написание черновика рукописи.

AUTHORS CONTRIBUTI

Irina M. Chernukha: conceptualization; ... administration; supervision; writing — review & editing.

Sergey L. Tikhonov: methodology; res... writing — review & editing.

Ivan A. Degtyarev: investigation; dat... formal analysis.

Ivan A. Fomenko: methodology; formal... writing — review & editing.

Ilya A. Detkin: investigation; writi... draft preparation.

Sergey V. Frolov: visualization; w... draft preparation.

ЛИТЕРАТУРА

Гончаров, С. В., & Горлова, Л. А. (2018). Масличные ... их развития. *Масличные культуры*, 2(174), 96–100. https://doi.o... 608X-201-2-1-100

Горлова, Л. А., Бочкарева, Э. Б., Сердюк, В. В., & ... и результаты селекции рапса ... *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*, (2), 20–33.

Зинченко, Д. В., Муранова, Т. А., Меланьина, Л. А., ... белков сои и рапса экстрактом из ... *Прикладная биохимия и микробиология*, 55(2), 172–180. https://doi.org/10.1134/S055...

Зинченко, Д. В., Муранова, Т. А., Меланьина, Л. А., ... Гидролиз белков сои и рапса ферментным препаратом ... *Прикладная биохимия и микробиология*, 54(3), 277–285. https://doi.org/10.7868...

Зыбалов, В. С. (2019). Яровой рапс-культура больших ... *АПК России*, 26(5), 755.

Кудинова, М. Г., Шевчук, Н. А., Корнева, Г. В., За... Экономическая эффективность производства рапса, как ... региона, и роль SWOT-анализа в его ... *Научные технологии и инвестиции*, (2), 202–209.

Поморова, Ю. Ю., Пятовский, В. В., Бескоровайный, Д... Характеристика, методы выделения белковой фракции ... культур (обзор). *Масличные культуры*, 4(180), 161–169. https://doi.or... 608X-2019-4-180-161-169.

Alashi, A. M., Blanchard, C. L., Mailer, R. J., Ag... (2018). Infuence of enzymatic hydrolysis, pH and s...

properties of canola protein isolate and hydrolysa... International Journal of F... Technology, 53(10), 2316–2324. https://doi.org/10.1111/ijf...

Arrutia, F., Binner, E., Williams, P., & Waldron, K... and meals supplying global protein requirements. Trends in Food Science & Tec... 100, 88–102. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.044

Beaubier, S., Durand, E., Lenclume, C., Fine, F., Ayr... P. (2023). Chelating peptides from rapeseed meal... and evaluation of their capacity to inhibit lipid... Food Chemistry, 422, 136187. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136187

Beaubier, S., Pineda-Vadillo, C., Mesieres, O., Framb... the in vitro digestibility of rapeseed albumins re... preserving the functional properties... Food Chemistry, 407, 135132. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135132

Bermejo-Cruz, M., Osorio-Ruiz, A., Rodríguez-Canto, ... A., & Chel-Guerrero, L. (2023). Antioxidant potent... (Brassica napus L.)... Biocatalysis and Agricultural Biotechno..., 50, 102687.

Bermejo-Cruz, M., Osorio-Ruiz, A., Rodríguez-Canto... Ayala, A., & Chel-Guerrero, L. (2023). Antioxidant... canola (Brassica napus L.)... Biocatalysis and Agricultural Biot..., 50, 102687. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102687

Betchem, G., Dabbour, M., Tuly, J. A., Lu, F., Liu, ... Effect of magnetic feld-assisted fermentation on ... molecular structure of rapeseed meal. Journal of the Science of Food a..., 104(7), 3883–3893. https://doi.org/10.1002/jsfa.13269

Canistro, D., Vivarelli, F., Ugolini, L., Pinna, C., ... Cinti S.i, Lazzeri L., Conte E. & Biagi, G. (2017). ... rapeseed and sunfower protein hydrolysates... Italian Journal of Animal..., 16(3), 462–473. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1298...

Chabanon, G., Chevalot, I., Framboisier, X., Chenu, ... protein isolates: Kinetics, characterization and fu... Process Biochemistry, 42(10), 1419–1428. https://doi.org/10.1016/j.p...

Chmielewska, A., Kozłowska, M., Rachwał, D., Wnukow... Rosicka-Kaczmarek, J. (2021). Canola/rapeseed prot... food applications. Critical Reviews in Food Science and N..., 61(22), 3836–3856. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1809342

Daroit, D. J., & Brandelli, A. (2021). In vivo bioa... A current review. Current Opinion in Food Science, 39, 120–129. https://doi.or...cofs.2021.01.002

Daszkiewicz, T. (2022). Food production in the context of g... challenges. Agriculture, 12(6), 832. https://doi.org/10.3390/agric...

Duan, X., Dong, Y., Zhang, M., Li, Z., Bu, G., & Ch... interactions of novel ACE inhibitory peptides from... Food Chemistry, 422, 136085. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136...

Duan, X., Zhang, M., & Chen, F. (2021). Prediction... from rapeseed protein using in silico... Journal of Food Biochemistry, 45(4), e13598. https://doi.org/10.1111/jfbc.13598

Durand, E., Beaubier, S., Fine, F., Villeneuve, P., &... from rapeseed meal proteins to counteract lipid ox... and characterization. European Journal of Lipid Science and T..., 123(3), 2000380. https://doi.org/10.1002/ejlt.202000380

Ebrahimnezhadarabi, M. R., Changizi, R., Hoseinifar... (2021). Research Article Effects of canola protein... blood biochemistry, immunity, and gastrointestina...

juvenile. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 20(4), 1165–1178. https://doi
ijfs.2021.124567

Etemadian, Y., Ghaemi, V., Shaviklo, A. R., Pourasho
(2021). Development of animal/plant-based protein
feed and nutraceutical industries. Journal of Cleaner Production, 278, 123219.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123219

Ferrero, R. L., Soto-Maldonado, C., Weinstein-Oppenh
Hansen, M. E. (2021). Antiproliferative rapeseed de
on MCF-7 breast cancer cells and human fibroblasts. Foods, 10(2), 309. https://doi.or
foods10020309

Fetzer, A., Herfellner, T., Stäbler, A., Menner, M.
conditions during aqueous protein extraction upon
rapeseed press cake. Industrial Crops and Products, 112, 236–246. https://doi.or
indcrop.2017.12.011

Fetzer, A., Müller, K., Schmid, M., & Eisner, P. (202
Processing, isolation, modification and functional ... Industrial Crops a
Products, 158, 112986. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2

Gerzhova, A., Mondor, M., Benali, M., & Aider, M. (2
extraction from canola meal as affected by the pH,
turbidimetry analysis to optimize the extraction o... Food Chemistry, 201, 243–252.
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.074

Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., & Williams, A.
Impact of livestock on climate and mitigation str... Animal Frontiers, 9(1), 69–76.
https://doi.org/10.1093/af/vfy034

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen,
& Vanhatalo, A. (2018). Alternative and novel feed
quality and environmental aspects. Animal, 12(s2), s295–s309. https://do
S1751731118002252

Han, R., Álvarez, A. J. H., Maycock, J., Murray, B.
and pepsin-treated oilseed protein hydrolysates —
antioxidant, antihypertensive and antidiabetic p... Current Research in Food Science, 4,
141–149. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.001

Han, R., Maycock, J., Murray, B. S., & Boesch, C. (2
enzyme and dipeptidyl peptidase-IV inhibitory pep
using two integrated bioinformatic approaches. Food Research International, 115, 283–291.
https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.015

He, R., Girgih, A. T., Malomo, S. A., Ju, X., & Aluko
rapeseed protein hydrolysates and their membrane ... Journal of Functio
Foods, 5(1), 219–227. https://doi.org/10.1016/j.jff.201

He, R., Girgih, A. T., Rozoy, E., Bazinet, L., Ju, X
and concentration of antihypertensive peptides f
by electrodialysis with ultrafiltration membranes. Food Chemistry, 197, 1008–1014.
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.081

He, R., Malomo, S. A., Alashi, A., Girgih, A. T., J
hypotensive activity of rapeseed protein-derived r
inhibitory peptides. Journal of Functional Foods, 5(2), 781–789. https://doi.
jff.2013.01.024

He, R., Malomo, S. A., Girgih, A. T., Ju, X., & Al
(GHS), a novel rapeseed protein-derived peptide h
spontaneously hypertensive rats. Journal of Agricultural and Food Che... 61(35), 8396–8402.
https://doi.org/10.1021/jf400865m

He, R., Yang, Y. J., Wang, Z., Xing, C. R., Yuan, J.
Rapeseed protein-derived peptides, LY, RALP, and

intermediate products of renin–angiotensin system … rat. NPJ Science of Food, 3(1), 1. https://doi.org/10.1038/s41538-…

Ibáñez, M. A., De Blas, C., Cámara, L., & Mateos, G… quality and nutritive value of commercial soybean m… countries: A meta-analytical study. Animal Feed Science and Technolo… 267, 114531. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114531

Ji, T., Xu, G., Wu, Y., Wang, Y., Xiao, C., Zhang, … type 2 diabetes mellitus using rapeseed (Brassi… stimulating calcium-sensing receptor: Effects on … hepatic lipid metabolism. Journal of Agricultural and Food Chemi… 72(43), 23804–238… https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c03987

Kaiser, F., Harbach, H., & Schulz, C. (2022). Rap… A review. Reviews in Aquaculture, 14(4), 1887–1911. https://doi.org/10.…

Kaiser, F., Harloff, H. J., Tressel, R. P., Kock, T., … protein isolate as fshmeal alternative on nutrient… diets fed to rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture Nutrition, 27(5), 1352–136… https://doi.org/10.1111/anu.13273

Kaugarenia, N., Beaubier, S., Durand, E., Aymes, A., … Optimization of selective hydrolysis of cruciferins… peptides and napins purifcation to valorize total … Foods, 11(17), 2618. https://doi.org/10.3390/foods11172618

Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., & Mo… Properties and applications in food. Trends in Food Science & Tec… 160–170. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.004

Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., & Mo… of oilseed cake: a comparative study of species-s… from ten species. Journal of the Science of Food and Ag… 101(1), 297–306. https://doi.org/10.1002/jsfa.10643

Marczak, E. D., Usui, H., Fujita, H., Yang, Y., Yok… (2003). New antihypertensive peptides isolated fr… Peptides, 24(6), 791–798. https://doi.org/10.1016/S0196-9781(03)00174-8

Muranova, T. A., Zinchenko, D. V., Kononova, S. V., … Plant protein hydrolysates as fsh fry feed in aqua… an enzyme complex from king crab hepatopancreas. Applied Biochemistry and Mic… 53(6), 680–687. https://doi.org/10.1134/S0003683817060102

Östbring, K., Malmqvist, E., Nilsson, K., Rosenlind… effect of … extraction methods on recovery yield and emulsifyi… meal and press cake. Foods, 9(1), 19. https://doi.org/10.3390/foods…

Pan, M., Jiang, T. S., & Pan, J. L. (2011). Antioxida… Food and Bioprocess Technology, 4, 1144–1152. https://doi.org/10.1007/s…

Perera, S. P., McIntosh, T. C., & Wanasundara, J. P… and napin of Brassica napus (canola) show distin… temperatures. Plants, 5(3), 36. https://doi.org/10.3390/plants50…

Pérez-Gálvez, R., Berraquero-García, C., Ospina-Quir… C., Guadix, A., García-Moreno, J. P. & Guadix, E. M… Dipeptidyl Peptidase-IV (DPP-IV) inhibitory activi… from agro-industrial by-products. Foods, 13(17), 2691. https://doi.org/10.3…

Raboanatahiry, N., Li, H., Yu, L., & Li, M. (2021)… utilization, and genetic improvement. Agronomy, 11(9), 1776. http://dx.doi.… agronomy11091776

Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F., & Carciof, B. A. … nutritional sources for human diet. Trends in Food Science & Technol… 97, 170–184. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011

Singh, R., Langyan, S., Sangwan, S., Rohtagi, B., Kha... for human consumption from oilseed cakes: A review. Frontiers in Sustainable Fo... 6, 856401. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.856401

Tang, H., Feng, G., Zhao, J., Ouyang, Q., Liu, X., J... & Yin, Y. (2024). Determination and prediction of a... growing-finishing pigs. Animals, 14(19), 2764. https://doi.org/10.3390...

Turner, J. M., & Kodali, R. (2020). Should angiote... be used for the management of hypertension? Current Cardiology Reports, 22, 1–8. https://doi.org/10.1007/s11886-020-01352-8

Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (... demand and population at risk of hunger for the pe... Nature Food, 2(7), 494–501. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9

Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroch... rapeseed protein isolates with improved functional... Journal of the American Oil Chemists' Society, 77, 447–450. https://doi.org/10.1007/s11746-...

Volk, C., Brandsch, C., Schlegelmilch, U., Wensch-Do... O., Wiacek, C., Braun, P. G., Kopp, J. F., Schwerd... Postprandial metabolic response to rapeseed protein... Nutrients, 12(8), 2270. https://doi.org/10.3390/nu12082270

Wanasundara, J. P. (2011). Proteins of Brassicaceae oilseeds and their potential... plant protein source. Critical Reviews in Food Science and..., 51(7), 635–677. https://doi.org/10.1080/10408391003749942

Wanasundara, J. P., Kapel, R., & Albe-Slabi, S. (202... status. Sustainable protein sources (pp. 285–309). Academic Press. htt... B978-0-323-91652-3.00004-6

Wang, H., Huang, J., Yang, M., Zhou, Y., Yin, J., Ya... peptide identifed from rapeseed (Brassica napus)... zinc-binding sites by density functional theory. International Journal of Fo... Technology, 58(10), 5203–5213. https://doi.org/10.1111/ijf...

Wang, L., Zhang, J., Yuan, Q., Xie, H., Shi, J., & Ju... tumor peptide from rapeseed (Brassica campestris L... Food & function, 7(5), 2239–2248. https://doi.org/10.1039/C6FO00...

Wang, Q., Dong, X., Castañeda-Reyes, E. D., Wu, Y., Z... F. (2024). Chitosan and sodium alginate nanocarrier... derived peptides and improving their therapeutic... International Journal of Biological Macromolecules, 265, 130713. https://doi.org/10.1016/j.i...

Wang, Y., Cao, K., Li, H., Sun, H., & Liu, X. (2022)... activity and anti-aging capacity of rapeseed meal... and co-fermentation. Food Bioscience, 49, 101938. https://doi.org/10.1016...

Wang, Y., Li, Y., Ruan, S., Lu, F., Tian, W., & Ma,... peptides and their potential in improving the... Journal of the Science of Food and Agriculture, 101(7), 3049–3055. https://doi.org/10.1002...

Wang, Y., Sun, H., & Liu, X. (2022). A novel ferment... protease-assisting screened B. subtilis YY-4 and L... and strong antioxidant and immunomodulatory poten... Foods, 11(14), 2118. https://doi.org/10.3390/foods11142118

Wnukowski, P., Veerman, C., & Prolders, G. J. F. US Patent Application No. 20...

Woźniak, E., Waszkowska, E., Zimny, T., Sowa, S., & T... in Poland and Germany in the context of production... rights. Frontiers in plant science, 10, 1423. https://doi.org/10.3389/fpl...

Xie, H., Wang, Y., Zhang, J., Chen, J., Wu, D., & W... conditions and the antiproliferative activity of... enzymatic cooperation. International Journal of Food Science &..., 50(3), 619–625. https://doi.org/10.1111/ijfs.12682

Xu, F., Gonzalez, E., Chen, H., Rebecca, K., Pan, M... Assessment of the DPP-IV inhibitory activity of a ... using Caco-2 cell monolayers. Journal of Food Biochem... 44(10). https://doi.org/10.1111/jfbc.13406

Xu, F., Wang, L., Ju, X., Zhang, J., Yin, S., Shi, J... of YWDHNNPQIR and its metabolic fate with cytopro... human intestinal Caco-2 c... Journal of Agricultural and Food Chem... 65(10), 2056–2065. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04731

Xu, F., Yao, Y., Xu, X., Wang, M., Pan, M., Ji, S., Wu... and quantifcation of DPP-IV-inhibitory peptides fr... napin with analysis of the interaction between ke... Journal of agricultural and food chemistry, 67(13), 3679–3690. https://doi.org/10...

Yang, F., Huang, J., He, H., Ju, X., Ji, Y., Deng, ... hypolipidemic activity of rapeseed-derived ... Food Chemistry, 423, 136315. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136315

Yao, M., Xu, F., Yao, Y., Wang, H., Ju, X. & Wang, L... from rapeseed napin (Brassica napus) in protectin... and oxidative stress. Journal of Agricultural and Food Chem... 70(39), 12418–12429. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c03718

Yao, M., Yao, Y., Qin, B., Pan, M., Ju, X., Xu, F. & ... of high bioavailable oligopeptides from rapeseed ... hydrolysates via Caco-2/HepG2 coculture model. Food Research International, 151, 111101. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111101

You, H., Zhang, Y., Wu, T., Li, J., Wang, L., Yu, Z... of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides fr... LWT, 160, 113255. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113255

Zhang, M., Yan, Z., Bu, L., An, C., Wang, D., Liu, X... B. (2018). Rapeseed protein-derived antioxidant pep... MAPK/NF-κB-signaling pathways. Drug Design, Development and Therapy, 12, 1255–1268. https://doi.org/10.2147/dddt.s1622...

Zhang, Z., He, S., Liu, H., Sun, X., Ye, Y., Cao, X... on the components and functional properties of prot... meal through alkaline extraction and acid precip... Food Chemistry, 327, 126998. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126998

Zhao, Q., Xu, H., Hong, S., Song, N., Xie, J., Yan, Z... protein-derived antioxidant peptide RAP ameliorates... metabolic disorder ... Molecular Pharmaceutics, 16(1), 371–381. https://doi.org/10.1... acs.molpharmaceut.8b01030

REFERENCES

Goncharov S.V., & Gorlov A.I. (2018). Oil crops: New challenges and ... Oil Crops, 2(174), 96–100. (In Russ.). https://doi.org/10...

Gorlova L.A., Bochkareva E.B., Serdyuk V.V., Efmenko ... and turnip rape breeding at VNIIMK. Izvestiya ..., (2), 20–33. (In Russ.)

Zinchenko D.V., Muranova T.A., Melanyina L.A., Miroshnikov A.I. (2019). Hydrolysis o... and rapeseed proteins using ... Applied Biochemistry and Microbiology, 55(2), 172–180. (In Russ.) https://doi.org/10.1134/S055510991902015...

Zinchenko D.V., Muranova T.A., Melanyina L.A., Belova N.A., Miroshnikov A.I. (2018). Hydroly... of soybean and rapeseed proteins by the enzyme prepa... Applied Biochemistry and Microbiology, 54(3), 277–285. (In Russ.) https://doi.org/10.7868/S055510...

Zybalov V. S. (2019). Spring rapeseed as a crop for ... APK: Rossiya (Agro-industrial Complex: Russia), 26(5), 755... (In Russ.)

Kudinova, G. A., Shevchuk, O. M., ... & Sbat... (2023). Economic efficiency of rapeseed production in the region and analysis ... technology ... Innovatsii i Investitsii (Innova... (2), 202–209. (In Russ.).

Pomorova, Yu. Yu., Pyatovskaya, V. V., & Bylov, D. S. (2019). Characteristics and methods for isolating the protein fraction from ... Oil Crops, 4(180), 161–169. (In Russ.). https://doi.org/10.

Alashi, A. M., Blanchard, C. L., Mailer, R. J., Ag... (2018). Infuence of enzymatic hydrolysis, pH and s... properties of canola protein isolate and hydrolysa... International Journal of Food ... Technology, 53(10), 2316–2324. https://doi.org/10.1111/ijf...

Arrutia, F., Binner, E., Williams, P., & Waldron, K... and meals supplying global protein requirements. Trends in Food Science & Tec... 100, 88–102. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.044

Beaubier, S., Durand, E., Lenclume, C., Fine, F., Ayr... P. (2023). Chelating peptides from rapeseed meal... and evaluation of their capacity ... lipid... Food Chemistry, 422, 136187. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136187

Beaubier, S., Pineda-Vadillo, C., Mesieres, O., Framb... the in vitro digestibility of rapeseed albumins re... preserving the functional properties ... enzymati... Food Chemistry, 407, 135132. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135132

Bermejo-Cruz, M., Osorio-Ruiz, A., Rodríguez-Canto, ... A., & Chel-Guerrero, L. (2023). Antioxidant potent... (Brassica napus L.) ... seeds and ... Biocatalysis and Agricultural Biotechno... 50, 102687.

Bermejo-Cruz, M., Osorio-Ruiz, A., Rodríguez-Canto... Ayala, A., & Chel-Guerrero, L. (2023). Antioxidant... canola (Brassica napus L.) seeds ... Biocatalysis and Agricultural Biot... 50, 102687. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102687

Betchem, G., Dabbour, M., Tuly, J. A., Lu, F., Liu, ... Effect of magnetic feld-assisted fermentation on ... molecular structure of rapeseed meal. Journal of the Science of Food a... 104(7), 3883–3893. https://doi.org/10.1002/jsfa.13269

Canistro, D., Vivarelli, F., Ugolini, L., Pinna, C., ... Cinti S., Lazzeri L., Conte E. & Biagi, G. (2017). ... rapeseed and sunfower protein hydrolysates ... Italian Journal of Animal Science, 16(3), 462–473. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1298...

Chabanon, G., Chevalot, I., Framboisier, X., Chenu, ... protein isolates: Kinetics, characterization and fu... Process Biochemistry, 42(10), 1419–1428. https://doi.org/10.1016/j.p...

Chmielewska, A., Kozłowska, M., Rachwał, D., Wnukow... Rosicka-Kaczmarek, J. (2021). Canola/rapeseed prot... food applications. Critical Reviews in Food Science and N... 61(22), 3836–3856. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1809342

Daroit, D. J., & Brandelli, A. (2021). In vivo bioa... A current review. Current Opinion in Food Science, 39, 120–129. https://doi.or... cofs.2021.01.002

Daszkiewicz, T. (2022). Food production in the context of g... challenges. Agriculture, 12(6), 832. https://doi.org/10.3390/agric...

Duan, X., Dong, Y., Zhang, M., Li, Z., Bu, G., & Ch... interactions of novel ACE inhibitory peptides from ... Food Chemistry, 422, 136085. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136...

Duan, X., Zhang, M., & Chen, F. (2021). Prediction … from rapeseed protein … *Journal of Food Biochemistry*, *45*(4), e13598. https://doi.org/10.1111/jfbc.13598

Durand, E., Beaubier, S., Fine, F., Villeneuve, P., & … from rapeseed meal proteins to counteract lipid ox… and characterization. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *123*(3), 2000380. https://doi.org/10.1002/ejlt.202000380

Ebrahimnezhadarabi, M. R., Changizi, R., Hoseinifar… (2021). Research Article Effects of canola protein … blood biochemistry, immunity, and gastrointestina… juvenile … *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *20*(4), 1165–1178. https://doi… ijfs.2021.124567

Etemadian, Y., Ghaemi, V., Shaviklo, A. R., Pourasho… (2021). Development of animal/plant-based protein … feed and nutraceutical … *Journal of Cleaner Production*, *278*, 123219. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123219

Ferrero, R. L., Soto-Maldonado, C., Weinstein-Oppenh… Hansen, M. E. (2021). Antiproliferative rapeseed de… on MCF-7 breast cancer … *Foods*, *10*(2), 309. https://doi.or… foods10020309

Fetzer, A., Herfellner, T., Stäbler, A., Menner, M. … conditions during aqueous protein extraction upon … rapeseed press cake. *Industrial Crops and Products*, *112*, 236–246. https://doi.or… indcrop.2017.12.011

Fetzer, A., Müller, K., Schmid, M., & Eisner, P. (202… Processing, isolation, modification … *Industrial Crops and Products*, *158*, 112986. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2…

Gerzhova, A., Mondor, M., Benali, M., & Aider, M. (2… extraction from canola meal as affected by the pH, … turbidimetry analysis to optimize … *Food Chemistry*, *201*, 243–252. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.074

Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., & Williams, A. … Impact of livestock on climate and mitigation str… *Animal Frontiers*, *9*(1), 69–76. https://doi.org/10.1093/af/vfy034

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, … M., & Vanhatalo, A. (2018). Alternative and novel f… quality and environmental … *Animal*, *12*(s2), s295–s309. https://do… S1751731118002252

Han, R., Álvarez, A. J. H., Maycock, J., Murray, B. … and pepsin-treated oilseed protein hydrolysates — … antioxidant, antihypertensive … *Current Research in Food Science*, *4*, 141–149. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.001

Han, R., Maycock, J., Murray, B. S., & Boesch, C. (2… enzyme and dipeptidyl peptidase-IV inhibitory pep… using two integrated bioinformatic approaches. *Food Research International*, *115*, 283–291. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.015

He, R., Girgih, A. T., Malomo, S. A., Ju, X., & Aluko… rapeseed protein hydrolysates and … *Journal of Functional Foods*, *5*(1), 219–227. https://doi.org/10.1016/j.jff.201…

He, R., Girgih, A. T., Rozoy, E., Bazinet, L., Ju, X… and concentration of antihypertensive peptides f… by electrodialysis with ultrafiltration membranes. *Food Chemistry*, *197*, 1008–1014. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.081

He, R., Malomo, S. A., Alashi, A., Girgih, A. T., J... hypotensive activity of rapeseed protein-derived r... inhibitory peptides. Journal of Functional Foods, 5(2), 781–789. https://doi.o... jff.2013.01.024

He, R., Malomo, S. A., Girgih, A. T., Ju, X., & Al... (GHS), a novel rapeseed protein-derived peptide h... spontaneously hypertensive rats. Journal of Agricultural and Food Che..., 61(35), 8396–8402. https://doi.org/10.1021/jf400865m

He, R., Yang, Y. J., Wang, Z., Xing, C. R., Yuan, J... Rapeseed protein-derived peptides, LY, RALP, and... intermediate products of renin–angiotensin system... rat. NPJ Science of Food, 3(1), 1. https://doi.org/10.1038/s41538-0...

