

ISSN 2712-7648

HEALTH, FOOD & BIOTECHNOLOGY

VOLUME 4 ● ISSUE 3 ● SEPTEMBER 2022



HFB
HEALTH, FOOD & BIOTECHNOLOGY

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

■ **ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР****Балыхин Михаил Григорьевич**

Московский государственный университет пищевых производств, Россия

■ **ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА****Абдуллаева Асият Мухтаровна**

Московский государственный университет пищевых производств, Россия

Бычков Алексей Леонидович

Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Россия

Данильчук Татьяна Николаевна

Московский государственный университет пищевых производств, Россия

Игнар Штефан

Варшавский университет естественных наук, Польша

Игнатенко Григорий Анатольевич

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, ДНР

Кириш Ирина Анатольевна

Московский государственный университет пищевых производств, Россия

Налетов Андрей Васильевич

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, ДНР

Сагян Ашот Серобович

Научно-производственный центр «Армбиотехнология», НАН РА, Республика Армения

Самбандам Ананадан

Национальный институт технологий, Индия

Северинов Константин Викторович

Институт молекулярной генетики РАН, Институт биологии гена РАН, Россия

Фриас Йезус

Дублинский технологический институт, Ирландия

Цыганова Татьяна Борисовна

Московский государственный университет пищевых производств, Россия

Щетинин Михаил Павлович

Московский государственный университет пищевых производств, Россия

EDITORIAL BOARD

 EDITOR-IN-CHIEF**Mikhail G. Balykhin**

Moscow State University of Food Production, Russia

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

Moscow State University of Food Production, Russia

Aleksey L. BychkovInstitute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia**Tatyana N. Danilchuk**

Moscow State University of Food Production, Russia

Jesus Frias

Dublin Institute of Technology, Ireland

Stefan Ignar

Warsaw University of Life and Sciences, Poland

Grigory A. Ignatenko

Donetsk National Medical University, DPR

Irina A. Kirsh

Moscow State University of Food Production, Russia

Andrey V. Nalyotov

Donetsk National Medical University, DPR

Ashot S. Saghyan"Armbiotechnology" Scientific and Production Center NAS RA,
National Academy of Sciences of the Republic of Armenia,
Armenia**Anandan Sambandam**

National Institute of Technology of Tiruchirappalli, India

Konstantin V. Severinov

Institute of Gene Biology Russian Academy of Sciences, Russia

Mikhail P. Schetinin

Moscow State University of Food Production, Russia

Tatyana B. Tsyganova

Moscow State University of Food Production, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

РЕДАКТОРСКАЯ СТАТЬЯ

М. А. Косычева, Е. В. Тихонова

Заключение исследовательской статьи: как не повторить уже сказанное..... 6

ЗДОРОВЬЕ

А. В. Налетов, А. Н. Мацынин, М. А. Мацынина

Обеспеченность цинком — важный показатель здоровья человека 12

М. В. Степанова

Хищные птицы как индикаторы состояния окружающей среды урбанизированных территорий..... 19

ПИТАНИЕ

Е. В. Литвинова, С. Н. Кидяев, В. Л. Лапшина, В. В. Никитин

Сравнительная оценка способов термической обработки мяса цесарки..... 28

Ю. Н. Багмут, О. В. Плиски, В. Р. Геймбихнер

Оценка качества питания учащихся в целях обеспечения продовольственной безопасности 41

БИОТЕХНОЛОГИИ

И. Ю. Резниченко, Г. С. Акопян, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова

Биологическая активация хлебопекарных дрожжей и возможность обогащения продукции
хлебопечения пептидами..... 49

CONTENT

EDITORIAL

<i>M. Kosycheva, E. Tikhonova</i> Research Article Conclusion: How to Avoid Repeating Yourself	6
---	---

HEALTH

<i>Andrew V. Nalyotov, Alexander N. Matsynin, Maria A. Matsynina</i> Zinc Availability is an Important Indicator of Human Health.....	12
<i>Marina V. Stepanova</i> Birds of Prey as Indicators of the State of the Environment in Urban Areas	19

FOOD

<i>Elena V. Litvinova, Sergey N. Kidyayev, Viktoria L. Lapshina, Vladimir V. Nikirin</i> Comparative Evaluation of Heat Treatment of Guinea Fowl Meat	28
<i>Yulia N. Bagmut, Olga V. Pliska, Valeria R. Geymbikhner</i> Assessing Student Nutrition for Food Security	41

BIOTECHNOLOGY

<i>Irina Yu. Reznichenko, Giorgi S. Hakobyan, Sergey L. Tikhonov, Natalia V. Tikhonova</i> Biological Activation of Baker's Yeast and the Possibility of Enriching Bakery Products with Peptides	49
---	----

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s159>

Заключение исследовательской статьи: как не повторить уже сказанное

М. А. Косычева, Е. В. Тихонова

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств». Москва, Россия

Корреспонденция:

Косычева Марина Александровна,
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»,
адрес: 125080, г. Москва,
Волоколамское шоссе, 11,
E-mail: kosychevama@mgupr.ru

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 24.09.2022

Принята: 28.09.2022

Опубликована: 30.09.2022

Copyright: © 2022 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Заключение научной статьи призвано помочь читателю понять значимость проведенного исследования. Намеренное опущение или некорректно написанное данной секции научной статьи лишают читателя возможности поставить финальную точку и понять возможности использования полученных результатов в реальной практике.

Цель данной редакторской статьи — представить ключевые стратегии написания *Заключения* научной статьи, которые помогут авторам избежать распространенных ошибок при написании этой секции исследовательской статьи.

Стратегии по конструированию секции. На основании анализа заключений научных статей, отобранных из высокорейтинговых журналов по пищевой тематике и здоровьесберегающим технологиям, были описаны основные правила и рекомендации написания *Заключения* научной статьи.

Анализ секции и рекомендации по оптимизации. Дан анализ секций *Заключения* из реальных статей и прокомментированы их слабые и сильные стороны с тем, чтобы читателям легче было ориентироваться в пространстве логики авторов.

Выводы. Материалы данной редакторской статьи с рекомендациями по написанию *Заключения* научной статьи призваны помочь авторам в корректном структурировании и написании заключительной части научной статьи с целью продвижения ее в наукометрических базах и повышения ее цитирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

заключение научной статьи, полученные выводы, перспективы исследования, IMRAD, рекомендации по написанию заключения



Для цитирования: Косычева, М. А., & Тихонова, Е. В. (2022). Заключение исследовательской статьи: как не повторить уже сказанное. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 6–11. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i2.s159>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s159>

Research Article Conclusion: How to Avoid Repeating Yourself

Marina A. Kosycheva , Elena V. Tikhonova

Moscow State University of Food
Production, Moscow, Russia

Correspondence:

Marina A. Kosycheva,

Moscow State University of Food
Production, 11 Volokolamskoe highway,
Moscow, 125080, Russia
E-mail: kosychevama@mgupp.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 24.09.2022

Accepted: 28.09.2022

Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The research article Conclusion is intended to help the reader realize the significance of the study. Intentional omission or incorrect writing of this section of a research article deprives the reader of the opportunity to accomplish and visualize the possibilities of using the results obtained.

Purpose. The purpose of this editorial is to present key strategies for writing a RA Conclusion that will help authors avoid common mistakes when writing this section of a research paper.

Section Design Strategies. Based on the analysis of the RA Conclusions selected from high-ranking journals on food and health-saving technologies, the main rules and recommendations for writing the RA Conclusion were described.

Section Analysis and Recommendations for Optimization. An analysis of Conclusion from already published articles is given, their strengths and weaknesses are commented to make it easier for readers to follow the authors' logic.

Conclusions. The materials of this editorial article with recommendations for writing the RA Conclusion are intended to help authors in the correct structuring and writing of the final part of a research article in order to make them visible in scientometric databases and increase its citation.

KEYWORDS

research article conclusion, findings, research prospects, IMRAD, recommendations for writing a conclusion



To cite: Kosycheva, M. A., & Tikhonova, E. V. (2022). Research Article Introduction: from Structure to Functions. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 6–11. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i2.s159>

ВВЕДЕНИЕ

Традиционная аббревиатура IMRAD, описывающая структуру эмпирического исследования, не включает раздел *Заклучение* как отдельную секцию, что возможно, и является причиной игнорирования многими авторами этого важного раздела научной статьи. Faruqi (2012) и Derntl (2014) обосновывают, что написать *Заклучение* так же не просто, как и *Введение*, с той лишь разницей, что во *Введении* авторы анонсируют вопросы, а в *Заклучении* представляют ответы на эти вопросы. *Заклучение* не является резюме основных результатов исследования. Тем более не является оно и повтором полученных результатов. *Заклучение* должно стать финальной точкой исследования, его кульминацией, а не заставить читателя скучать, перечитывая уже анонсированные в тексте статьи данные.

Эффективное *Заклучение* демонстрирует понимание автором проблемы, уточняет значимость полученных результатов, описывая возможные сферы их применения и намечая дальнейшие направления исследований в заявленной проблематике. (Zapina, 2016). Авторы зачастую вводят в *Заклучение* новые факты и фокусы восприятия темы. Подобный подход нерелевантен. Данная секция должна фиксировать новое понимание проблемы на основе результатов проведенного исследования, но строго в рамках представленных в секции *Результаты* данных¹.

Стратегии по конструированию секции *Заклучение*

Следование следующим шагам позволит исключить из *Заклучения* избыточную информацию и сконцентрироваться на релевантных акцентах:

- (1) *Переформулируйте проблему вашего исследования.* Вы обсудили эту проблему в деталях по всему телу статьи. Теперь нужно абстрагироваться от деталей в ее описании, представить проблему на более высоком уровне абстракции. Нельзя просто повторить заявленную проблему в том же виде, в котором она дана во *Введении*. Необходимо подойти к её комментированию, оттолкнувшись от идей и деталей, обсуждаемых в основной части статьи. Иными словами, необходимо вернуть читателя к главному фокусу исследования, но уже с акцентом на предлагаемом автором решении проблемы.

Например, в эмпирическом исследовании, изучающем взаимосвязь между интенсивностью использо-

вания цифровых инструментов в образовании со способностью школьников 16-ти лет концентрироваться на изучаемом цифровом контенте, проблема может быть представлена следующим образом:

Поскольку цифровые инструменты занимают значимое место и в повседневной жизни школьников, важно понимать, как различные цифровые инструменты влияют на их способность концентрироваться на изучаемом контенте.

Категорически не рекомендуется начинать эту секцию со слов, подобных следующим: «В *заклучении*», или «Суммируя»... Сама структура эмпирической статьи уже свидетельствует о том, что автор представляет обобщающую информацию.

- (2) *Подведите итоги статьи /обобщите результаты.* Отослав читателя к проблеме, необходимо подытожить: как основная часть статьи подходила к решению проблемы и к каким выводам привел этот подход. В зависимости от характера исследования сделать это можно посредством повторения тезиса и аргументов, или подведя итоги основных выводов. Не вдавайтесь в подробности (вы уже представили подробные результаты и обсуждение в соответствующих секциях статьи), но ясно изложите ответы на исследовательские вопросы. Даже если вы пришли к выводам, которые вы ожидали получить, необходимо объясните общий вывод / подвести общий итог, к которому они вас привели. И вновь — категорически не рекомендуется просто повторять полученные данные (и особенно не рекомендуется представлять эти данные списком). Вместо этого — резюмируйте идеи, трансформируйте их в аргумент.

Например,
Анализируя влияние ежедневного использования цифровых инструментов школьниками, данное исследование установило, что цифровые инструменты параллельно с предоставляемыми ими образовательными возможностями являются и демотивирующим фактором, с сильной корреляцией между количеством времени, в течение которого инструмент используется для решения образовательных задач, и степенью сформированности цифровой компетенции школьника. Сила этого эффекта нивелируется глубиной цифровой компетенции: школьники с развитой цифровой культурой с меньшей вероятностью отвлекаются от решения образовательных задач. Эта корреляция свидетельствует о том, что, хотя школьники, работая с цифровыми инструментами, действительно способны отвлекаться от усвоения образовательного контента на развлекательную составляющую, необходимо учитывать более широкий социальный и психологический контекст, в котором происходит это использование. Школьники с нес-

¹ Organizing Academic Research Papers: 9. The Conclusion. <https://library.sacredheart.edu/c.php?g=29803&p=185935>

формированной цифровой культурой могут подвергаться большому риску негативных последствий.

(3) Обсудите возможные сферы применения полученных результатов.

Подведя итог выводам, *Заключение* призвано продемонстрировать потенциал полученных результатов. Каковы возможные перспективы и последствия применения полученных результатов в реальной практике? Почему они имеют значение для научного сообщества? Читатель должен получить призыв к конкретному действию с представленными в статье результатами и выводами. Дайте рекомендации по использованию полученных результатов и выводов в реальной практике и очертите возможные направления для будущих исследований по теме.

Если тема исследования носит теоретический характер и не подходит для призыва к действию, тогда заключительное заявление может выражать значимость результатов, например, предлагая новое понимание темы или закладывая основу для будущих исследований.

Например,

Будущие исследования влияния степени сформированности цифровой культуры на способность школьников концентрироваться на изучаемом цифровом контенте должны быть сосредоточены на установлении взаимосвязи между текущим «опытом» обучающегося по работе с конкретным цифровым инструментом и степени концентрации его внимания на изучаемом цифровом контенте. Данный эксперимент измерял использование цифровых инструментов с точки зрения времени, в течение которого обучающийся не снижает концентрацию внимания, необходимы дальнейшие исследования, чтобы лучше понять влияние различных моделей использования цифровых инструментов. Например, чтобы выяснить, связан ли уровень активности действий при работе с инструментом с большей концентрацией внимания на контексте.

Анализ секции и рекомендации по оптимизации

Проанализируем примеры репрезентации рассмотренных шагов на примерах из опубликованных статей. Шаг первый (напоминаем читателю об исследовательской проблеме, упомянутой во *Введении*). В *Заклучении* она рассматривается с позиций уже проведенного исследования, а и воспринимается уже по-новому, в зависимости от полученных результатов.

Например,

Серебристый памп является важной морской рыбой, продаваемой в мире, и имеет высокую стоимость

за единицу на экспортном рынке, что делает ее сохранение и продление срока годности при низкой температуре чрезвычайно важным² (Remya et al., 2022). Избегаем прямых повторов

*В заключение следует отметить, что значительное увеличение темпов роста *S. salivarius* ATCC 13419 и K12 в кокосовом молоке после 9 часов брожения доказало, что кокосовое молоко может служить идеальной ферментативной средой для включения пробиотиков благодаря богатым питательным свойствам кокосового молока, способного поддерживать рост пробиотиков (Han et al., 2022). В данном примере авторы используют подводку «В заключение». Это избыточное употребление «пустых слов», которые повышают водность текста и сигнализируют опытному читателю, что авторы либо не полировали тест статьи, либо не знакомы с конвенциями представления информации в секции *Заклучение*.*

Шаг второй: обобщение полученных результатов.

Например,

В настоящем исследовании данные микробиологического анализа качества хранившихся в холодильнике стейков серебристого пампа показали, что покрытие как фумаровой кислотой, так и биоактивным пищевым покрытием на основе кукурузного крахмала, содержащего фумаровую кислоту, значительно ($p \leq 0,01$) ингибировало рост микробов по сравнению с контролем, что указывает на более высокую бактериостатическую эффективность фумаровой кислоты. Съедобная оболочка из кукурузного крахмала с ее способностью образовывать устойчивый к кислороду слой на поверхности рыбы и фумаровая кислота с антиоксидантной способностью доказали свою превосходную защиту от окисления липидов в стейках из серебристого пампа, не оказывая отрицательного влияния на ее органолептические свойства (Remya et al., 2022).

Простое перечисление результатов не имело бы должного эффекта. Результаты уже были описаны и прокомментированы в предыдущих секциях статьи, для читателей важно получить ответ на поставленные исследовательские вопросы. В данном примере авторы суммировали результаты как обоснование решения поставленных исследовательских вопросов. Мотивация авторов к исследованию, заявленная во *Введении*, получила обоснование, а читатели смогли отследить заявленную новизну исследования на практике.

В *Заклучении* не должно быть ссылок на другие исследования, нет смысла включать в него и избыточные описания, которые характерны для секции *Результаты*.

² Здесь и далее по тексту перевод авторов.

Например,,

Снижение способности метаболизировать аммиак из-за дефицита цинка в значительной степени способствует нарушению белкового обмена у пациентов с хроническими заболеваниями печени, что свидетельствует об эффективности терапии препаратами цинка. Необходимы дальнейшие исследования для выяснения подходящего времени и метода контроля за лечением цинковой добавкой у пациентов с циррозом печени. Цинк также играет важную роль в гепатоканцерогенезе [14], [15], [38], [40], метаболизме глюкозы [14], [41] и жировом обмене [42]. Вклад цинка в патологические состояния, отличные от нарушения метаболизма азота, у пациентов с циррозом печени и возможности его лечения также еще предстоит изучить³ (Katayama, 2020).

Подобный подход — неудачный ход. Читатель теряет нить рассуждения авторов, у него возникает ощущение, что исследование не завершено, поскольку автор апеллирует не к собственным результатам, а ко мнению других исследователей. Новизна исследования и его востребованность попадают под сомнение.

Финальным этапом написания *Заключения* является обсуждение значения полученных результатов для существующего знания и практики, и перспектив дальнейших исследований. Предыдущие этапы *Заключения* помогли создать необходимую основу для ключевых выводов, как практических, так и теоретических. Если в секции *Обсуждение результатов* не были рассмотрены возможные ограничения проведенного исследования, то имеет смысл сделать это на данном шаге.

Например,

Полученные результаты дают несколько интересных направлений для будущих исследований, включая определение того, какие виды микробов способствуют перевариванию липидов у младенцев и связанных с этим механизмов. Также необходимы дополнительные исследования, чтобы определить, зависит ли колонизация тонкого кишечника от каких-либо продуктов переваривания липидов у младенцев и будет ли это связано с источником жира (человеческое молоко или смесь) и какой-либо последующей обработкой (замораживание, пастеризация и т. д.) (He et al., 2020).

Несмотря на то, что данный пример в общих чертах следует необходимым акцентам шага, он не до конца функционален: «Результаты дают несколько интересных направлений»: Сразу же возникает ряд вопросов: Каких именно направлений? Что является мерилем для распределения направлений на интересные и неинтересные? и т.д. А мы помним, что эффективное *Заключение* дает ответы на вопросы, а не порождает новые!

Выполняющее свою функцию *Заключение* не должно (1) включать пространных рассуждений и очевидных вводных фраз; (2) содержать новую информацию; (3) порождать новую дискуссию; (4) выражать сомнения в отношении результатов исследования; (5) быть эмоциональным, научность подразумевает логику и аналитику⁴.

Проанализируем *заключение* статьи Reyes et al. (2022) "Antimicrobial effect of *Simira ecuadorensis* extracts and their impact on improving shelf life in chicken and fish products". Отметим сразу, что проведенный анализ ни в коей мере не умаляет значимость и ценность проведенного Reyes et al. (2022) исследования.

Авторы начинают с напоминания читателям сути исследуемой проблемы: *Растения являются неотъемлемой частью жизни коренных народов Эквадора; они используются в медицинских, пищевых, ритуальных и других целях; поэтому важно получать научную информацию об их свойствах.*

Далее следует обобщение результатов исследования: *Данные этого исследования свидетельствуют о том, что экстракты *S. ecuadorensis* проявляют противомикробную активность против *Shew. putrefaciens*, *C. jejuni*, *L. mesenteroides*, *B. cereus*, *Y. enterocolitica* и *C. perfringens*. Экстракт, высушенный распылением, обладал высокой эффективностью против *C. jejuni* в курином бульоне с 1-го дня, но не действовал против АМВ в том же продукте. Однако экстракт не оказывал действия на тот же микроорганизм в чикенбургерах. Экстракт этанол-вода был эффективен в рыбных продуктах; в случае гамбургеров можно было показать снижение роста АМВ между 3 и 9 днями и заметный эффект против *Shew. putrefaciens* до 9-го дня хранения. Они также продемонстрировали высокую противомикробную активность в отношении АТ-В и *Shew. putrefaciens* в рыбном бульоне в течение 131 дня хранения. Данные этого исследования свидетельствуют о том, что *S. ecuadorensis* обладает потенциалом в качестве новой пищевой добавки для повышения микробиологической безопасности пищевых продуктов из курицы и рыбы.*

Авторы, описывая результаты, отвечают на исследовательский вопрос, а не перечисляют результаты вне их взаимосвязи друг с другом. Читатель четко считывает позицию и видение автора. Вместе с тем имеют место лексические повторы («Данные этого исследования свидетельствуют»), которых лучше избегать.

Авторы данного *Заключения* не прокомментировали перспективы дальнейших исследований по заявленной

³ Стиль цитирования сохранен

⁴ Bouchrika, I. (2022). How to write a conclusion for a research paper: Effective tips and strategies. <https://research.com/research/how-to-write-a-conclusion-for-a-research-paper>

проблематике, тем самым оставив впечатление незавершенности исследования. Если сам автор не видит перспективы использования полученных результатов, то читателю будет еще сложнее их идентифицировать.

Эффективное *Заключение* эмпирической статьи свидетельствует об уровне экспертности автора в заявленной

проблематике. Крайне важно понимать основные шаги в его написании и не перегружать эту секцию рукописи избыточной информацией. Последняя не только не помогает усилить значимость всей рукописи, а скорее свидетельствует о низком уровне сформированности академической культуры ее автора.

ЛИТЕРАТУРА

- Derntl, M. (2014). Basics of research paper writing and publishing. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 6(2), 105. <https://doi.org/10.1504/ijtel.2014.066856>
- Faryadi, Q. (2012). How to write your PhD proposal: A step-by-step guide. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(4), 111–115.
- Han, C. E., Ewe, J. A., Kuan, C. S., & Yeo, S. K. (2022). Growth characteristic of probiotic in fermented coconut milk and the antibacterial properties against *Streptococcus pyogenes*. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 3379–3386. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05321-z>
- He, X., McClorry, Sh. Hernell, O., Lönnardal, B., & Slupsky, C. M. (2020). Digestion of human milk fat in healthy infants, *Nutrition Research*, 83, 15–29, <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.08.002>
- Katayama, K. (2020). Zinc and protein metabolism in chronic liver diseases. *Nutrition Research*, 74, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2019.11.009>

- Remya, S., Sivaraman, G. K., Joseph, T.C., Parmar, E., Sreelakshmi, K. R., Mohan, C. O. & Ravishankar, C. N. (2022). Influence of corn starch based bio-active edible coating containing fumaric acid on the lipid quality and microbial shelf life of silver pomfret fish steaks stored at 4°C. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 3387–3398. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05322-y>
- Reyes, J. F., Diez, A. M., Melero, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2022). Antimicrobial effect of *Simira ecuadorensis* extracts and their impact on improving shelf life in chicken and fish products. *Foods*, 11(15), 2352. <https://doi.org/10.3390/foods11152352>
- Zanina, E. (2016). Strategic Hedging: A Comparative Study of Methods, Results and Discussion (and Conclusion) Sections of Research Articles in English and Russian. *Journal of Language and Education*, 2(2), 52–60. <https://doi.org/10.17323/2411-7390-2016-2-2-52-60>

REFERENCES

- Derntl, M. (2014). Basics of research paper writing and publishing. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 6(2), 105. <https://doi.org/10.1504/ijtel.2014.066856>
- Faryadi, Q. (2012). How to write your PhD proposal: A step-by-step guide. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(4), 111–115.
- Han, C. E., Ewe, J. A., Kuan, C. S., & Yeo, S. K. (2022). Growth characteristic of probiotic in fermented coconut milk and the antibacterial properties against *Streptococcus pyogenes*. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 3379–3386. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05321-z>
- He, X., McClorry, Sh. Hernell, O., Lönnardal, B., & Slupsky, C. M. (2020). Digestion of human milk fat in healthy infants, *Nutrition Research*, 83, 15–29, <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.08.002>
- Katayama, K. (2020). Zinc and protein metabolism in chronic liver diseases. *Nutrition Research*, 74, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2019.11.009>
- Remya, S., Sivaraman, G. K., Joseph, T.C., Parmar, E., Sreelakshmi, K. R., Mohan, C. O. & Ravishankar, C. N. (2022). Influence of corn starch based bio-active edible coating containing fumaric acid on the lipid quality and microbial shelf life of silver pomfret fish steaks stored at 4°C. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 3387–3398. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05322-y>
- Reyes, J. F., Diez, A. M., Melero, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2022). Antimicrobial effect of *Simira ecuadorensis* extracts and their impact on improving shelf life in chicken and fish products. *Foods*, 11(15), 2352. <https://doi.org/10.3390/foods11152352>
- Zanina, E. (2016). Strategic Hedging: A Comparative Study of Methods, Results and Discussion (and Conclusion) Sections of Research Articles in English and Russian. *Journal of Language and Education*, 2(2), 52–60. <https://doi.org/10.17323/2411-7390-2016-2-2-52-60>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s147>

УДК 612.015.6:613.4:546.47

Обеспеченность цинком – важный показатель здоровья человека

А. В. Налетов¹, А. Н. Мацынин¹, М. А. Мацынина²

¹ Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», Донецк, Донецкая Народная Республика

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Корреспонденция:**Налетов Андрей Васильевич**

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»,
адрес: 83003, Донецкая Народная Республика, Донецк, пр. Ильича, 16
E-mail: nalyotov-a@mail.ru

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Поступила: 24.08.2022**Принята:** 28.09.2022**Опубликована:** 30.09.2022**Copyright:** © 2022 Авторы**АННОТАЦИЯ**

Введение. Изучение физиологических потребностей организма человека в нутриентах в норме и при различной патологии является актуальным вопросом современной нутрициологии. Цинк является одним из значимых эссенциальных микроэлементов, который участвует практически во всех процессах, протекающих в организме человека.

Цель. На основании данных ряда клинических исследований изучить влияние обеспеченности цинком на состояние здоровья человека и роль дефицита данного микронutriента в развитии ряда патологических состояний.

Материалы и методы. Анализ данных современной научной литературы по вопросу влияния обеспеченности цинком на состояние здоровья человека.

Результаты и их применение. В статье представлены современные сведения о влиянии обеспеченности цинком на состояние здоровья человека. Рассматриваются клинические проявления дефицита цинка и влияние данного состояния на развитие различных патологических процессов. Наибольшее внимание уделяется обеспеченности цинком пациентов с патологией пищеварительной системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

цинк, дефицит цинка, клинические проявления



Для цитирования: Налетов, А. В., Мацынин, А. Н., Мацынина, М. А. (2022). Обеспеченность цинком – важный показатель здоровья человека. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 12–18. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s147>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s147>

Zinc Availability is an Important Indicator of Human Health

Andrew V. Nalyotov¹, Alexander N. Matsynin¹, Maria A. Matsynina²

¹ M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk, Donetsk People's Republic

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov

Correspondence:

Andrey V. Nalyotov,

Donetsk National Medical University, 16, Illich av., Donetsk, 83003, Donetsk People's Republic
E-mail: nalyotov-a@mail.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 24.08.2022

Accepted: 28.09.2022

Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The study of the physiological needs of the human body in nutrients in normal and in various pathologies is an actual issue of modern nutritionology. Zinc is one of the significant essential trace elements, which is involved in almost all processes occurring in the human body.

Purpose. Based on data from a number of clinical studies, to study the effect of zinc availability on human health and the role of deficiency of this micronutrient in the development of a number of pathological conditions.

Materials and methods. Analysis of the data of modern scientific literature on the influence of zinc availability on human health.

Results and conclusion. The article presents up-to-date information on the impact of zinc availability on human health. Clinical manifestations of zinc deficiency and the influence of this condition on the development of various pathological processes are considered. The greatest attention is paid to the provision of zinc to patients with pathology of the digestive system.

KEYWORDS

zinc, zinc deficiency, clinical manifestations



To cite: Nalyotov, A. V., Matsynin, A. N., Matsynina, M. A. (2022). Zinc availability is an important indicator of human health. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 12–18. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s147>

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим вопросом современной нутрициологии является изучение физиологических потребностей организма человека в нутриентах в норме и при различной патологии. Большинство «болезней цивилизации» — заболеваний, широко распространенных в экономически развитых странах, — относится к группе алиментарно-зависимых (Заикина и др., 2021).

Метаболизм — совокупность всех метаболитов, являющихся конечным продуктом обмена веществ в клетке, ткани, органе или организме. На сегодняшний день установлено, что тело человека состоит из 81 элемента: 4 основных (азот, углерод, водород, кислород), 8 макроэлементов (натрий, калий, кальций, хлор, фтор, магний, фосфор, сера) и 69 микроэлементов. В исследованиях доказано, что основные и макроэлементы составляют около 99 % массы тела человека. В число жизненно необходимых (элементы, недостаточное поступление которых вызывает нарушения жизненных функций организма человека) включены 8 микроэлементов: хром, медь, железо, йод, марганец, молибден, селен и цинк. Включаясь в состав различных белков, макро- и микроэлементы участвуют в сложных процессах регулирования гомеостаза. Очевидно, что необходимое поступление микроэлементов с пищей и, соответственно, поддержание их адекватных концентраций в организме является важным условием сохранения здоровья человека, а также лечения различных патологических процессов. Согласно мнению ряда исследователей, изучение участия макро и микроэлементов в метаболических процессах и выяснение причинно-следственных отношений их дефицита с развитием различных заболеваний является одним из приоритетных направлений исследования человеческого метаболизма (Хапалюк, 2021).

Целью работы было на основании данных ряда клинических исследований изучить влияние обеспеченности цинком на состояние здоровья человека и роль дефицита данного микронутриента в развитии ряда патологических состояний.

Цинк является одним из значимых эссенциальных микроэлементов, который участвует практически во всех процессах, протекающих в организме человека.

На сегодняшний день установлено, что около 10 % генов человеческого генома кодируют белки, связанные с цинком. Существует не менее 1700 белков, различно взаимодействующих с данным элементом. Значительная часть данных белков — транскрипционные факторы, необходимые для активации транскрипции тысяч генов. Цинк обнаружен в составе более 300 ферментов, регулирующих процессы синтеза и распада белков, углеводов, жиров, нуклеиновых кислот (Choi et al., 2018; Оберлис

и др., 2015; Сальникова, 2016). Считается, что катионы цинка выполняют в клетках каталитическую, структурную и регуляторную функции. Цинк оказывает влияние на дифференцировку и рост клеток, регуляцию проницаемости клеточных мембран, процессы мембранного транспорта, работу антиоксидантной системы, участвует в процессах воспаления, апоптоза, старения и канцерогенеза (Панасенко и др., 2018; Сальникова, 2016).

Установлено, что общее содержание цинка в организме человека составляет 2–4 г, из них 90 % концентрируется в депо — в скелетной мускулатуре (60 %) и костях (30 %). Лишь менее 1 % микроэлемента определяется в сыворотке крови (Choi et al., 2018).

Считается, что цинк находится в организме человека в форме двухвалентного катиона, который электростатически вступает во взаимодействие с анионами и отрицательно заряженными компонентами макромолекул, такими как белки, образует растворимые хелатные комплексы с аминокислотами и органическими кислотами.

Согласно мнению диетологов, установленные нормы потребности цинка — 5,5–15,0 мг/сутки в зависимости от страны, как правило, должны покрываться естественным приемом пищи и воды. Рекомендовано цинк употреблять в пищу ежедневно, поскольку в организме он не депонируется (Новикова и др., 2021). Считается, что цинк содержат устрицы, крабы, говядина, индейка, тунец, яйца и молочные продукты (сыры), корень имбиря, лук-порей, зелень горчицы, цельное зерно и продукты его переработки, бобовые (горох, чечевица), орехи (кешью), семена (тыквенные, подсолнечника) (Коробейникова и др., 2018). Установлено, что абсорбция цинка увеличивается по мере снижения содержания элемента в пищевом рационе. Низкое ежедневное поступление цинка с пищей быстро приводит к его дефициту. Абсорбция микроэлемента снижается при присутствии в пище пищевых волокон, фитатов, кадмия, железа, больших доз кальция и фолиевой кислоты. Всасывание цинка усиливается под воздействием глюкозы, лактозы, белков, особенно грудного молока и сои, которые формируют Zn-аминокислотные хелаты, повышающие абсорбцию микроэлемента.

Наше мнение основывается на результатах ряда исследований и выражается в том, что современный характер питания жителей городов достаточно часто приводит к развитию недостаточного поступления цинка в организм. Несмотря на довольно широкое распространение элемента в продуктах питания, недостаточное потребление данного микронутриента отмечается у 65–70 % здоровых мужчин и женщин до 40 лет в Западной Европе и у 50–80 % россиян (Студеникин и др., 2012). В целом распространенность развития дефицита цинка во всем мире составляет более 20 % (Choi et al., 2018).

Согласно результатам ряда исследований, важной причиной недостаточного обеспечения цинком организма человека является его дефицит в почве, что ведет к обеднению пищевого рациона жителей данным микроэлементом. Считается, что 80 % пахотных земель Российской Федерации бедны цинком, поэтому пищевые продукты, полученные в этих регионах, изначально могут содержать его недостаточное количество (Хапалюк, 2021).

По мнению исследователей, недостаток цинка чаще всего встречается в педиатрической практике в период активного роста ребенка. Считается, что наибольшая потребность в данном микроэлементе отмечается у детей в возрасте 10–12 лет у девочек и 11–14 лет у мальчиков. Дети младшего школьного возраста имеют дефицит цинка в 50 % случаев, а подростки – в 30 % (Хапалюк, 2021). В исследованиях установлено, что снижение уровня обеспеченности цинком может происходить у женщин в период беременности, что оказывает влияние на течение беременности, рост и развитие плода, а также уровень заболеваемости детей в младенческом возрасте (Lamberti et al., 2016). Считается, что концентрация цинка в сыворотке крови понижается при острых инфекционно-воспалительных процессах, травмах, интенсивных физических нагрузках и стрессе (Willoughby et al., 2014). Риск дефицита цинка увеличивается при приеме некоторых лекарственных средств (например, эстрогенов, глюкокортикоидов, мочегонных).

На сегодняшний день известно, что цинк оказывает влияние на работу иммунной системы организма. Даже незначительный дефицит цинка приводит к нарушению развития и дифференцировки Т- и В-лимфоцитов, снижению процессов синтеза антител, выработки цитокинов, активации системы комплемента, а также естественных клеток-киллеров и полиморфноядерных лейкоцитов, нарушению фагоцитоза, что реализуется в повышении восприимчивости человека к воздействию инфекционных патогенов (Skrajnowska et al., 2019).

Цинк непосредственно связан с гормональным статусом организма, определяя интенсивность синтеза гормона роста (соматотропина), гонадотропина и кортикотропина. Также микроэлемент участвует в превращении тироксина в метаболически активный трийодтиронин. Не исключено, что дефицит цинка подавляет синтез гормонов щитовидной железы и нарушает связывание трийодтиронина с ядерными рецепторами, что приводит к гипотиреозу. Дефицит цинка приводит к увеличению титра антител к ткани щитовидной железы (Трошина и др., 2020). Микроэлемент участвует в поддержании необходимого уровня тестостерона в организме, регулирует уровень его активного метаболита – дигидротестостерона. Также цинк ингибирует 5-альфа-редуктазу – фермент, превращающий тестостерон в эстроген. Цинк

стимулирует выработку женского полового гормона – прогестерона, обеспечивая нормальное функционирование желтого тела. Кроме того микроэлемент играет незаменимую роль при синтезе, накоплении и освобождении инсулина в клетках поджелудочной железы.

Согласно мнению исследователей, клинически выраженная алиментарная недостаточность цинка встречается редко. При этом субклинический дефицит данного микроэлемента может быть достаточно частым состоянием, которое не имеет специфических проявлений, что затрудняет его диагностику. Традиционно считается, что дефицит цинка характеризуется патологией опорно-двигательного аппарата (нарушение осанки, сколиоз, плоскостопие), пищеварительной, и нервной систем, аллергическими заболеваниями (атопический дерматит), часто и длительно протекающими вирусно-бактериальными инфекциями слизистых оболочек (носоглотки, бронхов, мочевых путей, кишечника).

Предполагается, что при дефиците цинка могут наблюдаться такие неспецифические состояния, как нарушения сна, ухудшение состояния кожи (склонность к гнойничковым заболеваниям, угревой сыпи, увеличение длительности заживления ран), снижение аппетита, депрессия, замедленный рост, дефицит массы тела.

Лабораторная диагностика дефицита цинка считается достаточно затруднительной. Из лабораторных методов наиболее часто используется определение концентрации цинка в сыворотке крови. Диагноз дефицита цинка ставится в том случае, если содержание микроэлемента в сыворотке крови составляет менее 13 мкмоль/л. Однако для интерпретации сывороточных уровней цинка желательно определять не только его содержание в сыворотке крови, но и его экскрецию, что далеко не всегда возможно.

Установлено, что цинк абсорбируется в кишечнике активным (при умеренном потреблении – с помощью «насыщаемого переносчика» семейства hZIP1) и пассивным (при высоком потреблении цинка – парацеллюлярным движением) путями. Основная часть цинка адсорбируется в тонкой кишке: в двенадцатиперстной кишке всасывается 40–45 %, а в тощей и подвздошной – 15–21 %. В желудке и прямой кишке всасывается не более 2 % цинка. На щеточной кайме клетки слизистой оболочки кишечника ионы цинка, связанные с небольшими пептидами или аминокислотами, высвобождаются, абсорбируются с помощью переносчика и в цитозоле связываются с металлопротеинами и другими белками, а затем переходят в кровь (Студеникин и др., 2012).

С одной стороны, заболевания пищеварительной системы, сопровождающиеся синдромом мальабсорбции, приводят к возникновению дефицита цинка, с другой –

дефицит цинка оказывает влияние на функцию слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (Hujuel, 2020).

Учитывая полученные сведения, следует ожидать развития дефицита цинка у пациентов с тяжелой патологией ЖКТ. Так, исследователями установлено, что при целиакии дефицит цинка наблюдается у 60–70 % пациентов, причем уровень дефицита микроэлемента зависит от степени атрофии кишечных ворсинок: при частичной атрофии дефицит цинка встречается у 60 % больных, при субтотальной – у 80 %, а при полной – у 92 % случаев (Wierdsma et al, 2013). При этом выявлено, что строгая безглютеновая диета приводит как к гистологической ремиссии, так и к нормализации уровня цинка в крови (Kreutz et al., 2020).

Механизмы развития дефицита цинка при целиакии до конца не изучены. Установлено, что дефицит цинка приводит к активации тканевой трансглутаминазы, активации Т-клеток у людей, генетически предрасположенных к целиакии, воспалению с атрофией ворсинок и усилению параклеточной проницаемости для глиадина через кишечный барьер (Li et al., 2022).

Согласно результатам исследований установлено, что дефицит цинка также типичен для воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК). Выявлено, что 15 % пациентов с ВЗК имеют дефицита данного микроэлемента (Ghishan et al., 2017). Недавно проведенное исследование показало, что дефицит цинка у пациентов с болезнью Крона и язвенным колитом связан с плохими клиническими исходами: повышенным риском последующих госпитализаций, операций и осложнений, связанных с заболеванием. Авторы показали, что исходы улучшаются при нормализации уровня цинка, рекомендовали мониторинг обеспеченности данным микроэлемента и проведение его саплементации у пациентов с ВЗК по мере необходимости (Siva et al., 2017; Vasseur et al., 2020).

По мнению исследователей, снижение обеспеченности цинком может лежать в основе поддержания процессов воспаления и снижении уровня антиоксидантной защиты (Ohashi et al., 2019; Vaghari-Tabari et al., 2021). Доказано, что дефицит цинка может нарушать организацию плотных контактов и целостность эпителиального барьера кишечника, а саплементация микроэлементом снижает проникание антигенов через кишечную стенку.

Считается, что дефицит цинка при болезни Крона связан с плохим его всасыванием или недополучением микроэлемента с пищей из-за применения ограничительной диеты. Дефицит цинка у пациентов с язвенным колитом расценивается как следствие недоедания,

вызванного недостаточным пероральным приемом из-за заболевания, а не повреждением ткани толстой кишки (Hwang et al., 2012).

Традиционно считается, что цинк необходим для нормального развития и функционирования головного мозга. Именно головной мозг имеет наибольшую концентрацию данного микроэлемента (150 мкмоль/л) в организме, десятикратно превышающую его концентрацию в сыворотке крови. Ионы цинка участвуют в формировании мозга и его нейротрансмиссивной функции, выступая в качестве нейромодулятора и нейромедиатора синаптической передачи. Его содержание определяет во многом нормальные когнитивную и эмоциональную функции, сопряжен с механизмами памяти и восприимчивостью к обучению. Недостаточное поступление цинка с пищей оказывает влияние на гомеостаз в головном мозге, вызывая дисфункцию последнего, включая расстройства познания и нарушение обоняния. Учеными предполагается, что дефицит цинка приводит к снижению абсорбции дофамина в клетках, способствует развитию депрессии (Portbury et al., 2017).

Таким образом, согласно мнению многих исследователей, обеспеченность организма цинком является важнейшим показателем здоровья человека, а его дефицит лежит в патогенезе ряда заболеваний. Поддержание необходимой обеспеченности данного микроэлемента является важнейшим фактором сохранения здоровья человека и коррекции ряда патологических процессов. На наш взгляд разработка индивидуальных схем саплементации цинка при различных заболеваниях и в периоды активного роста, повышении физических нагрузках, воздействии стрессовых факторов является актуальным вопросом современной медицины. Особенно актуальным данный аспект остается в педиатрической практике, учитывая, что именно в этот период идет активное становление функции всех органов и систем организма.