Ibáñez, M. A., De Blas, C., Cámara, L., & Mateos, G... quality and nutritive value of commercial soybean m... countries: A meta-analytical study. Animal Feed Science and Technolo..., 267, 114531. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114531

Ji, T., Xu, G., Wu, Y., Wang, Y., Xiao, C., Zhang,... type 2 diabetes mellitus using rapeseed (Brassi... stimulating calcium-sensing receptor: Effects on... hepatic lipid metabolism. Journal of Agricultural and Food Chemi..., 72(43), 23804–2381... https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c03987

Kaiser, F., Harbach, H., & Schulz, C. (2022). Rape... A review. Reviews in Aquaculture, 14(4), 1887–1911. https://doi.org/10....

Kaiser, F., Harloff, H. J., Tressel, R. P., Kock, T.,... protein isolate as fshmeal alternative on nutrient... diets fed to rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture Nutrition, 27(5), 1352–1362. https://doi.org/10.1111/anu.13273

Kaugarenia, N., Beaubier, S., Durand, E., Aymes, A.,... Optimization of selective hydrolysis of cruciferins... peptides and napins purifcation to valorize total r... Foods, 11(17), 2618. https://doi.org/10.3390/foods11172618

Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., & Mo... Properties and applica... Trends in Food Science & Tec... 160–170. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.004

Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., & Mo... of oilseed cake: A comparative study of species-s... from ten selected species. Journal of the Science of Food and Ag..., 101(1), 297–306. https://doi.org/10.1002/jsfa.10643

Marczak, E. D., Usui, H., Fujita, H., Yang, Y., Yok... (2003). New antihypertensive peptides isolated fr... Peptides, 24(6), 791–798. https://doi.org/10.1016/S0196-9781(03)00174-8

Muranova, T. A., Zinchenko, D. V., Kononova, S. V.,... Plant protein hydrolysates as fsh fry feed in aqua... an enzyme complex from king crab hepatopancreas. Applied Biochemistry and Mic..., 53(6), 680–687. https://doi.org/10.1134/S0003683817060102

Östbring, K., Malmqvist, E., Nilsson, K., Rosenlind... Effects of ... extraction methods on recovery yield and emulsifyi... meal and press cake. Foods, 9(1), 19. https://doi.org/10.3390/foods...

Pan, M., Jiang, T. S., & Pan, J. L. (2011). Antioxida... Food and Bioprocess Technology, 4, 1144–1152. https://doi.org/10.1007/s...

Perera, S. P., McIntosh, T. C., & Wanasundara, J. P... and napin of Brassica napus (canola) show distin... temperature. Plants, 5(3), 36. https://doi.org/10.3390/plants50...

Pérez-Gálvez, R., Berraquero-García, C., Ospina-Quir... C., Guadix, A., García-Moreno, J. P. & Guadix, E. M... Dipeptidyl Peptidase-IV (DPP-IV) Inhibitory Activi... from Agro-Industrial By-Products. *Foods, 13*(7), 2691. https://doi.org/10.3...

Raboanatahiry, N., Li, H., Yu, L., & Li, M. (2021)... utilization, and genetic improvement. *Agronomy, 11*(9), 1776. http://dx.doi... agronomy11091776

Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F., & Carciof, B. A. ... nutritional source for human foods. *Trends in Food Science & Technology, 97*, 170–184. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011

Singh, R., Langyan, S., Sangwan, S., Rohtagi, B., Kha... for human consumption from oilseed cakes: A review. *Frontiers in Sustainable Fo... 6*, 856401. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.856401

Tang, H., Feng, G., Zhao, J., Ouyang, Q., Liu, X., J... & Yin, Y. (2024). Determination and Prediction of A... for Growing-Finishing Pigs. *Animals, 14*(19), 2764. https://doi.org/10.33...

Turner, J. M., & Kodali, R. (2020). Should angiote... be used for the management of hypertension? *Current Cardiology Reports, 22*, 1–8. https://doi.org/10.1007/s11886-020-01352-8

Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (... demand and population at risk of hunger for the pe... *Nature Food, 2*(7), 494–501. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9

Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroch... rapeseed protein isolates with improved functional... *Journal of the American Oil Chemists' Society, 77*, 447–450. https://doi.org/10.1007/s11746-...

Volk, C., Brandsch, C., Schlegelmilch, U., Wensch-Do... O., Wiacek, C., Braun, P. G., Kopp, J. F., Schwerd... Postprandial metabolic response to rapeseed protein... *Nutrients, 12*(8), 2270. https://doi.org/10.3390/nu12082270

Wanasundara, J. P. (2011). Proteins of Brassicaceae oilseeds and their potential as a plant protein source. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51*(7), 635–677. https://doi.org/10.1080/10408391003749942

Wanasundara, J. P., Kapel, R., & Albe-Slabi, S. (202... status... *Sustainable protein sources* (pp. 285–309). Academic Press. htt... B978-0-323-91652-3.00004-6

Wang, H., Huang, J., Yang, M., Zhou, Y., Yin, J., Ya... peptide identifed from rapeseed (Brassica napus) ... zinc-binding sites by density functional theory. *International Journal of Food Science & Technology, 58*(10), 5203–5213. https://doi.org/10.1111/ijf...

Wang, L., Zhang, J., Yuan, Q., Xie, H., Shi, J., & Ju... tumor peptide from rapeseed (Brassica campestris L... *Food & Function, 7*(5), 2239–2248. https://doi.org/10.1039/C6FO00...

Wang, Q., Dong, X., Castañeda-Reyes, E. D., Wu, Y. ... Xu, B. & Xu, F. (2024). Chitosan and sodium algi... the release of rapeseed-derived peptides and imp... of anti-diabetes. *International Journal of Biological Ma... 265*, 130713. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.130713

Wang, Y., Cao, K., Li, H., Sun, H., & Liu, X. (2022). ... activity and anti-aging capacity of rapeseed meal ... and co-fermentation. *Food Bioscience, 49*, 101938. https://doi.org/10.1016...

Wang, Y., Li, Y., Ruan, S., Lu, F., Tian, W., & Ma, ... peptides and their potential in improving the ... *Journal of the Science of Food and Agriculture, 101*(7), 3049–3055. https://doi.org/10.1002...

Wang, Y., Sun, H., & Liu, X. (2022). A novel ferment... protease-assisting screened B. subtilis YY-4 and L... and strong antioxidant and immun... Foods, 11(14), 2118. https://doi.org/10.3390/foods11142118

Wnukowski, P., Veerman, C., & Sanders... U.S. Patent Application No. 201...

Woźniak, E., Waszkowska, E., Zimny, T., Sowa, S., & T... in Poland and Germany in the context of productio... rights. Frontiers in Plant Science, 10, 1423. https://doi.org/10.3389/fpl...

Xie, H., Wang, Y., Zhang, J., Chen, J., Wu, D., & W... conditions and the antiproliferative activity of... enzymatic c... International Journal of Food Science &..., 50(3), 619–625. https://doi.org/10.1111/ijfs.12682

Xu, F., Gonzalez, E., Chen, H., Rebecca, K., Pan, M... Assessment of the DPP-IV inhibitory activity of a... using Caco-2 cell monolayers. Journal of Food Biochemi... 44(10). https://doi.org/10.1111/jfbc.13406

Xu, F., Wang, L., Ju, X., Zhang, J., Yin, S., Shi, J... of YWDHNNPQIR and its metabolic fate with cytopro... human intestinal Caco-2 c... Journal of Agricultural and Food Chem..., 65(10), 2056–2065. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04731

Xu, F., Yao, Y., Xu, X., Wang, M., Pan, M., Ji, S., Wu... and quantifcation of DPP-IV-inhibitory peptides fr... napin with analysis of the interactions between ke... Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67(13), 3679–3690. https://doi.org/10...

Yang, F., Huang, J., He, H., Ju, X., Ji, Y., Deng,... hypolipidemic activity of rapeseed-derived... Food Chemistry, 423, 136315. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136315

Yao, M., Xu, F., Yao, Y., Wang, H., Ju, X. & Wang, L... from rapeseed napin (Brassica napus) in protectin... and oxidative stress. Journal of Agricultural and Food Chemi..., 70(39), 12418–1242... https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c03718

Yao, M., Yao, Y., Qin, B., Pan, M., Ju, X., Xu, F. &... of high bioavailable oligopeptides from rapeseed... hydrolysates via Caco-2/HepG2 co-culture model. Food Research International, 15..., 111101. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111101

You, H., Zhang, Y., Wu, T., Li, J., Wang, L., Yu, Z... of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides fr... LWT, 160, 113255. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113255

Zhang, M., Yan, Z., Bu, L., An, C., Wang, D., Liu, X... B. (2018). Rapeseed protein-derived antioxidant pep... MAPK/NF-κB-signaling pathways... Drug Design, Development and Therapy, 12, 1255–1268. https://doi.org/10.2147/dddt.s1622...

Zhang, Z., He, S., Liu, H., Sun, X., Ye, Y., Cao, X... on the components and functional properties of prot... meal through alkaline extraction... Food Chemistry, 327, 126998. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126998

Zhao, Q., Xu, H., Hong, S., Song, N., Xie, J., Yan, Z... protein-derived antioxidant peptide RAP ameliorates... metabolic disorder... Molecular Pharmaceutics, 16(1), 371–381. https://doi... acs.molpharmaceut.8b01030

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чернуха Ирина Михайловна, [illegible] «[illegible] В. М. [illegible]» РАН (109316, г. [illegible], http://orcid.org/0000-0003-4298-0927, Scopus ID: 5
SPIN-[illegible]: 3423-3754, imcher@inbox.ru

Тихонов Сергей Леонидович, [illegible] (42), ORCID: https://
57190975171, SPIN-[illegible]: 4649-8616, tihonov75@bk.ru

Дегтярев Иван Александрович, [illegible] (1250 [illegible] 11), ORCID: https://orcid.o
57705622800, SPIN-[illegible]: 9200-9527, iadegtyarev@mail.

Фоменко Иван Андреевич, [illegible] (125080, г. [illegible] 11), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2478
ID: HKE-3595-2023, SPIN-[illegible]: 5861-2838, iv.fomenko

Детинкин Илья Александрович, [illegible] (125 [illegible] 11), ORCID: https://orcid.org/
detinkin02@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina Mikhailovna Chernukha, Chief Researcher, V. M. Gorbatov Fede
Systems, Russian Academy of Sciences (26 Talalikhin
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4298-0927; Scopu
P-8740-2015; SPIN: 3423-3754. E-mail: imcher@inbox.

Sergey Leonidovich Tikhonov, Head of the Department of Food Enginee
Ural State Agrarian University (42 Karl Liebknecht
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4863-9834; Scopu
E-mail: tihonov75@bk.ru

Ivan Alexandrovich Degtyarev, Post-graduate student, Department of
Synthesis, Russian Biotechnological University (1
Russia Russian Federation). ORCID: https://orcid.
57705622800; SPIN: 9200-9527. E-mail: iadegtyarev@m

Ivan Andreevich Fomenko, Associate Professor, Department of Biote
Russian Biotechnological University (11 Volokolamsk
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2478-1705; Scopu
HKE-3595-2023; SPIN: 5861-2838. E-mail: iv.fomenko@

Ilya Alexandrovich Detinkin, Master student, Department of Biotech
Russian Biotechnological University (11 Volokolam
125080). ORCID: https://orcid.org/0009-0004-0985-95
gmail.com

ОРИǤИНАЛЬНОЕ ЭƑПИРИШЕСКОЕ ИССЛ

[illegible]

[illegible], г. [illegible]

Е.Н. [illegible], Л.И. [illegible], Ƒ.Н

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Елена Николаевна Усманова
E-mail: elena_akademy@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible], Е.Н., [illegible], Л.И., & [illegible], Ƒ.Н. (2025). [illegible] *Хранение и переработка сельхозсырья*, (2), 143-165.
https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.632

ПОСТУПИЛА: 22.09.2024
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
[illegible]

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible]

Материалы и методы: [illegible] «[illegible] ЭН», «[illegible]», «[illegible] ЭƑ-1» [illegible]

Результаты: [illegible] «[illegible] ЭН»: [illegible] (0,001), [illegible] (0%) 19 [illegible] (0,28

Выводы: [illegible] «[illegible] ЭН», [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Comparative Study Preparations for Decomposition of with Sawdust

Elena N. Usmanova, Lyudmila I. Ku

Vyatka State University of Agrotechnology, Kirov, Russian Federation

CORRESPONDENCE:
Elena N. Usmanova
E-mail: elena_akademy@mail.ru

FOR CITATIONS:
Usmanova, E.N., Kuzyakina, L.I., & Vtyurina, M.N. (2025). Comparative study of microbial preparations for accelerated decomposition of horse manure with sawdust. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 143-155. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.632

RECEIVED: 22.09.2024
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: 3E1 2 0 8 5

DECLARATION OF COMPETING INTERESTS: none declared.

ABSTRACT

Introduction: Organic livestock waste represents bo
environmental risk. Its effective utilizatio
epidemiological threats, and contributes to
manure with high wood bedding content, typica
studied. Given the resistance of lignocellul
a need to select and validate microbial prep
of such substrates.

Purpose: To conduct a comparative assessment of th
based on decomposition rate, agronomic value
of water-soluble nutrient elements.

Materials and Methods: The experiment involved piles of f
bedding treated with microbial preparations
and "Baikal EM-1," as well as an untreated c
seed germination, and growth of cress and sp
potassium and phosphorus were measured using
Statistical data processing was performed us

Results: All treatments with microbial preparatio
composting and improved compost quality comp
effects were observed in the "Ferkon," highe
shrinkage, increased germination, significant
3.86 cm for spinach, $p < 0.001$), and the highest content
phosphorus (0.28%).

Conclusion: The study confirmed the effectiveness o
the decomposition of horse manure with wood
performance, likely due to the action of it
Bacillus. The findings support the potentia
scale manure recycling systems, particularly

KEYWORDS
destruction of horse manure; use of bacteri
temperature; phosphorus & potassium content

ВВЕДЕНИЕ

Органические отходы живо-т[illegible] менно представляют собой [illegible] ского риска и стратегичес[illegible] получения биологически а[illegible] (Abdugheni et al., 2023; Alegbeleye & Sant'Ana, 2020). Их нерациональное использ[illegible] загрязнению почв, водных [illegible] включая эмиссию парниковых [illegible] при эффективной утилизации [illegible] элементом замкнутого агро[illegible] способствуя восстановлен-ию [illegible] чивости агроэкосистем (Gu[illegible] 2019).

На уровне государственной [illegible] этих процессов закреплена [illegible] № 248-ФЗ «О побочных прод[illegible] ства...», в котором навоз [illegible] а побочным продуктом с пот[illegible] ценностью. Содержание в н[illegible] (азота, фосфора, калия) д[illegible] основой для производства [illegible] ний, при условии эффекти-вн[illegible] ззараживания (Aguilar-Pare[illegible] 2023). [illegible] без технологически выверен[illegible] и навозные стоки становятся [illegible] нов, антибиотикоустойчивых [illegible] тельных объемов метана и з[illegible]

В последние годы разраб-отано множество био технологических решений для утилизации навоза крупного рогатого скота, [illegible] ванных на применении микробных консорциумов, ферментных агентов и кон-т[illegible] вий компостирования (Chen [illegible] 2021; Liu et al., 2023; Wang, 2021). Тем не менее, один из наиболее сложных субстратов — конск[illegible] подстилкой, особенно харак[illegible] клубов, остаётся значител[illegible] Его отличает высокая дол-я [illegible] единений, что усложняет ми[illegible] снижает скорость компост-и[illegible] лучаемого удобрения. Про-бл[illegible] люлозы и лигнина микроор[illegible] нерешенной с технологическ[illegible] (Abdug[illegible] et al., 2002). Таким обра[illegible] пробел в эмпирических дан[illegible] конского навоза с древес-н[illegible] ях малых фермерских хозяйст[illegible] проблема усугубляется огр[illegible]

необходимостью быстрой у-тилиз[illegible] ем доступа к энергоемким- техн[illegible] [illegible] в раз-работ[illegible] [illegible]ических ре[illegible] [illegible] пере-раб-отки [illegible] ценных ко[illegible] [illegible] напра[illegible] [illegible]тивности [illegible] для уско[illegible] [illegible] высоким со[illegible] [illegible]но-биоте[illegible] [illegible] смесей, [illegible] про-дукто[illegible] му составу. Комплексная оценк[illegible] [illegible] тран-сфор[illegible] [illegible] вклад в- форм[illegible] [illegible] утилиз[illegible] [illegible]ве-сти [illegible] агроном[illegible] [illegible] компост[illegible] [illegible] подстилкой [illegible] [illegible] для о[illegible] [illegible]ганических [illegible] сниже[illegible] [illegible] повышение ресурсно[illegible] аграрного сектора.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Экологическая и санитарн[illegible] проблемы

[illegible]

https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.632

Согласно актуальным [illegible] 50 % выбросов аммиака и закиси азота в [illegible] именно с навозом (Zhang et al., 2023; Yvonne et al., 2024). Эти газы [illegible] способствуют образованию [illegible] и кислотных дождей, но и [illegible] эффект. Кроме того, свежий [illegible] собой биологически активную матрицу с высокой микробной нагрузкой, вклю[illegible]ловно-патогенные формы, устойчи[illegible] антибиотиков. По данным Вс[illegible] здравоохранения, навоз и [illegible] содержать более 100 видов [illegible]ций, включая зоонозные б[illegible] ловека (Alegbeleye et al., 2020). В 1 [illegible] содержаться до 170 млн микро[illegible]собных сохранять вирулентно[illegible] длительного времени (Heinonen-Tanski et al., 2006). Миграция этих микроорганизмов [illegible] грунтовые воды, насекомых [illegible] странение, что создает усто[illegible] (Bhave et al., 2019). Как показывают исследования Jiang и Wang (2024), состав микробиоты навоза варьируется в зависимости от [illegible] и состава рациона, что требует адаптированных решений при выборе методов о[illegible]

Современные подходы к дест[illegible]чают химические, физичес[illegible]тоды (Abdugheni et al., 2023). [illegible] и термические технологии [illegible] высокими энергетическими [illegible]тельными потерями питательн[illegible] малоэффективными показали [illegible] практики, такие как рас[illegible]за по полям: они не решают [illegible] и приводят к выбросам пар[illegible] азота (Vander Zaag et al., 2022). [illegible]тающее внимание уделяется биотехнологическим решениям, основанным на ис[illegible]ных или адаптированных мик[illegible] способных ускорить перера[illegible] вещества и снизить эпидем[illegible] et al., 2023; Kumawat et al., 2023).

Наиболее перспективным на[illegible] но микробное компостирован[illegible] активное участие целевых [illegible] циумов. С 1990-х годов н[illegible]пользования отдельных шт[illegible] вым системам с направлен[illegible]

[illegible] (Jiang, 2024). [illegible] разрушающие [illegible] (Chen et al., 2021; Liu et al., [illegible]) [illegible] эффективност[illegible] [illegible] крупного рогатого скот[illegible] [illegible] Однако [illegible] и особен[illegible] [illegible] существенно в[illegible] [illegible] деструкции. Конский [illegible] на дре[illegible] [illegible] технологи[illegible] [illegible] устойчивы к микроб[illegible] [illegible] компос[illegible] [illegible] свине[illegible] [illegible] утилизац[illegible] [illegible] парными и[illegible] [illegible]

Технологии утилизации на[illegible]

[illegible] микробные [illegible] и биотрансформация

[illegible] утилиз[illegible] [illegible] характеристик[illegible] [illegible] технологии, био[illegible] [illegible] различных [illegible] [illegible] как аэробн[illegible] [illegible] При это[illegible] [illegible] выбор н[illegible] [illegible] сравнительн[illegible] [illegible] навоз кру[illegible] [illegible] с высокой [illegible] [illegible] элементами [illegible] [illegible] долей лигноцеллю[illegible] ний в его составе. При анаэр[illegible] [illegible] коровьего [illegible] [illegible] для козьего [illegible] (Nsue et al., 2024) [illegible] [illegible] устойчивос[illegible] [illegible] мелкого рога[illegible]

Подобная зависимость наб-
стировании: бактерии, от-
ние белков и углеводов, -
сти от вида навоза. Как
активность микробных сообщ
фазе компостирования опреде
профилем субстрата. Автор
постирование куриного нав
более высокой скоростью микробной деструкции,
что связано с большим со-
емых компонентов по сравн
Эти данные подтверждают
микробиологических консорц
от типа органического сырь

консорциумов и адаптацию усло

В контексте ускоренной -у
ских отходов определённый
ют исследования по создани
ратов. Так, ещё в 1990-х
и Слынько (1993) разрабо-
дукт, способный трансформ
в стабилизированное органическое удобрение,
пригодное не только для агротехнических целей,
но и в качестве кормовой
ствие масштабного внедрен
свидетельствует о том, что
тивность должна быть подкреплена оценкой эко
номической целесообразно-
вместимости продуктов пере

Температурные режимы комп термофильные, мезофильные и низкотемпературные тех

и эффективность микробной тра

Решения, адаптированные к
навоза, демонстрируют выс
при применении дополните-
зующих наполнителей. La
провели эксперимент по ком
навоза с использованием т
наполнителей: опилок, сух
соломы. Их результаты ук-
чение углеродсодержащих к
улучшает физическую структуру компостируемой
массы, но и способствует
и микробной активности. -
ловиях свиноводческих ком
содержание влаги и аммиака
риски загрязнения окружающ

нерализация, но и снижение са

Конский навоз, рассматрив
производства биогаза, пре-
спективный источник возоб
однако биотрансформация д
еще сопровождается неопре-

та и ускорению ферментативных реакций. Как подчеркивают Sun et al. (2017, 2021) и Agbede et al. (2023), температура является не только следствием, но и активным регулятором микробной динамики: тепло, генерируемое при распаде белков и углеводов, задаёт темп сукцессии микробных сообществ. Особенно эффективно термофильное компостирование при применении инокулированных культур, содержащих ферментативно активные штаммы, которые способны ускорить разложение субстрата и повысить стабильность готового продукта (Wang et al., 2021). Экспериментальное исследование Chen et al. (2021) продемонстрировало, что при компостировании куриного и коровьего навоза термофильная стадия была наиболее продуктивной с точки зрения расщепления белков и углеводов, ... цированы бактериальные ... за сокращение длительности процесса.

Однако термофильная технология не является универсальным решением. Приоритет максимальной скорости разложения не всегда коррелирует с качеством получаемого продукта. В условиях, когда целесообразно сохранить больше органического азота, предпочтение отдаётся мезофильному компостированию (20–45 °C). Gómez et al. (2011) установили, что в мезофильных условиях выход газа выше, а распад целлюлозных компонентов, таких как солома, происходит более полно, чем в термофильной системе. Таким образом, мезофильная ферментация обеспечивает более щадящую трансформацию субстрата и позволяет сохранить полезные элементы. В то же время её чувствительность к внешней температуре остается существенным фактором ограничения: в холодный период года эффективность процесса существенно снижается, что требует адаптации режима к климатическим условиям.

Именно поэтому растущий интерес вызывают низкотемпературные стратегии компостирования, ориентированные на условия холодного климата. Исследования китайских авторов (Chen et al., 2019; Sun et al., 2017, 2021) показывают возможность запуска и поддержания микробиологических процессов в диапазоне 10–20 °C. Ключевым элементом технологии стал холодоустойчивый микробный агент (CAMA), добавляемый в куриный помёт. Проведенные в холодильной камере эксперименты показали, что температура окружающей среды.

Микробные консорциумы и ... применение для деструкц...

В период с 1990-х годов [illegible] наблюдается заметное расширение [illegible] зуемых бактериальных штаммов и консорциумов, применяемых для биообезвреживания [illegible] ной деструкции навоза. На базе [illegible] ваний (Чекасина и соавт., 1993) для ферментации птичьего помета предла[illegible] и термофильные бактерии [illegible] (Федоров и соавт., 2010; патент [illegible] thermophilus, [illegible] Lactobacillus [illegible], демонстрировали эффективность в условиях [illegible] ности (80–90 %) температурного [illegible] до 30 °C), особенно при ферментации [illegible] нием влагопоглотителей и [illegible]

Однако сложность многоступенчатого [illegible] необходимость температурного контроля [illegible] специализация бактерий на [illegible] воза ограничивали масштабирование [illegible]

Последующие разработки позволили [illegible] расширить бактериальный пул за счет [illegible] робных и факультативно-анаэробных [illegible] роким спектром ферментативной активности [illegible] в исследованиях Тарабукиной [illegible] успешно использованы Bacillus [illegible] личающиеся высокой устойчивостью к [illegible] ям температуры и эффективностью при деструкции белково-полисахаридного комплекса в навозе.

В дальнейшем Федоров и соавт. (2019) [illegible] более сложные бактериальные [illegible] чающие Pseudomonas, Enterobacter, [illegible] Arthrobacter, Streptococcus, [illegible] что позволило адаптировать [illegible] широкий спектр субстратов — [illegible] до навоза крупного рогатого скота [illegible]

Особого внимания заслуживает [illegible] консорциум, включающий как бактерии, так и дрожжи, предложенный Федоровым [illegible] (2020): Bacillus [illegible] Streptomyces [illegible] Candida utilis [illegible] одновременную активацию [illegible] тативных механизмов, включая [illegible] люлозолиз и переработку [illegible] универсальность и биологическую эффективность препарата.