ВКЛАД АВТОРОВ

Налетов. А. В. — задумал и разработал анализ, разработал методологию и ее анализ, предоставил данные и инструменты анализа, провел анализ, написал статью.

Мацынин А. Н. — задумал и разработал анализ, разработал методологию и ее анализ, предоставил данные и инструменты анализа, провел анализ, написал статью.

Мацынина М. А. — задумала и разработала анализ, разработала методологию и ее анализ, предоставила данные и инструменты анализа, провела анализ, написала статью.

ЛИТЕРАТУРА

- Заикина, И. В., Комлева, Н. Е., & Микеров, А. Н. (2021). Роль витамина D, цинка и селена в развитии неинфекционных заболеваний (обзор литературы). *Гигиена и санитария*, 100(7), 730–735. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-730-735>
- Коробейникова, Т. В. (2018). Вегетарианство и микронутриенты. *Микронутриенты в медицине*, 19(2), 34–40.
- Новикова, В. П., & Хавкин, А. И. (2021). Дефицит цинка и микробиота кишечника. *Вопросы практической педиатрии*, 16(3), 92–98. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2021-3-92-98>
- Оберлис, Д., Скальный, А. В., Скальная, М. Г., Никоноров, А. А., & Никонорова, Е. А. (2015). Патофизиология микроэлементозов. Сообщение 2. Цинк. *Патогенез*, 13(4), 9–11.
- Панасенко, Л. М., Карцева, Т. В., Нефедова, Ж. В., & Задорина-Хуторная, Е. В. (2018). Роль основных минеральных веществ в питании детей. *Вестник перинатологии и педиатрии*, 63(1), 122–127. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-1-122-127>
- Сальникова, Е. В. (2016). Потребность человека в цинке и его источники (обзор). *Микроэлементы в медицине*, 17(4), 11–15.
- Студеникин, В. М., Турсунхужаева, С. Ш., & Шелковский, В. И. (2012). Цинк в нейрорпедиатрии и нейродиетологии. *Лечащий врач*, 1, 44–47.
- Трошина, Е. А., & Сенюшкина, Е. С. (2020). Роль цинка в процессах синтеза и метаболизма гормонов щитовидной железы. *Клиническая и экспериментальная тиреодология*, 16(3), 25–30.
- Хапалюк, А. В. (2021). Биологическое и клиническое значение цинка. *Лечебное дело*, 2(77), 13–21.
- Choi, S., Liu, X., & Pan, Z. (2018). Zinc deficiency and cellular oxidative stress: prognostic implications in cardiovascular diseases. *Acta Pharmacologica Sinica*, 39(7), 1120–1132. <https://doi.org/10.1038/aps.2018.25>
- Ghishan, F. K., & Kiela, P. R. (2017). Vitamins and minerals in inflammatory bowel disease. *Gastroenterology Clinics of North America*, 46(4), 797–808. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2017.08.011>
- Hujoel, I. A. (2020). Nutritional status in irritable bowel syndrome: A North American population-based study. *JGH Open*, 4(4), 656–662. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12311>
- Hwang, C., Ross, V., & Mahadevan, U. (2012). Micronutrient deficiencies in inflammatory bowel disease: from A to zinc. *Inflammatory Bowel Diseases*, 18(10), 1961–1981. <https://doi.org/10.1002/ibd.22906>
- Kreutz, J. M., Adriaanse, M. P. M., van der Ploeg, E. M. C., & Vreugdenhil, A. C. E. (2020). Narrative review: nutrient deficiencies in adults and children with treated and untreated celiac disease. *Nutrients*, 12(2), 500. <https://doi.org/10.3390/nu12020500>
- Lamberti, L. M., Fischer Walker, C. L., & Black, R. E. (2016). Zinc deficiency in childhood and pregnancy: evidence for intervention effects and program responses. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 115, 125–133. <https://doi.org/10.1159/000442079>
- Li, Zh., Zhang, L., Li, L., & Du, Zh. (2022). Evaluation of serum levels of copper and zinc in patients with celiac disease seropositivity: findings from the National health and nutrition examination Survey. *Biological Trace Element Research*. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03212-8>
- Ohashi, W., & Fukada, T. (2019). Contribution of zinc and zinc transporters in the pathogenesis of inflammatory bowel diseases. *Journal of Immunology Research*, 8396878. <https://doi.org/10.1155/2019/8396878>
- Portbury, S. D., & Adlard, P. A. (2017). Zinc signal in brain diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(8), E2506. <https://doi.org/10.3390/ijms18122506>
- Siva, S., Rubin, D.T., Gulotta, G., Wroblewski, K., & Pekow, J. (2017). Zinc deficiency is associated with poor clinical Outcomes in patients with inflammatory bowel disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, 23(1), 152–157. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000989>
- Skrajnowska, D., & Bobrowska-Korczak, B. (2019). Role of zinc in immune system and anti-cancer defense mechanisms. *Nutrients*, 11(10), 2273. <https://doi.org/10.3390/nu11102273>
- Vaghari-Tabari, M., Jafari-Gharabaghlo, D., Sadeghsoltani, F., Hassanpour, P., Qujeq, D., Rashtchizadeh, N., & Ghorbanihaghjo, A. (2021). Zinc and selenium in inflammatory bowel disease: trace elements with key roles? *Biological Trace Element Research*, 199(9), 3190–3204. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02444-w>
- Vasseur, P., Dugelay, E., Benamouzig, R., Savoye, G., Hercberg, S., Touvier, M., Hugot, J. P., Julia, C., Lan, A., & Buscail, C. (2020). Dietary zinc intake and inflammatory bowel disease in the French NutriNet-Santé cohort. *The American Journal of Gastroenterology*, 115(8), 1293–1297. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000688>
- Wierdsma, N. J., van Bokhorst-de van der Schueren, M. A., Berkenpas, M., Mulder, C. J., & van Bodegraven, A. A. (2013). Vitamin and mineral deficiencies are highly prevalent in newly diagnosed celiac disease patients. *Nutrients*, 5(10), 3975–3992. <https://doi.org/10.3390/nu5103975>
- Willoughby, J. L., & Bowen, C. N. (2014). Zinc deficiency and toxicity in pediatric practice. *Current Opinion in Pediatrics*, 26(5), 579–584. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000132>

REFERENCES

- Zaikina, I. V., Komleva, N. E., & Mikerov, A. N. (2021). The role of vitamin D, zinc and selenium in the development of non-communicable diseases (review). *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 100(7), 730–735. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-730-735>
- Korobeynikova, T. V. (2018). Vegetarianism and micronutrients. *Mikronutrienty v medicine* [Micronutrients in Medicine], 19(2), 34–40.
- Novikova, V. P., & Khavkin, A. I. (2021). Zinc deficiency and intestinal microbiota. *Voprosy prakticheskoy pediatrii* [Questions of Practical Pediatrics], 16(3), 92–98. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2021-3-92-98>
- Oberlis, D., Skalny, A. V., Skalnaya, M. G., Nikonorov, A. A., & Nikonorova, E. A. (2015). [Pathophysiology of Microelementoses]. *Patogenez* [Pathogenesis], 13 (4). 9–11.
- Panasenko, L. M., Kartseva, T. V., Nefedova, Zh. V., & Zadornina-Khutornaya, E. V. (2018). The role of basic minerals in the nutrition of children. *Vestnik perinatologii i pediatrii* [Bulletin of Perinatology and Pediatrics], 63(1), 122–127. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-1-122-127>
- Salnikova, E. V. (2016). The human need for zinc and its sources (review). *Mikroelementy v medicine* [Microelements in medicine], 17(4), 11–15.
- Studenikin, V. M., Tursunhuzhaeva, S. Sh., & Shelkovsky, V. I. (2012). Zinc in neuropsychiatry and neurodetology. *Lechashhij vrach* [Attending Physician], 1, 44–47.
- Troshina, E. A., & Senyushkina, E. S. (2020). The role of zinc in the synthesis and metabolism of thyroid hormones. *Klinicheskaya i jeksperimental'naya tireodologiya* [Clinical and Experimental Thyroidology], 16(3), 25–30.
- Hapalyuk, A. V. (2021). Biological and clinical significance of zinc. *Lechebnoe delo* [Medical Business], 2(77), 13–21.
- Choi, S., Liu, X., & Pan, Z. (2018) Zinc deficiency and cellular oxidative stress: prognostic implications in cardiovascular diseases. *Acta Pharmacologica Sinica*, 39(7). 1120–1132. <https://doi.org/10.1038/aps.2018.25>
- Ghishan, F. K., & Kiela, P. R. (2017) Vitamins and minerals in inflammatory bowel disease. *Gastroenterology Clinics of North America*, 46(4), 797–808. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2017.08.011>
- Hujoel, I. A. (2020). Nutritional status in irritable bowel syndrome: A North American population-based study. *JGH Open*, 4(4), 656–662. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12311>
- Hwang, C., Ross, V., & Mahadevan, U. (2012). Micronutrient deficiencies in inflammatory bowel disease: from A to zinc. *Inflammatory Bowel Diseases*, 18(10), 1961–1981. <https://doi.org/10.1002/ibd.22906>
- Kreutz, J. M., Adriaanse, M. P. M., van der Ploeg, E. M. C., & Vreugdenhil, A. C. E. (2020) Narrative review: nutrient deficiencies in adults and children with treated and untreated celiac disease. *Nutrients*, 12(2), 500. <https://doi.org/10.3390/nu12020500>
- Lamberti, L. M., Fischer Walker, C. L., & Black, R. E. (2016) Zinc deficiency in childhood and pregnancy: evidence for intervention effects and program responses. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 115, 125–133. <https://doi.org/10.1159/000442079>
- Li, Zh., Zhang, L., Li, L., & Du, Zh. (2022). Evaluation of serum levels of copper and zinc in patients with celiac disease seropositivity: findings from the National health and nutrition examination Survey. *Biological Trace Element Research*. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03212-8>
- Ohashi, W., & Fukada, T. (2019). Contribution of zinc and zinc transporters in the pathogenesis of inflammatory bowel diseases. *Journal of Immunology Research*, 8396878. <https://doi.org/10.1155/2019/8396878>
- Portbury, S. D., & Adlard, P. A. (2017) Zinc signal in brain diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(8), E2506. <https://doi.org/10.3390/ijms18122506>
- Siva, S., Rubin, D.T., Gulotta, G., Wroblewski, K., & Pekow, J. (2017) Zinc deficiency is associated with poor clinical Outcomes in patients with inflammatory bowel disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, 23(1), 152–157. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000989>
- Skrajnowska, D., & Bobrowska-Korczak, B. (2019). Role of zinc in immune system and anti-cancer defense mechanisms. *Nutrients*, 11(10), 2273. <https://doi.org/10.3390/nu11102273>
- Vaghari-Tabari, M., Jafari-Gharabaghlo, D., Sadeghsoltani, F., Hassanpour, P., Qujeq, D., Rashtchizadeh, N., & Ghorbanihaghjo, A. (2021). Zinc and selenium in inflammatory bowel disease: trace elements with key roles? *Biological Trace Element Research*, 199(9), 3190–3204. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02444-w>
- Vasseur, P., Dugelay, E., Benamouzig, R., Savoye, G., Hercberg, S., Touvier, M., Hugot, J. P., Julia, C., Lan, A., & Buscail, C. (2020). Dietary zinc intake and inflammatory bowel disease in the French NutriNet-Santé cohort. *The American Journal of Gastroenterology*, 115(8), 1293–1297. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000688>
- Wierdsma, N. J., van Bokhorst-de van der Schueren, M. A., Berkenpas, M., Mulder, C. J., & van Bodegraven, A. A. (2013). Vitamin and mineral deficiencies are highly prevalent in newly diagnosed celiac disease patients. *Nutrients*, 5(10), 3975–3992. <https://doi.org/10.3390/nu5103975>
- Willoughby, J. L., & Bowen, C. N. (2014). Zinc deficiency and toxicity in pediatric practice. *Current Opinion in Pediatrics*, 26(5), 579–584. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000132>

Хищные птицы как индикаторы состояния окружающей среды урбанизированных территорий

М. В. Степанова

ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет
пищевых производств»,
Москва, Россия

Корреспонденция:
Степановой Марине Вячеславовне,
ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет
пищевых производств»,
Москва, Россия
Адрес: 125080, Москва,
Волоколамское шоссе, дом 11
E-mail: stepanovamv@mgupr.ru

Конфликт интересов:
автор сообщает об отсутствии
конфликта интересов

Поступила: 28.07.2022
Принята: 23.09.2022
Опубликована: 30.09.2022

Copyright: © 2022 Автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Орлан-белохвост — редкий, крупный вид хищных птиц. Для восстановления вида создаются в зоологических учреждениях резервные популяции. Птицы имеют достаточно высокий уровень обмена веществ и чувствительны к загрязнителям, поэтому необходимо проводить мониторинг среды содержания и оценивать количественное поступление химических веществ в организм животных.

Целью исследования явилось изучение влияния загрязнения окружающей среды на накопления тяжелых металлов (цинка, меди, железа, свинца, кадмия и мышьяка) орланами — белохвостыми, проживающих в зоологических учреждениях городов Москвы, Иваново и Ярославля.

Методы и материалы. Оценка уровня концентрации металлов проводилась с помощью разработанных центильных шкал, которые планируется применять для оценки факторов развития паранеопластических офтальмопатий.

Результаты. При изучении различий кумуляции тяжелых металлов в перьях орланов — белохвостых установлено достоверное увеличение концентрации кадмия стержне в 3,64 раза, что свидетельствует о его внешнем поступлении. В перьях самцов, по сравнению с самками, выявлено достоверное ($p < 0,05$) увеличение содержания Cu в 13,98 раза, Zn — в 8,41 раза. У самок установлено достоверное увеличение концентрации Cd в 1,60 раза, As — в 12,18 раза.

Выводы. Выявлена достоверная средняя прямая связь между уровнем Zn и Fe, Cu и Pb, Cd и As, что свидетельствует о взаимной симбатности между этими металлами в организме животных. Между Zn и As определено антагонистическое совместное накопление. Средние концентрации Zn, Cu, Pb и Cd установлены у 50 % экземпляров орланов, Fe и As — у 62,5 % от общего количества изученных птиц. В исследуемой выборке животных выявлена тенденция к увеличению накопления Fe и As.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

поллютанты, токсиканты, тяжелые металлы, перья, орлан-белохвостый, биосубстраты, паранеопластические офтальмопатии

Для цитирования: Степанова, М.В. (2022). Хищные птицы как индикаторы состояния окружающей среды урбанизированных территорий. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 19–27. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s152>

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках темы Этиопатогенез и разработка методов диагностики, профилактики и лечения иммунообусловленных паранеопластических офтальмопатий у животных, Московский государственный университет пищевых производств (Код (шифр) научной темы: FSMF-2022-0003)



<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s152>

Birds of Prey as Indicators of the State of the Environment in Urban Areas

Marina V. Stepanova

Moscow State University of Food
Production

Correspondence:

Marina V. Stepanova,
Moscow State University
of Food Production
Address: 11, Volokolamskoe highway,
125080, Moscow, Russia.
E-mail: stepanovamv@mgupp.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 28.07.2022

Accepted: 23.09.2022

Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Author

ABSTRACT

Introduction. The white-tailed eagle is a rare, large species of bird of prey. To restore the species, reserve populations are created in zoological institutions. Birds have a fairly high level of metabolism and are sensitive to pollutants, so it is necessary to monitor the environment and evaluate the quantitative intake of chemicals into the animal organism.

Purpose. The aim of the study was to study the effect of environmental pollution on the accumulation of heavy metals (zinc, copper, iron, lead, cadmium and arsenic) by white-tailed eagles living in zoological institutions in the cities of Moscow, Ivanovo and Yaroslavl.

Materials and Methods. The assessment of the level of metal concentration was carried out using the developed centile scales, which are planned to assess the development factors of paraneoplastic ophthalmopathies.

Results. When studying the differences in the accumulation of heavy metals in the feathers of white-tailed eagles, a significant increase in the concentration of cadmium in the rod by 3.64 times was found, which indicates its external intake. In the feathers of males, compared with females, a significant ($p < 0.05$) increase in the content of Cu by 13.98 times, Zn — by 8.41 times was revealed. In females, a significant increase in the concentration of Cd by 1.60 times, As — by 12.18 times was found.

Conclusions. A reliable average direct relationship between the level of Zn and Fe, Cu and Pb, Cd and As was revealed, which indicates the mutual symbation between these metals in the animal body. Between Zn and As defined antagonistic joint accumulation. The average concentrations of Zn, Cu, Pb and Cd were found in 50 % of the specimens of sea eagles, Fe and As in 62.5 % of the total number of birds studied. In the studied sample of animals, a tendency to an increase in the accumulation of Fe and As was revealed.

KEYWORDS

pollutants, toxicants, heavy metals, feathers, white-tailed eagle, biosubstrates, paraneoplastic ophthalmopathies

To cite: Stepanova, M.V. (2022). Birds of Prey as Indicators of the State of the Environment in Urban Areas. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 19–27. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s152>

Funding: the work was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the Etiopathogenesis and the Development of Methods for the Diagnosis, Prevention and Treatment of Immune-mediated Paraneoplastic Ophthalmopathies in Animals Project, Moscow State University of Food Production (Code: FSMF-2022-0003)



ВВЕДЕНИЕ

В результате антропогенного воздействия в окружающую среду постоянно попадают самые разные поллютанты и мировое загрязнение экосистем во всем мире быстро стало вызывать обеспокоенность мирового сообщества (Çelik et al., 2021; Mukherjee et al., 2022).

Ряд авторов показали, что перья обладают сорбционной активностью, которая имеет видовую специфичность кумуляции (Пономарев и др., 2018; Burger et al., 2009; Kar et al., 2004; Gamberg et al., 2020). На направленность и интенсивность биогенной миграции МЭ оказывает существенное влияние техногенез. Перьевой покров птиц способен перераспределять, накапливать ТМ и кумулировать из окружающей среды населённых пунктов различного рода поллютанты (Нода и др., 2016; Пономарев и др., 2015; Chatelain et al., 2021; Yao et al., 2021). Ксенобиотики попадают в перья только во время их образования, что делает уровень загрязнения перьев оптимальным биоиндикатором общего загрязнения вблизи мест гнездования (Добровольская, 2004; Adout et al., — 2007; Joshua et al., 2021; Korbecki et al., 2019; Poesel et al., 2008). Имеются отдельные сведения о неоднородной способности участков перьевого покрова тела кумулировать элементы (Лысенкова и др., 2004; Santos et al., 2021). Уровень содержания любых химических веществ в организме влияет на его функционирование, при отклонении от оптимального содержания развиваются заболевания разной этиологии (Pereira et al., 2021). Ряд отечественных и зарубежных ученых занимались вопросами особенностей накопления микроэлементов в перьевом покрове птиц, но все они являются разрозненными, ограничиваются небольшой территорией исследования и проводились в основном на синантропных и одомашненных видах (Нода и др., 2016; Пономарев и др., 2015; Aladdin et al., 2022; Betleja et al., 1993; Fernando et al., 2020; Kar et al., 2021; Lock et al., 1992).

Орлан — белохвост — крупный вид хищных птиц, обитающих вблизи крупных водоемов, в том числе и в Среднем Поволжье. На большей части ареала вида в Европейской части России в 40–50 — х гг. произошло сокращение численности в результате исчезновения исконных мест обитания от антропогенной деятельности, далее идет уменьшение доли пар яиц, так и увеличение смертности птенцов, хищничества (Шашкин, 2010; Masterov et al., 2022). Восстановлением популяций хищных птиц осуществляется не только путем охраны мест гнездований в природе, но созданием генофонда редких видов, в том числе и орлана — белохвоста, занимаются зоологические учреждения, питомники и соответствующие ассоциации, где производит естественное их разведение (Остапенко и др., 2017). По состоянию на 01.01.2022 г. в 54 учреждениях содержится 188 особей данного вида: 75/76/37,

что в сравнении с 2020 годом на 3,19 % меньше.¹ В 2021 году потомство получено только в 3 зоопарках. Это связано с малой численностью вида в природе и часто с поступлением в коллекции ослабленных особей. Поскольку резервные популяции создаются на урбанизированных территориях, а птицы имеют достаточно высокий уровень обмена веществ и чувствительны к загрязнителям, необходимо проводить мониторинг среды содержания и оценивать количественное поступление химических веществ в организм животных.

Цель исследования: Изучение содержания микроэлементов, в том числе тяжелых металлов, в перьевом покрове орланов-белохвостых *Haliaeetus albicilla*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в 2018–2022 годах с помощью комплекса современных экологических, биологических и статистических методов в перьях орлана — белохвоста *Haliaeetus albicilla* (Рисунок 1), содержащихся

Рисунок 1

Орлан — белохвост *Haliaeetus albicilla* (<https://ptici.info/ptici/orlan-belohvost.html>)



¹ Информационный сборник зоопарков и аквариумов. Выпуск № 41. Том II. (2022). Московский государственный зоологический парк. — 509 с. <http://earaza.ru/wp-content/uploads/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%E2%84%96-41-%D1%82%D0%BE%D0%BC-II-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B%D0%B9-2022-14.07.22.pdf> (дата обращения: 18.09.2022)

в Московском зоопарке, располагающемся около Садового кольца, между улицами Красная Пресня, Большая Грузинская и Зоологическая, Ярославском зоопарке, который находится в Заволжском районе города и Ивановском зоопарке.

Исследования выполнены на атомно абсорбционном спектрометре «Квант-2А» на микро популяциях физиологически здоровых животных вида орлан — белохвост *Haliaeetus albicilla*. Все животные находились в половозрелом возрасте. В пробах проводилась оценка уровня содержания микроэлементов и тяжелых металлов — цинка, меди, железа, кадмия, свинца и мышьяка.

Снег отбирался в период максимального снегостояния конвертным способом на площадке 1×1 м в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05–85. Отбор объединенных проб почв массой не менее 1 кг осуществляли на территории зоологических учреждений два раза в год — весной и осенью в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01–2017, ГОСТ 17.4.4.02–2017, ГОСТ 58595–2019.

Для оценки загрязнения окружающей среды применялись результаты собственных исследований: было отобрано 24 пробы биосред, 22 пробы почв и 16 проб снежного покрова, выполнено 1578 измерений микроэлементов.

Полученные результаты обрабатывали статистически. Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах и сопряженности между признаками, характера распределения данных совместности, были использованы непараметрический критерий *W* критерий Краскела-Уоллиса, *t* — тест Стьюдента

и коэффициент корреляции Спирмена. Были сформированы базы данных в программах «Microsoft Office Excel» 2010, «Statistica» версия 10.0 в среде Windows XP.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что по величине среднего содержания в перьях орлана — белохвоста исследуемые элементы образуют следующий убывающий ряд: Fe > Zn > Cu > Pb > Cd > As (Таблица 1).

Средний уровень накопления перьями орлана Zn составил $111,77 \pm 7,66$ мг/кг, Cu — $12,89 \pm 3,86$ мг/кг, Fe — $405,21 \pm 26,23$ мг/кг, Pb — $12,27 \pm 1,61$ мг/кг, Cd — $1,37 \pm 0,46$ мг/кг и As — $0,57 \pm 0,07$ мг/кг. Коэффициенты вариации по содержанию ХЭ в исследуемой выборке особей составил %: Zn — 63,2; Cu — 107,6; Fe — 50,9; Pb — 131,3; Cd — 102,5 и As — 123,1. Наибольшие колебания характерны для Pb, Cd и As, что совпадает с данными литературы по Pb (Степанова, 2020).

Биосубстраты, отобранные в Москве, отличаются повышенным уровнем содержания Pb и Cd, пониженным — Cu; в Ярославле: высоким накоплением Cu и As, низким — Zn; в Иваново — низкой концентрацией Fe, Pb, Cd и As, что согласуется с исследованиями других авторов (Еськов, 2008). Птицы, содержащиеся в крупном промышленном областном центре, достоверно накапливают более высокие концентрации Cu. Установлено достоверное снижение Pb у орлана — белохвоста Ивановского зоопарка. Данные исследования согласуются с региональными особенностями содержания элемента в природных объектах (Степанова и др., 2020).

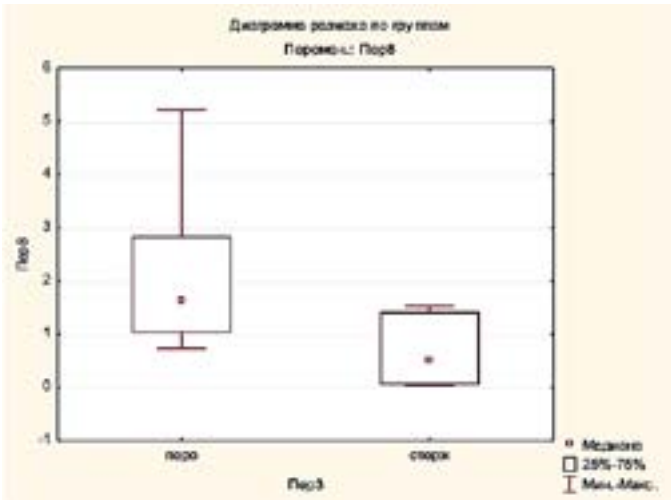
Таблица 1

Показатели содержания Zn, Pb, Cu, Fe, Cd в перьях орлана — белохвоста *Haliaeetus albicilla*

Принцип сравнения	Наименование	МЭ и ТТМ (мг/кг)					
		Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
Место отбора проб	Москва	$138,91 \pm 9,43$	$3,44 \pm 0,14^*$	$447,66 \pm 16,85$	$30,86 \pm 7,05^*$	$2,46 \pm 0,71$	$0,28 \pm 0,12$
	Ярославль	$86,95 \pm 18,72$	$21,33 \pm 5,52^*$	$444,17 \pm 127,56$	$23,94 \pm 6,67^*$	$1,32 \pm 0,54$	$0,92 \pm 0,36$
	Иваново	$134,26 \pm 8,34$	$5,45 \pm 0,59^*$	$284,87 \pm 41,10$	$1,12 \pm 0,41^*$	$0,40 \pm 0,18$	$0,16 \pm 0,06$
Часть пера	Стержень	$92,92 \pm 33,49$	$13,26 \pm 8,57$	$320,70 \pm 53,40$	$19,04 \pm 9,76$	$0,59 \pm 0,16^*$	$0,44 \pm 0,19$
	Опахало	$130,61 \pm 28,49$	$12,51 \pm 7,52$	$489,73 \pm 165,50$	$5,51 \pm 1,25$	$2,15 \pm 0,58^*$	$0,71 \pm 0,17$
Пол	Самки	$19,30 \pm 0,53^*$	$2,33 \pm 0,22^*$	$372,26 \pm 17,85$	$32,62 \pm 0,01$	$1,47 \pm 0,01^*$	$1,34 \pm 0,17^*$
	Самцы	$162,34 \pm 3,16^*$	$32,58 \pm 7,26^*$	$592,11 \pm 51,35$	$29,97 \pm 2,53$	$0,92 \pm 0,09^*$	$0,11 \pm 0,04^*$
В среднем по виду		$111,77 \pm 10,66$	$12,89 \pm 3,86$	$405,21 \pm 26,23$	$12,27 \pm 1,61$	$1,37 \pm 0,41$	$0,57 \pm 0,08$

*Достоверные отличия ($p < 0,05$)

Рисунок 2
Зависимость уровня накопления кадмия в стержне и опахале перьевого покрова орлана – белохвоста



При изучении различий кумуляции тяжелых металлов в перьях орлана – белохвоста установлено достоверное ($p = 0,012$) увеличение концентрации кадмия стержне в 3,64 раза (Рисунок 2), что свидетельствует о его внешнем поступлении (Janssens et al., 2003).

В перьях самцов, по сравнению с самками, выявлено достоверное ($p < 0,05$) увеличение содержания Cu в 13,98 раза, Zn – в 8,41 раза, что совпадает с более ранними исследованиями (Степанова и др., 2020). У самок установлено достоверное увеличение концентрации ксенобиотиков Cd в 1,60 раза, As – в 12,18 раза. Более высокие концентрации Cd в организме самок связаны с более высоким уровнем накопления производными кожи (Sengupta et al., 2015). По другим элементам достоверных половых отличий уровня содержания не выявлено.

Для проверки возможного взаимозависимого накопления металлов в биосубстратах был проведен попарный корреляционный анализ (Таблица 2), в ходе которого выявлена достоверная средняя прямая связь между уровнем Zn и Fe, Cu и Pb, Cd и As ($r = 0,50$, $r = 0,51$ и $r = 0,83$ соответственно), что свидетельствует о взаимной симбатности между этими металлами в организме животных. Между цинком и мышьяком определено антагонистическое совместное накопление.

В настоящий момент времени в литературе нет информации о фоновом и нормальном уровнях содержания изучаемых токсикантов в перьях исследуемых объектов, поэтому для оценки концентрации металлов в биосубстратах на основании выше указанных сведений были составлены центильные шкалы (Таблица 3).

Таблица 2
Корреляционный анализ совместной кумуляции исследуемых металлов в перьях орлана – белохвоста *Haliaeetus albicilla*

	Медь	Железо	Свинец	Кадмий	Мышьяк
Цинк	0,32	0,50*	-0,27	-0,03	-0,42*
Медь	—	-0,19	0,51*	0,08	-0,26
Железо		—	-0,11	0,31	0,07
Свинец			—	0,02	-0,06
Кадмий				—	0,83*

*Достоверные отличия ($p < 0,05$).

Таблица 3
Центильные шкалы для оценки тяжелых металлов в перьях орланов – белохвостых *Haliaeetus albicilla*

Про- цен- тиль	МЭ и ТТМ (мг/кг)					
	Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
5	3,8653	0,7826	220,4490	0,0001	0,0459	0,0001
10	8,5369	1,4187	229,0632	0,0002	0,1221	0,0043
25	57,3870	4,2806	284,7511	0,6571	0,4727	0,1127
50	134,068	5,9596	342,2875	1,9602	1,0025	0,2646
75	151,9250	18,6405	421,3341	21,6645	1,6243	0,7015
90	194,2302	36,2686	775,7251	39,1042	3,1811	1,8122
95	208,5125	43,6449	883,6790	42,4552	4,7108	1,8889

По градации была произведена оценка содержания химических веществ в перьях обследованных птиц. Наименьшие колебания в отклонении уровня накопления ксенобиотиков отмечены в отношении Fe и As. У 12,5 % исследуемых орланов – белохвостых выявлено очень низкое содержание Zn, а у 12,5 % очень высокое – Cu, Fe и Pb.

Средние концентрации Zn, Cu, Pb и Cd установлены у 50 % экземпляров орланов, Fe и As – у 62,5 % от общего количества изученных птиц (Рисунок 3). В исследуемой выборке животных выявлена тенденция к увеличению накопления Fe и As.

Чаще всего в исследуемых пробах наблюдали отклонение от среднего уровня содержания элемента I степени по Zn, Cu, Fe и Cd, II степени – по Pb и As (Рисунок 4).

Уровень микроэлементов в организме животных и человека влияет на состояние их здоровья. При существенных отклонениях в их содержании развивают-

Рисунок 3

Оценка уровня накопления исследуемых микроэлементов первым покровом орлана-белохвоста

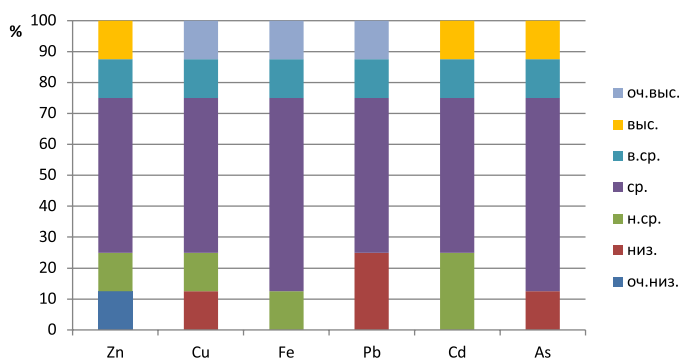
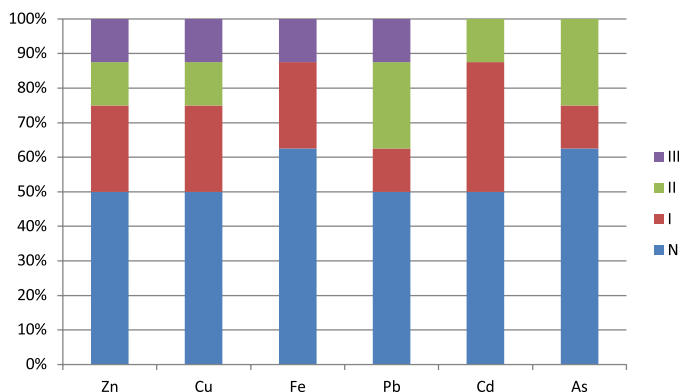


Рисунок 4

Процентное содержание изучаемых микроэлементов в перьях орлана – белохвоста в пределах нормы и отклонения от нее



ся различные патологические состояния. Считается, что цинк необходим для оптимального метаболизма клеток сетчатки, модификации плазматических мембран фоторецепторов, регуляции реакции свет-родопсин и модуляции синаптической передачи. Имеются наблюдения о значительном увеличении концентрации Zn как при злокачественных, так и доброкачественных опухолевых тканях кожи. Это было связано с двумя

возможными причинами: интенсивными метаболическими процессами в неопластических клетках и повышенной активностью внутриклеточных ферментов, которые требуют внутриклеточного цинка для правильного функционирования, или увеличением внутриклеточного Zn, который ингибирует апоптоз опухолевых клеток. Напротив, содержание цинка было значительно ниже, а меди значительно выше в неопластической ткани с гепатоцеллюлярной карциномой и самок с опухолями молочной железы по сравнению со здоровыми тканями. Поэтому предложенные центильные шкалы можно применять для оценки факторов развития паранеопластических офтальмопатий.

Уровень содержания металлов в организме отражает влияние окружающей среды на животных. На это указывает выявленная прямая корреляция между уровнями Cd и Cu в почве и в перьях ($r = 0,26$ и $0,19$ соответственно при $p < 0,05$), а также прямая связь с уровня Cd и металла-синергиста Pb в снежном покрове ($r = 0,26$; $p < 0,05$). Антагонизм между металлами объясняется их связью с белком металлотионеином.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у орланов – белохвостых, содержащихся в зоопарках, наблюдается тенденция к увеличению содержания железа и снижению уровня меди, остальные металлы содержатся в пределах нормы. Уровень концентрации токсикантов в биосубстратах определяется взаимным влиянием металлов – антагонистов и синергистов. Также содержание поллютантов связано с поступлением их из окружающей среды, на что указывает наличие сильной прямой корреляционной связи. В дальнейшем планируется провести исследование особенности накопления микроэлементов в зависимости от внешних (влияние окружающей среды, особенностей питания) и внутренних (пол, возраст, состояние здоровья) факторов и оценить возможность применения центильных шкал для оценки развития паранеопластических офтальмопатий.

ЛИТЕРАТУРА

- Еськов, Е. К., & Кирьякулов, В. М. (2008). Содержание тяжелых металлов в тканях уток, оседло зимующих в Московской области. *Сельскохозяйственная биология*, 6, 115–118.
- Добровольская, Е. В. (2004). Тяжелые металлы в оперении птиц как природная метка. *Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства*, 1, 122–124.
- Лысенкова, Л. Е., & Шубина, О. С. (2004). Содержание тяжелых металлов в оперении большой синицы (*Parus major major* L.), обитающей в районе города Саранска. *Успехи современного естествознания*, 6, 112–113.
- Нода, И. Б., Пономарев, В. А., Клетикова, Л. В., Пронин, В. В., Якименко, Н. Н., & Мартынов, А. Н. (2016). Содержание тяжелых металлов в органах и тканях птиц-урбофилов. *Успехи современной науки и образования*. Меж-

- дународный научно-исследовательский журнал, 3(2), 141–147.
- Остапенко, В. А., & Некрасова, М. Н. (2017). Сохранение крупных соколов методами ex-situ в России. Ежегодник: *Хищные птицы в зоопарках и питомниках*, 26, 16–39.
- Пономарев, В. А., Нода, И. Б., Клетикова, Л. В., Пронин, В. В., & Якименко, Н. Н. (2018). Содержание тяжелых металлов в перьевом покрове птиц разных экологических групп. В *Актуальные исследования в области биологии и смежных наук*, (с. 69–74).
- Пономарев, В. А., Рябов, А. В., Клетикова, Л. В., Пронин, В. В., Якименко, Н. Н., Нода, И. Б., Мартынов, А. Н., Хозина, В. М., & Клетиков, С. С. (2015). Химическая экология птиц-урбофилов на примере серой вороны. *Современные проблемы науки и образования*, 5. <http://www.science-education.ru/128-22143>.
- Степанова, М. В., & Остапенко, В. А. (2020). Содержание тяжелых металлов в снежном покрове разного функционального назначения. *АгроЭкоИнфо*, 3.
- Степанова, М. В., Остапенко, В. А., & Каледин, А. П. (2020). Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в почвах сельскохозяйственного назначения. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 6(86), 15–21.
- Шашкин, М. М. (2010). Распространение, численность и экология орлана — белохвоста (*Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758) в Среднем Поволжье. *Вестник ОГУ*, 6(112), 99–102.
- Adout, A., Hawlena, D., Maman, R., Paz-Tal, O., & Karpas, Z. (2007). Determination of trace elements in pigeon and raven feathers by ICPMS. *International Journal of Mass Spectrometry*, 267, 109–116.
- Aladdin, D., Ismail, A., Taha, A., & Hussein, Z. (2022). Measurement of the trace element concentration in some livestock and poultry bone samples using X-ray fluorescence. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 34, 67–73. <http://dx.doi.org/10.21271/ZJPAS.34.4.7>
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2009). Comparison of arsenic, cadmium, chromium, lead, manganese, mercury and selenium in bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*), and comparison with common eider (*Somateria mollissima*), glaucous — winged gull (*Larus glaucescens*), pigeon guillemot (*Cephus Columba*), and tufted puffin (*Fratercula cirrhata*) from the Aleutian Chain of Alaska. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 357–367. — <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-008-0321-7>
- Betleja, J., Cempulik, P. & Kwapulinski J. (1993). Ecotoxicological characteristics of the winter habitat of the moorhen (*Gallinula chlorops*). *Pollutants in Environment*, 3, 142–145.
- Çelik, E., Durmus, A., Adizel, O., & Nergiz, H. (2021). A bibliometric analysis: what do we know about metals (loids) accumulation in wild birds? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 10302–10334 <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-12344-8>
- Chatelain, M., Da Silva, A., Celej, M., Kurek, E., Bulska, E., Corsini, M., & Szulkin, M. (2021). Replicated, urban-driven exposure to metallic trace elements in two passerines. *Scientific Reports*, 11, <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-99329-2>
- Fernando, W. B. P. S., Perera, S. P. P. M., Vithanarachchi, R. M., Wijesekera R. D., & Wijesinghe M. R. (2020). Heavy metal accumulation in two synanthropic avian species in Sri Lanka. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 688 <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-020-08654-y>
- Gamberg, M., Pratte, I., Brammer, J., Cuyler, C., Elkin, B., Gurney, K., Kutz, S., Larter, N. C., Muir, D., Wang, X., Provencher J. F., & Gamberg, M. (2020). Renal trace elements in barren-ground caribou subpopulations: Temporal trends and differing effects of sex, age and season. *The Science of the Total Environment*, 1, 724:138305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138305>
- Janssens, E., Janssens, E., Dauwe, T., Van Duyse, E., Beer-naert, J., Pinxten, R., & Eens, M. (2003). Effects of heavy metal exposure on aggressive behavior in a small territorial songbird. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45, 121–127. <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-002-0133-7>
- Joshua, G., Ali, Z., Ayub, M., & Nadeem, S. I. (2021). Heavy metal contamination in wild avian species inhabiting human-modified habitats. *Environmental Monitoring and Assessment*, 20, 193(9), 588. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-021-09387-2>
- Kar, P., & Misra, M. (2004). Zinc transporters. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 79(11), 1313–1319.
- Kar, I., & Patra, A. (2021). Tissue Bioaccumulation and Toxicopathological Effects of Cadmium and Its Dietary Amelioration in Poultry—a Review. *Biological Trace Element Research*, 199. <http://dx.doi.org/10.1007/s12011-020-02503-2>
- Korbecki, J., Gutowska, I., Chlubek, D., & Baranowska-Bosiacka I. (2019). Lead (Pb) in the tissues of Anatidae, Ardeidae, Sternidae and Laridae of the Northern Hemisphere: a review of environmental studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 12631–12647. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-04799-7>
- Lock, J. W., Thompson, D. R., Furness, R. W. & Bartle J. A. (1992). Metal concentration in seabirds of the New Zealand region. *Environmental Science and Pollution Research*, 75, 289–300. [http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491\(92\)90129-x](http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491(92)90129-x)
- Masterov, V. B., & Romanov, M. S. (2022). Reproduction efficiency of the Steller's sea Eagle on Sakhalin Island and the lower Amur (Russia). *Nature Conservation Research*, 7, S1, 1–13. <http://dx.doi.org/10.24189/ncr.2022.002>. — EDN OJRQON.