Разработка отечественных биопрепаратов [illegible] ве указанных штаммов нашла [illegible] ной документации. В 2010-х годах [illegible]

Несмотря на разнообразие [illegible] доступ[illegible] ных решений, основными пробле[illegible] мами [illegible] специфичнос[illegible] [illegible] к одному ти[illegible] [illegible] расход ми[illegible] [illegible] стр[illegible] [illegible] параметров (в[illegible] [illegible] Следовательно, [illegible] необходимость в сопоставитель[illegible] [illegible] микробны[illegible] [illegible] навоза, а [illegible] [illegible] уст[illegible] [illegible] условий [illegible] [illegible] пр[illegible] [illegible] применения биопреп[illegible] [illegible] практике.

Специфика подстилочных м[illegible] и их воздействие на деструкции конс[illegible] с высоким содержанием др[illegible]

Подстилочные материалы, приме[illegible] [illegible] постирования. Их химическая [illegible] [illegible] органиче[illegible] [illegible] лигноцеллюлозный ком[illegible] [illegible] В этом контексте за[illegible] [illegible] в составе которого не[illegible] древесные опилки — стандартны[illegible] [illegible] используемый [illegible]

Сравнительные исследования по[illegible] стилки на основе опилок и сол[illegible] [illegible] разложения [illegible] [illegible] компостирова[illegible] [illegible] лигн[illegible]

к микробной деградации (Zhang et al., 2023). В отличие от них, торф и его смеси демонстрируют значительно более высокие абсорбционные … формационные характеристики … стабилизации органической … более равномерное разложение … 2001). Использование торфа … время компостирования и … гиенические свойства продукта … ного удержания влаги, аммиака …

Конский навоз, формируемый … шадей на опилочной подстилке … бой особенно сложный объект … повых условиях содержания … опилок в свежем навозе … %, что существенно замедляет … ции. Древесные компоненты … лигноцеллюлозной плотностью … ленного микробного воздействия … специализированных ферментов … сов — целлюлаз, лигназ и … 2022). В отсутствие таких … сии продолжительность полного … весной массы может измеряться десятилетиями.

Попытки решения данной проблемы предпринимались в рамках российских разработок. Так, Беловежец (2019) предложил способ … опилок путем инокуляции их консорциумом активных микроорганизмов с последующим … органоминерального компоста … биологические испытания … ный субстрат обладает высо… мической эффективности: в … увеличение длины и биомассы … выраженное в корневой зоне … о повышенной биодоступности …

Суммируя текущие данные, … что успешная деструкция … содержащего трудноразлагаемые … требует учета комплекса факторов: вид животного и физиологические особенности экскрементов; тип и структура подстилочного … ратурный режим и аэробные … состав и функциональная активность … консорциумов. Как показывают … Guo et al. (2019) и Yin et al. (2024) … действие этих параметров … степень минерализации и … органи…

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты и место проведения

Биопрепараты

В работе использовались четыре коммерческих биопрепарата:

(1) Феркон Д: содержит ферментные, молочнокислые бактерии, дрожжи;
(2) Феркон ДН: включает компоненты Феркон Д, дополненные веществами для подавления личинок мух и хрущака;
(3) Биолатик универсал (Biolatic Universal): мультиантибактериальный комплекс, предназначенный для переработки навоза;
(4) Байкал ЭМ-1: содержит молочнокислые бактерии, сахаромицеты, актиномицеты и продукты их метаболизма, ориентированные на улучшение структуры почвы.

Препараты вносились в соответствии с инструкциями производителя. Нормы внесения для «Феркон Д» и «Феркон ДН» представлены в Таблице 1.

Таблица 1

[illegible]

Table 1

Application Rates of Fercon D and Fercon DN Depending on Ambient Temperature and Desired Composting Period

Условия	Сухая фракция (2–3 мес.)	Сухая фракция (3–4 мес.)	Жидкая фракция (2–3 мес.)	Жидкая фракция (3–4 мес.)
[illegible] +15°C	15 [illegible]³	30 [illegible]³	30 [illegible]³	60 [illegible]³
[illegible] +15°C	30 [illegible]³	60 [illegible]³	50 [illegible]³	100 [illegible]³

Примечание. [illegible]

Note. The solid fraction refers to manure with a high content of bedding material such as wood shavings or straw. The liquid fraction refers to manure with minimal bedding content or slurry. The higher the ambient temperature, the greater the permissible volume of substrate per 1 kg of the preparation. Lower temperatures require increased dosage to maintain microbial activity.

Организация эксперимента

Закладка буртов

30 мая 2024 года было сформировано пять буртов по 3 м³ каждый, [illegible]мерно перемешанный конский на[illegible] Навоз заготавлива[illegible] (30 мая). Распределение препаратов по буртам было следующи[illegible]

(1) Бурт №1 — Феркон Д;
(2) Бурт №2 — Феркон ДН;
(3) Бурт №3 — Биолатик универса[illegible];
(4) Бурт №4 — Байкал ЭМ-1;
(5) Бурт №5 — контроль (без обр[illegible]

Бурты были размещены на выров[illegible] под навесом для защиты от [illegible] между буртами составляло не [illegible] минимизации [illegible] климатически[illegible] ствий. Размещение представлен[illegible]

Рисунок 1

[illegible]

Figure 1

Layout of Experimental Piles on [illegible]

Условия компостирования

Компостирование продолжалось [illegible] не поливались и не дополняли[illegible] периода. Перемешивание прово[illegible] один раз в неделю. Температур[illegible] ществлялся ежедневно цифровы[illegible] для компоста с измерениями [illegible] (верх, середина, низ).

Биотест: анализ роста ра[illegible]

По завершении компостирования отбирали субстрат, который см[illegible] в соотношении 1:1. Смеси ис[illegible] проращивания кресс-салата (Lepidium sativum) и шпината (Spinacia oleracea). [illegible] было пр[illegible]

https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.632

по 3 параллельных биотеста на каждый субстрат (5 буртов × 2 культуры × 7 растений = 70 растений). Длина проростков измерялась на 10-е сутки после посева. Среднее значение рассчитывалось по 7 проросткам на каждый вариант.

Химический анализ

Для оценки агрономической ценности компостов проводилось определение подвижных [illegible] творимых форм фосфора и калия. Метод — капиллярный электрофорез на приборе Капель-105М (LUMEX) по ТУ 4215-302-45549798-2015. Калибровка производилась по сертифицированным стандартам. Анализы выполнялись в [illegible] повторностях, результаты выражались в пересчете на оксидные формы: P_2O_5 и K_2O. Параметры электрофоретического анализа приведены в [illegible].

Статистическая обработка данных

Данные по росту растений и содержанию элементов в компостах были обработаны с использованием Microsoft Excel (версия 2021). Для оценки значимости различий между вариантами применялся t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Статистическая значимость фиксировалась на уровнях: $p < 0.05$ — значимое различие, $p < 0.01$ и 0.001 — высоко значимые различия (указаны в таблицах и графиках). Результаты представлены в формате среднее значение ± стандартная ошибка (M ± SE).

Этапы исследования

Исследование включало три этапа:

(1) Подготовительный этап — закладка буртов с навозом, внесение биопрепаратов по рекомендованным нормам.

(2) Компостирование — 60-дневный период без вмешательства, с регулярным перемешиванием и контролем температуры.

(3) Оценка эффективности — агробиологические тесты на всхожесть, лабораторный анализ макроэлементов, статистическая обработка данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка био-термической активности компостируемых буртов

Температурная динамика

Во всех опытных буртах после [illegible] препаратов наблюдалось повышение [illegible], что свидетельствует об активи[illegible] [illegible] процессов. Наибольши[illegible] [illegible] зафиксирован в бурте [illegible] [illegible] °С, [illegible] в буртах №3 и [illegible] Калибро[illegible], Байкал ЭМ-[illegible] [illegible] интенсивно[illegible] до 39–40 °С в буртах №1 (Феркон [illegible]) [illegible] °С [illegible] в контрольном [illegible] наблюдалось начальное [illegible] Уже к концу первой [illegible] валось ее резкое снижение [illegible] °С [illegible] по сравнению с максимумом (Таблица 2, Табл[illegible]

Таблица 2

[illegible]

Table 2

(Temperature Change in the Piles,

Показатель	Бурт				
	№1	№2	№3	№4	№5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	30	30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	39	40	39
[illegible]	[illegible]	[illegible]	+9	+10	+9
[illegible]	[illegible]	[illegible]	32	38	41
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-2	+2
[illegible]	[illegible]	[illegible]	24	29	26
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-9	-15

Примечание. [illegible] №1 [illegible], №3 [illegible], №4 [illegible]

Note. Biopreparations: No. 1 з Ferko[illegible] 3 з Biolatic Universal, No. 4 з B[illegible]

Таблица 3
ПΥƯϸƮϸ3ʅưƒ 3ʅƱƴʅƶϸ3ƺƶƅ ƦƺƶƷϸƷ, °С, 2024, (M ± SE)
Table 3
Temperature Indicators in the Piles, °C, 2024, (M ± SE)

Показатель	Бурт				
	№1	№2	№3	№4	№5
Tʅƻƴʅƶϸ3ƺƶϸ min	25	27	24	29	26
Tʅƻƴʅƶϸ3ƺƶϸ max	35	41	39	40	41
PϸƬƲƒƶϸ ƻʅƮƩƺ min ƒ max	10	14	15	11	15
Tʅƻƴʅƶϸ3ƺƶϸ Ƨ ƶƶʅƩƲʅƻ	29,5 ± [illegible]	[illegible]	[illegible]1,43 ± 3	[illegible]4,43 ± 3	[illegible]4,70 ± 3,4
КΥǂƺƺƒƶƒʅƲ3 ƒƬƻʅƲƺƒƨΥƶ3ƒ	10,2	13,0	13,6	13,9	17,6

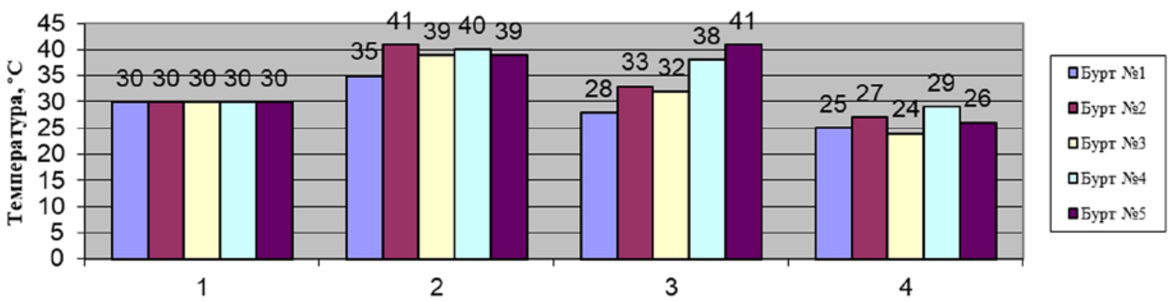
Среднее значение температуры за период компостирования было максимальным в бурте №4 (34,3±2,7 °C), что подтверждает более продолжительную термофильную фазу. Наименьший температурный разброс отмечен в бурте №1 (коэффициент вариации 10,2 %), наибольший — в контрольном варианте (17,6 %). Подробные значения приведены в Таблицах 2 и 3 и на Рисунке 2.

Таблица 4
ИƬƻʅƲʅƲƒʅ ƦƺƶƷΥƨ ƴƶƒ ƶƶƯƒ, ƶƻ
Table 4
Measurement of Piles Shrinkage, c

Показатель	Бурт				
	№1	№2	№3	№4	№5
В начале опыта					
ƇlƶΥƷϸ	69	70	68	70	69
ORϸlƱ	320	325	322	324	322
Через 10 дней					
ƇlƶΥƷϸ	65	60	60	62	65
ORϸlƱ	310	305	310	312	306
Через месяц					
ƇlƶΥƷϸ	53	48	54	52	55
ORϸlƱ	280	270	285	282	280

Усадка буртов и визуальные характеристики. Сравнительный анализ степени усадки показал, что наиболее интенсивное уменьшение объема происходило в бурте №2 (Феркон-ДН). Через 30 суток высота бурта сократилась до 68,6 %, а объём — до 83,1 %, что соответственно на 11,1 % и 3,8 % меньше, чем в контроле (Таблица 4). Визуальные наблюдения подтверждали более активную деструкцию: бурты №2 и №4 отличались более

Рисунок 2
ИƱƻʅƲʅƲƒʅ 3ʅƱƴʅƶϸ3ƺƶƅ Ƨ ƦƺƶƷϸƷ ƨΥ ƨƶʅƱƉ ΥƴƅƷϸ
Figure 2
Temperature Change in the Piles during the Experiment



Примечание. ПʅƶƒΥƩ ƒƱƻʅƶʅƲƒƉ (1 – Ƨ ƲϸƿϸƯʅ ΥƴƅƷϸ, 2 – ƿʅƶʅƬ Ʋʅƨʅ... ΥƴƅƷϸ ... ƲϸƿϸƯϸ ΥƴƅƷϸ).
Note. Measurement period (1 – at the beginning of the experiment, ... months after the beginning of the experiment).

темным цветом и рыхлой структурой по сравнению с контрольным и другими опытными вариантами.

Агрономическая ценность зрелого компоста (биоанализ)

Всхожесть и длина проростков. Биотесты на кресс-салате и шпинате позволили оценить фитотоксичность и питательные свойства полученных субстратов. В среднем по всем опытным буртам отмечена высокая всхожесть: 85,3% для кресс-салата и 83,2% для шпината. Это существенно превышает показатели контрольного бурта (76% и 62% соответственно), что указывает на лучшую ферментацию и снижение токсичности навоза после применения биопрепаратов.

Наибольшая длина проростков кресс-салата зафиксирована в буртах №2 (Феркон ДН) и №3 (Биолатик универсал) — ... ±0,12 ... ±0,47 ...

... ±0,01 ... в опытных вариантах. Минимальные ... отмечены в контроле — 5,25 ±0,35.

Аналогичная тенденция наблюдалась по шпинату: максимальная длина — в бурте №2, минимальная — в контроле. Различия между контрольным и опытными образцами статистически значимы (p < 0,01).

Химический состав зрелого компоста

Содержание водорастворимого калия. Почти все ... указывает на ... более высокое содержание водорастворимого калия ... в образце из бурта №2 — 0,19%, или 0,1577% в пересчёте на K_2O. Минимальное значение зафиксировано в бурте №3 — 0,12%, или 0,0996% в пересчёте на K_2O.

Таблица 5
Показатели роста растений, M ± SE, n = 5, ... биопрепаратов,
Table 5
Growth Indicators of Plants, M ± SE, n = 5, Biological Preparations,

Показатель	Бурт				
	№1	№2	№3	№4	№5
Длина кресс-салата min	6,4	13,3	12,0	6,5	4,4
Длина кресс-салата max	9,0	18,5	16,5	9,0	6,2
Средняя длина кресс-салата	7,57±0,28	15,64±0,12	14,29±0,47	7,64±0,35	5,25±0,35
Длина шпината min	2,4	3,3	2,6	2,4	2.3
Длина шпината max	3,4	4,6	3,6	3,4	3,2
Средняя длина шпината	2,86±0,13	3,86±0,13	3,00±0,12	2,86±0,12	2,65±0,10

Примечание. Биопрепараты: №1 – Феркон Д, №2 – Феркон ДН, №3 – Биолатик ...
Note. Biopreparations: No. 1 – Ferkon D, No. 2 – Ferkon DN, No. 3 ...

Таблица 6
Содержание водорастворимых форм калия в зрелом компосте (%, M ± SE)
Table 6
Content of Water-Soluble Forms of Potassium in Mature Compost (%, M ± SE)

Наименование катиона	Пробы				
	№1	№2	№3	№4	№5
Калий	0,15 (0,1245)	0,19 (0,1577)	0,12 (0,0996)	0,14 (0,1162)	0,13 (0,1079)

Примечание. Биопрепараты: №1 – Феркон Д, №2 – Феркон ДН, №3 – Биолатик-...
Note. Biopreparations: No. 1 – Ferkon D, No. 2 – Ferkon DN, No. 3 ...

Таблица 7
[illegible] (%,
Table 7
Content of Water-Soluble Phosphorus in Mature Compost (%,

Наименование катиона	Пробы				
	№1	№2	№3	№4	№5
[illegible]	0,23 (0,1718)	0,28 (0,2092)	0,20 (0,1492)	0,27 (0,2017)	0,30 (0,2241)

Примечание: №1 – [illegible] D, №2 – [illegible] DN, №3 – [illegible] №4 – [illegible]
Note: No. 1 – Ferkon D, No. 2 – Ferkon DN, No. 3 – Biolatic Univer[illegible]

Содержание водорастворимого фосфора

Наибольшее содержание фосфора [illegible] в контрольном бурте [illegible] % [illegible] на P_2O_5 в бурте №2 [illegible] %, [illegible]. При этом в образце №3 (Биолатик Универсал) [illegible] был минимальным — [illegible] % [illegible] (Таблица 7).

При измерении массовой доли подвижных форм фосфора в навозе установили наибольший показатель в бурте №2 (Феркон ДН) [illegible] ответственно — 0,28% (0,2092% [illegible]). Наименьший показатель был отмечен в бурте №3, то есть с применением Биолатик Универсал.

[illegible] в бурте №2, обр[illegible] ратом Феркон ДН: температура [illegible] наблюдали [illegible] °С [illegible] начального уровня. Устойчивое [illegible] туры в течение первого мес[illegible] [illegible] уровень [illegible] интерп[illegible] как свидетельство высокой ми[illegible] активности и глубокой минерал[illegible] [illegible].

[illegible] описаны в ряде [illegible] бактериальн[illegible] (Wa[illegible] Прямое сопоставление возможно [illegible] Федорова и соавт. (2010), где [illegible] ного микробного состава обесп[illegible] [illegible] буртов до 40–70 °С [illegible] довании температурные пики б[illegible] [illegible], что может [illegible] перемешивание [illegible] древес[illegible]

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Цель настоящего исследования [illegible] в оценке эффективности микробиологических препаратов различного состава [illegible] конского навоза с древесной подстилкой. Особое внимание уделялось биотермическим [illegible] химическим характеристикам [illegible] и его агрономической ценности [illegible] вании в качестве субстрата [illegible]. Проведённый эксперимент позволил [illegible] эффективность четырёх биопрепаратов [illegible] вить закономерности их воздействия на скорость деструкции органического материала [illegible] макроэлементов и параметры [illegible].

[illegible] что зрелый [illegible] микробной [illegible] агрономической ц[illegible] наблюдала[illegible] средняя [illegible] контролем, где [illegible] Максимальные з[illegible] в вари[illegible] что свидетельствует не только [illegible] органики, но [illegible] субстр[illegible] Такие п[illegible] действию [illegible] штаммов, вхо[illegible]

Результаты температурного [illegible] твердили, что применение [illegible] стимулирует более быстрое [illegible] термофильной фазы по сравнению [illegible]. Наиболее выраженное повышение [illegible]

препарата. Химический анализ показал, что биопрепараты способствуют увеличению содержания водорастворимых форм калия и фосфора. Особенно выраженное повышение концентрации калия наблюдалось при применении Феркон ДН (0,15 % в пересчёте на K_2O). Содержание доступного фосфора в том же варианте составило 0,08 % (в пересчёте на P_2O_5), что несколько уступает контрольному значению (0,09 %). Однако остаётся на [illegible] уровне и может быть обусловлено [illegible] фосфатмобилизующих бактерий, [illegible] став препарата. Как отмеча[illegible] способность микробных сообществ [illegible] ровать органический фосфор [illegible] является важным условием [illegible] компоста как удобрения.

Сравнение с предыдущими исследованиями позволяет более точно интерпретировать полученные результаты и определить [illegible] исследования в развитие [illegible] органических отходов. В [illegible] (2021, 2024) показано, что комплексная [illegible] куляции повышает интенсив[illegible] ной активности и сокращает [illegible] компостирования. Эти наблюдения согласуются с температурной динамикой, зафиксированными в нашем [illegible] бенно в варианте с Феркон ДН. [illegible] рова и соавт. (2010) отмеча[illegible] комплексного микробного [illegible] продолжительной термофильной [illegible] температурные пики там [illegible] позднем этапе и сопровож[illegible] гревом. Различие в термических [illegible] ятно, объясняется как спе[illegible] и методикой компостирования [illegible]

Большинство исследований ориентированы на переработку навоза крупного рогатого скота, свиней и птицы (Chen et al., 2021; Liu et al., 2023; Su et al., 2024), в то время как [illegible] с древесной подстилкой остаётся [illegible] Устойчивость лигноцеллюло[illegible] к микробной биодеградации [illegible] черкивается в литературе ([illegible] G. et al., 2022), что де[illegible] вание целлюлозолитических [illegible] ализированных бактериальных [illegible] применение препаратов Феркон ДН и [illegible]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ческой массы и улучшение агрономической ценности зрелого компоста.

Наиболее высокие показатели по совокупности микробиологических, агрохимических [illegible] параметров были зафиксированы при [illegible] препарата Феркон ДН. Его применение обеспечивало максимальное повышение температуры в буртах, ускоренное разложение органической фракции, увеличение содержания подвижных форм калия и фосфора, а также стимулирование роста модельных культур. Эти результаты позволяют рассматривать Феркон ДН как перспективный препарат для локального применения в системе малотоннажной переработки навоза, особенно в условиях ограниченных производственных ресурсов. Однако широкое внедрение [illegible] предварительной валидации в [illegible] вых и производственных условиях.

Продолжение исследований [illegible] правлении включения микро[illegible] лиза зрелого компоста, оценки безопасности полученных субстратов по сан[illegible] и токсикологическим показа[illegible] деления содержания тяжёлых металлов. [illegible] направлением является проверка эффективности препаратов при компостировании других типов органического сырья, в частности, птичьего помета, навоза крупного рогатого скота и их смесей.

Существенным методологическ[illegible] настоящей работы является [illegible] ских повторов по каждому экспериментальному варианту, что ограничивает в[illegible] тистической верификации полученных [illegible] Кроме того, биотестирован[illegible] тролируемых условиях с использованием ограниченного числа культурных растений, [illegible] экстраполируемость результатов на более широкий спектр агрономических сценариев.

Применение [illegible] адаптации мик[illegible] препаратов для деструкции кон[illegible] ноцеллюлозной подстилкой след[illegible] необходимость [illegible] целлюло[illegible] микроорганизмов, а также штам[illegible] температурам, что о[illegible] для применения [illegible] тельн[illegible] Особое внимание следует [illegible] микробных [illegible] ферментативно[illegible] а также с [illegible] пато[illegible]

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Усманова Елена Николаевна: [illegible] исс[illegible] проведение исследова[illegible] подготовка рукописи.

Куликова Людмила Ивановна: [illegible] анализ данных; по[illegible]

Витюгина Марина Николаевна: [illegible] лабораторных исследований; интe[illegible] Все авторы [illegible]

AUTHORS CONTRIBUTI[illegible]

Usmanova Elena Nikolaevna: conceptualiza[illegible] investigation, data analysis; [illegible] writing — review [illegible]

Kulikova Lyudmila Ivanovna: [illegible] data analysis; writing — ori[illegible] writing — review & editing.

Vityugina Marina Nikolaevna: investigation; [illegible] analysis.

ЛИТЕРАТУРА

Беловежец, Л. А. (2019). Способ утилизации древесных опилок с пр дереворазрушающих микроорганизмов для получения ко удобрения (Патент РФ № 2701942 С1). Российская Федерация. химии им. А. Е. Фаворского СО РАН. https://yandex.ru/patents/doc/RU27

Тарабукина, Н. П., Неустроев, М. П., Парникова, С. Штамм бактерий Bacillus subtilis, используемый для обезз от патогенных микроорганизмов (Патент РФ № 2105810 С1). Россий Заявитель: Научно-производственное объединение «Яку

Федоров, А. Б., Кулагина, Е. М., & Тупицина Способ получения биокомпоста на основе навоза крупного рогатого скота (Патент РФ № 2445296 С1). Р Федерация, МПК С05F 3/00, C05F 11/08, C12N 1/20. За опубликован 20.03.2012. Заявитель: ООО «СКАРАБЕЙ» https://yandex.ru/patents/doc/RU2445296C1_20120320

Чекасина, Е. В., Лежнев, М. С., ... Способ биологической переработки птичьего помета (Патент РФ № 2055823 С1). Российская Феде C12P 39/00. Заявка № 93030782/13 от 17.06.1993; опу

Abdugheni, R., Li, L., Yang, Z.-N., Huang, Y., Fang, & Li, W.-J. (2023). Microbial risks caused by lives prosp Microorganisms, 11(8), 1897. https://doi.org/10.3390/mic

Aguilar-Paredes, A., Valdés, G., Araneda, N., Valde Microbial community in the composting process and sustainable agriculture. Agronomy, 13(2), 542. https://doi.org/10.3390/

Alegbeleye, OO, & Sant'Ana, AS. (2020). Manure-born water contamination: An update on the dynamics of practical risk mitigation strategies. International Journal of Hygiene an 227, 113524. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.1135

Bhave, P. P., & Kulkarni, B. N. (2019). Effect of a household biodegradable waste International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 8, 335–344. https://doi.org/10.1007/s

De Maayer, P., Anderson, D., Cary, C., & Cowan, D.A the survival strategies EMBO Reports, 15(5), 508–517. https://doi. embr.201338170.