- Mukherjee, A., Pal, S., Das, P., & Mukhopadhyay, S. (2022). Heavy metal exposure to a migratory waterfowl, Northern Pintail (*Anas acuta*), in two peri-urban wetlands. *Science of The Total Environment*, 851, 158238. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158238>
- Pereira, A. M., Maia, M. R. G., Fonseca, A. J. M., & Cabrita, A. R. J. (2021). Zinc in Dog Nutrition, Health and Disease: A Review. *Animals (Basel)*, 11(4), 978. <http://dx.doi.org/10.3390/ani1104097>
- Poesel, A., Nelson, D. A., Gibbs, H. L., & Olesik, J. W. (2008). Use of trace element analysis of feathers as a tool to track fine-scale dispersal in birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63, 153–158. <https://doi.org/10.1007/s00265-008-0644-y>
- Santos, A., Recktenvald, M., Carvalho, D., Puerta, E., Sousa-Filho, I., Dórea, J., & Bastos, W. (2021). Mercury in birds (aquatic and scavenger) from the Western Amazon. *Environmental Research*, 201, 111574. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111574>
- Sengupta, P., Banerjee, R., Nath, S., Das, S. & Banerjee S. (2015). Metals and female reproductive toxicity. *Human & Experimental Toxicology*, 34(7), 679–697. <https://doi.org/10.1177/0960327114559611>
- Yao, T., Zhu, G., Zhang, Y., Yan, P., Li, C., de Boer W. F. (2021). Bird's feather as an effective bioindicator for detection of trace elements in polymetallic contaminated areas in Anhui Province, China. *The Science of the Total Environment*, 1, 771:144816. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144816>
- ## REFERENCES
- Eskov, E. K., & Kiryakulov, V. M. (2008). The content of heavy metals in the tissues of ducks wintering settled in the Moscow region. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 6, 115–118.
- Dobrovolskaya, E. V. (2004). Heavy metals in bird plumage as a natural marker. *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, ohotovedeniya i zverovodstva* [Modern problems of nature management, hunting and fur farming], 1, 122–124.
- Lysenkova, L. E., & Shubina, O. S. (2004). The content of heavy metals in the plumage of the great tit (*Parus major* L.), living in the area of the city of Saransk. *Uspekhi sovremenno estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 6, 112–113.
- Noda, I. B., Ponomarev, V. A., Kletikova, L. V., Pronin, V. V., Yakimenko, N. N., & Martynov, A. N. (2016). The content of heavy metals in the organs and tissues of urbophilous birds. *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [Successes of modern science and education. International research journal], 3(2), 141–147.
- Ostapenko, V. A., & Nekrasova, M. N. (2017). Ex-situ conservation of large falcons in Russia. *Ezhegodnik: Hishchnye pticy v zooparkah i pitomnikah* [Yearbook: Birds of Prey in Zoos and Nurseries], 26, 16–39.
- Ponomarev, V. A., Noda, I. B., Kletikova, L. V., Pronin, V. V., & Yakimenko, N. N. (2018). The content of heavy metals in the feather cover of birds of different ecological groups. In *Aktual'nye issledovaniya v oblasti biologii i smezhnyh nauk* [Actual research in the field of biology and related sciences], (pp. 69–74).
- Ponomarev, V. A., Ryabov, A. V., Kletikova, L. V., Pronin, V. V., Yakimenko, N. N., Noda, I. B., Martynov, A. N., Khozina, V. M., & Kletikov, S. S. (2015). Chemical ecology of urbophilous birds on the example of the gray crow. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 5. <http://www.science-education.ru/128-22143>.
- Stepanova, M. V., & Ostapenko, V. A. (2020). The content of heavy metals in the snow cover of different functional purposes. *AgroEkolInfo*, 3.
- Stepanova, M. V., Ostapenko, V. A., & Kaledin, A. P. (2020). The content of heavy metals and arsenic in agricultural soils. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 6(86), 15–21. — <http://dx.doi.org/10.37670/2073-0853-2020-86-6-15-21>.
- Shashkin, M. M. (2010). Distribution, abundance and ecology of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758) in the Middle Volga region. *Vestnik OGU* [Bulletin of OSU], 6(112), 99–102.
- Adout, A., Hawlena, D., Maman, R., Paz-Tal, O., & Karpas, Z. (2007). Determination of trace elements in pigeon and raven feathers by ICPMS. *International Journal of Mass Spectrometry*, 267, 109–116.
- Aladdin, D., Ismail, A., Taha, A., & Hussein, Z. (2022). Measurement of the trace element concentration in some livestock and poultry bone samples using X-ray fluorescence. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 34, 67–73. <http://dx.doi.org/10.21271/ZJPAS.34.4.7>.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2009). Comparison of arsenic, cadmium, chromium, lead, manganese, mercury and selenium in bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*), and comparison with common eider (*Somateria mollissima*), glaucous-winged gull (*Larus glaucescens*), pigeon guillemot (*Cepphus columba*), and tufted puffin (*Fratercula cirrhata*) from the Aleutian Chain of Alaska. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 357–367. — <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-008-0321-7>.

- Betleja, J., Cempulik, P. & Kwapulinski J. (1993). Ecotoxicological characteristics of the winter habitat of the moorhen (*Gallinula chlorops*). *Pollutants in Environment*, 3, 142–145.
- Çelik, E., Durmus, A., Adizel, O., & Nergiz, H. (2021). A bibliometric analysis: what do we know about metals (loids) accumulation in wild birds? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-12344-8>
- Chatelain, M., Da Silva, A., Celej, M., Kurek, E., Bulska, E., Corsini, M., & Szulkin, M. (2021). Replicated, urban-driven exposure to metallic trace elements in two passerines. *Scientific Reports*, 11, <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-99329-2>
- Fernando, W. B. P. S., Perera, S. P. P. M., Vithanarachchi, R. M., Wijesekera R. D., & Wijesinghe M. R. (2020). Heavy metal accumulation in two synanthropic avian species in Sri Lanka. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 688 <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-020-08654-y>
- Gamberg, M., Pratte, I., Brammer, J., Cuyler, C., Elkin, B., Gurney, K., Kutz, S., Larter, N. C., Muir, D., Wang, X., Provencher J. F., & Gamberg, M. (2020). Renal trace elements in barren-ground caribou subpopulations: Temporal trends and differing effects of sex, age and season. *The Science of the Total Environment*, 1, 724:138305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138305>
- Janssens, E., Janssens, E., Dauwe, T., Van Duyse, E., Beer-naert, J., Pinxten, R., & Eens, M. (2003). Effects of heavy metal exposure on aggressive behavior in a small territorial songbird. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45, 121–127. <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-002-0133-7>
- Joshua, G., Ali, Z., Ayub, M., & Nadeem, S. I. (2021). Heavy metal contamination in wild avian species inhabiting human-modified habitats. *Environmental Monitoring and Assessment*, 20, 193(9):588. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-021-09387-2>
- Kar, P., & Misra, M. (2004). Zinc transporters. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 79(11), 1313–1319.
- Kar, I., & Patra, A. (2021). Tissue Bioaccumulation and Toxicopathological Effects of Cadmium and Its Dietary Amelioration in Poultry—a Review. *Biological Trace Element Research*, 199. <http://dx.doi.org/10.1007/s12011-020-02503-2>
- Korbecki, J., Gutowska, I., Chlubek, D., & Baranowska-Bosiacka I. (2019). Lead (Pb) in the tissues of Anatidae, Ardeidae, Sternidae and Laridae of the Northern Hemisphere: a review of environmental studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 12631–12647. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-04799-7>
- Lock, J. W., Thompson, D. R., Furness, R. W. & Bartle J. A. (1992). Metal concentration in seabirds of the New Zealand region. *Environmental Science and Pollution Research*, 75, 289–300. [http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491\(92\)90129-x](http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491(92)90129-x)
- Masterov, V. B., & Romanov, M. S. (2022). Reproduction efficiency of the Steller's sea Eagle on Sakhalin Island and the lower Amur (Russia). *Nature Conservation Research*, 7, S1, 1–13. <http://dx.doi.org/10.24189/ncr.2022.002>. — EDN OJRQQN.
- Mukherjee, A., Pal, S., Das, P., & Mukhopadhyay, S. (2022). Heavy metal exposure to a migratory waterfowl, Northern Pintail (*Anas acuta*), in two peri-urban wetlands. *Science of The Total Environment*, 851, 158238. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158238>
- Pereira, A. M., Maia, M. R. G., Fonseca, A. J. M., & Cabrita, A. R. J. (2021). Zinc in Dog Nutrition, Health and Disease: A Review. *Animals (Basel)*, 11(4), 978. <http://dx.doi.org/10.3390/ani1104097>
- Poesel, A., Nelson, D. A., Gibbs, H. L., & Olesik, J. W. (2008). Use of trace element analysis of feathers as a tool to track fine-scale dispersal in birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63, 153–158. <https://doi.org/10.1007/s00265-008-0644-y>
- Santos, A., Recktenvald, M., Carvalho, D., Puerta, E., Sousa-Filho, I., Dórea, J., & Bastos, W. (2021). Mercury in birds (aquatic and scavenger) from the Western Amazon. *Environmental Research*, 201, 111574. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111574>
- Sengupta, P., Banerjee, R., Nath, S., Das, S. & Banerjee S. (2015). Metals and female reproductive toxicity. *Human & Experimental Toxicology*, 34(7), 679–697. <https://doi.org/10.1177/0960327114559611>
- Yao, T., Zhu, G., Zhang, Y., Yan, P., Li, C., de Boer W. F. (2021). Bird's feather as an effective bioindicator for detection of trace elements in polymetallic contaminated areas in Anhui Province, China. *The Science of the Total Environment*, 1, 771:144816. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144816>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150>

УДК 637.5.03

Сравнительная оценка способов термической обработки мяса цесарки

Е. В. Литвинова¹, С. Н. Кидяев¹, В. Л. Лапшина¹,
В. В. Никитин²

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, Россия

Корреспонденция:

Литвинова Елена Викторовна,
Московский государственный университет пищевых производств,
125080, г. Москва, Волоколамское ш., 11
E-mail: litvinovaev@mgupp.ru

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Поступила: 03.09.2022

Принята: 29.09.2022

Опубликована: 30.09.2022

Copyright: © 2022 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Изучение качественных показателей мяса цесарки в зависимости от способов термической обработки приобретает особую актуальность в контексте повышения интереса к обеспечению эффективного здоровьесбережения населения и продвижения практик наилучших доступных технологий.

Целью оригинального исследования являлось проведение сравнительной оценки изменения показателей качества мяса цесарки в зависимости от различных способов термической обработки (запекание, sous-vide).

Материалы и методы. В рамках выполнения работы руководствовались ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013, МУК 4.2.2747-10 и ГОСТ.

Результаты. В результате проведенных исследований установлено, что мясо цесарки является источником полноценного белка (много триптофана и изолейцина), сбалансированной липидной фракции, что позволяет его рекомендовать для лечебного, функционального детского и диетического питания. Разработана технология sous-vide продукта из мяса цесарки с высокими функционально-технологическими свойствами и органолептическими показателями.

Выводы. Установлено, что разработанный продукт содержит на 2,96 % больше влаги, 0,4 % белка, имеют более нежную консистенцию и доступность действию пищеварительных ферментов (на 1,69 %), по сравнению с продуктом, запеченным в полиэтилен-терепфалатовом пакете.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

термическая обработка, мясо цесарки, продукт из мяса, запекание, sous-vide



Для цитирования: Литвинова, Е. В., Кидяев, С. Н., Лапшина, В. Л., & Никитин, В. Н. (2022). Сравнительная оценка способов термической обработки мяса цесарки. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 28–40. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150>

Comparative Evaluation of Heat Treatment of Guinea Fowl Meat

Elena V. Litvinova¹, Sergey N. Kidyaev¹, Viktoria L. Lapshina¹, Vladimir V. Nikitin²

¹ Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

² All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science, Moscow, Russia

Correspondence:

Elena V. Litvinova

Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamskoe highway, 125080, Moscow, Russia
E-mail: litvinovaev@mgupp.ru

Declaration of competing interest:

none declared.

Received: 03.09.2022

Accepted: 29.09.2022

Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The study of quality indicators of guinea fowl meat, depending on the methods of heat treatment, is of particular relevance in the context of increasing interest in ensuring effective health protection of the population and promoting the practices of the best available technologies.

Purpose. The purpose of the original study was to conduct a comparative assessment of changes in the quality of guinea fowl meat depending on various methods of heat treatment (baking, sous-vide).

Materials and methods. The work was guided by TR CU 021/2011, TR CU 034/2013, MG 4.2.2747-10, and all-Union State Standard.

Results. As a result of the research, it was found that guinea fowl meat is a source of complete protein (a lot of tryptophan and isoleucine), a balanced lipid fraction, which allows it to be recommended for therapeutic, functional children's and dietary nutrition. A sous-vide technology has been developed for a product made from guinea fowl meat with high functional and technological properties and organoleptic characteristics.

Conclusions. It has been established that the developed product contains 2.96 % more moisture, 0.4 % protein, has a more delicate texture and accessibility to the action of digestive enzymes (by 1.69 %), compared with the product baked in a polyethylene terephthalate bag.

KEYWORDS

heat treatment, guinea fowl meat, meat product, roasting, sous-vide



To cite: Litvinova, E. V., Kidyaev, S. N., Lapshina, V. L., & Nikitin, V. N. (2022). Comparative evaluation of methods of heat treatment of guinea fowl meat. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 28–40. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150>

ВВЕДЕНИЕ

Питание направлено не только на удовлетворение первостепенных физиологических потребностей человека, но и позволяет приобщиться к национальным традициям и культуре различных народов. В современных реалиях производства без использования инновационных технологий довольно затруднительно быть конкурентоспособным.

Именно поэтому разрабатываются новые технологии приготовления продуктов питания, позволяющие заинтересовать современного потребителя, который все чаще стремится к здоровому образу жизни.

Например, для быстрого и эффективного процесса приготовления пищи разработана система Cook&Chill, которая позволяет готовить одновременно большое количество не только однородной, но и разнородной продукции, которая впоследствии быстро охлаждается (с 65 до 10 °C) и хранится в холодильнике (Karmanova, 2017).

Широко распространены и новейшие технологии в системе обработки продуктов. Большой интерес в этом вопросе представляет технология sous-vide, которая способствует получению продукции высокого качества, сокращению потерь при тепловой обработке и увеличению сроков годности продуктов питания. На сегодняшний день sous-vide является одной из главных инноваций в технологии приготовления пищевых продуктов (Jiang 2022).

В индустриальном питании sous-vide является продолжением, разработанной корпорацией W.R. Grace, технологии CarKold, которая предусматривает применение крупнотоннажного оборудования, обеспечивающего выработку кулинарной продукции до 30 т в день при высоких санитарно-гигиенических показателях продукта в процессе его приготовления, упаковку при температуре 85 °C, близкой к температуре пастеризации в барьерном пакете, и быстрое охлаждение в специальных барабанах с ледяной водой. Технология CarKold официально разрешена в странах ЕС, как одна из наиболее безопасных, сертифицирована по HACCP и направлена на предотвращение возможных нарушений на каждом этапе производства. Кроме того, система управления CarKold предполагает автоматизированное управление всеми операциями технологического цикла производства продуктов питания (Mason, 1990).

Sous-vide — процесс термической обработки сырья, герметично упакованного в термостабильные пакеты под вакуумом, осуществляемый при строго контролируемых температурах в течение длительного времени с последующим быстрым охлаждением (до достижения температуры 3 °C в центре продукта) и хранением

при низкой температуре (Diaz, 2008). История данного способа приготовления началась в стране гурманов и рестораторов — Франции.

Уместным будет отметить, что сущность технологии была впервые описана Б. Румфордом в далеком 1799 г. В 1960-х гг метод использования говяжьего воздуха вместо водяной бани был повторно описан американскими и французскими инженерами и первоначально использовался в исследовательских лабораториях. Только спустя некоторое время данную технологию внедрили в промышленность с целью производства специализированных продуктов питания пролонгированных сроков годности для госпиталей.

Изобретателем данной технологии в области приготовления пищевых продуктов считается шеф-повар ресторана «La Maison Troisgros» Ж. Пралю, который, используя вакуум, в 1974 г. приготовил фуа-гра с сохраненной консистенцией и без потери ценного жира.

Однако развитию данной технологии доведения продуктов до кулинарной готовности, мир обязан не только Ж. Пралю. Первоначально, данный способ приготовления считался сегментом элитарной технологии, которая разрабатывалась не для учреждений высокой кухни. Глава компании быстрого питания Wimpy's — Ж. Борель, задался вопросом о том, как жесткому мясу с высоким содержанием соединительной ткани, придать органолептические показатели, соответствующие тем, что у высококачественной продукции конкурентов. С этой целью он обратился к Б. Гуссо (биохимик по образованию), который в то время работал в лаборатории Sepial. В результате проведенных исследований, Б. Гуссо обнаружил, что длительный нагрев предварительно упакованного в пакет мяса на водяной бане при 60 °C размягчает волокна соединительной и мышечной ткани, сохраняя его сочность. Биохимик публично представил свои результаты перед научным сообществом в рамках конференции в Международном институте холода в 1974 г. Хочется отметить, что Б. Гуссо провел многочисленные исследования в этой области и даже обучал поваров в рамках курсов повышения квалификации, а в 1986 г. совместно с известным поваром Ж. Робушо, разработал новое меню для Национальной компании французских железных дорог, которое полностью было основано на приготовлении продуктов в вакууме.

После работ Ж. Пралю и Б. Гуссо разработанная технология быстро стала популярной в европейских ресторанах. На американском континенте sous-vide приобрела популярность не сразу, причиной тому являлось настроенное отношение к данной технологии Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, которое было озабочено безопасностью продуктов, обработанных при низкой тем-

пературе. Тем не менее, в 2000 г. француз Ж. Бертон продемонстрировал известным американским поварам преимущества sous-vide и после этого практически любой ресторан со звездой Мишлен имел установку для приготовления продукции в вакууме. В 2010-х годах, после появления сравнительно недорогих устройств, метод стал массово использоваться не только в ресторанах, но и в домашнем хозяйстве (Fofanova, 2018).

Преимущества технологии sous-vide:

- высокая экономическая эффективность — снижение расходов на электроэнергию в 4 раза;
- существенное снижение потерь биологически активных веществ при тепловой обработке;
- увеличение выхода продукта (потери составляют около 7 %);
- формирование привлекательных органолептических показателей, т.к. низкотемпературная обработка способствует сохранности клеточных мембран, например, мышечной и соединительной ткани мяса;
- обеспечение высоких санитарно-гигиенических показателей готовой продукции — минимизация контакта продукта с источниками микробной контаминации в процессе производства продукции;
- расходные материалы на приготовление, в частности, пакеты из барьерного материала, могут служить упаковкой в логистическом цикле транспортировки продукта.

Недостатки технологии sous-vide:

- высокая стоимость промышленного оборудования для внедрения sous-vide;
- ограниченность приготовления продуктов питания (технология не применяется при приготовлении продуктов из фарша или, имеющих твердую поверхность, например, продукция гидробионтов — лобстер, мидии и т. д.);
- длительность процесса приготовления;
- отсутствие аппетитной румяной корочки на готовой к употреблению продукции, поскольку образование меланоидинов в результате реакции Майяра инициируется при температуре около 154 °С. Скорость реакции Майяра возможно ускорить добавлением редуцирующих сахаров (глюкозы, фруктозы или лактозы) и увеличением pH (например, путем добавления щепотки пищевой соды);
- ограничение температуры в процессе приготовления. Например, мясное сырье не следует доводить до кулинарной готовности sous-vide при 52 °С, поскольку процесс приготовления может затянуться до 4 ч, вследствие чего возникает риск прорастания активированных спор с последующим размножением вегетативных клеток патогенов, например, *Clostridium botulinum*. В данном случае необходимо выбирать более высокие температуры для тех продуктов, приготовление которых занимает более 4 ч (Fofanova, 2018).

Оборудование для sous-vide

Для выпуска продукции по технологии sous-vide можно использовать конвекционные печи, пищеварочные котлы, а также специальные термостаты sous-vide. Специалистами было доказано, что в конвекционных печах не удается равномерно нагреть пищу при полной загрузке оборудования, а нагревание пакета происходит медленнее (на 70–200 % дольше), чем в термостате sous-vide. Предполагается, что данный эффект является результатом относительно неравномерного распределения пара в теплообменной среде при температурах ниже 100 °С. В отличие от пароконвектомата, термостат sous-vide нагревает водяную баню равномерно и обычно обеспечивает погрешность в менее чем 0,05 °С. Несмотря на это, и то, и другое оборудование используют.

Данная технология востребована во многих странах мира, в том числе и в РФ. Sous-vide позволяет сохранить легколетучие полезные вещества, тем самым — повысить спрос на подобную продукцию. Мясная отрасль в этом вопросе, конечно, не отстает, поскольку развивается «в ногу со временем». Например, испанским исследованием установлена целесообразность применения метода sous-vide при производстве продуктов из баранины. В последние 10–20 лет, зафиксировано снижение потребления баранины на душу населения в Испании, в том числе и из-за традиционных способов ее приготовления. Ученые считают, что технология sous-vide является прекрасной альтернативой для успешной коммерциализации данного вида мяса.

Интерес представляет и производство с помощью sous-vide продуктов из мяса птицы, а также национальных мясных изделий, например, донер-кебаба — традиционного турецкого блюда. В настоящее время для реализации в розничной торговле полуфабрикат после термообработки упаковывают и предлагают к продаже в замороженном или охлажденном виде. Обработка мясного продукта в вакууме можно рассматривать как новый способ производства и упаковки этого вида изделия при существенном улучшении запаха, вкуса и сочности по сравнению с традиционной технологией (Roldan, 2013).

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что данная технология не случайно приобретает популярность как на предприятиях общественного питания, так и в индустрии производства готовых к употреблению продуктов, в том числе из мяса разных видов животных (сельскохозяйственных и промысловых), за счет формирования привлекательных органолептических показателей пищевых продуктов.

В этой связи очевидна высокая актуальность исследований и практических разработок, направленных на со-

здание новых и совершенствование существующих технологий и технических средств термической обработки мясного сырья.

Целью работы являлось проведение сравнительной оценки изменения показателей качества мяса цесарки в зависимости от различных способов термической обработки (запекание, sous-vide).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили охлажденные тушки цесарки. Опытные образцы тушек цесарки подвергались термической обработке до достижения кулинарной готовности с использованием запекания и технологии sous-vide.

При выполнении исследований по определению показателей пищевой ценности использовали следующие методики: массовую долю влаги — по ГОСТ 9793–2016; массовую долю белка — на полуавтоматическом приборе Kjeltac System 1002 «Tecator» (FOSS, Дания); массовую долю жира — по GOST 23042–2015, массовую долю золы — по ГОСТ 31727–2012 (ISO 936:1998).

При изучении степени переваримости белков «in vitro» применяли метод Покровского-Ертанова (модифицированный прибор МГУПБ, Россия).

Величину pH определяли с помощью pH-метра «Testo-205», с диапазоном измерений pH — 0,5÷14 (Testo, Германия).

Структурно-механические свойства мясных продуктов, в частности, напряжение среза и работу резания, оценивали с помощью универсальной испытательной машины «Instron — 1140» с использованием приставки «Kramer Shear Press».

Руководствуясь ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции», МУК 4.2.2747–10 Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции, проводили микробиологические исследования и изучали показатели безопасности разработанных продуктов питания.

Органолептическим испытаниям подвергали образцы, ориентируясь на ГОСТ ISO 11037–2013.

Полученные результаты обрабатывали, используя общепринятые методы вариационной статистики. Различия показателей считали достоверными при значениях достоверного интервала > 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Алгоритм осуществления эксперимента подразумевал проведение научных наблюдений, расчёт и анализ полученных результатов.

В настоящее время цесарка набирает популярность среди потребителя, что способствует росту промышленного производства. Данное обстоятельство требует глубокого изучения данного вида мясного сырья и разработки технологий продуктов из мяса цесарки.

На первом этапе исследований была проведена оценка химического состава различных частей тушки цесарки (Таблица 1). В частности, оценивали грудные и бедренные мышцы, поскольку они присутствуют в тушке птицы в наибольшем количестве и обеспечивают высокий выход бескостного мяса.

Грудная мышца тушки цесарки содержит больше сбалансированного белка по сравнению с бедренной мышцей.

При исследовании разных частей туши цесарки, установлены различия в содержании незаменимой аминокислоты — метионин и заменимых аминокислот — аргинина и аспарагиновой (Таблица 2). В частности, в грудных

Таблица 1

Химический состав различных частей тушки цесарки

Наименование показателя	Содержание, %	
	грудная мышца	бедренная мышца
Массовая доля влаги	76,72 ± 1,13	76,18 ± 1,18
Массовая доля белка	3,98 ± 0,23	3,04 ± 0,19
Массовая доля жира	21,21 ± 0,56	21,02 ± 0,65
Массовая доля золы	1,06 ± 0,02	1,07 ± 0,03

Таблица 2

Аминокислотный состав различных частей тушки цесарки

Наименование показателя	Содержание, г/100 г белка	
	грудная мышца	бедренная мышца
Валин	4,51 ± 0,13	4,62 ± 0,12
Изолейцин	4,45 ± 0,03	4,44 ± 0,09
Лейцин	8,26 ± 0,09	8,27 ± 0,07
Лизин	7,19 ± 0,03	7,20 ± 0,13
Метионин	2,51 ± 0,08	2,30 ± 0,10
Треонин	4,38 ± 0,03	4,35 ± 0,07
Триптофан	2,15 ± 0,09	2,21 ± 0,05
Фенилаланин	3,97 ± 0,15	4,04 ± 0,18
Общее	37,42 ± 0,18	37,43 ± 0,31

мышцах содержится больше метионина (на 0,19 г/100 г) по сравнению с бедренными мышцами, однако, бедренные мышцы превосходят грудные мышцы по содержанию фенилаланина – на 0,20 г/100 г белка.

Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в липидах грудной мышцы цесарки составило 1,69:1 (Таблица 3). Данный показатель в липидах бедренной мышцы цесарок равен 1,38:1. Результаты исследований свидетельствуют, что наибольшее содержание ненасыщенных жирных кислот наблюдается в грудной мышце.

Таблица 3

Жирнокислотный состав различных частей тушки цесарки

Наименование показателя	Содержание, %	
	грудная мышца	бедренная мышца
Насыщенные	35,17	38,03
Мононенасыщенные	38,23	35,34
Полиненасыщенные	21,30	17,13
Линоленовая (ω_3)	0,17	0,30

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что мясо цесарки является ценным белковым продуктом со сбалансированным аминокислотным и жирнокислотным составом.

Известно, что мясо цесарки лишено каких-либо национальных и религиозных ограничений при использовании, что требует расширения линейки продуктов из данного вида сырья.

Следующий этап работы заключался в сравнительной оценке способов термической обработки мяса цесарки.

В лабораторных условиях была проведена опытная выработка продуктов из мяса цесарки, подвергнутых запеканию в пакете и обработке sous-vide с использованием маринада (горчица, сухой лук, сухой чеснок, кориандр, куркума, сладкая паприка, молотый черный перец) (Рисунок 1).

При запекании в пакете тушку птицы подвергали обработке маринадом и упаковывали в полиэтиленотерфталатовый пакет. Затем проводили термическую обработку, которую осуществляли в шкафах с электрическим обогревом при температуре 130 °С до достижения температуры в центре продукта 81 ± 1 °С.

Затем готовые продукты охлаждали при температуре 2 °С до температуры в центре продукта не выше 6 °С.

Рисунок 1

Визуализация технологического процесса доведения тушки цесарки до кулинарной готовности по технологии sous-vide



Взвешивание тушки цесарки



Маринование и взвешивание



Упаковка и вакуумирование



Термическая обработка в варочном котле



Внешний вид продукта после термической обработки

Технология sous-vide выполнялась в несколько стадий.

1. Подготовка сырья (перед закладкой в пакет продукт подвергали обработке маринадом).

2. Упаковка продукта

Тушку цесарки помещали в вакуумный пакет толщиной 85 мкм, изготовленный из композитных полимерных материалов с высокобарьерными свойствами, который обеспечивал максимальное защиту поверхности продукта, тем самым увеличивая его срок годности. Как только в пакете создавалась вакуумная среда, что поспособствовало увеличению теплопроводности. Этот процесс помог сконцентрировать всю влагу внутри пакета, без возможности вытекания или испарения, что послужило приготовлению кулинарного изделия «в собственном соку».

3. Термическая обработка продукта

Упакованный продукт помещали в Cook Tank (варочный котел) для варки при пониженных температурных показателях. Контейнер, в который погружалась вакуумированная тушка цесарка, изготовлена из нержавеющей стали. Расстояние между дном емкости и нижней границей защитного кожуха нагревательного элемента составило 4,5 см. Наливали горячую воду температурой 50 °С, что позволило снизить затраты электроэнергии для ввода оборудования в рабочий режим. Температура обработки составила 75 °С в течение 6 ч.

4. Охлаждение продукта

Охлаждение проводили на аппарате Cook Tank. Процесс заключался в добавлении холодной воды температурой около 1 °С, что позволяло охладить продукт в течение 45–65 мин.

5. Хранение при температуре не выше 4 °С.

Визуализация технологического процесса производства мяса цесарки sous-vide представлен на Рисунке 1.

Применяемые параметры тепловой обработки влияют на показатели выхода готового продукта. Так, установлено, что выход продукта при использовании процесса запекания на 2,2 % ниже выходу продукта из мяса цесарки, приготовленной по технологии sous-vide. Разность выходов обусловлена большим содержанием остаточной влаги в мясе цесарке sous-vide.

Влияние параметров тепловой обработки на такие показатели как кислотность (pH) влагоудерживающую способность (ВУС) представлены в Таблице 5. ВУС грудной и бедренной мышц, подвергнутые технологии sous-vide выше по сравнению с запеканием (Таблица 5), что коррелирует с показателями выхода готового продукта. как свидетельствуют результаты исследований, влагоудер-

Таблица 4

Выход и энергетическая ценность продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя	Способ приготовления	
	Продукт, запеченный в пакете	Продукт sous-vide
Выход, %	83,1 ± 0,4	86,2 ± 0,3
Энергетическая ценность, ккал/100 г	156,83	144,85

живающая способность бедренных мышц выше на 1,5 %, чем грудных. Видно, что влагоудерживающая способность и грудных и бедренных мышц выше у продукта по технологии sous-vide примерно на 2,3 %, что, возможно, связано с небольшими денатурационно-коагуляционными изменениями белковых макромолекул мясного сырья при нагреве.

Таблица 5

Физико-химические показатели продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя	Способ приготовления		
		Продукт, замеченный в пакете	Продукт sous-vide
pH	грудная мышца	6,10 ± 0,02	6,14 ± 0,04
	бедренная мышца	6,01 ± 0,04	6,05 ± 0,05
Влагоудерживающая способность (ВУС), % к общей влаге	грудная мышца	59,21 ± 0,27	60,43 ± 0,21
	бедренная мышца	60,00 ± 0,34	61,71 ± 0,32

Для потребителя одними из определяющих являются органолептические показатели, которые влияют на потребительский спрос продуктов питания.

Независимой дегустационной комиссией кафедры «Технологии и биотехнологии мяса и мясных продуктов» проведена органолептическая оценка готовых изделий по 5-ти бальной шкале, результаты которой представлены на рисунке 4.

Ссылаясь на диаграмму в рисунке 4, можно сделать положительное заключение о вкусовых характеристиках продукта по технологии sous-vide. Продукт имел нежную и сочную консистенцию, которую дегустационная комиссия отметила отдельно. По сравнению с продук-

Рисунок 2

Напряжения среза продуктов из мяса цесарки

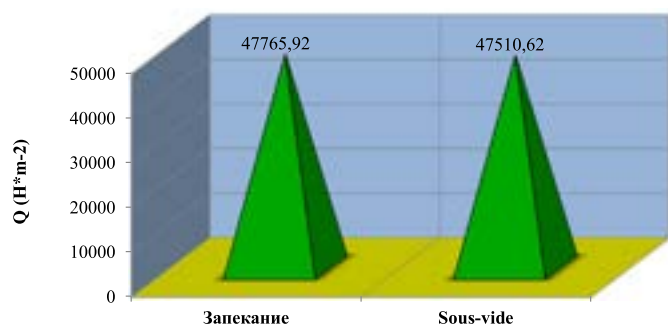


Рисунок 3

Работа резания продуктов из мяса цесарки

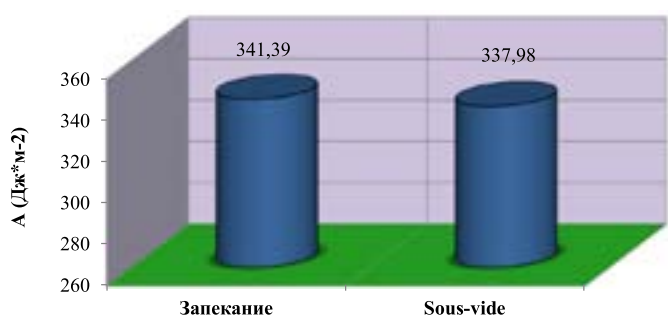
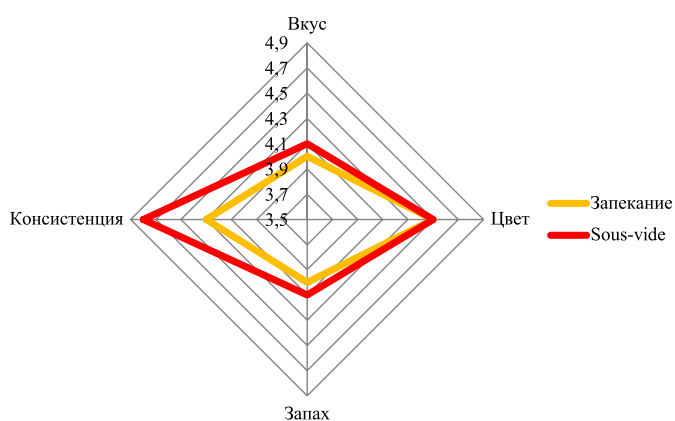


Рисунок 4

Балльная система оценки органолептических показателей продуктов из мяса цесарки



том, запечённым в пакете, мясо цесарки по технологии sous-vide отличалось более выраженным ароматом.

В инструментальном плане результаты органолептических исследований подтверждаются данными напряжения срезу и работы резания.

При запекании мяса цесарки, продукт обладал более выявленной чёткой структурной организацией. Струк-

турно-механические свойства мясных продуктов определяются как количеством общей влаги, так и долей влаги, прочно связанной со структурными элементами. Результаты, характеризующие напряжение среза и работа резания продуктов из мяса цесарки, представлены на Рисунках 2 и 3.

Более рыхлой, водянистой и нежной консистенцией характеризовался продукт из цесарки по технологии sous-vide, Напряжение среза и работа резания у данного образца было на 255,3 Н · м⁻² и 3,41 Дж · м⁻², соответственно, по сравнению с образцом, подвергнутым запеканию.

Пищевую ценность продуктов оценивали по переваримости in vitro пищеварительными ферментами пепсином и трипсином. Проведенный анализ данных не выявил достоверных различий между способами воздействия, на данный показатель у различных видов мышц цесарок.

Таблица 6

Показатели переваримости продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя	Способ приготовления	
	Продукт, замеченный в пакете	Продукт sous-vide
Грудная мышца	пепсином	7,01 ± 0,25
	трипсином	9,01 ± 0,19
Общее значение		16,02 ± 0,43
Бедренная мышца	пепсином	6,10 ± 0,35
	трипсином	8,07 ± 0,27
Общее значение		14,17 ± 0,34
		14,36 ± 0,28

В ходе исследований установлено, что продукт из мяса цесарки sous-vide более доступен действию ферментов желудочно-кишечного тракта по сравнению образцом, запечённым в пакете (Таблица 6). Переваримость грудных мышц на 3,80 %, а бедренных на 2,80 % выше у продукта sous-vide. Следует отметить, что расщепление грудных мышц пищеварительными ферментами на 10,43 % выше, чем бедренных, что связано с меньшим содержанием в них соединительнотканых белков (Таблица 7).

Показатели биологической ценности продуктов из мяса цесарки высокие, независимо от способа приготовления.

Изучая химический состав продукта, различного по способу приготовления, обнаружены следующие расхождения в итоговых показателях (Таблица 7).

Таблица 7

Химический состав продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя	Способ приготовления	
	Продукт, замеченный в пакете	Продукт sous-vide
Массовая доля влаги, %	65,69	67,26
Массовая доля белка, %	26,99	27,19
Массовая доля жира, %	5,43	4,01
Массовая доля золы, %	1,89	1,54

Анализируя химический состав продукта мяса цесарки было выявлено, что содержание влаги в изделии sous-vide больше показателя продукта в пакете на 3,5%. Объяснить этот результат можно тем, что при обработке, выделившаяся влага в продукте sous-vide осталась в вакуумной упаковке в виде бульона.

Как видно из полученных данных способ приготовления оказывал заметное влияние на содержание белка. В тушках цесарок, подвергнутых обработке sous-vide, количество белка было значительно выше, чем

в тушках, подвергнутых запеканию в пакете на 1,03 %, что обусловлено большей потерей влаги в тушках цесарок при запекании, упакованных в пакеты.

При определении показателей массовой доли золы в образцах продуктов из мяса цесарки не выявлено различий при сравнении различных способов обработки.

Микробиологические показатели являются одними и основных при разработке продуктов питания, в том числе из мяса. Поэтому были изучены микробиологические показатели выработанных образцов продуктов из мяса цесарки в процессе хранения. Результаты представлены в таблице 8.

Образцы хранили в течение 8 сут, относительной влажности воздуха не выше 75 % при температуре 4 °С.

Результаты исследований показали, что во всех образцах готовой продукции количество КМАФАнМ не превышает допустимых норм (Требования ТР ТС 021/2011 и приложения 2 к МУК 4.2.1847–04.). В составе продуктов отсутствовали следы кишечных инфекций и сульфитредуцирующих клостридий, что подтверждает пищевую безопасность продуктов.

Таблица 8

Микробиологические показатели продуктов из мяса цесарки в процессе хранения

Продолжительность хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г (см³) не более	БГКП (колиформы), не допускаются в массе продукта	Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта
Требования ТР ТС 021/2011	1,0 · 10³	1,0	0,1
Продукт, запеченный в пакете			
0 сут	менее 1,0 · 10¹	не обнаружено	не обнаружено
1 сут	8,0 · 10¹		
2 сут	3,2 · 10²		
3 сут	5,4 · 10²		
4 сут	9,1 · 10²		
5 сут	1,1 · 10³		
6 сут	1,0 · 10³		
7 сут	1,4 · 10³		
8 сут	1,6 · 10³		
9 сут	2,5 · 10³		
Продукт sous-vide			
0 сут	менее 1,0 · 10¹	не обнаружено	не обнаружено
1 сут	1,3 · 10¹		
2 сут	2,1 · 10¹		
3 сут	6,7 · 10¹		
4 сут	9,4 · 10¹		
5 сут	1,3 · 10²		
6 сут	4,0 · 10²		
7 сут	8,2 · 10²		
8 сут	1,5 · 10³		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опираясь на представленные результаты, можно сделать вывод о том, что мясо цесарки является источником полноценного белка (много триптофана и изолейцина), сбалансированной липидной фракции, что позволяет его рекомендовать для лечебного, функционального детского и диетического питания.

Разработана технология для получения продукта из мяса цесарки с высокими функционально-технологическими свойствами и органолептическими показателями. Установлено, что разработанный продукт содержит на 2,96 % больше влаги, 0,4 % белка, имеют более нежную консистенцию и доступность действию пищеварительных ферментов (на 1,69 %), по сравнению с продуктом, запеченным в полиэтиленотерепфталатовом пакете.

В результате проведенных исследований выявлен характер изменения свойств мяса цесарки в зависимости от способов термической обработки (запекание, sous-vide). Установлено, что наименьшие изменения претер-

певает мясо цесарки, подвергнутое термической обработке по технологии sous-vide.

Установлено, что продукт из мяса цесарки по технологии sous-vide стабилен в течение 8 сут при температуре 4 °С по микробиологическим показателям, что соответствует рекомендуемым нормам ТР ТС 021/2011 и приложения 2 к МУК 4.2.1847–04.

ВКЛАД АВТОРОВ

Литвинова Е. В. — концептуализация, разработка методологии исследования, создание рукописи.

Кидяев С. Н. — верификация данных, редактирование рукописи.

Лапшина В. Л. — визуализация, проведение исследования.

Никитин В. В. — администрирование данных.