Chen, X., Liu, R., Hao, J., Li, D., Wei, Z., Teng, R. microbial responses in diverse ways during different Bioresource Technology, 271, 482–486. ttps://doi.org/10.1016/j.biortech

Chen, X., Cheng, W., Li, S., Tang, X., & Wei, Z. (20 species drive the degradation Bioresource Technology, 320(Part B), 124425. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020

Gómez, X., Blanco, D., Lobato, A., Calleja, A., Mart Digestion of cattle manure under mesophilic and th of organic matter applying thermal analysis. Biodegradation, 22(3), 623–635. https://doi.org/10.1007/s10532-010-9436-y

Guo, X. X., Liu, H. T., & Wu, S. B. (2019). Humic s composting: Formation mechanisms, structural prope The Science of the Total Environment, 662, 501–510. https://doi.org/10.1016/

Hadin, S., & Eriksson, O. (2016). Horse manure as Waste Management, 56, 506–518. https://doi.org/10.1016/j.wasman.

Heinonen-Tanski, H. (2001). Quality of different be the compostability of horse manure. Journal of Equine Veterinary Science, 21(3), 125–130. https://doi.org/10.1016/S0737-0806(01)70108-6

Heinonen-Tanski, H., Mohaibes, M., Karinen, P., & Koi
microorganisms ... manure. Livestock Science, 102, 248–255. https://doi.or
livsci.2006.03.024

Jiang, X., & Wang, J. (2024). ... Biological control ... manure-
based compost using competitive exclusion microo... Pathogens, 13(5), 361.
https://doi.org/10.3390/pathogens13050361

Kumawat, A., Kumar, D., Shivay, Y.S., Bhatia, A., Ra
term impact of biofertilization on soil health an
rice in a typical ... Frontiers in Environmental Scie... 11, 1031844.
https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1031844

Lalthlansanga, C., Pottipati, S., Sreeram Meesala,
(2023). Evaluating the potential of biodegradation
composting utilizing different ... Bioresource Technology, 387, 129751.
https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129751

Li, Y., Zhang, G., Xu, P., Zhou, S., Li, Y., Ma, L., Y
agents on material transformation and microbial con
of tomato ... Sustainability, 14(23), 16... https://doi.org/10.3390/su1423

Li, Y., Li, J., Chang, Y., Li, R., Zhou, K., Zhan, Y
dynamics for the conversion of organics and humus
from different sources. Frontiers in Microbiology, 14, 1281633. https://doi.or
fmicb.2023.1281633

Liu, G.L., Yang, Y., Ma, R.N., Jiang, J.H., Li, G.X
Thermophilic compost inoculating promoted the matu
reduced the gaseous emissions during co-compostin
Environmental Technology & Innovation, 32, 103427. https://doi.org/10.1016/j.et

Liu, X., Rong X., Yang J., Li H., Hu W. & Yang Y.,
Zhang J. (2023). Community succession of microbial
transformations regulates product maturity durin
Bioresource Technology, 369, 128493. https://doi.org/10.1016/j.bio

Lynd, L. R., Weimer, P. J., van Zyl, W. H., & Pretor
fundamentals and biotechnology. Microbiology and Molecular Biology ... 66(3), 506–577.
https://doi.org/10.1128/MMBR.66.3.506-577.2002

Payura, R. (2023). Composting of solid household was
current fertilizer crisis... Science of The Total Environment, 169221.
https://doi.org/10.1016/J.scitotenv.2023.169221

Sarwari, A., Abdieva, G. Z., Hassand, M. H., Mohammad
communities in compost and plant ... Eurasian Journal of Agricultural ...
Theoretical and Applied Sciences, 2(2), 23–37. https://doi.org/10.59324

Su, L., Ren, K., Zhang, Y., & Zhang, L. (2024). Resea
sheep manure based on intelligent and effcient com
standard of decomposition. Fermentation, 10(7), 328. https://doi.or
fermentation1007032

Sun, Q., Wu, D., Zhang, Z., Zhao, Y., Xie, X., Wu, J.,
agent inoculation on enzyme activities during compos
Technology, 244(Pt 1), 635–640. https://doi.org/10.1016/j.bi

Sun, Q., Zhao, Y., Zhang, H., Mohamed, T. A., & Wei,
promotes the rapid degradation of organic compounds
composting. Bioresource Technology, 330, 124950. https://doi.org/10.1016/

Vander Zaag A., Baldé H. (2022). Nutrient recovery ab
Bioresource Technology Reports, 18, 101086. https://doi.org/10.1016/j.

Wang, X., Wan, J., Jiang, G., Yang, T., Banerjee, S.
(2021). Compositional and functional succession o

is associated with changes in abiotic properties... Waste Management, 131, 350–358. https://doi.org/10.1016/j.wasman...

Wang, W. K., & Liang, C. M. (2021). Enhancing the com... straw by applying ... Scientific Reports, 11(1), 6103. https://doi.o... s41598-021-85615-6

Wang, L., Li, Y., & Li, X. (2024). Microbe-aided ... manure fermentations. Frontiers in Microbiology, 15, 1472922. https://doi.or... fmicb.2024.1472922

Yin, J., Xie, M., Yu, X., Feng, H., Wang, M., Zhang, ... infuencing factors, and mechanisms ... composting. Environmental Pollution, 342, 123125. https://doi.org/10.1016/j.envpol.20...

Nleya, Y., Young, B., Nooraee, E., & Baroutian, S. (... goat manure: Comparative assessment of biodegradab... Fuel, 381, Part B, 133457. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.133...

Zhang, G., & Dong, Y. (2022). Design and application ... consortium and carboxymethyl cellulose ... Frontiers in Microbiology, 13, 957444. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.957444

Zhang, Z., Wang, B., Chen, C., Zou, X., Cheng, T., ... of mature compost with cattle manure: Organic m... community characterization. Bioresource Technology, 382, 129187. https://doi.org... biortech.2023.129187

REFERENCES

Belovezhets, L. A. (2019). Method for the disposal of wood shavings... degrading microorganisms to produce compost (RU Patent No. 2701942 C1). Russian Federation. Applicant: A. E. ... Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. https://yandex.ru/patents/... RU2701942C1_20191002

Tarabukina, N. P., Neustroev, M. P., Parnikova, S. I., ... Strain of bacteria ... Bacillus subtilis used for disinfection of avian d... (RU Patent No. 2105810 C1). Russian Federation. Ap... Association of the Russian Academy of Agricultural ...

Fedorov, A. B., Kulagina, E. M., & Tikhonova, V. V. (2012). Method of producing biocompost ... cattle dung (RU Patent No. 2445296 C1). Russian Federatio... 1/20. Application No. 2010135319/13, fled 08/23/201... "Scarab". https://yandex.ru/patents/doc/RU2445296C1_2012...

Chekasina, E. V., Lezhnev, M. A., Solovyanov, V. I., ... Method ... using b[i]... process (RU Patent No. 2055823 C1). Russian Federati... Application No. 93030782/13, fled 06/17/1993; publi...

Abdugheni, R., Li, L., Yang, Z.-N., Huang, Y., Fang, ... H., & Li, W.-J. (2023). Microbial risks caused by ... and processing. Microorganisms, 11(8), 1897. https://doi.org/10.3390/m...

Aguilar-Paredes, A., Valdés, G., Araneda, N., Valde... Microbial community in the composting process and ... sustainable agriculture. Agronomy, 13(2), 542. https://doi.org/10.3390/...

Alegbeleye, OO, & Sant'Ana, AS. (2020). Manure-born... water contamination: An update on the dynamics of ... practical risk mitigation strategies. International Journal of Hygiene an... 227, 113524. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.1135...

Bhave, P. P., & Kulkarni, B. N. (2019). Effect of a... household biodegradable wastes... International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 8, 335–344. https://doi.org/10.1007/s...

De Maayer, P., Anderson, D., Cary, C., & Cowan, D.A... the survival strategies... EMBO Reports, 15(5), 508–517. https://doi.o... embr.201338170.

Chen, X., Liu, R., Hao, J., Li, D., Wei, Z., Teng, R.... microbial responses in diverse ways during... Bioresource Technology, 271, 482–486. ttps://doi.org/10.1016/j.biortech...

Chen, X., Cheng, W., Li, S., Tang, X., & Wei, Z. (20... species drive the degradation of... Bioresource Technology, 320(Part B), 124425. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020...

Gómez, X., Blanco, D., Lobato, A., Calleja, A., Mart... Digestion of cattle manure under mesophilic and th... of organic matter applying thermal analysis. Biodegradation, 22, 623–635. https://doi.org/10.1007/s10532-010-9436-y

Guo, X. X., Liu, H. T., & Wu, S. B. (2019). Humic s... composting: Formation mechanisms, structural prope... Science of the Total Environment, 662, 501–510. https://doi.org/10.1016/...

Hadin, S., & Eriksson, O. (2016). Horse manure as ... Waste Management, 56, 506–518. https://doi.org/10.1016/j.wasman...

Heinonen-Tanski, H. (2001). Quality of different be... the compostability of horse manure. Journal of Equine Veterinary Science, 21(3), 125–130. https://doi.org/10.1016/S0737–0806(01)70108–6

Heinonen-Tanski, H., Mohaibes, M., Karinen, P., & Koi... microorganisms in manures. Livestock Science, 248–255, 102. https://doi.or... livsci.2006.03.024

Jiang, X., & Wang, J. (2024). Biological control of ... based compost using competitive exclusion microo... Pathogens, 13(5), 361. https://doi.org/10.3390/pathogens13050361

Kumawat, A., Kumar, D., Shivay, Y.S., Bhatia, A., Ra... term impact of biofertilization on soil health an... rice in a typical ... Frontiers in Environmental Science, 11, 1031844. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1031844

Lalthlansanga, C., Pottipati, S., Sreeram Meesala,... (2023). Evaluating the potential of biodegradation... composting utilizing different ... Bioresource Technology, 387, 129751. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129751

Li, Y., Zhang, G., Xu, P., Zhou, S., Li, Y., Ma, L., Y... agents on material transformation and microbial com... of tomato ... Sustainability, 14(23), 16284. https://doi.org/10.3390/su1423...

Li, Y., Li, J., Chang, Y., Li, R., Zhou, K., Zhan, Y... dynamics for the conversion of organics and humus ... from different sources. Frontiers in Microbiology, 14, 1281633. https://doi.or... fmicb.2023.1281633

Liu, G.L., Yang, Y., Ma, R.N., Jiang, J.H., Li, G.X... Thermophilic compost inoculating promoted the matu... reduced the gaseous emissions during co-compostin... Environmental Technology & Innovation, 32, 103427. https://doi.org/10.1016/j.et...

Liu, X., Rong X., Yang J., Li H., Hu W. & Yang Y., ... Zhang J. (2023). Community succession of microbial... transformations regulates product maturity durin... Bioresource Technology, 369, 128493. https://doi.org/10.1016/j.bio...

Lynd, L. R., Weimer, P. J., van Zyl, W. H., & Pretor
Fundamentals and biotechnology. Microbiology and Molecular Biology, 66(3), 506–577.
https://doi.org/10.1128/MMBR.66.3.506-577.2002

Payura, R. (2023). Composting of solid household was
current fertilizer crisis — A Review. Science of The Total Environment (15), 169221.
https://doi.org/10.1016/J.scitotenv.2023.169221

Sarwari, A., Abdieva, G. Z., Hassand, M. H., Mohammad
communities in compost and plant growth: Structure ... European Journal of Theoretical and Applied Sciences, 2(2), 123–137. https://doi.org/10.59324

Su, L., Ren, K., Zhang, Y., & Zhang, L. (2024). Resea
sheep manure based on intelligent and effcient com
standard of decomposition degree. Fermentation, 10(7), 328. https://doi.or
fermentation1007032

Sun, Q., Wu, D., Zhang, Z., Zhao, Y., Xie, X., Wu,
adapted microbial agent inoculation on enzyme act
low temperature. Bioresource Technology, 244(Pt 1), 635–640. https://doi
biortech.2017.08.010

Sun, Q., Zhao, Y., Zhang, H., Mohamed, T. A., & Wei,
promotes the rapid degradation of organic compounds
composting. Bioresource Technology, 330, 124950. https://doi.org/10.1016/

Vander Zaag A., Baldé H. (2022). Nutrient recovery ab
Bioresource Technology Reports, 18, 101086. https://doi.org/10.1016/j.

Wang, X., Wan, J., Jiang, G., Yang, T., Banerjee, S.
Q. (2021). Compositional and functional succession
is associated with changes in abiotic properties. Waste Management, 131, 350–358. https://doi.org/10.1016/j.wasman

Wang, W. K., & Liang, C. M. (2021). Enhancing the co
straw by applying bioaugmentation. Scientific Reports, 11(1), 6103. https://doi.o
s41598-021-85615-6

Wang, L., Li, Y., & Li, X. (2024). Microbe-aided
manure fermentation. Frontiers in Microbiology, 15, 1472922. https://doi.or
fmicb.2024.1472922

Yin, J., Xie, M., Yu, X., Feng, H., Wang, M., Zhang,
infuencing factors, and mechanisms of rapid compos... Environmental Pollution, 342, 123125. https://doi.org/10.1016/j.envpol.20

Nleya Y., Young B., Nooraee E., Baroutian S., (2024)
manure: Comparative assessment of biodegradability ... Fuel, 381, Part B, 133458. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.133458

Zhang, G., & Dong, Y. (2022). Design and application
consortium and carboxymethyl cellulose in ... Frontiers in Microbiology, 13, 957444. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.957444

Zhang, Z., Wang, B., Chen, C., Zou, X., Cheng, T.,
of mature compost with cattle manure: Organic m
community characterization. Bioresource Technology, 382, 129187. https://doi.org
biortech.2023.129187

ОБ АВТОРАХ:

Елена Николаевна Усманова, ... https://orcid.org/0000-..., SPIN-код: 5903-3065, ... 983355, elena_akademy@mail.ru

Людмила Ивановна Кузякина, ... https://orcid.org/0..., SPIN-код: ..., ... 359823, kli.kirov43@mail.ru

Марина Николаевна Втюрина, ... ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ (610017, ... https://orcid.org/0000-0002-2366-3929, SPIN-код: 6309-9693, Author... vtyurina-60@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS

Elena Nikolaevna Usmanova, Senior Researcher, Laboratory of Anima... Candidate of Agricultural Sciences, Associate Pro... University (610017, Kirov, Oktyabrsky Ave., 133)... SPIN-code: 5903-3065, AuthorID: 983355, elena_akademy@mail.ru

Lyudmila Ivanovna Kuzyakina, Head, Laboratory of Animal Breed... Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Asso... Educational Institution of Higher Education Vyatka ... Kirov, Oktyabrsky Ave., 133), https://orcid.org/0... AuthorID: 359823, kli.kirov43@mail.ru

Marina Nikolaevna Vtyurina, Head of the Analytical Laboratory, As... Chemical Sciences, Associate Professor of the Fede... Higher Education Vyatka State Agrarian University ... orcid.org/0000-0002-2366-3929, SPIN-code: 6309-9693, ... vtyurina-60@mail.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ А

APPENDIX A

ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнолог
Аналитическая лаборатория
Протокол испытаний (Лабораторных измерений)

Согласно заявке в аналитическую лабораторию Вятского ГАТУ проведены испытания (лабораторные измерения) проб навоза.

Отбор, транспортирование и хранение анализируемой исследуемых проб были проведены Заказчиком. Анализ пробы проводился в аналитической лаборатории Вятского ГАТУ.

I. Измерение массовой доли водорастворимых форм ионов калия в пробах навоза, %

1. Средства измерений. Система капиллярного электрофореза «Капель-105М» ТУ 4215-302-45549798–2015 с положительной полярностью высокого напряжения; диаметр капилляра 75 мкм, общая длина 60 см, оснащенная специализированным программным обеспечением на основе персонального компьютера.
2. При выполнении измерений температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, напряжение переменного тока, частота переменного тока соответствовали ТУ 4215-302-45549798–2015.
3. Условия анализ: длина волны 267 нм; температура 20 °C; ввод пробы 30 мбар; напряжение 25 кВ, время испытания 6 мин.
4. Подготовка проб для анализа в соответствии с ТУ 4215-302-45
5. Результаты измерений представлены в Таблице 1.

II. Измерение массовой доли водорастворимых форм фосфора в пробах навоза, %.

1. Средства измерений. Система капиллярного электрофореза «Капель-105М» ТУ 4215-302-45549798–2006 с отрицательной полярностью высокого напряжения; диаметр капилляра 75 мкм, общая длина 60 см, оснащенная специализированным программным обеспечением на основе персонального компьютера.
2. При выполнении измерений температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, напряжение переменного тока, частота переменного тока соответствовали ТУ 4215-302-45549798–2015.
3. Условия анализа: длина волны; температура 20 °C; ввод пробы 30 мбар; напряжение -25 кВ, время испытания.
4. Подготовка проб для анализа в соответствии с ТУ 4215-023-20
5. Результаты измерений представлены в Таблице 2.

Таблица 1

[illegible], % ([illegible] K_2O)

Table 1

Mass fraction of water-solub fraction,% (in terms of K2O)

Наименование катиона	Пробы навоза				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5 Контроль
[illegible]	0,15	0,19	0,12	0,14	0,13
	(0,12(405,)15(707,)09(906,)11(602,)1079)				

Таблица 2.

[illegible], % ([illegible] P_2O_5)

Table 1

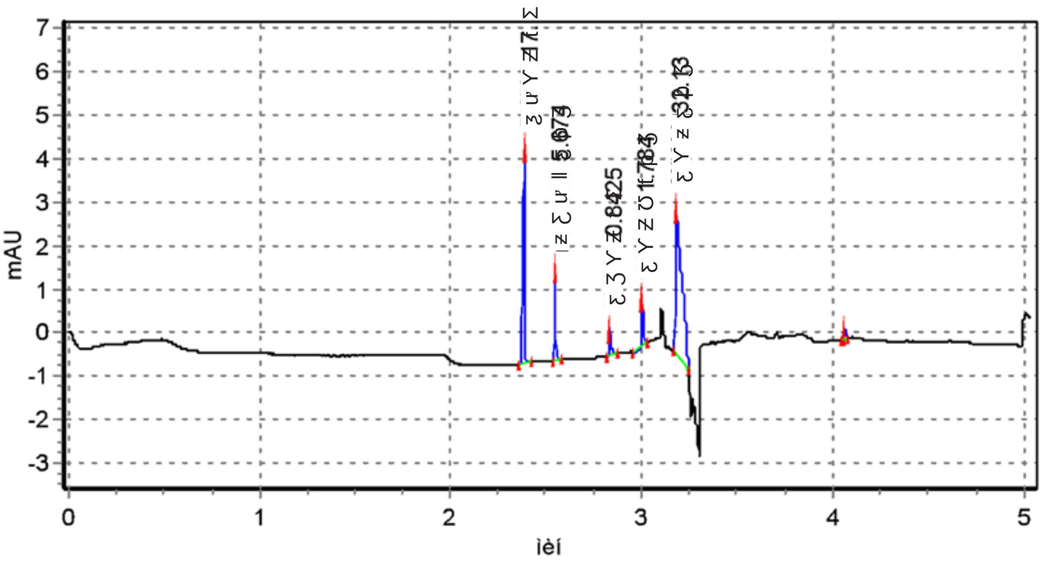
Mass fraction of water-soluble fraction,% (in terms of P2O5)

Наименование катиона	Пробы навоза				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5 Контроль
[illegible]	0,23	0,28	0,20	0,27	0,30
	(0,17(108,)20(902,)14(902,)20(107,)2241)				

Прибор: Капель 105М № 2238
Дата: 07.10.2024 09:22:11
Оператор: MainUser
Файл ЭФГ: D:\ЭФГ\ анионы проба 2.mdf
Файл метода: D:\ЭФГ\Методы\Анионы.mtk
Температура: 20.0 °C
Длина волны: 374

Проба №2
Буферный раствор: Рабочий буфер
Метод расчета:Абсолютная градуировка.

Программа:
1. Промывка. Из 9 в 8, t = 122 сек, U = 0 кВ, P = 1000 м
2. Ввод пробы. Из 2 в 10, t = 5 сек, U = 0 кВ, P = 30 м
3. Анализ. Из 10 в 10.
3.1t. = 300 сек, U = -25 кВ, P = 0 мбар, W = 374 нм.

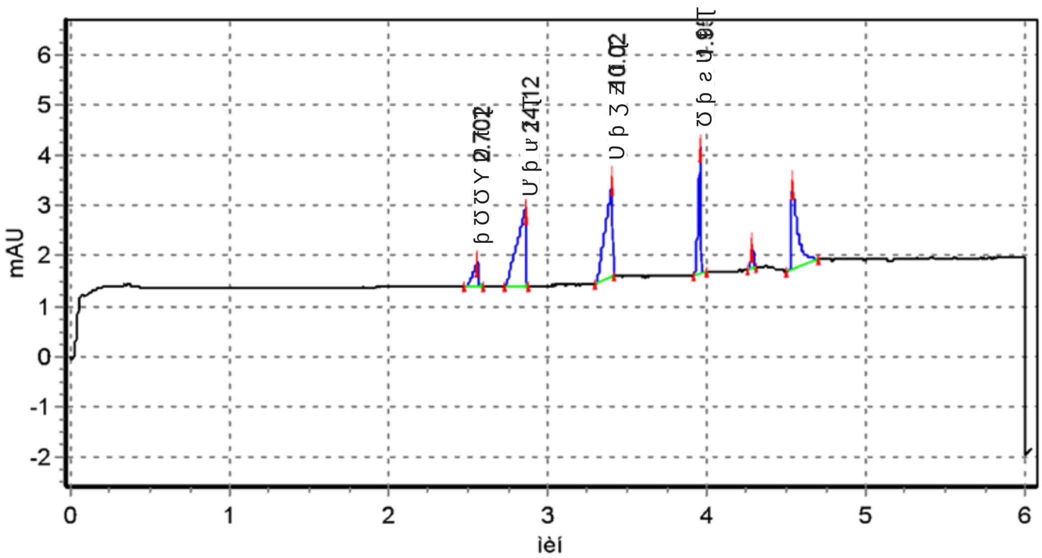


N	Время	Компонент	Высота	Начало	Конец	Площадь	Конц мг/л	ШПВ	ТТ	ПИ	As(0.1)	R(n), n+1
1	2.387	[illegible]	4.963	2.355	2.418	39.541	7.82	0.012	231846		0.4	2.8
2	2.547	[illegible]	2.146	2.535	2.585	10.11	5.674	0.008	708419		1.3	5.9
3	2.832	[illegible]	0.629	2.822	2.868	4.758	0.8425	0.014	044216		2.3	2.8
4	2.998	[illegible]	1.152	2.955	3.027	7.989	1.784	0.013	265911		2.0	2.4
5	3.177	[illegible]	3.383	3.167	3.243	30.763	2.13	0.034	45637		9.5	15.4

Прибор: Капель 105М № 2238
Дата: 04.10.2024 11:24:46
Оператор: MainUser
Файл ЭФГ: D:\ЭФГ\ катионы проба 2.mdf
Файл метода: D:\ЭФГ\Методы\катионы.mtk
Температура: 20.0 °С
Длина волны: 267

Проба №2
Буферный раствор: Рабочий буфер
Метод расчета: Абсолютная градуировка.

Программа:
1. Промывка. Из 7 в 8, t = 122 сек, U = 0 кВ, P = 1000 м
2. Промывка. Из 9 в 8, t = 182 сек, U = 0 кВ, P = 1000 м
3. Ввод пробы. Из 2 в 10, t = 5 сек, U = 0 кВ, P = 30 м
4. Анализ. Из 10 в 10.
4.1t. = 360 сек, U = 25 кВ, P = 0 мбар, W = 267 нм.



N	Время	Компонент	Высота	Начало	Конец	Площадь	Конц мг/л	ШПВ	ТТ	ПИ	As(0.1)	R(n),n+1
1	2.560	þƱƱϒՍf	0.496	2.473	2.597	11.20	2.700	0.032	27005		0.1	2.2
2	2.858	Սþư f Ţ	1.516	2.728	2.877	57.83	24.10	0.061	21902		0.0	4.0
3	3.400	Ʊþ Ʒ Ƶ f Ţ	1.952	3.295	3.422	62.16	10.00	0.048	87522		0.1	5.2
4	3.957	Ʊþ ƨ Ս f Ţ	2.532	3.913	3.998	29.32	1.950	0.013	712228		0.3	4.6

Заведующий аналитической лабораторией М.Н.Втюрина

ОРИГИНАЛЬНОЕ ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛ[illegible]

[illegible]

[illegible]

[1] [illegible]

[2] [illegible]

[3] ООО «[illegible]», [illegible]

[4] [illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Валентина Андреевна Васькина
E-mail: v.a.vaskina@inbox.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible] Хранение и переработка сельхозсырья, (2), 163–184. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.648

ПОСТУПИЛА 11.12.2024
ПРИНЯТА 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: [illegible]

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible]

Материалы и методы: [illegible] (A+C+G), (A+C+P), (A+G+P), (C+[illegible] G — [illegible], P — [illegible] БПС [illegible]

Результаты: [illegible] (A+G+P), [illegible] 1 и 2 [illegible]

Выводы: [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible]

Сокращения

БПС — [illegible]
ПНЖК — [illegible]
ИБС — [illegible]
A — [illegible]
C — [illegible]
G — [illegible]
P — [illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE…

Application of Pl… Emulsion Gels in … Technology

Valentina A. Vaskina[1], Alexander A. Bykov[1], … Novoz…[2], Sergey A. Butin[3], Elena N. Molchanova[4], Antonina G. Chernobrovina[4]

[1] Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Belarus

[2] Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Dolgoprudny, Russia

[3] LLC Healthy Food, Moscow, Russia

[4] Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

CORRESPONDENCE:
Valentina A. Vaskina
E-mail: v.a.vaskina@inbox…

FOR CITATIONS:
Vaskina V.A., Bykov A.A., Navazhylava A.S., Butin S.A., Molchanova E.N., & Chernobrovina A.G. (2025). Application of plant-based emulsion gels in soft caramel technology. *Storage and Processing of Farm Products*, (2), 163–184. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.648

RECEIVED: 13.12.2024
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: [illegible] 2025

DECLARATION OF COMPETING INTERESTS: none declared.

ABSTRACT

Introduction: The relevance of developing recipes fo… is due to the need of reducing the content o… components. In the context of increased dema… drawn to emulsion systems that can replace t… structure and organoleptic properties of the…

Purpose: To develop a recipe for soft caramel mas… oil encapsulated in hydrocolloid shells base… complexes.

Materials and Methods: Four variants of polysaccharide com… (A + C + G), (A + C + P), (A + G + P), (C + … cellulose, G is gum arabic, P is pectin. Emul… oil and used in the caramel recipe instead o… determination of foaming and emulsifying capa… and moisture measurement, organoleptic evalua… and physicochemical parameters during the bo…

Results: It was found that the most effective in t… polysaccharide complex (A + G + P), forming … The introduced emulsion gel ensured a 25% re… of the foam-emulsion gel. Organoleptic evalu… or better performance compared to the tradit… a uniform distribution of oil droplets and t…

Conclusions: The use of protein-polysaccharide emu… components in the recipe for soft caramel, p… and opening the prospects for creating funct…

KEYWORDS
emulsion gels; encapsulation; protein-poly… protein; soft caramel; hydrocolloids; food …

List of abbreviations:

PPM – protein-polysaccharide mixture
PUFA – polyunsaturated fatty acids
SPI – soy protein isolate
A – sodium alginate
C – carboxymethyl cellulose
G – gum arabic
P – pectin

ВВЕДЕНИЕ

Возрастающий интерес по[illegible] там для здорового питания стимулирует ученых и производителей к создан[illegible] кондитерских изделий с [illegible] понентами. Одной из страт[illegible] продукции является замена [illegible] нентов животного происхож[illegible] из растительного сырья, [illegible] чество изделий, расширить [illegible] притягивать новых потребит[illegible]

Наибольшим спросом у потре[illegible] карамель, конфеты, печень[illegible] держащие в качестве начин[illegible] мягкую карамельную массу, [illegible] текстурой, мягким сливочн[illegible] таянием в ротовой полости [illegible] карамели содержатся два-т[illegible] та: молочные продукты (м[illegible] водный молочный жир, молоко [illegible] сгущенное с сахаром, молоко цельное сухое) и сахаросодержащие (сахар, патока или ку[illegible]) в малом количестве вкусо-ар[illegible] щие добавки ([illegible]).

Значимыми компонентами в м[illegible] массе являются белки молок[illegible] которые определяют такие х[illegible] та, как тип дисперсной с[illegible] сутствие в ней гелевой тек[illegible] вкус, аромат. При термооб[illegible] мягкой карамельной массы [illegible] нение структуры белков мол[illegible] лярного состояния развор[illegible] гиваются, а далее превраща[illegible] и эластичные амилоидные ф[illegible] al. 2019), создающие обол[illegible] зырьках воздуха, а также г[illegible] ной среде (Chen et al., 20[illegible]) карамели создается дисперс[illegible] мульсионный гель», где сплошной средой является насыщенный «сахаро-паточн[illegible] в который вмещаются две фа[illegible] сливочного масла) и газов[illegible]. При охлаждении мягкой кара[illegible] исходит образование гелев[illegible]

среде, а капельки сливоч-ного [illegible] стояния переходят в твер-дое, [illegible] (Weir et [illegible]

[illegible] мягкой ка[illegible] компо-ненто[illegible] тексту[illegible] белки-молок[illegible] бел[illegible] моле[illegible] обе[illegible] эмульгиро-вание ние (Wang et al., 2019). Мице[illegible] Сыво-роточ[illegible] 70–75 [illegible] денатур-ации [illegible] (Guyom[illegible] гелев-ой те[illegible] св[illegible] принявши[illegible] молока це[illegible] состав всех молоч-ных и[illegible] туры (молоко, сливочное масл[illegible] жи-рных [illegible] образующи[illegible] В составе [illegible] ратур-е и с[illegible] изомеро[illegible] (2011). П[illegible] -челов[illegible] и лиш[illegible] [1] [illegible] рецептур[illegible] решений [illegible] популярност-ь в т[illegible] спо[illegible] жидким [illegible] содейств[illegible]

[1] World Health Organization. (2023). Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake f[illegible] Organization.

ханическую прочность и реологию [illegible] 2021; Malvano et al., 2024; [illegible] al., 2024; Yang, et al., 2025). [illegible] известность снискал способ получения эмульсионных гелей, в котором для структурирования [illegible] применяются поверхностно-активные вещества (Kamer et al., 2024). В последнее [illegible] гии кондитерских изделий применяются [illegible] гидрогели и гибридные гели, что [illegible] возможности для улучшения [illegible] сти и вкусовых характеристик [illegible] al., 2024; Zhou et al., 2025; [illegible]

Выбор стенового материала (оболочки или покрытия капсулы) для проведения [illegible] является важной стадией, [illegible] барьер. Наиболее часто для [illegible] выбирается стеновой материал [illegible] ков, полисахаридов, а также их смесей (Delshadi et al., 2020). Так, в качестве [illegible] зуется часто белки молока, [illegible] теинов — гороха, риса, сои [illegible] Xie et al., 2023; Kamer et al., 2024). [illegible] сахаридов применяется агар, альгинаты, гуммиарабик, гуаровая и ксантановая [illegible] метилцеллюлоза, пектин и др.

Из технической патентной литературы [illegible] но, что предлагаются способы получения мягкой карамели, в которых взамен молочного белка обширно применяется желатин, [illegible] точный белок (Иванов, 2000; Иванов и др., 2008; Кондратова и др. 2014; Фролова и др., 2023). Желатин является студне- и пенообразователем, дополнительно к которому [illegible] — эмульгатор для улучшения [illegible] а также используются твердые [illegible] ла (сливочное, пальмовое, [illegible] (кондитерский, кулинарный [illegible] набухание желатина или сывороточного [illegible] часто проводится в пюре [illegible] порошков, полученных из [illegible] растительных жмыхов, а также [illegible] лисахаридов (натрий-карбоксиметилцеллюлоза). В предложенных способах выявляются недостатки: применение желатина и сывороточного белка, относящихся к компонентам [illegible] (Иванов, 2000; Иванов и др. 2008; Кондратова и др. 2014); использование твердых [illegible] содержанием насыщенных жирных [illegible] лестерина (Иванов, 2000); [illegible]

[illegible] (Орлова, Меньшикова, 2024) [illegible]

[illegible] вопросы:

RQ1: [illegible]

RQ2: [illegible]

RQ3: [illegible] кой карамели, приготовленной [illegible]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Исследование [illegible]

Объекты и материалы

Объектами исследования были [illegible]

тов: сахар белый, патоку, молоко сгущенное, масло сливочное, ванилин, масло растительное подсолнечное, изолят соевого белка (ИБС), альгинат натрия (A), натрий карбоксиметилцеллюлоза (CMC), гуммиарабик (G), яблочный пектин (P). Сырье и пищевые добавки были куплены в торговых сетях, их качество соответствовало требованиям действующей нормативно-технической документации.

Подготовка белково-полисахаридных смесей и эмульсионных гелей

В белково-полисахаридную смесь, состоящую из изолята соевого белка и тройной смеси полисахаридов, добавляли воду, помещали в термостат и выдерживали при температуре $90{,}0 \pm 2$ °С в течение 45–60 минут для набухания биополимеров. Набухшую смесь БПС загружали в взбивальную машину и взбивали в течение 7–10 минут до получения пенной массы, в которую вливали тонкой струйкой растительное масло для получения эмульсии. Соотношение раствора БПС и растительного масла — 2:1.

Приготовление карамельной массы

По традиционной технологии для получения мягкой карамельной массы сахаро-паточный сироп уваривают до влажности 9–11 %, затем в него при перемешивании вводят сливочное масло и сгущенное молоко. Полученную смесь охлаждают до температуры 70–75 °С, добавляют вкусо-ароматические и красящие вещества. Рецептура приведена в Таблице 1.

По новой технологии часть подготовленного раствора БПС (50 %) взбивали с растительным маслом миксером в течение 10 мин для получения капсулированного масла в эмульсии. Другую часть БПС смешивали с сахаром, нагревали до 90 °С до полного растворения кристаллов сахара, добавляли патоку и ванилин и выдерживали при температуре 90 °С в течение 20 мин. Затем в горячую смесь вносили эмульсию капсулированного масла, уваривали до температуры 110 °С, перемешивая в течение 20–25 минут. Рецептура мягкой карамели представлена в Таблице 2.

Таблица 1
Рецептура мягкой карамели ...
Table 1
Formulation of Soft Caramel Using ...

Сырье	СВ, %	Расход сырья на ... мягкой карамели, ...	
		в натуре	в СВ
Сахар-песок	99,85	174,06	173,80
Патока	78,00	444,41	346,64
Молоко сгущенное	74,00	421,26	311,73
Масло сливочное	84,00	42,43	35,64
Ванилин	–	0,08	–
Итого	–	1082,28	867,81
Выход	86,00	1000,00	860,00

Таблица 2
Рецептура мягкой карамели с использованием ИБС и тройной полисахаридной смеси (альгинат, гуммиарабик, пектин)
Table 2
Formulation of Soft Caramel Using ... a Ternary Polysaccharide Blend (S... Pectin)

Сырье	СВ	Расход сырья на ... мягкой карамели ...	
		в натуре	в СВ
Сахар-песок	99,85	359,69	359,15
Патока	78,00	541,35	422,25
Растительное масло	100,00	71,45	71,45
Ванилин	99,80	0,08	–
Альгинат натрия	90,00	0,99	0,89
Гуммиарабик	90,00	3,00	2,70
Пектин	90,00	0,60	0,54
Изолят соевого белка	95,00	11,40	10,83
Итого	–	988,56	867,81
Выход	86,00	1000,00	860,00

Методы оценки технологич...

Пенообразующая способность

В емкость загружали ИБС и пол... (альгинат, гуммиарабик, пектин), добавляли воду, закрывали крышкой, ставили в термостат, разогретый до температуры 90 ± 2 °С на 45–60 минут для набухания гидроколл...

смесь биополимеров взбивали с помощью миксера в течение 30 минут, поддерживая температуру 90±2°С. Контролем служил раствор ИБС без полисахаридов. Пенообразующую способность выражали как отношение высоты пены к высоте жидкости, в %.

Эмульгирующая способность

Растворы БПС после набухания биополимеров взбивали в течение 7–10 мин для получения однородной массы, в которую тонкой струйкой вливали подсолнечное масло при соотношении 1:1. Полученную эмульсию центрифугировали 5 мин (3000 мин⁻¹). Эмульгирующую способность оценивали как процент эмульгированного слоя, оставшегося после центрифугирования.

Термофизические измерения в процессе уваривания

Изменение температуры в процессе уваривания мягкой карамельной массы изучали с помощью термопар (датчиков температуры), которые были установлены в емкости для варки так, чтобы их концы находились в зоне равномерного перемешивания и контакта с карамельной массой. Показания термопар регистрировались каждую секунду до достижения температуры, не изменяющейся в течение 15 минут.

Гранулометрический анализ масляных капель

Гранулометрический анализ масляных капель в эмульсии анализировали с помощью световой микроскопии в режиме светлого поля с использованием оптического микроскопа Nikon Eclipse E100. Для повышения точности было проанализировано не менее 100–200 капель, расположенных в различных участках образца. Определение количества и размеров капель выполнялось с помощью программного пакета для анализа изображений ImageJ.

Органолептическая оценка

Качество карамели оценивали в соответствии с требованиями ГОСТ 6477-2019 Карамель. Общие технические условия.

Органолептические свойства … (верхняя поверхность, ц… …) оценивали по ГОСТ 589… …ческую оценку проводили по … шкале с участием 10 дегустат… …тельным кодированием образцо… цифрами.

Оценка физико-химических … готового продукта

Массовую долю влаги определял… …тометрическим методом по ГОСТ 590… …редуцирующих веществ — по …

Плотность мягкой карамельной … ровали объемно-весовым метод… …товые изделия на технически… объем, вытесненный изделиями … емкости, заполненной сыпучим …

Микроструктурный анализ

…томографических изображ… массы были получены … томографа Nanomex … программного обеспечения Reconstruction от компании Vo… …мания. Для анализа полученных изображений использовалось программное обеспечение VGStudio MAX 2.2.

Статистическая обработка

При обработке экспериментальн… …статистические методы … величины … стандартного отк… …при помощи … Microsoft Excel 2010.

Данные результатов органолеп… были подвергнуты однофакторно… …му анализу (ANOVA). Значимы… средними значениями показател… …с помощью теста наим… Фишера (p < 0,05).

Процедура исследования

В традиционную рецептуру мягкой карамели входят сливочное масло и сгущенное молоко, которые создают в продукте эмульсионную структуру. При замене сливочного масла на ... капсуляции растительного масла, подобрать стеновой материал, который при термической обработке будет сохранять ... карамели.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Влияние полисахаридных комплексов на пенообразующую и эмульгирующую способности БПС

Проведены исследования по ... свойств (пенообразующей и эмульгирующей способностей) белок-полисахаридных смесей (БПС), состоящих из соевого белка и полисахаридов (A, C, G, P), из которых ... компонентные смеси или комплексы: 1-(A+C+G); 2-(A+C+P); 3-(A+G+P) и 4-(C+G+P). Затем полисахаридные комплексы смешивали с ... (ИБС) для получения четырех ... ных смесей (БПС), которые ... в качестве оболочек для инкапсуляции ... ного масла и создания эмульсионных ... В ка-

честве контроля применяли рас... трацией 6 %.

Экспериментальные данные о вл... полисахаридных комплексов ... на пенообразующую и эмульг... масла, представлены на Рисунк...

ПСК ... Как следует из Рисунка 1, пенообраз... Y_{max} контроля составила 300 %. Полисахарид... комплексы, входящие в состав ... по степени снижения пенообра... ности поставлены в ряд: 3-(A+... 4-(C+G+P) > 2-(A+C+P), что пр... $Y_{3-(A+G+P)}$ = 560 % до $Y_{1-(A+C+G)}$ = 500 %, $Y_{4-(C+G+P)}$ = 400 %, $Y_{2-(A+C+P)}$ = 300 % соответствен... Следует отметить, что полисах... сы 1 и 3 обеспечили пенообраз... 500 % и 560 % соответственно, ... на 200 % и 260 % выше контрольного раствора ИБ...

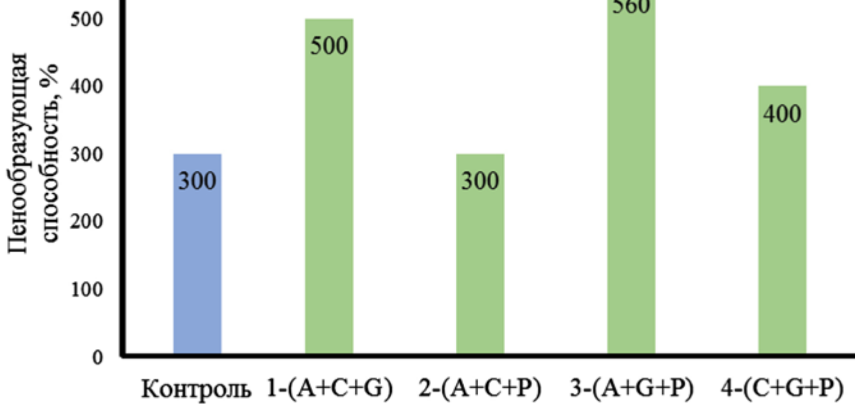
Рисунок 2 демонстрирует, что ... полисахари... 1-(A+C+G) ... 4-(C+G+P). ... в ряд: 3-(A+G+P) ... 4-(C+G+P) > 2-(A+C+P). Выяв... полисахаридные комплексы 1-(A+C+G) и ... в составе БПС ... ИБС ... 100 % ... стойкость ... компле...

Рисунок 1

... ИБС, %

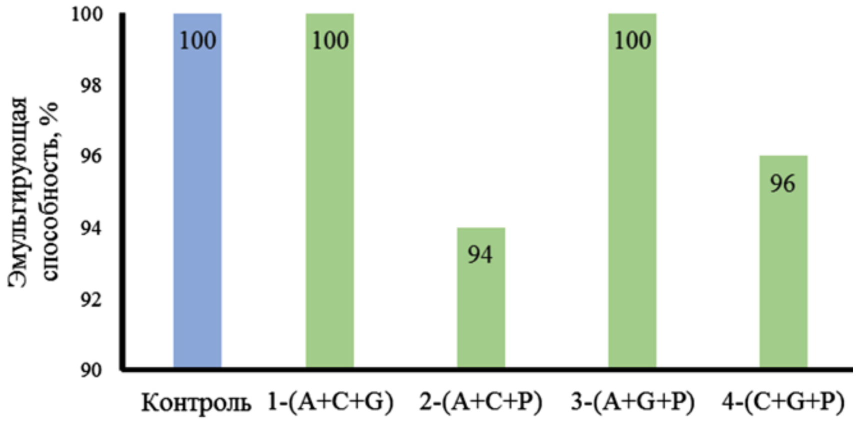
Figure 1

The Influence of Polysaccharide Complexes on the Foa... on SPI, %



https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.648

Рисунок 2
[illegible] ИБС,
Figure 2
The In[illegible]uence of Polysaccharide Complexes on the Emu[illegible]
Based on [illegible]



и 4-(C+G+P) — создают систему с [illegible] 94–96 % [illegible] от 1 мкм. Так можно [illegible] стью. Потому появляется [illegible] размер капель масла в эмульсионных гелях [illegible] ные комплексы 1-(A+C+G) и 3-(A+G+P) [illegible] состав БПС воздействуют на гранулометрический состав [illegible] капель масла в эмульсионных гелях [illegible] полисахаридных комплексов 1-(A+[illegible]

показало, что замена C на P [illegible] нию эмульсионного геля, в кот[illegible] в 9 раз. Кроме [illegible]

Влияние полисахаридных комплексов, входящих в БПС, на гранулометрический анализ капель масла в полученных эмульсионных гелях

[illegible] капель масла, представленные [illegible] и 3б, являются ниспадающими [illegible] выраженных пиков. Это обуслов[illegible]

Проведены сравнительные исследования [illegible] полисахаридных комплексов 1-(A+C+G) [illegible] 3-(A+G+P) [illegible] в составе БПС на основе ИБС [illegible] деления размеров капель масла в эмульсионных гелях, представленные на Рисунках 3 а, б, в, г.

Для проведения дополнительно[illegible]

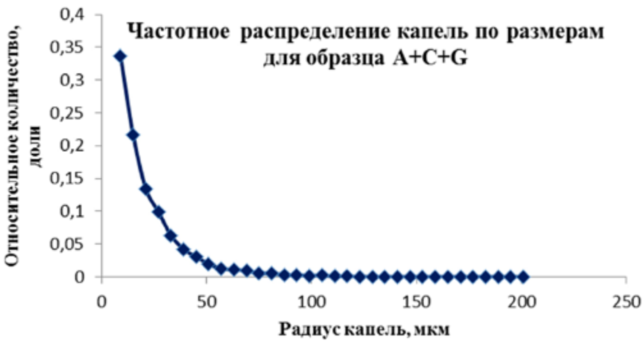
Если применялся полисахаридный комплекс 1-(A+C+G) в составе БПС на основе ИБС (Рисунок 3а) для формирования оболочек [illegible], то созданный эмульсионный гель [illegible] распределение капель масла [illegible] лах от 9 мкм до 56 мкм [illegible] имели радиус от 9 мкм до 15 мкм [illegible] вали полисахаридный комплекс [illegible] ставе БПС на основе ИБС (Рисунок 3б) [illegible] зации оболочек на каплях [illegible] эмульсионный гель [illegible] эмульсионный гель обладал [illegible] делением капель масла по размерам в [illegible] от 1 мкм до 6 мкм, при этом [illegible] 3-(A+G+P).

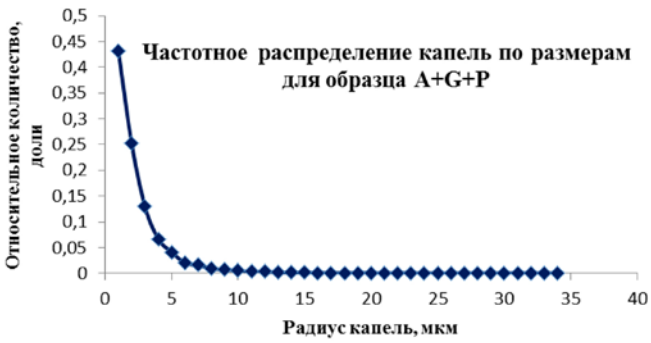
Рисунок 3 а, б, в, г

[illegible] 3-(A+G+P).

Figure 3 а, б, в, г

Comparative Characteristics of the Frequency Distribution of [illegible] in Shells Made of SPI-Based PPF and with Polysaccharide Compl[illegible]

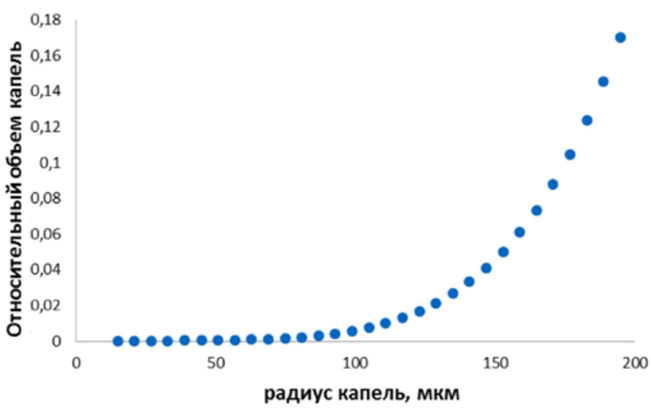


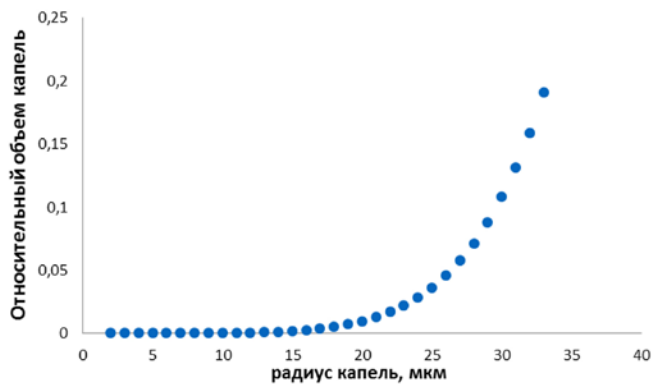


Примечание 3а. [illegible] 3-(A+G+P), n = 3.

Note 3a. Frequency distribution [illegible] emulsion gel obtained by enc[illegible] shells using SPI and the pol[illegible] n = 3.

Note 3b. Frequency distribution [illegible] emulsion gel obtained by encapsulating oil in PPF-based [illegible] n = 3.





Примечание 3в. [illegible] 1-(A+C+G), n = 3.

Примечание 3г. [illegible] 3-(A+G+P), n = 3.

Note 3c. Distribution of the relative [illegible] by occupied volume in the emulsion gel obtained by encapsulating oil in PPM-based [illegible] polysaccharide complex 1-(A+C+G), n = 3.

Note 3d. Distribution of the relative volume of oil droplets [illegible] by occupied volume in the emulsion gel obtained by encapsulating oil in [illegible] the polysaccharide complex 3-(A+G+P), n = 3.

Влияние замены молочных компонентов ингредиентами из растительного сырья в рецептуре мягкой карамели на процесс уваривания массы

Проведены исследования процесса термообработки мягких карамельных масс по традиционной и новой технологиям. Экспериментальные данные, иллюстрирующие изменение температуры, содержание сухих и редуцирующих веществ в процессе термообработки карамельных масс, представлены на [illegible]

Температурные кривые масс мя[illegible] приготовленных по традиционно[illegible] технологии, представлены на Рис[illegible] масс, в течение первых 15 мин [illegible] Экспериментально [illegible] наблюдали [illegible] достижении [illegible] температуры 30 [illegible]

Рисунок 4а

[illegible]

Figure 4a

Temperature Profile of Boiling [illegible] Using Traditional (1 – Control) and New (2 – Experimental) Technology

Рисунок 4б

[illegible]

Figure 4b

Change [illegible] Mass of Soft Caramel Prepared Using [illegible] Control) and New (2 – Experimental) [illegible]

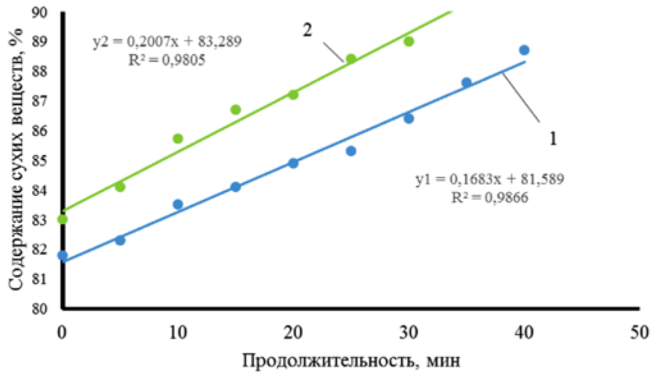
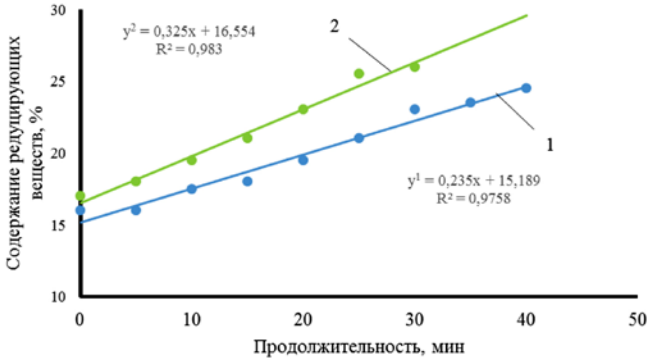


Рисунок 4с

[illegible]

Figure 4c

Change in the Content of Reducing Substances du[illegible] of a Mass of Soft Caramel Prepared Using the Tr[illegible] Control) and New (2 – Experimental) Technology



мин) по сравнению с контролем [illegible]. Эти данные показывают ускорение процесса уваривания при использовании эмульсионного геля. Кроме того, в мягкой карамельной массе, приготовленной по традиционной технологии, происходило изменение содержания сухих веществ до 82,8 % (Рисунок 4б) [illegible] ющих веществ до 26,0 % (Рисунок 4в). [illegible] дует отметить, что в мягкой карамельной массе, приготовленной по новой технологии, отмечено нарастание скоростей, как изменения содержания сухих веществ на 1,9 %, так и содержания редуцирующих веществ на 3,8 %, по сравнению с традиционным способом. Это позволит сократить продолжительность термообработки массы мягкой карамели, приготовленных по традиционной технологии в течение 40 [illegible] мин, на 30 [illegible] новой [illegible].