ЛИТЕРАТУРА

- Agnelli, M.E., & Mascheroni, R.H. (2002). Quality evaluation of foodstuffs frozen in a cryomechanical freezer. *Journal of Food Engineering*, 52(3), 257–263. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00113-3)
- Beltrán, J.A., & Bellés, M. (2019). Effect of Freezing on the Quality of Meat. In the *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (Vol. 2, pp. 493–497). Amsterdam: Elsevier.
- Bertram, H. C., Andersen, R. H., & Andersen, H. J. (2007). Development in myofibrillar water distribution of two pork qualities during 10-month freezer storage. *Meat Science*, 75(1), 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.020>
- Birdseye, C. (1933). Preservation of perishable foods by new quick-freezing methods. *Journal of the Franklin Institute*, 215(4), 411–424. [https://doi.org/10.1016/S0016-0032\(33\)90043-5](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(33)90043-5)
- Cassius, E.O. (2017). Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review. *Meat Science*, 125, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.025>
- Damez, J. L., & Clerjon, S. (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science*, 80(1), 132–149. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.039>
- Damez, J.L., & Clerjon, S. (2013). Quantifying and predicting meat and meat products quality attributes using electromagnetic waves: An overview. *Meat Science*, 95(4), 879–896. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.037>
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., & Banon, S. (2008). Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous-vide method. *Meat Science*, 80, 287–292.
- Egelandsdal, B., Bjarnadottir, S., Mebre Abie, S., Zhu, H., Kolstad, H., Bjerke, F., Martinsen, Ø. G., Mason, A., & Münch, D. (2019). Detectability of the degree of freeze damage in meat depends on analytic tool selection. *Meat Science*, 152, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.002>
- Farouk, M. M., Wieliczko, K. J., & Merts, I. (2004). Ultrafast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Science*, 66(1), 171–179. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00081-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00081-0)
- Fofanova, T.S. (2018). Sous vide technology — some aspects of quality and microbiological safety. *Theory and Practice of Meat Processing*, 3(1), 59–68.
- George, R.M. (1993). Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 4, 134–138. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(93\)90032-6](https://doi.org/10.1016/0924-2244(93)90032-6)
- Gordon, G.G., & Murray, A.C. (1991). Freezing Effects on Quality, Bacteriology and Retail Case Life of Pork. *Food Science*, 56(4), 891–894. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb14599.x>

- Gorlov, I.F., Pershina, E.I., & Tikhonov, S.L. (2013). Identification and prevention of the formation of meat with PSE and DFD properties and quality assurance for meat products from feedstocks exhibiting an anomalous autolysis behavior. *Foods and Raw Materials*, 1, 15–21.
- Gurinovich, G.V., & Patrakova, I.S. (2013). Effect of wheat germ on the functional properties and oxidation stability of ground meat systems. *Foods and Raw materials*, 1, 3–10.
- Hanenian, R., & Mittal G.S. (2004). Effect of freezing and thawing on meat quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2, 74–80.
- Karmanova, A. E. (2017). Innovative technologies in catering. *Innovative economy: prospects for development and improvement*, 1(19), 134–141.
- Kim, H.-W., Kim, J.-H., Seo, J.-K., Setyabrata, D., & Brad Kim, Y. H. (2018). Effects of aging/freezing sequence and freezing rate on meat quality and oxidative stability of pork loins. *Meat Science*, 139, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.024>
- Koohmaraie, M. (1992). Effect of pH, temperature, and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle μ -calpain. *Journal of Animal Science*, 70(10), 3071–3080. <https://doi.org/10.2527/1992.70103071x>
- Lepetit, J., Salé, P., & Dalle, R. (2002). Electrical impedance and tenderisation in bovine meat. *Meat Science*, 60(1), 51–62. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00104-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00104-8)
- Ma, J. (2020). Prediction of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of various processed pork meats using improved hyperspectral imaging technique. *Food Chemistry*, 321(15). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126695>
- Mason, L.H., Church, I.J., Ledward, D.A., & Parsons, A.L. (1990). The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook chill methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 25(3), 247–259. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb01082.x
- Mortensen, M., Andersen, H. J., Engelsen, S. B., & Bertram, H. C. (2006). Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities. *Meat Science*, 72(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.027>
- Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes – A review. *Meat Science*, 89(2), 111–124. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007>
- Pellissery, A. J., Vinayamohan, P. G., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2020). Spoilage bacteria and meat quality. *Meat Quality Analysis*, 307–334. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00017-3>
- Poznyakovskiya, V. M., Gorlovb, I. F., Tikhonovc, S. L., & Shelepov, V. G. (2015). About the quality of meat with PSE and DFD properties. *Foods and Raw Materials*, 3, 104–110.
- Roldan, M., Antequera, T., Martin, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature–time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93, 572–578.
- Ryu, Y. C., & Kim, B. C. (2006). Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. *Journal of Animal Science*, 84(4), 894–901. <https://doi.org/10.2527/2006.844894x>
- Sales L.A., Mendes Rodrigues, L., Guimarães Silva, D. R., Fontes, P. R., de Almeida Torres Filho, R., de Lemos Souza Ramos, A., & Ramos, E. M. (2020). Effect of freezing/irradiation/thawing processes and subsequent aging on tenderness, color, and oxidative properties of beef. *Meat Science*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108078>
- Sebranek, J. G., Sang, P. N., Topel, D. G., & Rust, R. E. (1979). Effects of Freezing Methods and Frozen Storage on Chemical Characteristics of Ground Beef Patties. *Journal of Animal Science*, 48(5), 1101–1108. <https://doi.org/10.2527/jas1979.4851101x>
- Jiang, S., Xue, D., Zhang, Z., Shan, K.; Ke, W., Zhang, M., Zhao, D., Nian, Y., Xu, X., Zhou, G., & Li, C. (2022). Effect of Sous-vide cooking on the quality and digestion characteristics of braised pork. *Food Chemistry*, 315, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131683>.
- Tan Y., Nookuea W., Li H., Thorin E., & Yan J. (2017). Cryogenic technology for biogas upgrading combined with carbon capture – a review of systems and property impacts. *Energy Procedia*, 142, 3741–3746. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.270>
- Tarrant, P. V. (1989). The Effects of Handling, Transport, Slaughter and Chilling on Meat Quality and Yield in Pigs: A Review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, 13(2), 79–10. <https://www.jstor.org/stable/25619576>
- Tomovic, V. M. (2008). Effects of rapid chilling of carcasses and time of deboning on weight loss and technological quality of pork semimembranosus muscle. *Meat Science*, 80(4), 1188–1193. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.013>
- Xu, Z. (2019). The effect of freezing time on the quality of normal and pale, soft and exudative (PSE)-like pork. *Meat Science*, 152, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.003>
- Xiong, Y. L. (2017). The Storage and Preservation of Meat: I–Thermal Technologies. *Lawrie's Meat Science*, 8, 205–230. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00007-8>

REFERENCES

- Agnelli, M.E., & Mascheroni, R.H. (2002). Quality evaluation of foodstuffs frozen in a cryomechanical freezer. *Journal of Food Engineering*, 52(3), 257–263. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00113-3)
- Beltrán, J.A., & Bellés, M. (2019). Effect of Freezing on the Quality of Meat. In the *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (Vol. 2, pp. 493–497). Amsterdam: Elsevier.
- Bertram, H. C., Andersen, R. H., & Andersen, H. J. (2007). Development in myofibrillar water distribution of two pork qualities during 10-month freezer storage. *Meat Science*, 75(1), 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.020>
- Birdseye, C. (1933). Preservation of perishable foods by new quick-freezing methods. *Journal of the Franklin Institute*, 215(4), 411–424. [https://doi.org/10.1016/S0016-0032\(33\)90043-5](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(33)90043-5)
- Cassius, E.O. (2017). Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review. *Meat Science*, 125, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.025>
- Damez, J. L., & Clerjon, S. (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science*, 80(1), 132–149. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.039>
- Damez, J.L., & Clerjon, S. (2013). Quantifying and predicting meat and meat products quality attributes using electromagnetic waves: An overview. *Meat Science*, 95(4), 879–896. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.037>
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., & Banon, S. (2008). Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous-vide method. *Meat Science*, 80, 287–292.
- Egelandsdal, B., Bjarnadottir, S., Mebre Abie, S., Zhu, H., Kolstad, H., Bjerke, F., Martinsen, Ø. G., Mason, A., & Münch, D. (2019). Detectability of the degree of freeze damage in meat depends on analytic tool selection. *Meat Science*, 152, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.002>
- Farouk, M. M., Wieliczko, K. J., & Merts, I. (2004). Ultrafast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Science*, 66(1), 171–179. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00081-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00081-0)
- Fofanova, T.S. (2018). Sous vide technology — some aspects of quality and microbiological safety. *Theory and Practice of Meat Processing*, 3(1), 59–68.
- George, R.M. (1993). Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 4, 134–138. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(93\)90032-6](https://doi.org/10.1016/0924-2244(93)90032-6)
- Gordon, G.G., & Murray, A.C. (1991). Freezing Effects on Quality, Bacteriology and Retail Case Life of Pork. *Food Science*, 56(4), 891–894. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb14599.x>
- Gorlov, I.F., Pershina, E.I., & Tikhonov, S.L. (2013). Identification and prevention of the formation of meat with PSE and DFD properties and quality assurance for meat products from feedstocks exhibiting an anomalous autolysis behavior. *Foods and Raw Materials*, 1, 15–21.
- Gurinovich, G.V., & Patrakova, I.S. (2013). Effect of wheat germ on the functional properties and oxidation stability of ground meat systems. *Foods and Raw materials*, 1, 3–10.
- Hanenian, R., & Mittal G.S. (2004). Effect of freezing and thawing on meat quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2, 74–80.
- Karmanova, A. E. (2017). Innovative technologies in catering. *Innovative economy: prospects for development and improvement*, 1(19), 134–141.
- Kim, H.-W., Kim, J.-H., Seo, J.-K., Setyabrata, D., & Brad Kim, Y. H. (2018). Effects of aging/freezing sequence and freezing rate on meat quality and oxidative stability of pork loins. *Meat Science*, 139, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.024>
- Koohmaraie, M. (1992). Effect of pH, temperature, and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle μ -calpain. *Journal of Animal Science*, 70(10), 3071–3080. <https://doi.org/10.2527/1992.70103071x>
- Lepetit, J., Salé, P., & Dalle, R. (2002). Electrical impedance and tenderisation in bovine meat. *Meat Science*, 60(1), 51–62. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00104-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00104-8)
- Ma, J. (2020). Prediction of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of various processed pork meats using improved hyperspectral imaging technique. *Food Chemistry*, 321(15). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126695>
- Mason, L.H., Church, I.J., Ledward, D.A., & Parsons, A.L. (1990). The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook chill methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 25(3), 247–259. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb01082.x
- Mortensen, M., Andersen, H. J., Engelsens, S. B., & Bertram, H. C. (2006). Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities. *Meat Science*, 72(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.027>
- Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review.

- Meat Science*, 89(2), 111–124. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007>
- Pellissery, A. J., Vinayamohan, P. G., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2020). Spoilage bacteria and meat quality. *Meat Quality Analysis*, 307–334. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00017-3>
- Poznyakovskiya, V. M., Gorlovb, I. F., Tikhonovc, S. L., & Shelepov, V. G. (2015). About the quality of meat with PSE and DFD properties. *Foods and Raw Materials*, 3, 104–110.
- Roldan, M., Antequera, T., Martin, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature–time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93, 572–578.
- Ryu, Y. C., & Kim, B. C. (2006). Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. *Journal of Animal Science*, 84(4), 894–901. <https://doi.org/10.2527/2006.844894x>
- Sales L.A., Mendes Rodrigues, L., Guimarães Silva, D. R., Fontes, P. R., de Almeida Torres Filho, R., de Lemos Souza Ramos, A., & Ramos, E. M. (2020). Effect of freezing/irradiation/thawing processes and subsequent aging on tenderness, color, and oxidative properties of beef. *Meat Science*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108078>
- Sebranek, J. G., Sang, P. N., Topel, D. G., & Rust, R. E. (1979). Effects of Freezing Methods and Frozen Storage on Chemical Characteristics of Ground Beef Patties. *Journal of Animal Science*, 48(5), 1101–1108. <https://doi.org/10.2527/jas1979.4851101x>
- Jiang, S., Xue, D., Zhang, Z., Shan, K.; Ke, W., Zhang, M., Zhao, D., Nian, Y., Xu, X., Zhou, G., & Li, C. (2022). Effect of Sous-vide cooking on the quality and digestion characteristics of braised pork. *Food Chemistry*, 315, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131683>.
- Tan Y., Nookuea W., Li H., Thorin E., & Yan J. (2017). Cryogenic technology for biogas upgrading combined with carbon capture – a review of systems and property impacts. *Energy Procedia*, 142, 3741–3746. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.270>
- Tarrant, P. V. (1989). The Effects of Handling, Transport, Slaughter and Chilling on Meat Quality and Yield in Pigs: A Review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, 13(2), 79–10. <https://www.jstor.org/stable/25619576>
- Tomovic, V. M. (2008). Effects of rapid chilling of carcasses and time of deboning on weight loss and technological quality of pork semimembranosus muscle. *Meat Science*, 80(4), 1188–1193. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.013>
- Xu, Z. (2019). The effect of freezing time on the quality of normal and pale, soft and exudative (PSE)-like pork. *Meat Science*, 152, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.003>
- Xiong, Y. L. (2017). The Storage and Preservation of Meat: I-Thermal Technologies. *Lawrie's Meat Science*, 8, 205–230. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00007-8>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s143>

Оценка качества питания учащихся в целях обеспечения продовольственной безопасности

Ю. Н. Багмут, О. В. Плиска, В. Р. Геймбихнер

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
Екатеринбург, Россия

Корреспонденция:

Плиска Ольга Владимировна,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
620144, Екатеринбург,
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45,
E-mail: pliska-olga@yandex.ru.

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов

Поступила: 17.08.2022

Принята: 28.09.2022

Опубликована: 30.09.2022

Copyright: © 2022 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Обеспечение продовольственной безопасности является ключевым элементом национальной безопасности Российской Федерации. По результатам исследований выявлено, что питание студентов учебных заведений не соответствует установленным нормам. В доказательство тому – рост заболеваемости среди данной группы, обусловленный недостатком сбалансированного питания. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечения продовольственной безопасности учащихся путем реализации качественной продукции в пунктах общественного питания в учебном заведении. В стенах Уральского Государственного Экономического Университета функционирует кафе «Студенческое», оно является главным пунктом питания для студентов и работников университета. На его примере мы решили провести оценку продовольственной безопасности учащихся.

Цель. Оценить фактическое питание студентов УрГЭУ (февраль 2022 г), на примере Кафе «Студенческое».

Материалы и методы. В работе использованы следующие методы исследования – анализ научной литературы по теме исследования, наблюдение за питанием учащихся с помощью программы «Дневник питания», анкетирование, обобщение полученной информации.

Результаты. В результате исследования выявлено несоответствие питания студентов физиолого-гигиеническим нормативам. По результатам контроля качества продукции установлено, что наибольшее количество выявленных нарушений связано с несоблюдением рецептуры и с несоответствиями по органолептическим показателям.

Выводы. Важную роль в обеспечении продовольственной безопасности студентов играет наличие пункта общественного питания в стенах университета. При этом важно обеспечить такое заведение качественной и безопасной продукцией. По результатам исследования разработан комплекс мер по совершенствованию предприятия общественного питания. Результаты исследования полезны для принятия управленческих решений по развитию кафе «Студенческое».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

студенты, фактическое питание, продовольственная безопасность, контроль качества продукции, предприятие общественного питания



Для цитирования: Багмут, Ю. Н., Плиска, О. В., & Геймбихнер, В. Р. (2022). Оценка качества питания учащихся в целях обеспечения продовольственной безопасности. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 41–48. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s143>.

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s143>

Assessing Student Nutrition for Food Security

Yulia N. Bagmut, Olga V. Pliska, Valeria R. Geymbikhner

Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russia

Correspondence:

Olga V. Pliska,

Ural State University of Economics, 62/45,
8 Marta str./Narodnaya Volya, 620144,
Yekaterinburg, Russia
E-mail: pliska-olga@yandex.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 17.08.2022

Accepted: 28.09.2022

Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. Ensuring food security is a key element of the national security of the Russian Federation. According to the results of the research, it was revealed that the nutrition of students of educational institutions does not meet the established standards. The proof is the increase in the incidence among this group, due to the lack of a balanced diet. The relevance of the research topic is caused by the need to ensure the food security of students through the sale of high-quality products at catering points in an educational institution.

Purpose. The purpose of the study is to evaluate the actual nutrition of Ural State University of Economics students (in February 2022) at the *Studencheskoe* cafe being the main catering point for students and university staff.

Materials and Methods. The following research methods were used in the work - analysis of scientific literature on the topic of the study, observation of the nutrition of students using the "Diary of Nutrition" program, questioning, and generalization of the information received.

Results. As a result of the study, a discrepancy between the nutrition of students and physiological and hygienic standards was revealed. Based on the results of product quality control, it was found that the largest number of identified violations is associated with non-compliance with the recipe and with inconsistencies in organoleptic indicators.

Conclusions. An important role in ensuring the food security of students is played by the presence of a catering point within the walls of the university. At the same time, it is important to provide it with high-quality and safe products. Based on the results of the study, a set of measures was developed to improve the public catering enterprise. The results of the study are useful for making managerial decisions on the development of the *Studencheskoe* cafe.

KEYWORDS

students, actual nutrition, food security, product quality control, public catering enterprise



To cite: Bagmut, Y. N., Pliska, O. V., & Geimbikhner, V. R. (2022). Evaluation of the quality of nutrition of students in order to ensure food security. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 41–48. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s143>

ВВЕДЕНИЕ

Конкурентное преимущество предприятий общественного питания заключается в предоставлении более качественных и безопасных услуг. Для создания условий по предоставлению качественных услуг и производству качественных продуктов питания необходима эффективная система управления качеством.

«Основная цель государственной политики Российской Федерации — обеспечение продовольственной безопасности и безопасности пищевых продуктов — активно реализуется с учетом постоянно меняющейся социально-экономической и санитарно-эпидемиологической ситуации. Современная парадигма управления рисками безопасного обращения пищевой продукции формирует определенные условия, в которых хозяйствующие субъекты должны внедрять системы менеджмента качества и безопасности продукции, повышать ответственность за оборот несоответствующей продукции, что призвано способствовать росту доверия потребителей» (Мажаева, 2021).

«Правильное питание обеспечивает рост и развитие организма, восполнение энергии, связанной с учебной деятельностью, способствует профилактике заболеваний и помогает адаптироваться к неблагоприятным факторам окружающей среды» (Черешнев, 2020).

Однако, необходимо отметить происходящий в последнее время рост заболеваемости среди студентов, связанный с тем, что данная группа не обеспечена качественным и сбалансированным питанием (Мекерова, 2019, Васильева, 2017, Белянина, 2015).

Целью работы явилась оценка фактического питания студентов Уральского государственного экономического университета (февраль 2022 г), на примере Кафе «Студенческое».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Кафе «Студенческое» Комбинат питания является структурным подразделением ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» (УрГЭУ). Основное направление деятельности кафе «Студенческое» — производство и реализация продукции (услуг) общественного питания. Ассортимент основных услуг кафе «Студенческое» определен ГОСТ 31987–2012.

Кафе «Студенческое» — предприятие общественного питания закрытого типа, предназначенное для обслуживания студентов, профессорско-преподавательского состава и гостей вуза. Кафе «Студенческое» также предоставляет услуги по обслуживанию различных меро-

приятий и организации питания во время конференций и прочих мероприятий.

Студенческое питание приравнено к школьному, поэтому требования к предприятию питания кафе «Студенческое» повышенные. Из сырья в основном используются говядина, индейка, курица. При приготовлении блюд принципиально исключаются тугоплавкие жиры. В кафе щадящее питание, минимум жареных блюд. В основном применяются тушение, варка, припускание и приготовление на пару.

При приготовлении напитков используются ягоды и фрукты. В кафе «Студенческое» реализуются фруктовые сорта чая. Зимой добавляются в них цитрусовые, весной и летом — персики, груши, яблоки.

В работе использовалась анкета для субъективной оценки фактического питания студентов. В исследовании приняли 192 человека (100 юношей и 92 девушки) в возрасте 19–20 лет Уральского государственного экономического университета.

Анализ проводился с использованием программы «Дневник питания»¹. Для анализа фактического питания в программе имеется возможность указывать доли порций, вид термической обработки, прием пищи. С понедельника по пятницу молодые люди чаще всего питаются в студенческом кафе, а в субботу и воскресенье дома. В анализе не учитывались отдельные дни без данных. При заполнении дневника питания учащиеся указывали свой рацион по приемам пищи: завтрак, обед, полдник, ужин.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что 3–4-х разовое питание характерно только для 32 % студентов. Вместе с тем 62 % опрошенных считают свое питание регулярным. Причем, студенты завтракают лишь периодически (58 %), ужинают непосредственно перед сном 20 %, за 2 и 3 часа до сна — 27 % и 30 % соответственно (Рисунок 1). 9% студентов практически ежедневно пропускают прием горячей пищи, употребляя фаст фуд, йогурты и / или бутерброды.

«Первые блюда в свой рацион включают раз в 2–3 дня 23 % и раз в неделю — 30 % опрошенных.

При оценке частоты потребления некоторых продуктов питания установлено, что 81 % студентов УрГЭУ имеют в своем рационе мясо, предпочитая курицу (69 %), свинину (37 %), говядину (35 %) и употребляют мясо каждый

¹ Система расчетов для общественного питания. — Сайт программы. <http://edtd.ru>.