Влияние рецептуры и технологии приготовления мягкой карамельной массы на показатели качества продукта

Показатели качества (плотность, массовая доля влаги) мягкой карамельной массы, приготовленной по традиционной (контроль) и новой (опытный) технологии показаны на Рисунке 5 а, б.

Из данных Рисунка 5а следует, что мягкая карамельная масса по новой технологии с использованием эмульсионного геля (Опытный) обладала [illegible] плотностью (1,17 г/см³) по сравнению с контролем (1,20 г/см³) [illegible] (11,9 %) [illegible] мягкой карамели (Рисунок 5б). [illegible] Следует отметить, что введение [illegible] в массу мягкой карамели [illegible] влажности.

Влияние рецептуры и технологии приготовления мягкой карамельной массы на органолептическую оценку

При анализе органолептических показателей (вкус, запах, поверхность, цвет) образца мягкой карамельной массы [illegible] шероховатую и интенсивно окрашенную [illegible] кристаллы сахара на [illegible] мягкой карамели (Опытная) по новой технологии и рецептуре [illegible] равномерной [illegible] приятным [illegible] ароматом.

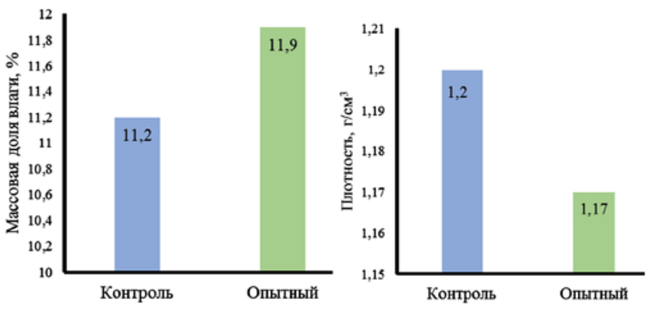
Внешний вид образцов мягкой карамельной массы, приготовленных по традиционной [illegible] и новой технологии (Опытный) [illegible] Рисунке 6 а, б.

Рисунок 5

[illegible]

Figure 5

Changes in Density (a) and Humidity (b) of Soft Caramel Mass Prepared Using Traditional (Control) and New (Experimental) Technology



а б

Рисунок 6 а, б

[illegible]

Figure 6 а, б

Appearance of Samples of Soft Caramel Prepared Using Traditional (Control) and New (Experimental) Technology

а (Контроль) б (Опытный)

Таблица 3
[illegible]
Table 3
Organoleptic Evaluation of Soft Caramel Mass

Показатели качества	Коэффициент значимости показателя	Число степеней качества	Оценка в баллах	Контроль	Опытный
[illegible]	4	1–3	4–12	11,2 ± 1,0a	11,0 ± 1,4a
[illegible]	2	1–3	2–6	5,5 ± 0,6a	5,1 ± 0,6a
[illegible]	3	1–3	3–9	6,8 ± 0,8a	7,9 ± 0,9b
[illegible]	1	1–3	1–3	2,5 ± 0,5a	2,9 ± 0,3a
[illegible] (10–30)				26,0	26,9

Примечание. [illegible] $p < 0{,}05$ [illegible]
Note. Different letters in the row indicate a significant difference ($p < 0.05$)

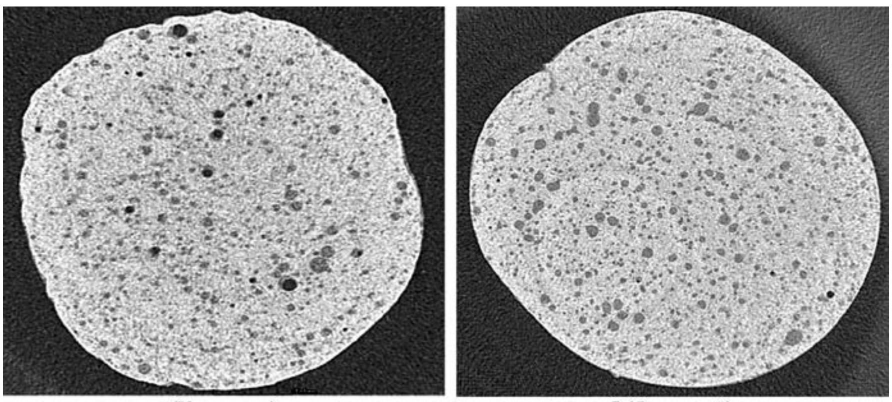
Результаты сенсорной оценки мягкой карамельной массы, приготовленной по традиционной (Контроль) и новой (Опытный), представлены в Таблице 3.

Органолептическая оценка мягкой карамельной массы (Опытный) был сравнимым с контрольным образцом, а по показателю «консистенция» получил более высокую суммарную оценку ($p < 0{,}05$).

Влияние рецептуры и технологии приготовления мягкой карамельной массы на микроструктуру массы [illegible] томографии

На Рисунке 7 а, б показаны [illegible] изображения образцов карамели, полученные с помощью рентгеновского томографического [illegible] программного обеспечения Dataviewer [illegible] Skyscan 2 Reconstruction [illegible]

Рисунок 7 а, б
[illegible]
Figure 7 а, б
Tomographic Image of Samples of Soft Caramel Prepared [illegible] New (Experimental) Technology.



а (Контроль) б (Опытный)

ния. Для анализа полученных [illegible] изображений предназначено программ[illegible] VGStudio MAX 2.2.

При сравнении Рисунков 7а и 7б [illegible] что образцы мягкой карамели [illegible] ются по наблюдаемой объемной [illegible] ла. Так, у контрольного образца [illegible] (на Рисунке 7а) объемная [illegible] вила 14 %, а у опытного образца [illegible] 7,8 %. Видно, что у образца [illegible] троль) объемная доля капель [illegible] чем у массы (Опытный) [illegible] же на изображениях видно, [illegible] карамели (Контроль) размеры [illegible] к монодисперсному распределению [illegible] (Опытный). Капельки масла [illegible] рамельной массы, приготовленной [illegible] логии (Опытный), были распределены равномерно, имели более мелкие размеры капель и округлую форму. Благодаря такому [illegible] масла улучшается структура [illegible] массы.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенное исследование [illegible] можность создания расти[illegible] ли с использованием инкап[illegible] лнечного масла в белково-[illegible] обладающих стабильной [illegible] структурой и улучшенными [illegible] теристиками. Представленные [illegible] отвечают на поставленные [illegible] просы, представляя рецепту[illegible] с заменой животных жиров [illegible] ные компоненты, при сохранении [illegible] структуры продукта, его т[illegible] сти и сенсорной приемлемости.

В данном исследовании для [illegible] лнечного масла применяли [illegible] смесь (БПС), включающую [illegible] который обладает хорошей [illegible] дировать и адсорбироваться [illegible] зырьков воздуха при пено[illegible] ках масла в процессе эму[illegible]

[illegible] активно обсуждаемые в последн[illegible] литературе (Zhang et al., 201[illegible] [illegible] 2024; [illegible]

[illegible] для создания оболочек на кап[illegible] ного масла. Пенообразующая с[illegible] изолята белка сои является [illegible] характеристикой, необходимой [illegible] поведения белка при использо[illegible]

[illegible] составляло 15–20 минут в зави[illegible]

---

[2] Food and Agriculture Organiza[illegible] Fats and fatty acids in human nutrition [illegible] (2010) [illegible] Food and Nutrition Paper No. 91). FAO. http://www.fao.org/3/i1953e/i[illegible]

Затем проведены исследования [illegible] чные кисл[оты]
подсолнечного масла оболоч[illegible] (20–25 %) [illegible] БПС [illegible] размеры капе[ль]
растворе. На Рисунке 2 пре[illegible] (5–10 мкм) [illegible] дольше.
стойкости эмульсий. Так, [illegible]
ные на основе смесей поли[illegible] (80–90 %) [illegible] том размер[ы]
и 3-(A+G+P) продемонстри[illegible] (1–2 мкм) [illegible] меньше и их
в 100,0 % которые после центр[illegible] ет, прогрев
не разрушены. массы. Такая разница в соста[ве]
определяет и отличия в тепло[illegible]

Далее проведены исследова[illegible] (McClements, 2015)
ридных комплексов 1-(A+C+G) и 3-(A+G+P) [illegible] так и по
ве БПС на основе ИБС на [illegible] плотно[сти]
став капель масла по размер[illegible] (Lapčíková et al., [illegible]
эмульсионных гелях. На Рис[illegible] эффициен[т]
данные частотного распреде[illegible] характ[illegible]
по размерам в образованных [illegible] в массе
В первом случае (Рисунок 3а) [illegible] мень[illegible]
нии полисахаридного компл[illegible] 1-(A+C+G) [illegible] сливочное ма[сло]
ставе БПС, более 50 % капе[illegible] тельности
от 9 мкм до 15 мкм. Во в[illegible] техн[illegible]
при употреблении полисах[illegible] контролем
3-(A+G+P) в составе БПС [illegible] 70 %) [illegible] сокращение продолжи[illegible]
имели радиус от 1 мкм до 2 [illegible] карамели
метрический состав капель [illegible] водительно[сть]
геле значительное влияние [illegible] 25 % поли
сахаридного комплекса, входящего в БПС. Сравне
ние двух полисахаридных к[illegible] 1-(A+C+G) [illegible] карам[ели]
и 3-(A+G+P) показывает, что [illegible] т
дит к получению эмульсион[illegible] уменьшение
радиус капель масла снижа[illegible] карам[ели]
полисахаридного комплекса [illegible] 3-(A+G+P) [illegible] по сравн[ению]
БПС на основе ИБС сопрово[illegible] что при
ческим эффектом, способств[illegible] сей на основ[е]
пенообразующей способност[illegible] (альгинат на[трия]
вернутой поверхности пены [illegible] помощи
а также формированию боле[illegible] получить
ла в эмульсии за счёт заме[illegible] эмульс[ии]
масляной. В результате фо[illegible] изменений фи[illegible]
ный гель с оптимальными [illegible] более ме[illegible]
ными характеристиками. Ан[illegible] среде
описаны в работе Han et al. (2024) [illegible] стоян[illegible]
пектина с растительным [illegible] возможност[ь]
бильность эмульсии в услов[illegible] третьих, умень[ше]
сы при вибрациях и транспорти[ровке]

Замена сливочного масла [illegible] про[illegible]
карамели на подсолнечное [illegible] вида.
должительность уваривания массы, что связано
с различиями жирнокислотно[illegible] оценка показ[ала]
ров, а также с размерами [illegible] (McClements, [illegible] товленн[illegible]
2015). В сливочном масле [illegible] БПС,
щенные жирные кислоты (50–65 %) [illegible] бителями столь же положи[illegible]

делия по традиционной рецептуре. Соответственно, можно ожидать, что количество потребителей на новый продукт потенциально не снизится, а даже будет расти благодаря рекомендациям медиков, стремящихся уменьшить потребление твердых жиров, и вегетарианцам.

В настоящей работе предлагается рецептура карамельной массы, разработанная по технологии, в которой основными структурообразующими компонентами являются инкапсулированные капли подсолнечного масла в оболочки из биополимерной системы (БПС), состоящей из соевого белка и полисахаридов (альгинат натрия, гуммиарабик, пектин). Сухая смесь БПС смешивается с водой и проводится термообработка биополимеров при 90±2 °С, что приводит к видоизменению структуры соевого белка и полисахаридов из глобулярного состояния в развернутые гибкие и эластичные фибриллы. Затем раствор БПС делится на две части. Из первой половины БПС и подсолнечного масла готовится эмульсия инкапсулированного масла в оболочках из БПС или эмульсионный гель. Вторая половина БПС смешивается с сахаром и смесь уваривается, а образующиеся воздушные пузырьки заключаются в оболочки, что формирует пенную массу. После этого в пенную массу добавляется эмульсионный гель и смесь перемешивается, что позволяет получить дисперсную систему «эмульсионный гель-пена» в мягкой карамели по новой технологии (Yuka et al., 2023). Одновременно при термообработке мягкой карамели протекает реакция Майяра, которая оболочки из белков масла спекает в прочные капсулы (Sparrow [illegible], 2019). Так, в мягкой карамели по новой технологии используются [illegible] растительного происхождения. Показано, что в системе «эмульсионный гель-пена» происходят изменения в сплошной среде: вместо «сахаро-паточно-молочного сиропа» образуется «сахаро-паточно-БПС сироп», а взамен «капель сливочного масла» — «капсулы подсолнечного масла».

Полученные результаты демонстрируют практическую состоятельность предложенного подхода к разработке мягкой карамели из растительного сырья. Использование [illegible] БПС [illegible]

[illegible]

ской обработки и исключение [illegible]

указывают на высокую технолог[illegible]

Ограничения исследования

[illegible]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

[illegible]

Гранулометрический анализ под[illegible]

ние эмульсионного геля позволило также сократить продолжительность уварки ... массы на 25 %, тем самым повысить ... ность термообработки. При этом опытные образцы мягкой карамели не уступали ... по органолептической оценке, демонстрируя равномерную пористость, гладкую поверхность и стабильную микроструктуру, что подтверждено данными рентгеновской томографии.

Полученные данные вносят вклад в развитие научно обоснованной технологии создания многокомпонентных дисперсных систем ... изделий. Разработанная рецептура демонстрирует потенциал для использования ... функциональных продуктов питания, ориентированных на снижение содержания насыщенных жиров и использование растительных компонентов без ущерба для потребительских свойств. В дальнейшем целесообразно провести оценку ... тельной стабильности продукта при хранении, а также масштабируемости технологии в условиях промышленного производства.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Васькина Валентина Андреевна: разработка концепции; научное руководство; написание рукописи — рецензирование и редактирование; курирование данных.

Быков Александр Андреевич: разработка методологии; проведение исследования; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

Новоженова Елена Сергеевна: ... формальный анализ; ... рукописи; визуализация.

Бутина Екатерина Анатольевна: исследование; предоставление ресурсов.

Молчанова Елена Николаевна: методология; курирование данных; написание – черновика рукописи; написание – рецензирование и редактирование.

... Ангелина Григорьевна: ... проведение ... рукописи; виз...

AUTHOR CONTRIBUTIO...

Valentina A. Vaskina: ...lizatio... writin...

Aleksander A. Bykov: methodology; inves... writing — review and editing.

Alena S. Navazhylava: forma... writing — original draft prep...

... Butina: investigation; resour...

Elena N. Molchanova: methodology; data ... writing — original draft prep...

Angelina G. Cheremnykh: inves... writing — original draft prep...

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Иванов В.Н., Ананасьева Г.А., Васильева Н.Г., Шараф... производства карамельной массы ... Патент RU 2 325 070 C1.

Кондратова И.И., Бандюк Т.В., Гершончик К.Н., Висоухо... (2014). Патент BY 17964 C1.

Иванов В.Н. (2000) Способ производства карамельной м... Патент RU 2 143 821 C1.

Фролова Н.А., Верхотуров В.В., Ульрих Е.В., Кирсан... кондитерского изделия типа «тянучки». Патент RU 2 819 685 C1.

Almeida, R. F.., Aguiar Borges, L., Torres da Silva, ... Augusto Caldas Batista, E., & Efraim, P. (2024). Ch... review.

on the use of oleogels, hydrogels and hybrid gels ... *Food Research International*, *178*, 113986. https://doi.org/10.1016/j.foodres.

Banaś, K., Piwowar, A., & Harasym, J. (2024). Agar ... substitute in sh... *Food Hydrocolloids*, *150*, 109889. https://doi.org/... foodhyd.2024.109889

Chen, Q., Dong, L., Li, Y., Liu, Y., Xia, Q., Sang, S... advance of non-thermal processing technologies on ... foaming, emulsifcation, allergenicity, immunoregula... *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *64*(20), 7045–7066. https://doi... 0408398.2023.2179969

da Silva, T. L. T., Fernandes, G. D., & Arellano, D. ... cookie fllings using ... *Journal of the American Oil C...*, *98*(11), 1069–1082. https://doi.org/10.1002/aocs.1252...

Delshadi, R., Bahrami, A., Tafti, A. G., Barba, F. ... encapsulation of vegetable and essential oils t... with improved nutritional pr... *Trends in Food Science & Techno...*, *104*, 72–83. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.004

Guyomarc'h, F., Arvisenet, G., Bouhallab, S., Canon... Famelart, M.-H., Garric, G., Guédon, E., Guyot, T. ... V., Nau, F., Pezennec, S., Thierry, A., Valence, F. ... plant resources to obtain ... *Trends in Food Science & Technology*, *108*, 119–132. https://doi.org/10.1016/j...

Jansens, K. J. A., Rombouts, I., Grootaert, C., Br... Rousseau, F., Schymkowitz, J., & Delcour, J. A. (... fbrillary structures for tailoring food protein ... health impl... *Comprehensive Reviews in Food Science and Food S...*, *18*(1), 84–105. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12404

Han, L., Li, J., Jiang, Y., Lu, K., Yang, P., Jiang, ... functional properties of soybean isolate protein: ... *Food Chemistry*, *432*, 137214. https://doi.org/10.1016/j.foodch...

Hou, G., Liu, Y., Zhang, L., Han, Y., Zhou, F., Zhan... emulsion microgel partic... *Journal of Food Engineering*, *371*, 111993. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.111993

Kamer, D. D. A. (2024). Synergistic formulation appro... enriched olive oil-in-water emulsion gels as solid ... characterization, and ... *International Journal of Biolog...*, *257*, 128718. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023...

Lara-Hernández, G., Suaste-Gómez, E., Cruz-Orea, A., ... F., Valcárcel, J. P., & García-Quiroz, A. (2013). ... Using Photopyroelectric Technique. *International Journal of Th...*, *34*(5), 962–971. https://doi.org/10.1007/s10765-013-1419-x

Ma, K. K., Greis, M., Lu, J., Nolden, A. A., McClem... Performance of Plant Proteins. *Foods*, *11*(4), 594. https://doi.org/10.3390...

McClements, D. J. (2015). *Food Emulsions: Principles, practices, and techniques* (3rd ed.). CRC Press...

Malvano, F., Muccio, E., Galgano, F., Marra, F., &... protein, no added sugar pistachio ... using ol... *LWT*, *198*, 115993. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115993

Marangoni, A. G., & Garti, N. (Eds.). (2011). An ov... organogels. *Edible Oleogels* (pp. 1–17). AOCS Press. https://doi.or... 1-8.50004-8

Starowicz, M., & Zieliński, H. (2019). How maillard... (color, favor and texture) of food products? *Food Reviews International*, *35*(8), 707–725. https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600538

Tang, C.-H. (2017). Emulsifying properties of soy p… the role of conformational flexibility. Critical Reviews in Food Science…, 57(12), 2636–2679. https://doi.org/10.1080/10408398.2015.10…

Tang, C. (2019). Nanostructures of soy proteins for … In S.M. Jafari (Ed.), Nanostructures for Food Encapsu… (pp. 247–285). Academic Press. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-8…

Yang, Y., Yu, J., Qian, S., & Zhu, F. (2025). Quan… products with oleogels using fract… Journal of Food Engineering, 387, 112321. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112321

Yiu, J. C. H., Kwok, K. C., & Chen, Z. Y. (2023). For… emulsions: Effect of protein–polysaccharide intera… Food Chemistry, 412, 136824. https://doi.org/10.1016/j.foodchem…

Qin, P., Wang, T., & Luo, Y. (2022). A review on p… benefits and soy product development. Journal of Agriculture and Food …, 7, 100265. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100265

Xie, A., Zhao, S., Liu, Z., Yue, X., Shao, J., Li, M. … complex as microencapsulation carriers for deliver… and encapsulation techniques. International Journal of Biological M…, 242, 124784. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124784

Wang, C., Killpatrick, A., Humphrey, A., & Guo, M. … and applications in food. In M. Guo (… Whey protein production, … functionality, and applications (pp. 157–204). Portico. https://doi.o… ch7

Weir, S., Bromley, K. M., Lips, A., & Poon, W. C. … Anniversary: Simplicity in complexity – towards a s… Soft Matter, 12(10), 2757–2765. https://doi.org/10.1039/c5sm01797…

Wu, Y., Sun, S., Li, X., Li, X., Huang, Y., An, F. … characterization, and fat substitution application … xanthan gum foam-templated oleogel. International Journal of Biologic…, 283, 137677. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.137…

Zhang, R., Zhang, Z., Zhang, H., Decker, E. A., & McC… type on gastrointestinal fate of oil-in-water emu… (pectin). Food Hydrocolloids, 45, 175–185. https://doi.org/10.1016/j.…

Zhou, M., Li, B., Wu, A., Li, J., Tang, J., Wang, Y., … Innovative research on a low-calorie fat substitute … lwt.2025.117836

ОБ АВТОРАХ

Васькина Валентина Андреевна, [illegible] (212027, [illegible]
https://orcid.org/0000-0001-... SPIN-[illegible]: ... 3183-8537, v.a.vaskina...

Быков Александр Андреевич, [illegible] (141701, [illegible], https://orcid.org/0000-0002-4522-3131X9420, [illegible]
ID: NXC-3031-2025, SPIN-[illegible]: 6318-7237, Aleks-Bykov...

Новожилова Елена Сергеевна, [illegible] (212027, [illegible]
https://orcid.org/0000-0003-4075-9970, SPIN-[illegible]: 9154-1788, navazhylava...

Бутин Сергей Александрович, [illegible] ООО «[illegible]» [illegible]
orcid.org/0009-0002-9822-1080, butin88@inbox.ru

Молчанова Елена Николаевна, [illegible] (РОСБИОТЕХ), (125080, [illegible]
11), https://orcid.org/0000-0003-0758-2269, 57222147554, R...
AAP-4903-2020, SPIN-[illegible]: 5376-5083, molchanova@mgup...

Чернобровина Антонина Григорьевна, [illegible]
(РОСБИОТЕХ), (125080, [illegible]
https://orcid.org/0000-0001-7233-1934, 57194444858, Researc...
SPIN-[illegible]: 2180-8015, chernobrovinaag@mgupp.ru

ABOUT THE AUTHORS

Valentina A. Vaskina, Dr.Sci. (Engineering), Professor, Professo...
Technology, Belarusian State University of Food an...
of Belarus, Mogilev, Schmidt Ave., 3). ORCID: htt...
3183-8537, v.a.vaskina@inbox.ru.

Aleksander A. Bykov, Cand.Sci. (Engineering), Associate Profe...
and Technology (Moscow region, Dolgoprudny town, ...
https://orcid.org/0000-0002-4522-3131X9420, Researc...
2025, SPIN-[illegible]: 6318-7237, Aleks-Bykov@yandex.ru.

Alena S. Navazhylava, Cand.Sci. (Engineering), Associate Pro...
Department of Bread Products Technology, Belarusia...
Technologies (3, Schmidt Ave., 212027, Mogilev, Repu...
0003-4075-9970, SPIN-[illegible]: 9154-1788, navazhylava@inbox.ru

Sergey A. Butin, CEO of Healthy Food LLC (143002, Russian Fe...
Akulovskaya St., 2, building 3, room 2), ORCID: https://orcid.org/0009-...
butin88@inbox.ru

Elena N. Molchanova, Cand.Sci. (Biology), Associate Professor...
Industry, Hotel Business and Service, Russian Bio...
Federation, Moscow, Volokolamskoe sh. 11), ORCID: ht...
ID: 57222147554, Researcher ID: AAP-4903-2020, SPIN-...: molchanova@mgupp.ru

Antonina G. Chernobrovina, Cand.Sci. (Engineering), Associate P...
Chemistry and Ecotoxicology, Russian Biotechnolog...
Federation, Volokolamskoe sh., 11,), ORCID: https:...
57194444858, Researcher ID: F-8302-2013, SPIN-...: chernobrovinaag@mgupp.ru

https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.648

[illegible]

О.Đ. [illegible][1], С.С. [illegible][2], Đ.С. [illegible][2]

[1] [illegible] К.С. [illegible] [illegible], г. [illegible]

[2] [illegible]

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Ольга Дмитриевна Сергазиева
E-mail: o.sergazieva@yandex.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
[illegible], О.Đ., [illegible], С.С., & [illegible], Đ.С. (2025). [illegible]. Хранение и переработка сельхозсырья, 33(2), 185-203. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.651

ПОСТУПИЛА: 01.10.2024
ПРИНЯТА: 15.06.2025
ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
[illegible]

АННОТАЦИЯ

Введение: [illegible]

Цель: [illegible]

Материалы и методы: [illegible] 60 [illegible] KFAKAUF, БСКП, [illegible] S. aureus [illegible] ГОСТ Р ИСО 11266-2016.

Результаты: [illegible] (в 4 [illegible]) [illegible] 60 [illegible] 72-[illegible]. [illegible]

Выводы: [illegible]

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
[illegible]

ORIGINAL EMPIRICAL RE

Justi cation for of Shelf Life of in a Collagen-Con Ichthyosubstance-

[1] K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University), Moscow, Russian Federation

[2] Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

Olga D. [1], Sergazieva [2], Evgeniia V. Oldyrev

CORRESPONDENCE:
Olga D. Sergazieva
E-mail: o.sergazieva@mail.ru

FOR CITATIONS:
Sergazieva, O.D., Ermeshev, S.V., Oldyrev, D.V. (2025) Justification for the extension of shelf life of products stored in a collagen-containing ichthyosubstance-based edible film. Storage and Processing of Farm Products, 33(2), 186–204. https://doi.org/10.36107/spfp.2025.2.651

RECEIVED: 10.2024
ACCEPTED: 15.06.2025
PUBLISHED: 30.12.2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: None declared.

ABSTRACT

Introduction: In recent years, the food industry has ... life of frozen meat products while preservin... the same time, there is growing interest in ... consumers' safety and reduce environmental imp... with both antimicrobial activity and biodegr... Strategy for Improving Food Quality until 20...

The purpose: To evaluate the quality and safety of m... biodegradable film based on collagen-contain... and assess the film's biodegradability in soil.

Materials and methods: The experiment included organol... physicochemical assessments of meat products ... samples packed in the developed film were co... industrial packaging. Microbiological indic... yeasts and molds, Listeria monocytogenes, Sa... evaluated visually and microscopically in ac...

Results: The sensory quality of the experimental samp... Microbial safety indicators remained within ... thresholds only by day 72. The film demonstra... lower peroxide and acid values compared to t... film fully decomposed within eight weeks.

Conclusion: The biodegradable film based on collag... chitosan effectively preserves the quality an... slows lipid oxidation, and biodegrades in soi... These findings highlight the potential of ut... development of sustainable food packaging ma...

KEYWORDS
shelf life; sanitary-epidemiological assessment;

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность ст...
чей продления сроков хран...
при сохранении органолепти...
логических характеристик...
шаются требования к эколог...
упаковки, включая ее био...
ствие негативного воздей...
ка. Эти направления поддер...
ми документами, включая С...
качества пищевой продукц...
рации до 2030 года, пред-...
ку инновационных упаковоч... ных материалов для
сохранения качества продукции.

Традиционный способ продл...
заключается во введении...
микробных веществ непосре...
(D'Almeida et al., 2024; ...
тернативный подход предп...
функциональных компонент...
лирующую микробную нагруз...
продукта, где процессы ...
более активно (Lipatova et ...
al., 2025). Функциональн...
ве белков и полисахаридов ...
для создания защитных пок...
ной активностью. Научная...
вает в этом контексте каз...
крахмал и хитозан (Дышлюк, 2020; Moreira et al.,
2011; Muñoz-Tebar et al., ...
представляет ихтиоколлаг...
дов рыбной промышленност...
кообразующими свойствами ...
способностью при низкой ...
(Lionetto et al., 2021; Z...
2021), а также соответст...
гиозным ограничениям на п...
животного происхождения (...
Антипова и соавт., 2015, ...
Coppola et al., 2021).

Недостаток собственной а...
сти рыбного желатина об...
мость его сочетания с природными антисептика-
ми. Наиболее перспективны...
катионный полисахарид, с...
целостность клеточных мем...
кроорганизмов и обеспечив...
антимикробное действие в ...

(Rathod et al., 2023; Глазаче-
лова и соавт., 2022). Хитозан ...

На кафедре технологии товаров ...

и соавт., 2015; Зинина и соав...
не охватывают аспект биоразла...

кробиологических показателей, а также опреде-лить степень биоразлагаемости. Работа направлена на выявление потенциала увеличения срока хранения продуктов без ущерба для их безопасности и качества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования проводились в учебно-исследовательских лабораториях кафедры «Технология товаров и товароведение» и кафедры «Прикладная биология и микробиология» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань).

В отношении полученной пленки проводились органолептические (внешний вид, запах, цвет), микроскопическое исследования, определялась стабильность в процессе хранения и способность к биоразложению.

В ходе испытаний были сформированы группы полуфабрикатов массой 200 г [illegible] цы (в заводской упаковке) и опытные образцы. Обе группы хранились в соответствии с требованиями ГОСТа и техническими условиями.

Материалы

Объектами исследования являются:

(1) пищевая биоразлагаемая пленка на основе коллагенсодержащей ихтиосубстанции и хитозана;

(2) для получения коллагенсодержащей ихтиосубстанции использовались отходы от разделки частиковых видов рыб — кожа с чешуей, полученные от ручной разделки щуки (Esox lucius), судака [illegible]. Рыбная кожа с чешуей приобреталась [illegible] ТД «Михайловский» города Астрахани, в количестве 15 кг. Ручная раз[illegible]

в соответствии с рекоменда[illegible] технологических инструкций по обработке рыбы[1]. Вторичные рыбные ресу[illegible] ма в соответствии с ГОСТ[2]. Отходы консервировали методо[illegible] в течении 1,5 часов при те[illegible] °С в сушильном шкафу «ЭКРОС [illegible] («ЭКРОС», Россия), с принуд[illegible] цией. Кожу с чешуей измельч[illegible] ([illegible]-1, [illegible], Россия) с д[illegible]

(3) в качестве реактива для пр[illegible] коллагенсодержащей ихтиосубста[illegible] [illegible] использовалась [illegible] по ГОСТ 18270–72[3] (АО «ВЕКТОН»);

(4) в качестве пластификатора [illegible] пищевой биоразлагае[illegible] использовался глицерин по [illegible] (АО «ЭКОС-1», Россия);

(5) в качестве одного из основ[illegible] пищевой биоразлагаемой пл[illegible] зовался хитозан фирмы ООО [illegible] Представляет [illegible] структу[illegible] [illegible] животного происхождени[illegible] [illegible] (с[illegible] [illegible] 86%, зола 9,1[illegible] [illegible] %, вязкость — 181 cps[illegible]

(6) наггетсы куриные «Мира[illegible] из мяса птицы» АХ «Мираторг[illegible] ные по ГОСТ 32737–2014[4]

Приготовление пленки

Пищевая биоразлагаемая пленка [illegible] структуры указанной [illegible] сначала в гл[illegible] количество колла[illegible] [illegible] рассчи[illegible] 4% [illegible] хитозана. За[illegible] смесь помещ[illegible] 45–50 °С. Пр[illegible] пленкообразующий раствор использо[illegible]

[1] Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Том 1, 2 (утв[illegible] обращения 13.01.2025 г.)

[2] ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила [illegible] Стандартинформ, 2010.

[3] ГОСТ 18270–72 "Кислота уксусная особой чистоты. Технические условия"[illegible]

[4] ГОСТ 32737–2014 "Полуфабрикаты натуральные из мяса птицы для детског[illegible] Стандартинформ, 2019.

рования пленок на силиконовых подложках. Пленкообразующий раствор наносился путем орошения с последующим равномерным распределением раствора по площади подложки. Сушка пленок перед отверждением осуществлялась конвекционным методом в сушильном шкафу [illegible] «ЭКРОС», Россия) при температуре [illegible] °С в течение 2–2,5 часов при [illegible] %. Выбор температуры высушивания [illegible] щего раствора был определен [illegible] денного литературно-патентного [illegible] изготовления биоразлагаемых [illegible] нии белково-полисахаридных [illegible] экспериментальным путем, в ходе которого на основе сенсорного анализа были получены гладкие, стабильные, плотные пленки [illegible] скивания[5].

Для проведения исследований [illegible] лено 20 образцов пищевой [illegible] пленки размером 30*30 [illegible] 0,0[illegible] ± 0,00056 мм, [illegible]

Таблица 1

[illegible]

Table 1

Composition of the Film-Forming Solution

Наименование компонента	Содержание, % мас.
[illegible]	68,5 ± 0,2 [illegible]
[illegible] (4 [illegible]	28,5 ± 0,32 [illegible]
[illegible]	3,0 ± 0,03

Полученная пленка (Рисунок 1) [illegible] в качестве упаковки для замороженных [illegible] луфабрикатов (наггетсов) [illegible]

Рисунок 1

[illegible]

Figure 1

Nuggets Packed in Food Film

Постановка эксперимента

В качестве контрольной групп[illegible] экспериментальных исследовани[illegible] упаковка производителя (цифро[illegible] обозначение — 07 «О», со[illegible] № 3 Технического регламента Т[illegible] «О безопасности упаковки»[6] [illegible] риала относятся «другие виды [illegible]

В качестве экспериментальной [illegible] исследований использова[illegible] разлагаемая пленка на основе [illegible] щей ихтиосубстанции и хитозан[illegible]

Масса упаковочного продукта ([illegible] ставляет 200 г., число повтор[illegible] согласно МУК 4.2.1847-04[7] [illegible] ся по следующей схеме — одно[illegible] ции не менее 3 раз в течение [illegible] годности — в начале хранения, [illegible] [illegible] соответствующим [illegible] ГОСТа 32737–2014.

Условия хранения [illegible] ± 1 °С [illegible] магазинные условия хранения за[illegible] фабрикатов). Продолжительност[illegible]

[5] Сергазиева О. Д., Долганова Н. В., Золотокопова С. В., & Ольдырев Д. [illegible] ции № RU 2757625 C1). Федеральное государственное бюджетное образова[illegible] государственный технический университет». Заявка подана 11 марта 202[illegible]

[6] Технический регламент Таможенного союза. (2011). ТР ТС 005/2011. О [illegible] ного союза. Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.2[illegible]

[7] Федеральный центр государственного санитарно-эпидемиологического на[illegible] нитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и усл[illegible] деральный центр государственного санитарно-эпидемиологического [illegible] 20.06.2004 [illegible]

Микробиологический тест

Испытания пригодности к [illegible] при трех контрольных температурах [illegible] 37 °С [4]2. Пленку нарезали на фрагменты размером 3×3 см, укладывали в [illegible] три и выдерживали при указанных [illegible] В течение восьми недель [illegible] ли микробиологические показатели (КМАФАнМ (ГОСТ 10444.15–94[8]), БГКП (ГОСТ 31747–2012[9]), дрожжи и плесневые грибы (ГОСТ 10444.12–2013[10]), Listeria monocytogenes (ГОСТ 32031–2022[11]), Salmonella (ГОСТ 31659–2012[12]), S. aureus (ГОСТ 31746–2012[13])).

Определение КМАФАнМ (бактерий, дрожжей и плесневых грибов) проводили [illegible] зованную питательную среду [illegible] предназначеным для пищевых [illegible] жащих в 1 г твердого продукта [illegible] образующих единиц (КОЕ) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных [illegible] Инкубировали при 30 ± 1 °С в течение 72 ч, подсчитывали все выросшие колонии.

Колиформные бактерии (БГКП) определяли методом НВЧ, предназначеным для пищевых продуктов, содержащих в 1 г [illegible] нее 150 клеток колиформных бактерий. [illegible] определенный объем продукта [illegible] навески продукта в жидкую [illegible] с лактозой (среда Кесслера) [illegible] при 37 °С 24–48 ч, НВЧ колиформных бактерий [illegible] считывали, исходя из числа пробирок, показавших образование газа.

Listeria monocytogenes, [illegible] выявления бактерий L. monocytogenes в [illegible] ленной массе продукта, [illegible] пах обогащения, посеве и [illegible]

[illegible] S. aureus определяли посевом [illegible]

[illegible] нее 15 колониеобразующих един[illegible]

Санитарно-гигиеническую оценку [illegible]

---

[8] ГОСТ 10444.15–94 Продукты пищевые. Методы определения количества ме… микроорганизмов. Введ. 1996–01-01. М.: Стандартинформ, 2010.

[9] ГОСТ 31747–2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения ко… формных бактерий). Введ. 2023–05-24. М.: Стандартинформ, 2013.

[10] ГОСТ 10444.12–2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для жи… дрожжей и плесневых грибов. Введ. 2015–07-01. М.: Стандартинформ, 20…

[11] ГОСТ 32031–2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeri… Введ. 2023–01-01. М.: Стандартинформ, 2022.

[12] ГОСТ 31659–2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Sal…

[13] ГОСТ 31746–2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения ко… Staphylococcus aureus. Введ. 01.07.2013г. М.: Стандартинформ, 2013.

Таблица 2
Шþƶ ƷYƷþ ƴƵYƨʅƩʅƲƒǅ ƱYƲƒƷYƵƒƲƨþ ƴƵƒ YƴƵʅƩʅưʅƲƒƒ ƶƵYƲþ ƨYƩƲYƶƷƒ
Table 2
Frequency of Shelf-Life Monitoring

Предполагаемый срок годности, дней	Частота контроля — контрольные точки иссл						
	Дневное хранение						
1–2	ПYƶưʅ ƴƵY(ƺþƦY)Ʒ2ƒ		3				
3	ƺYƲ	3	5				
5–7	ƺYƲ		5	7	10		
10	ƺYƲ		6ε7		10	13	
15	ƺYƲ			7	15	20	
30	фон		10	20	30	39	
45	ƺYƲ	10	20	30	40		54
60	фон	15	30	45	60		72
90	ƺYƲ	18	36	54	72	90	108

Примечание*. Шþƶ ƷYƷþ ƒƶƶưʅƩYƨþƲƒƮ ƮþƱYƵYƺʅƲƲIƺ ƴYưƸƺþƦƵƒƽþƷYƨ ƴƵY
ƲY Ʋʅ ƱʅƲʅʅ ƽʅƱ ƨ 3 ƵþƮþ ƴƵƒ ƺƵþƲʅƲƒƒ.

Note*. The frequency of investigation of frozen semi-˙nished pro
3 times during storage.

оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов»; применительно к правилам периодического[14] контроля (Таблица 2).

Микробиологические показатели контролируемые в соответствии с[15]. ТР ТС 021/2011:

По ТР ТС 021/2011 пленка — на
содержащими эти субстанции не н
группы по 2 (Таблица 2), этому -ориен
пы «Рыба вяленая, провеяная,
тели и к бетлкольво вне алрыбные -объек
мыс/2011: сухой мидийный бульон,
и пасты, белок изолированный»

Таблица 3
HYƵƱþƷƒƨƲIʅ ƴYƲþƮþƷʅưƒ ƒƶƶưʅƩƸʅƱIƺ ƴƒƻʅƨYƮ ƦƒYƵþƮưþƨþʅƱIƺ ƴưʅ
Table 3
Regulatory Indicators for the Studied Biodegradable Food Film

Наименование показателя	Нормируемые показатели в ихтиожелатиновой пленке	Нормируемые показатели замороженных наггетсах
KƑAƙAƲƑ, КОЕ/ƨ, Ʋʅ ƦYưʅʅ	5×10[4]	1×10[6]
БþƩƷʅƵƒƒ ƨƵƸƴƴI ƩƒƻʅƽƲYƮ ƴþưYƽƩƒ (БГКП), Ʋʅ ƩYƴƸƶƩþʅƷƶǅ ƨ ƱþƶƶʅƩ	0,1	0,01
БþƩƷʅƵƒƒ Salmonella, Ʋʅ ƩYƴƸƶƩþʅƷƶǅ ƨ ƱþƶƶʅƩ ƴƵYƩƸƩƷþ (ƨ)	25	25
БþƩƷʅƵƒƒ Listeria monocytogenes, Ʋʅ ƩYƴƸƶƩþʅƷƶǅ ƨ ƱþƶƶʅƩ ƴƵYƩƸƩƷþ (ƨ)	25	25
S. aureus, Ʋʅ ƩYƴƸƶƩþ!ƷƶǅƨƱþƶƶʅƩ ƴƵYƩƸƩƷþ (ƨ)	0,1	–
Пưʅƶʅƴƒ, КОЕ/ƨ, Ʋʅ ƦYưʅʅ	–	500
Пưʅƶʅƴƒ ƒ ƩƵYƻƻƒ, КОЕ/ƨ (ƶƱ3), Ʋʅ ƦYưʅʅ	100	–

[14] МУК 4.2.1847–04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сро
Введ. 2004–03-06. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава

[15] Технический регламент Таможенного союза. (2011). ТР ТС 021/2011. О б
Таможенного союза. Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от

По ТР ТС 021/2011 наггетсы относятся к группе товаров «Полуфабрикаты мясные, содержащие и из мяса птицы мясокостные, рубленые, формованные в т.ч. панированные, в оболочке, фаршированные», которые должны соответствовать показателям Таблицы [illegible]

Согласно ГОСТ 32737–2014, [illegible] режим хранения наггетсов составляет до −12 °C. Рекомендуемый срок хранения при температуре выше −10 °C составляет около одного месяца, тогда как при −18 °C допустимый срок хранения увеличивается до трёх месяцев. [illegible] санитарно-микробиологических [illegible] опасного хранения было отмечено, [illegible] ра внутри витрин супермаркетов [illegible] −10±1 °C, то есть срок годности [illegible] дуктов составляет до одного [illegible]

Тест биодеградации

Оценка степени биоразлагаемости пищевой биоразлагаемой пленки проводилась визуально, а также микроскопически.

Для испытаний на биоразлагаемость образцы пленки разрезали [illegible] мером 5×2 см, помещали в контейнеры с садовой почвой влажностью 60% (в соответствии с требование п. 7.2.2 ГОСТ Р ИСО 11266–2016), предварительно закрепив на предметном стекле.

Испытание проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 11266–2016[16] «Качество почвы. Оценка аэробной биоразлагаемости органических веществ в почве» в части [illegible] Так на основе требований стандарта была выбрана следующая частота отбора проб, с последующей модификацией (замена [illegible] 16 дней на 14 дней, добавление контрольной точки 20 дней, замена кон[illegible]

[illegible] 0 дней, 2 дня, 4 [illegible] 26 дней, 32 дня, 56 дней.

Температура инкубации составляла [illegible] °C, что соответствует п. 7.2.2 [illegible] 23±2 [illegible] средняя температура [illegible] ре почв умеренного климата [illegible]

Влажность почвы составляла [illegible] % от [illegible] Данная влажность является [illegible] зафиксирована в момент [illegible] При снижении влажности [illegible] в соответствии с ГОСТ 28268–89[17] [illegible] максимальной [illegible] влажности завядания растений».

В течение восьми недель фикси[illegible] изменения, а структурные раз[illegible] сравнением микроскопии контр[illegible]

В статье (Ревуцкая Н.М. и со[illegible]) что на основании положений [illegible] 54530–2011[18] [illegible] разложения упаковки [illegible] 6 мес[illegible] контейнеры с садовой [illegible]

Для анализа микроструктуры ко[illegible] пленки [illegible] ГОСТ Р ИСО 11266 [illegible] получен[illegible] [illegible] микроскопом. Для эт[illegible] го материала вырезали фрагмен[illegible] см, фиксировали их на предме[illegible] под микроскопом «М[illegible]» при 400-кратном увеличении. [illegible] поверхности пленки, [illegible] 7×2 [illegible]

Органолептический и сенс[illegible]

Органолептические исследования [illegible] оценку: внешнего вида, запах[illegible]

[16] ГОСТ Р ИСО 11266–2016. “Качество почвы. Оценка аэробной биоразлагае[illegible] 01.02.2017 г. М.: Стандартинформ, 2017.

[17] ГОСТ 28268–89. “Почвы. Методы определения влажности, максимальной г[illegible] завядания растений”. Введ. 01.06.1990 г. М.: Стандартинформ, 2006.

[18] ГОСТ Р 54530–2011. “Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критери[illegible] рования и биологического разложения”. Введ. 01.01.2013 г. М.: Стандар[illegible]

ствии с ГОСТ 9959–2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия органолептической оценки»[19], по девятибалльной шкале (1 — «неудовлетворительно», 2 — «слабый», 3 — «удовлетворительно», 4 — «хорошо», 5 — «отлично»). Внешний вид ... рубленого замороженного продукта, вкус ... го среза — в готовых наггетсах. Для определения запаха и вкуса наггетсы готовили в соответствии с инструкцией производителя ... режиме, чтобы исключить вариативность термообработки.

Для определения органолептических ... была сформирована тестовая ... 10 человек. В нее вошли ... биоразлагаемой пленки на ... жащей ихтиосубстанции и ... астраханских предприятий ... ния, сотрудники кафедры ... и товароведение» АГТУ. Каждому ... розданы памятки с критериями ... ции (описание допустимых ... знаков по цвету, аромату, вкусу ... в соответствии со стандартом ... брикат — наггетсы, а также ... 9959–2015. Проводилось «слепое» ... образцы маркировались случайными ... ми кодами, не раскрывающими ... ждая сессия дегустации была проведена двукратно с двухдневным интервалом (итого две независимые сессии).

Статистический анализ

Метрологические характеристики ... доверительной вероятности P = 0,95 ...

РЕЗУЛЬТАТЫ

Физико-химический тест

Важнейшими параметрами, характеризующими сохранность жирового компонента ... нения, являются перекисное ... Исследования этих показателей ... нее трёх раз: вначале хранения ... явленного производителем ... ток) и в конце резервного ... с окончанием испытаний) ... в рецептуре наггетсов использ...

Микробиологические показатели продукта

...

[19] ГОСТ 9959–2015 "Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения ор... дартинформ, 2016.

[20] ГОСТ 34118–2017 "Мясо и мясные продукты. Метод определения перекисно...

[21] ГОСТ Р 55480–2013 "Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотн...

[22] ГОСТ 4288–76 «Изделия кулинарные и полуфабрикаты из рубленого мя... 01.01.1977. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

Таблица 4

ÐƒÙþƱƒƯþ ƒƬƱƪƲƪƲƒǅ КΓАƙАՍΓ ӯưʅՍƲƒ ȝƶʅՍƒƩƶƒǅ ȝƶʅՍƒǅ ƶþƬưƒƷՍƖȝ ȝʅƱӯʅƶþȜƩƶþȝ, КОЕ/г

Table 4

Dynamics of TVC Changes in the Film Stored at Various Temperatures, CFU/g

Температура хранения	Срок годности пленки, недель				
	0	1	3	5	8
СȜþՍƩþƶȜ			5×10^4		
24°C	3.9×10^4	4.1×10^4	4.4×10^4	4.7×10^4	4.9×10^4
37°C		4.4×10^4	4.7×10^4	4.9×10^4	5.2×10^4
42°C		4.2×10^4	4.5×10^4	4.8×10^4	5.3×10^4

Проведенная санитарно-эпидемиологическая оценка сроков годности и условий хранения пищевой продукции продемонстрировала соответствие микробиологических параметров исследуемых пленок нормативным требованиям в течение всего периода наблюдения. Сводные данные по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) представлены в Таблице 5.

Таблица 5

ÐƒÙþƱƒƯþ ƶҮƩʅƵţþՍƒǅ КΓАƙАՍΓ Ѕ ӯƵҮƩƩՍȜƶþȝ, КОЕ/г

Table 5

Dynamics of TVC Content in the Products, CFU/g

Контрольные точки, дни хранения	Замороженные наггетсы, в упаковке производителя	Замороженные наггетсы в пищевой пленке
СȜþՍƩþƶȜ	1.0×10^6	
0	1.7×10^4	1.75×10^4
10	8.5×10^4	2.1×10^4
20	2.5×10^5	2.75×10^4
30	5.5×10^5	3.8×10^4
39	1.2×10^6	1.7×10^5
45	2.8×10^6	2.3×10^5
54	2.5×10^7	3.8×10^5
60	3.0×10^7	5.2×10^5
72	3.6×10^7	1.6×10^6

В замороженных наггетсах в течение нормативного срока хранения (30 суток), так и при дальнейшем хранении сроком до 72 суток не было обнаружено признаков условно-патогенных и патогенных микроорганизмов (БГКП, Listeria monocytogenes,

Salmonella), Sa... также микроор... что ... ваниям установленным ТР ТС 02...

В упаковке производителя кон... ФАнМ за первый месяц колебал... 1.7×10^4–5.5×10^5 КОЕ/г. После окончани... ного срока численность мезофи... степенно росла: на 45-й день ... в 2,8 раза, к 60-му — в 30 раз, а ... трольный срок — 60 суток) дос... повышения.

При использовании коллагенсод... концентрация КМАФАнМ оставала... до 30-х суток и ... 1.75×10^4–3.8×10^4 КОЕ/г ... превышала ... (расчётный ... образом ст... хранения ... микрофлоры до ... вает рекомендуемый срок годно...

Биодеградация

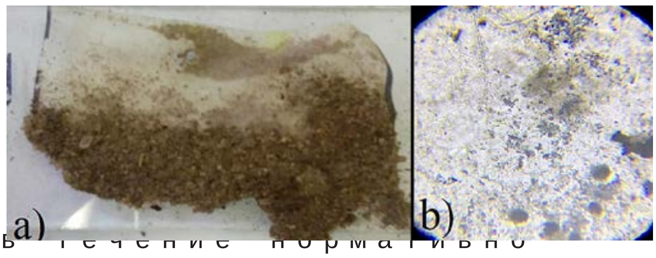
При изучении биодеградабельн... коллагенсодержащей пленки, п... ения в почве, уже через две ... явные визуальные изменения: н... ность образцов, снижались пр... стичность, при этом материал ...

Рисунок 2

ОRƶþƬʅƶ ӯưʅՍƲƒ ӯҮƶưʅ ƩЅƷȝՍʅƩʅưǁՍ...

Figure 2

Film Sample after Two Weeks of Ex...



Примечание: ... ƷʅՍþƲ ... (×400) ...

Note: ... Film extracted from the so... (×400) magnification)

Рисунок 3
[illegible]
Figure 3
Extracted Film Sample after Five Weeks of Soil Exposure

Примечание: (a) [illegible]; (b) [illegible] (x400)
Note: (a) Film extracted from soil; (b) Microscopy of the film (×400)

хрупким (Рисунок 2). Микроскопический анализ показал внедрение частиц почвы в поверхностный слой пленки, а также нарушение ее структуры под воздействием мицелия грибов, хлопьев и бактериальных клеток. После пятинедельного экспонирования 90% образцов пленок разрушилась в почве, она стала очень хрупкой и неотделимой от почвенных частиц (Рисунок 3).

По истечении восьми недель экспонирования в почве образцы пленки не поддавались извлечению — материал полностью разрушился. Пленка признается биоразлагаемым...

зает в почвенной / водной среде. Исследование показало, что пленка на основе коллагенсодержащей ихтиосубстанции имеет низкую устойчивость к действию микробиоты и демонстрирует высокую скорость разложения в природных условиях ... недели экспонирования.

После 8 недель экспозиции при попытке извлечь пленку из земли было обнаружено, что она полностью разложилась.

Органолептика

Для проведения органолептической оценки были отобраны образцы пищевой ... Поверхность наггетсов ... без трещин ... Внешний вид ... желтоватый оттенок ...

Результаты оценки органолептических показателей наггетсов, хранившихся в упаковке из пищевой пленки, приведены в ... Внешний вид определялся у ... вид на поперечный срез ...

Таблица 6
[illegible]
Table 6
Summary Tasting List «Frozen Nuggets Stored in Manufacturer's ...

Срок годности, дней	Органолептические показатели				Всего
	Внешний вид	вкус	запах	Вид на поперечный срез	
30	5	5	5	5	5
39	5	4	4	5	4.5
	[illegible]				
45	4.5			4	
	[illegible]				

Таблица 7

[illegible]

Table 7

Summary Tasting List «Frozen Nuggets Stored in Edible Film»

Срок годности, дней	Органолептические характеристики				Всего
	Внешний вид	вкус	запах	Поперечный срез посмотреть	
30	5	5	5	5	5
39	5	5	5	5	5
45	5	5	5	5	5
54	5	5	5	5	5
60	5	4 [illegible]	4	5	4.5
72	4 [illegible]			4	—

По заключению тестовой ком[illegible] после истечения установленного срока годности вкус наггетсов в фабричной [illegible] менее выраженным как и пряный [illegible] ма и внешний вид в попереч[illegible] неизменными, как и внешний [illegible] сечении готовых наггетсов.

На следующем этапе через [illegible] дней органолептические характеристики опреде[illegible] но, поскольку вкус и запах [illegible] лены из-за чрезмерной конц[illegible] (2,8×10^6 КОЕ/г).

Наггетсы, упакованные в пи[illegible] жащую пленку, показали хоро[illegible] сле 3 контрольных точек хранения (39, 45, 54 дня), превышающие стандартный ср[illegible] (30 дней).

Только на 60-й день члены комиссии [illegible] бый пряный запах и невыраж[illegible] вкус. К 72-му дню, когда [illegible] ровано превышение порогов [illegible] 1,6×10^6 КОЕ/г) члены комиссия [illegible] поперечных срезов, обнару[illegible] сов с повреждённой оболоч[illegible] крытием и нарушенной стру[illegible]

Показатели окисления

Динамика изменения перекисно[illegible] замороженных нагге[illegible] представле[illegible] перекисно[illegible] разцах составляло 4,8–5,1 ммоль [illegible] вышало допустимого значения.

[illegible] нараста[illegible] предел [illegible] месяца, [illegible] в пищевой плёнке перекисное [illegible] в пределах допустимого диапаз[illegible] лиш[illegible] к концу срока [illegible]

В ходе хранения кислотное чи[illegible] и экспериментальных образцах [illegible] не выходило [illegible] В контрольном об[illegible] 0,6–0,7 [illegible] в пищевую [illegible] числа происхо[illegible] в контрол[illegible] это пок[illegible] 3,47 мг КОН на 1 кг.

Таблица 8

[illegible]

Table 8

The Dynamics of Peroxide and Acid Values in Frozen Nuggets

Срок годности, дней	Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг		Кислотное число, мг КОН н[illegible]	
	Коллагенсодержащая пленка	Упаковка производителя	Коллагенсодержащая пленка	Упаковка производителя
0	4,8	5,1	0,6	0,5
30	6,4	11,7	0,7	1,3
60	8,7	11,7	1,6	2,6
72	10,0	15,9	2,6	3,7

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты настоящего ис[illegible] тельно демонстрируют, что пищевая биоразла[illegible]гаемая пленка на основе [illegible] ихтиосубстанции и хитозана [illegible]тивно использована для [illegible]нения мясных полуфабрикатов [illegible] –18±1 °C. Продукты, упакован[illegible]тальную пленку, сохраняли [illegible] и органолептическую стаби[illegible] что в два раза превышает [illegible]ности при указанных услов[illegible] 32737–2014).

[illegible] стабильность зна[illegible] (Таблица 4), что расширяет [illegible] применения материала в систем[illegible] [illegible] нентов.

Микробиологические хар[illegible]

Наблюдаемое замедление ми[illegible] роста в образцах с пленко[illegible] опубликованными данными о [illegible]тивности хитозановых покрыт[illegible] 2013; Ruiz-Cruz et al., 2019[illegible] ния КМАФАнМ оставались в [illegible] в течение всего контрол[illegible]нения и превышали предель[illegible] к 72-м суткам, что свидет[illegible] барьерном эффекте пленки. [illegible] действие реализуется за сч[illegible] хитозана, нарушающего цел[illegible] мембран (Rathod et al., 2023). Дополнительное под[illegible]вости микробиологических [illegible]пературные испытания (при [illegible]

Органолептические свойст[illegible]

Сохранение высоких сенсорных [illegible] продукта в течение 60 суток [illegible] отсутствием негативного воздей[illegible] (запах, [illegible] Дегуста[illegible] слепого д[illegible] ГОСТ [illegible] 2015 [illegible] значения на [illegible] [illegible] деградация [illegible] указыва[illegible] предотвращает [illegible] (2023).

Физико-химические показатели

Снижение интенсивности окислительных процессов в экспериментальной группе подтверждается данными о более медленном росте перекисного и кислотного числа в течение 72 суток хранения. Перекисное число в образцах, упакованных в ихтиопленку, не превышало 10 ммоль O_2/кг, оставаясь в пределах допустимого значения согласно Махачева и соавт. (2013), тогда как в контрольной группе показатель достигал 15 ммоль O_2/кг. Подобная динамика может быть объяснена антиоксидантной активностью аминокислот- [illegible] дения, сохранившихся в пленке (Roy et al., 2023; Coppola et al., 2021). Это [illegible] шего изучения, включая [illegible] гически активных фракций [illegible] с жирными кислотами продукта.

Биодеградация

Исследование структуры и [illegible] в почвенной среде продемонстрировало [illegible] кую биоразлагаемость: уже [illegible] нирования наблюдалась значительная [illegible] лостности, а к 8-й неделе [illegible] извлечению, что соответствует [illegible] критериям биоразлагаемости [illegible] 2015; ГОСТ Р ИСО 11266–2016). Результат подтверждает возможность [illegible] материала в естественные циклы разложения и его соответствие принципам устойчивого развития (Atiwesh et al., 2021; Zhao et al., 2024). Структурные включения, зафиксированные микроскопически (Рисунок 4), аналогичны ра-

Рисунок 4

Figure 4

Ichthyogelatin Film under a Microscope (Magnification x400)

Экологическая и прикладн…

… карова и соавт., 2018), что с… окислительных деструкции.

Использование пленки на основе … задача … аналогичных покрытий, … Hosseini et … разработанная пле… или ст… маломи среднем пищевом биз…

Ограничения исследования

[illegible]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе … исследов… подтверждена возможность увеличе… сти мясных полуфабрикатов пр… пользованной пищевой пленки на … содержащей ихтиосубстанции и … нением потребительских свойст… периментально доказано, что … обеспечивает стабильность ми… и органолептических показате… в нее полуфабрикатов — наггет… ить срок годности продукта до … туре ±1 °С, замедляет окисление … понентов. Исследованная биора… подвергается биоразложению в … восьми недель, что подтвержда… биоразлагаемости в естественн…

Полученные результаты подтверждают возможность использования вторичных ресурсов для получения биоразлагаемой пленки, способной пролонгировать сроки годности мясных полуфабрикатов. В дальнейшем целесообразно расширить область исследования на изучение сохранности других пищевых продуктов, изучения способности к биоразложению полученной пленки в различных типах почв и климатических условиях, а также изучение миграции компонентов пленки в пищевые продукты, с последующей оценкой влияния компонентов на потребительские свойства.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Ольга Дмитриевна Сергазиева: руководство исследованием; формулирование целей и задач; концептуализация; контроль; планирование и проведение исследования; написание черновика рукописи; редактирование рукописи.

Светлана Владимировна Еремеева: пробоподготовка; проведение исследований; при...

AUTHORS CONTRIBUTI...

Olga D. Sergazieva: supervision; formulation of research goals and objectives; ... monitoring; planning and condu... writing – original draft; writing – review & editing.

Svetlana V. Eremeeva: sample collection/preparation; investigation; a... writing – original draft; writing – review & editing.

Daniyar ...: investigation; va... ... research ... writing – original draft; writing – review & editing.

ЛИТЕРАТУРА

Антипова, Л. В., & Пискова, М. А. (2018). Перспекти... в производстве пищевых ... *Актуальная биотехнология*, (3), 50–53.

Антипова, Л. В., Сторублевцев, С. А., Болгова, С. ... идентификация и сравнительный анализ рыбных коллаг... происхождения. *Фундаментальные исследования*, (8–1), 9–13.

Антипова, Л. В., Сторублевцев, С. А., Пискова, М. А... ресурсы рыбного происхождения — источник здоров... *Вестник Воронежского государственного университета инженер...*, 80(4), 138–144. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-138-144

Белоглазова, К. Е. (2020). Разработка пленочных покрытий на осно... и перспективы их использования [Диссертация на соиск. учен. степ. канд. б... государственный аграрный университет имени Н.И. Вав...

Глазачева, Е. А., Воронова, Н. С., & Успенская, М. В. (2018). Исследование биоп... плёночной композиции на основе ... *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*, (71), 64–68.

Дышлюк, Л.С., Просеков, А.Ю., & Асякина, Л.К. (2019)... пленок из природных полисахаридов. *Известия вузов. Прикладная химия...*, 9(4), 703–711. https://doi.org/10.21285/2227-2925-2...

Еремеева С.В., Сергазиева О.Д., Сопрунова О.Б., Жуков... биоразлагаемой ихтиожелатиновой пленки на качеств... при хранении. *Вестник Южно-Уральского государственного ... Пищевые и биотехнологии*, 11(3), 64–74. https://doi.org/10.14529/...

Зинина, О. В., Меренкова, С. П., Вишнякова, Е. А., … структуры и свойств пищевых биоактивных … Вестник КрасГАУ, 1(202), 201–207.

Макарова Н.В., Еремеева Н.Б., Быков Д.Е., & Давы… органолептических, прочностных, физико-химических с… пленки на основе … Вестник Камчатского государственного … университета, (76), 35–46. https://doi.org/10.17217/2079-…

Махкамов О., & Хаитбаев А. (2024). Физико-химические свойства разли… плёнок на основе хитозана. Universum: химия и биология, 2(116). https://doi.org/… UniChem.2024.116.2.16751

Махачева, Е. В., & Влощинский, П. Е. (2013). Ф… в многокомпонентных мясных … Вестник КрасГАУ, (7), 259–264.

Олдырев, Д. В., Сергазиева, О. Д., Ярцева, Н. В. & … коллагенсодержащей ихтиосубстанции из … вторичных … Хранение и переработка сельхозсырья, (3), 181–197. https://doi.org/10.361…

Ревуцкая, Н. М., & Насонова, В. В. (2020). Что относи… Все о мясе, (5), 33–35. https://doi.org/10.21323/2071-24…

Покусаева, О. А., Долганова, Н. В., & Якубова, О. … съедобных пленочных покрытий для … Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: … (2), 123–128.

Сергазиева, О. Д., & Долганова, Н. В. (2018). Приме… сохранения качества пищевых продуктов. … Технология пищевых … 48(1), 156–163. http://doi.org/10.21603/2074-9414-20…

Соколова, Е. С., & Успенская, М. В. (2022). Биоразл… хитозана. Международная научно-практическая конфере… образование: проблемы и перспективы (с. 43–45). https://doi.org/10.369…

Суворов, О. А., Ипатова, Л. Г., Погорелова, М. А., Пе… А. Г. (2023). Пленки из хитозана: модификация, пр… электрохимически активированными водными растворами. Хранение и переработка сельхозсырья, (3), 13–27. https://doi.org/10.36107/spfp.2…

Atiwesh, G., Mikhael, A., Parrish, C. C., Banoub, J. … bioplastic … Heliyon, 7(9), e07918. https://doi.org/10.10…

Chen, Y., Liu, Y., Dong, Q., Xu, C., Deng, S., Kang, … functionalized chitosan … International Journal of Biolog… 235, 123716. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023…

Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Ricc… waste: From problem … Marine Drugs, 19(2), 116. https://doi.or… md19020116

D'Almeida, A. P., & de Albuquerque, T. L. (2024). I… based materials to smart packaging … Processes, 12(10), 2085. https://doi.o… pr12102085

Eranda, D. H. U., Chaijan, M., Panpipat, W., Karnjana… R. (2024). Gelatin-chitosan interactions in edible … for biopreservation of fresh … International Journal of … Macromolecules, 280(Pt 2), 135661. https://doi.org/10.1016/j.…

Fakhreddin Hosseini, S., Rezaei, M., Zandi, M., & Gh… properties of fish gelatin-chitosan … Food Chemistry, 136(3–4), 1490–1495. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.081

Gulzar, S., Tagrida, M., Prodpran, T., Li, L., & Be… biopolymers from seafood processing wastes: Prepar… for shelf-life extension of … Comprehensive Reviews in … Science and Food Safety, 22(6), 4451–4483. https://doi.org/10.1111…

Jridi, M., Abdelhedi, O., Salem, A., Zouari, N., & N
biomaterials based on ... Advances in Food and Nutrition, 110, 393–
438. https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2024.03.002

Lionetto, F., & Esposito Corcione, C. (2021). Recen
fsh industry waste ... packaging. Polymers, 13(14), 2337. https://doi.o
polym13142337

Lipatova I.M., Yusova A.A. & Makarova L.I. (2022). Fu
starch with prolonged ... Food Bioscience, 48, 1002
https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101694

Lou, L., & Chen, H. (2023). Functional modifcation
flms: a review. Food Additives & Contaminants. Part A, Chemi
Risk Assessment, 40(7), 928–949. https://doi.org/10.1080/1944

Moreira, M.del R., Ponce, A., Ansorena, R., & Roura,
combined with mild heat shocks on microbial spoilag
(Brassica oleracea L.). Journal of Food Science, 76(6), M367–M374. https://doi.
j.1750-3841.2011.02210.x

Mujtaba, M., Morsi, R. E., Kerch, G., Elsabee, M. Z.
Current advancements in chitosan-based flm produc
International Journal of Biological Macromolecules, 121, 889–904. https://doi.org/10.1016/j.
ijbiomac.2018.10.109

Muñoz-Tebar N, Pérez-Álvarez JA, Fernández-López J,
flms and coatings with added bioactive compounds: A
and their application to food products. Polymers, 15(2), 396. https://doi.
polym15020396

Periyasamy, T., Asrafali, S. P., & Lee, J. (2025). F
with antimicrobial and antioxidant properties for ... Polymers, 17(9),
1257. https://doi.org/10.3390/polym17091257

Rathod, N.B., Bangar, S.P., Šimat, V. & Ozogul, F. (2
active/biodegradable packaging for the preservation ... International
Journal of Food Science and Technology, 56(2), 854–861. https://doi.org/10

Roy, V. C., Islam, M. R., Sadia, S., Yeasmin, M., Par
treasure: An up-to-date understanding of the valor
the major bioactive compounds. Marine Drugs, 21(9), 485. https://doi.org/10.

Ruiz-Cruz, S., Valenzuela-López, C. C., Chaparro-Her
Sánchez, C. L., Márquez-Ríos, E., López-Mata, M. A.
(2019). Effects of chitosan-tomato plant extract e
of chicken flets during storage. Food Science and Technology International, 39(1),
103–111. https://doi.org/10.1590/FST.23117

Soliman, A. M., Teoh, S. L., & Das, S. (2022). Fish
repair applications, and ... Current Pharmaceutical Design, 28(12),
1019–1030. https://doi.org/10.2174/1381612828666220

Zhan, Z., Feng, Y., Zhao, J., Qiao, M., & Jin, Q. (
packaging development. Foods, 13(13), 2122. https://doi.org/10.3390/foods13

REFERENCES

Antipova, L. V., & Piskova, M. A. (2018). Prospects
Topical Biotechnology, 3(26), 50–53. (In Russ.)

Antipova, L. V., Storublevcev, S. A., Bolgova, S. B.,
comparative analysis of fsh collagen ... Fundamental Research,
(8–1), 9–13. (In Russ.)

Antipova, L. V., Storublevtsev, S. A., Piskova, M. A
origin — A source of health and beauty. Proceedings of the Voronezh State
Technologies, 80(4), 138–144. (In Russ.) https://doi.org/10.

Beloglazova, K. E. (2020). Development of film coatings based on pol
their application [Candidate of Biological Sciences, N.I. Vavilov
Saratov. (In Russ.)

Glazacheva, E. N., Voronova, A. V., & Uspenskaya, M. V. (2018). Investigation of
film composition based on a chitosan. Izvestiâ Sankt-Peterb
gosudarstvennogo tehnologičeskogo instituta (tehn, 45(71), 64–68. (In
Russ.).

Dyshlyuk, L.S., Rezaei, M., & Prosekov, A.Yu., & Asy
polysaccharide biodegradable films. Proceedings of Universities. App
Biotechnology, 9(4), 703–711. (In Russ.) https://doi.org/10.

Eremeeva, S. V., Sergazieva, O. D., Soprunova, O. B.
effect of biodegradable ichthyogelatin film on the
during storage. Bulletin of the South Ural State University, 11(3),
64–74. (In Russ.). https://doi.org/10.14529/food230

Zinina, O. V., Merenkova, S. P., Vishnyakova, E. A.,
bioactive pectin-based films. Bulletin KSAU, (12), 201–207. (In
Russ.)

Makarova, N. V., Eremeeva, N. B., Bykov, D. E., & Da
strength, physico-chemical properties of multilaye
raw material. Bulletin of Kamchatka State Technical University, (46), 35–46.
https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-46-35-46

Mahkamova, N. O., & Khaitbaev, A. Kh. (2024). Phys
membranes derived from chitosan. Universum: Chemistry and Biology:
Journal, 2(116). (In Russ.) https://doi.org/10.32743/UniC

Mahacheva, E. V., & Vloshchinsky, P. E. (2013). Physi
chopped meat products. Bulletin of KSAU, (7), 259–264. (In Russ.).

Oldyrev, D.V., Sergazieva, O.D., Yartseva, N.V. & Ba
ichthyosubstance from secondary fish resources. Storage and Processing of F
(3). (In Russ.). https://doi.org/10.36107/spfp.2023

Revutskaya, N. M., & Nasonova, V. V. (2020). What is
Vsyo o Myase (All about Meat), (5), 33–35. (In Russ.) https://doi.org/

Pokusaeva, O. A., Dolganova, N. V., & Yakubova, O.
film coatings for food products. Vestnik of Astrakhan State Technical
industry, (2), 123–128. (In Russ.)

Sergazieva, O.D. & Dolganova, N.V. Using food wraps b Food
Processing: Techniques and Technology, 46(1), 156–163. (In Russ.). http://d
9414-2018-1-156-163

Sokolova, E. S., & Uspenskaya, M. V. (2020). Biodeg 12th
International Scientific & Practical Conference "C
Perspectives" (pp. 443–450). Atlantiss Press. (In Russ.) h

Suvorov, O. A., Ipatova, L. G., Pogorelova, M. A., P
A. G. (2023). Chitosan films: Modification, applic
electrochemically activated aqueous. Storage and Processing of Far (3),
13–27. (In Russ.) https://doi.org/10.36107/spfp.202

Atiwesh, G., Mikhael, A., Parrish, C. C., Banoub, J.
bioplastic use: review. Heliyon, 7(9), e07918. https://doi.org/10.101

Chen, Y., Liu, Y., Dong, Q., Xu, C., Deng, S., Kang
functionalized chitosan material for ... A review. International Journal of Biolog
235, 123716. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023

Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Ricc
waste: From problem to resource. Marine Drugs, 19(2), 116. https://doi.or
md19020116

D'Almeida, A. P., & de Albuquerque, T. L. (2024). I
based materials to smart packaging systems. Processes, 12(10), 2085. https://doi.o
pr12102085

Eranda, D. H. U., Chaijan, M., Panpipat, W., Karnjana
R. (2024). Gelatin-chitosan interactions in edible
for biopreservation of fresh tuna fish products: A International Journal of
Macromolecules, 280(Part 2), 135661. https://doi.org/10.1016/j.

Fakhreddin Hosseini, S., Rezaei, M., Zandi, M., & Gh
properties of fsh gelatin-chitosan blend Food Chemistry, 136(3–4), 1490–1495.
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.081

Gulzar, S., Tagrida, M., Prodpran, T., Li, L., & Be
biopolymers from seafood processing wastes: Prepar
for shelf-life extension of seafoods—A Comprehensive Reviews
Science and Food (F6o)o,d 4S4a5f1e–t4y4,832.2 https://doi.org/10.1111

Jridi, M., Abdelhedi, O., Salem, A., Zouari, N., & N
biomaterials based oAnd vgaenlcaetsi ninaFrood h iatnod sNau9t7r–ition R
438. https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2024.03.002

Lionetto, F., & Esposito Corcione, C. (2021). Recen
fsh industry waste in food packaging. Polymers, 13(14), 2337. https://doi.o
polym13142337

Lipatova I.M., Yusova A.A. & Makarova L.I. (2022). Fu
starch with prolonged Fo r oe dl eBai s(4e7 3oi) fe, np8re1e0s–e8r1v8a, t i1v0e0.254.
doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101694

Lou, L., & Chen, H. (2023). Functional modifcation
flms: a review. Food Additives & Contaminants. Part A, Chemi
Risk Assessment, 40(7), 928–949. https://doi.org/10.1080/1944

Moreira, M.delR., Ponce, A., Ansorena, R., & Roura,
combined with mild heat shocks on microbial spoilag
(Brassica L.) Journal of Food, 76(6), SM367–M374. https://doi.
j.1750-3841.2011.02210.x

Mujtaba, M., Morsi, R. E., Kerch, G., Elsabee, M. Z.
Current advancements in chitosan-based flm produc
International Journal o,f1f2,1B i8o8l9o–g9i0c4a.l hMt atcpros:m/o/ldeociu.loers
ijbiomac.2018.10.109

Muñoz-Tebar N, Pérez-Álvarez JA, Fernández-López J,
flms and coatings with added bioactive compounds: A
and their application to food products. Polymers, 15(2), 396. https://doi
polym15020396

Periyasamy, T., Asrafali, S. P., & Lee, J. (2025). F
with antimicrobial and antioxidant properties for Polymers, 17(9),
1257. https://doi.org/10.3390/polym17091257

Rathod, N.B., Bangar, S.P., Šimat, V. & Ozogul, F. (2
active/biodegradable packaging for the preservation International
Journal of Food Science & Technology, 58(2), 854–861. https://doi.org/10

Roy, V. C., Islam, M. R., Sadia, S., Yeasmin, M., Par
treasure: An up-to-date understanding of the valor
the major bioactive compounds. Marine Drugs, 21(9), 485. https://doi.org/10.

Ruiz-Cruz, S., Valenzuela-López, C. C., Chaparro-Her
Sánchez, C. L., Márquez-Ríos, E., López-Mata, M. A.
(2019). Effects of chitosan-tomato plant extract e
of chicken fillets du... *Food Science and Technology In* 39(1)
103–111. https://doi.org/10.1590/FST.23117

Soliman, A. M., Teoh, S. L., & Das, S. (2022). Fish
repair applications, and ... *Current Pharmaceutical Desi* 28(12)
1019–1030. https://doi.org/10.2174/13816128286662

Zhan, Z., Feng, Y., Zhao, J., Qiao, M., & Jin, Q. (
packaging development, *Foods* 10(9), 2122. https://doi.org/10.3390/

ОБ АВТОРАХ

Сергазиева Ольга Дмитриевна, [illegible]
[illegible] К.[illegible] [illegible] ([illegible]) (10
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2122-1318, SPIN-

Еремеева Светлана Владимировна, [illegible]
[illegible] «АО [illegible]» (414056, [illegible] 9704-8470, eremeeva
0000-0001-5112-9101, SPIN-[illegible]: 9704-8470, eremeeva

Олдырев Данил Вячеславович, [illegible]
[illegible] «А[illegible]
[illegible] 16), ORCID: https://orcid.org/00
daniloldyrev@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS

Sergazieva Olga Dmitrievna, Candidate of Agricultural Sciences, As
Ichthyology and Fish Farming, K.G. Razumovsky Mosc
Management (the First Cossack University) (109004,
orcid.org/0000-0002-2122-1318, SPIN code: 4643-9953

Svetlana Vladimirovna Eremeeva, Candidate of Biological Sciences, As
of Applied Biology and Microbiology, Astrakhan Sta
Tatishcheva Street, 16), ORCID: https://orcid.org/
eremeevasv71@mail.ru

Oldyrev Danil Vyacheslavovich, Postgraduate Student at the Departm
Goods and Commodity Research, Astrakhan State Tec
Tatishcheva Street, 16), ORCID: https://orcid.org/
daniloldyrev@gmail.com