Рисунок 1

Режим питания, %

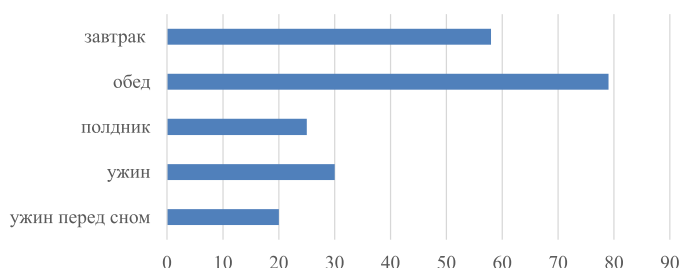
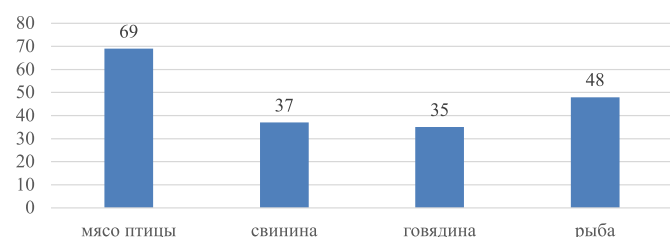


Рисунок 2

Частоты потребления некоторых продуктов питания, %



день (57 %) или раз в 2–3 дня (25 %). Рыба входит в рацион 48 % студентов, также употребляющих ее раз в неделю (35 %) или реже (45 %).

В результате гигиенической оценки фактического питания учащихся было установлено, что энергетическая ценность среднесуточных рационов питания (на основе анкеты-самооценки) ниже физиологической потребно-

сти в энергии в среднем на 17,8 % у девушек и на 11,6 % у юношей, что согласуется с литературными данными (Беянина, 2015, Савкин, 2018).

Установлено недостаточное потребление основных питательных веществ. Дефицит белка наблюдается у 72 % девушек и 54 % юношей, в том числе у 20 % девушек и 18 % юношей соотношение Б : Ж : У характеризует углеводную направленность питания, которое составляет для девушек 1 : 1,2 : 4,8 и для юношей 1 : 1,3 : 4,7.

Контроль качества — одно из ключевых звеньев процесса производства продукции. Значение контроля заключается в том, что он позволяет вовремя выявить несоответствия, чтобы затем оперативно исправить их с минимальными затратами. Эффективность производства во многом зависит от организации контроля качества и степени его совершенства (Мишина, 2020, Носов, 2021, Ванюшин, 2020, Лемеш, 2020).

Для достижения более полного удовлетворения запросов потребителей специалистами Комбината питания УрГЭУ проводятся мероприятия, направленные на контроль качества и безопасности производства пищевой продукции собственного производства.

Результаты контроля качества продукции кафе «Студенческое» Комбинат питания УрГЭУ за февраль 2022г. представлены на Рисунке 3.

По результатам контроля качества продукции кафе «Студенческое» установлено, что наибольшее количе-

Рисунок 3

Результаты контроля качества продукции кафе «Студенческое» Комбинат питания УрГЭУ (февраль 2022), шт.



ство выявленных нарушений связано с несоблюдением рецептуры и с несоответствиями по органолептическим показателям (Хуснутдинов, 2021, Aleksandrovich, 2021, Проскурякова, 2019).

Обеспечение качества выпускаемой продукции предполагает знание и использование 14 принципов Э. Деминга. Предложенные мероприятия по их реализации на предприятии общественного питания кафе «Студенческое» Комбинат питания УрГЭУ представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Мероприятия по реализации принципов Деминга на предприятии общественного питания кафе «Студенческое»

№ п/п	Принципы Э. Деминга	Мероприятия по реализации принципов Деминга
1	Сделать постоянной целью улучшение качества продукции и услуг	Контролировать качество поступающего сырья Совершенствовать технологию производства Контролировать качество продукции
2	Принять новую философию	Руководство должно взять на себя ответственность за повышение качества продукции, качества обслуживания потребителей и качества труда работников, стимулируя последних на повышение качества своего труда
3	Устранить необходимость массового технического контроля	Руководству не следует вести тотальный повсеместный контроль, необходимо на каждом участке (производство, персонал, финансы и т.д.) выделить должностное ответственное лицо. Также необходимо воспитывать в работниках самоконтроль.
4	Прекратить практику заключения контрактов на основе низких цен	Эта задача находится в компетенции специалистов комбината питания УрГЭУ При определении количества источников закупки необходимо использовать логистический подход, предполагающий ограниченное количество поставщиков, между которыми устанавливаются партнерские взаимовыгодные отношения
5	Постоянно совершенствовать систему	Для процессов производства и обслуживания необходимо разработать систему нормативов. Это позволит не только повысить качество этих процессов, но и снизить затраты предприятия
6	Применяйте методы обучения персонала непосредственно на рабочих местах	Системы дистанционного обучения (СДО) органично заполняют «узкие места» традиционного образования. Основное преимущество СДО — возможность организовать результативную работу с группами без выезда специалистов и всех сопутствующих затрат
7	Внедрите стиль управления, основанный на лидерстве	Основой эффективного управления персоналом должно стать не угроза наказания со стороны руководства, а помощь в результате выяснения причин невыполнения работниками поставленных задач. Также руководство должно по возможности создать условия работникам для выполнения своих задач в дальнейшем
8	Искорените страх	Необходимо создать систему обратной связи с подчиненными, обсуждать планы, проблемы, предотвращать ошибки. Работник не должен бояться перемен в работе, а стремиться к ним
9	Устранить барьеры между подразделениями	Важно сформировать из всего коллектива единую команду, имеющую одну цель
10	Откажитесь от лозунгов, транспарантов и наставлений	Необходимо совершенствовать всю систему предприятия, условия, в которых работают исполнители
11	Откажитесь от количественных оценок работы	Работники должны стремиться к повышению качества своего труда. Руководству необходимо создать условия для продуктивного труда, обеспечить работникам определенную свободу
12	Поддерживайте чувство профессиональной гордости в сотрудниках	Необходимо поддерживать в работниках корпоративный дух, дать им понять свою значимость в производственном процессе, по достоинству оценивая их вклад в общее дело
13	Внедрите на предприятии систему образования и самосовершенствования сотрудников	Для повышения в работниках желания повышать уровень образования, квалификации, самосовершенствоваться, необходимо разработать систему вознаграждения и поощрения на основе результатов и качества труда
14	Принимайте любую работу по улучшению качества продукции и услуг	Для повышения эффективности работы предприятия все его работники должны быть вовлечены в процесс повышения качества продукции. Любая идея должна быть рассмотрена руководством и специалистами, наиболее ценные идеи могут быть опробованы на практике

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, на основе данных «Дневника питания» мы подтвердили мнения исследователей о недостаточности и несбалансированности питания у учащихся. В результате исследования мы пришли к выводу, что питание учащихся УрГЭУ не соответствует физиолого-гигиеническим нормативам и нуждается в значительной коррекции. Оказалось, что дефицит белка наблюдается у 72% девушек и 54% юношей. А также энергетическая ценность среднесуточных рационов питания ниже физиологической потребности в энергии в среднем на 17,8% у девушек и на 11,6% у юношей, что согласуется с литературными данными. Несбалансированность питания студентов в первую очередь связана со специфичностью системы их обучения (высокой интенсивностью, большим перенапряжением нервной системы, хроническим недосыпанием, нарушением режима труда и отдыха, интенсивной информационной нагрузкой), а также культурой питания (Андреев, 2017, Подригало, 2019). Для компенсации этой негативной ситуации большое значение имеет правильно организованное рациональное питание. Значимую роль в обеспечении питания учащихся занимают предприятия общественного питания на территории университета, в частности кафе и столовые. Поэтому на следующем этапе исследования мы провели контроль качества продукции кафе «Студенческое» Комбината питания УрГЭУ. Данная оценка позволила прийти к выводу о том, что продукция кафе «Студенческое» не соответствует требованиям качества, в частности были выявлены такие нарушения, как несоблюдение рецептуры, несоответствие по органолептическим показателям, а также — использование несвежих продуктов. Мы пришли к выводу, что питание, предоставляемое кафе, не соответствует нормам качества и не может в должной мере обеспечить продовольственную безопасность студентов. Для разработки комплекса мер по устранению недостатков мы воспользовались принципами Деминга. Мы рекомендуем сотрудникам обратить внимание на список действий по совершенствованию предприятия. Особое внимание им следует уделить контролю за: технологией приготовления блюд и временем их приготовления; стандартами приготовления полуфабрикатов; соблюдению санитарных норм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день правительство страны заинтересовано в обеспечении продовольственной безопасности населения. В частности, важно обеспечить возможность доступа к качественной пище такой важной группы населения, как студенты. В студенческом возрасте организм продолжает формироваться, а также для восстановления после тяжёлой умственной нагрузки ему необходимы дополнительные источники энергии.

Для этого в первую очередь организм следует обеспечить источниками белка для восстановления и роста, а также необходимыми для развития макро- и микронутриентами. К сожалению, исследователями выявлено, что питание учащихся образовательных учреждений не соответствует общеустановленным нормам. Одним из способов решения этой проблемы и снижения воздействия на безопасность студентов может быть реализация качественной продукции на территории учебного заведения. Качество, сбалансированность, такой продукции поможет студенту восполнить затраты энергии, а также дать организму самый важный для роста и восстановления источник — белок. На примере продукции кафе «Студенческое» Комбината питания УрГЭУ мы выяснили, что питание там не в полной мере соответствует требованиям качества. Мы провели контроль, выявили недостатки и разработали комплекс мер по их устранению и совершенствованию предприятия. Этот комплекс мер поможет улучшить ситуацию, сделать блюда более качественными, а соблюдение рецептуры и органолептических показателей позволит улучшить внешний вид, вкус, аромат и общую привлекательность блюд. Мы предполагаем, что в таком случае горячее, полноценное питание станет для учащихся более привлекательным, нежели перекус булкой или йогуртом. Такое изменение позволит с одной стороны — повысить конкурентоспособность предприятия, а с другой — улучшить рацион студентов, добавить в него недостающие элементы. Безусловно, важнейшими условиями выпуска блюд высокого качества на предприятии общественного питания является четкое соблюдение всеми работниками норм закладки сырья и осуществление технологического процесса в строгом соответствии с установленными требованиями.

В перспективе, после реализации мер по улучшению качества продукции предприятия можно продолжить исследование и более детально изучить пищевую ценность блюд, рассмотреть возможности их обогащения. Также не следует забывать, что потребителями являются такой продукции в первую очередь являются учащиеся, поэтому следует также расширить меню блюдами, соответствующими их вкусовым предпочтениям.

ВКЛАД АВТОРОВ

Багмут Ю. Н. — разработка методологии или отдельных методов, проведение экспериментов и сбор информации.

Плиски О. В. — формулировка идеи и целей исследования, проверка результатов исследования.

Геймбихнер В. Р. — координация и планирование исследования, верстка, создание визуальной части.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев, С. П., & Панфилов, В. А. (2017). Концепция системы обеспечения безопасности и качества продовольствия на потребительском рынке России. *Индустрия питания*, 3(4), 18–22.
- Белянина, М. А., Воронина, Ю. В., & Мартиросова, Т. А. (2015). Рациональное питание как основной фактор здорового образа жизни студентов. *Новая наука: Современное состояние и пути развития*, 1, 36–39.
- Ванюшин, Ю. С., Елистратов, Д. Е., Ишмухаметова, Н. Ф., Галимов, Д. Р., & Ильин, С. Н. (2020). Функциональное состояние спортсменов при тестирующих нагрузках. *Педагогикопсихологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*, 15(1), 152–157. <http://dx.doi.org/10.14526/2070-4798-2020-15-1-152-157>
- Васильева, М. В., Либи́на, И. И., & Натарева, А. А. (2017). Оценка рационального питания студентов как одна из важнейших составляющих здоровья. *Символ науки: международный научный журнал*, 3(4), 134–136.
- Лемеш, К. И. (2016). Правильное питание как ключевой компонент здорового образа жизни студента. *Система ценностей современного общества*, 48, 121–125.
- Мажаева, Т. В., Синицына, С. В., Козубская, В. И., & Борцова, Е. Л. (2021). Оценка экономического ущерба потребителя и хозяйствующего субъекта при обращении недоброкачественной пищевой продукции. *Индустрия питания*, 6(3), 34–43. <http://dx.doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-3-4>
- Мекерова, О. В., & Чугунова, О. В. (2019). Совершенствование организации питания студентов в регионе (на примере образовательных учреждений Свердловской области). *Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании*, 85–89.
- Мишина, Е. Г., Кузнецов, И. М., & Ходырев, С. Д. (2020). Оценка сформированности навыков гигиены питания у студентов как элемента здорового образа жизни. *Тенденции развития науки и образования*, 64–4, 97–100. <http://dx.doi.org/10.18411/lj-08-2020-141>
- Носов, А. М., & Мелентьев, А. Н. (2021). Рациональное питание как фактор здорового образа жизни студентов. *Актуальные вопросы физической культуры и спорта в вузах*, 89–92.
- Подригало, Л. В., Ермаков, С. С., Ровная, О. А., Сотникова-Мелешкина, Ж. В., & Ермакова, Т. С. (2019). Особенности питания учащейся молодежи как фактор, влияющий на здоровье. *Человек. Спорт. Медицина*, 19(4), 103–110.
- Проскурякова, Л. А., & Лобыкина, Е. Н. (2019). Оценка риска нарушений пищевого поведения и особенности питания у студентов с различным уровнем личностной тревожности. *Профилактическая медицина*, 22(6), 80–86. <http://dx.doi.org/10.17116/profmed20192206180>
- Савкин, А. Ю. (2018). Здоровый образ жизни и рациональное питание у студентов. Формирование здорового образа жизни. *Передовой опыт социально-педагогической работы с детьми и семьей*, 85–86.
- Хуснутдинов, Д. Г. (2021). Эффективность влияния включения в ежедневную диету продуктов спортивного питания на интегральную составляющую тела студентов занимающихся фитнесом. *Научный Лидер*, 18(20), 72–74.
- Черешнев, В. А., & Позняковский, В. М. (2020). Фактор питания и эволюционно-генетическое формирование кишечной микрофлоры: значение для сохранения иммунитета и здоровья. *Индустрия питания*, 5(3), 5–16. <http://dx.doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-3-1>
- Aleksandrovich, A. S., & Zimatkina, T. I. (2021). About catering services of students. *Инновационные научные исследования*, 1–2(3), 157–161. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4567827>

REFERENCE

- Andreev, S. P., & Panfilov, V. A. (2017). The concept of the system for ensuring the safety and quality of food in the consumer market of Russia. *Industriya pitaniya* [Food Industry], 3(4), 18–22.
- Belyanina, M. A., Voronina, Yu. V., & Martirosova, T. A. (2015). Rational nutrition as the main factor in a healthy lifestyle of students. *Novaya nauka: Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya* [New Science: Current State and Ways of Development], 1, 36–39.
- Vanyushin, Yu. S., Elistratov, D. E., Ishmukhametova, N. F., Galimov, D. R., & Ilyin, S. N. (2020). The functional state of athletes under testing loads. *Pedagogikopsihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sports], 15(1), 152–157. <http://dx.doi.org/10.14526/2070-4798-2020-15-1-152-157>
- Vasil'eva, M. V., Libina, I. I., & Natarova, A. A. (2017). Evaluation of rational nutrition of students as one of the most

- important components of health. *Simvol nauki: mezh-dunarodnyj nauchnyj zhurnal* [Symbol of Science: International Science Journal], 3(4), 134–136.
- Lemesh, K. I. (2016). Proper nutrition as a key component of a student's healthy lifestyle. *Sistema cennostej sovremennogo obshchestva* [The value system of modern society], 48, 121–125.
- Mazhaeva, T.V., Sinitsyna, S.V., Kozubskaya, V.I., & Bortsova, E.L. (2021). Assessment of the economic damage to the consumer and business entity in the circulation of poor-quality food products. *Industriya pitaniya* [Food Industry], 6(3), 34–43. <http://dx.doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-3-4>.
- Mekeroval, O. V., & Chugunova, O. V. (2019). Improving student catering in the region (on the example of educational institutions of the Sverdlovsk region). *Innovacionnye tekhnologii v pishchevoj promyshlennosti i obshchestvennom pitanii* [Innovative technologies in the food industry and public catering], 85–89.
- Mishina, E. G., Kuznetsov, I. M., & Khodyrev, S. D. (2020). Evaluation of the formation of food hygiene skills among students as an element of a healthy lifestyle. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], 64–4, 97–100. <http://dx.doi.org/10.18411/lj-08-2020-141>.
- Nosov, A. M., & Melentiev, A. N. (2021). Rational nutrition as a factor in a healthy lifestyle of students. *Aktual'nye voprosy fizicheskoy kul'tury i sporta v vuzah* [Topical issues of physical culture and sports in universities], 89–92.
- Podrigalo, L. V., Ermakov, S. S., Rovnaya, O. A., Sotnikova-Meshkina, J. V., & Ermakova, T. S. (2019). Peculiarities of nutrition of young students as a factor influencing health. *Chelovek. Sport. Medicina* [Human. Sport. Medicine], 19(4), 103–110.
- Proskuryakova, L. A., & Lobykina, E. N. (2019). Evaluation of the risk of eating disorders and eating habits in students with different levels of personal anxiety. *Profilakticheskaya medicina* [Preventive Medicine], 22(6), 80–86. <http://dx.doi.org/10.17116/profmed20192206180>
- Savkin, A. Yu. (2018). Healthy lifestyle and rational nutrition among students. *Formirovanie zdorovogo obraza zhizni. Peredovoj opyt social'no-pedagogicheskoy raboty s det'mi i sem'ej* [Best practices in socio-pedagogical work with children and families], 85–86.
- Khusnutdinov, D. G. (2021). The effectiveness of the influence of the inclusion of sports nutrition products in the daily diet on the integral component of the body of students involved in fitness. *Nauchnyj Lider* [Science Leader], 18(20), 72–74.
- Chereshnev, V.A., & Poznyakovsky, V.M. (2020). The nutritional factor and the evolutionary genetic formation of the intestinal microflora: the importance for maintaining immunity and health. *Industriya pitaniya* [Food Industry], 5(3), 5–16. <http://dx.doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-3-1>.
- Aleksandrovich, A. S., & Zimatkina, T. I. (2021). About catering services of students. *Innovacionnye nauchnye issledovaniya* [Innovative Scientific Research], 1–2(3), 157–161. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4567827>.

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s146>

Биологическая активация хлебопекарных дрожжей и возможность обогащения продукции хлебопечения пептидами

И. Ю. Резниченко¹, Г. С. Акопян², С. Л. Тихонов³,
Н. В. Тихонова³

¹ Кузбасская государственная
сельскохозяйственная академия,
Кемерово, Россия

² Курганская государственная
сельскохозяйственная академия
имени Т.С. Мальцева, Курган, Россия

³ Уральский государственный
экономический университет,
Екатеринбург, Россия

Корреспонденция:

Тихонов Сергей Леонидович,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
экономический университет,
620144, г. Екатеринбург 641300,
E-mail: tihonov75@bk.ru

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов

Поступила: 22.08.2022

Принята: 28.09.2022

Опубликована: 30.09.2022

Copyright: © 2022 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Интенсификация броидильной активности хлебопекарных дрожжей в хлебопечении и придание дополнительной пищевой ценности продуктам питания массового потребления является актуальным направлением научных исследований.

Цель — оценка влияния на активацию дрожжей хлебопекарных *Saccharomyces cerevisiae* при замесе теста частичной замены раствора пищевой соли на ферментативный гидролизат молозива коров на и изучение возможности обогащения хлебобулочных изделий биологически активными пептидами.

Материалы и методы. Материалами для исследований служили модельные образцы теста, приготовленные без активации дрожжей и на активированных дрожжах с применением ферментативного гидролизата молозива коров. Наличие пептидов в образцах теста проводили на масс-спектрометре МАЛДИ-ТОФ, расшифровку — с помощью базы данных Mascot, опция Peptide Fingerprint («Matrix Science», США) с использованием базы данных Protein NCBI.

Результаты. Установлено, что замена применяемого в рецептуре теста раствора поваренной соли на ферментативный гидролизат молозива коров положительно влияет на активацию метаболических процессов в дрожжевых клетках *Saccharomyces cerevisiae*. Полученные результаты свидетельствуют о том, что по сравнению с контролем подъемная сила дрожжей прессованных хлебопекарных с полной заменой раствора соли на ферментативный гидролизат молозива коров увеличилось на 26 %, для дрожжей сухих подъемная увеличилась по сравнению с контрольным образцом на 20 %. В модельных образцах теста идентифицирован биологически активный пептид, присутствующий в используемом ферментативном гидролизате молозива коров, определена последовательность аминокислот и молекулярная масса выделенного пептида.

Выводы. Применение ферментативного гидролизата молозива коров в технологии хлебобулочных изделий позволит ускорить производственный технологический процесс и обогатить хлеб биологически активными пептидами. Но вместе с тем необходимо проведение дополнительных исследований по влиянию активированных дрожжей на показатели качества и сохранности биологически активных пептидов в готовом хлебе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

дрожжи хлебопекарные, активация, молозиво коров, пептиды, обогащение, ферментативный гидролизат



Для цитирования: Резниченко, И. Ю., Акопян, Г. С., Тихонов, С. Л., & Тихонова, Н. В. (2022). Биологическая активация хлебопекарных дрожжей и возможность обогащения продукции хлебопечения пептидами. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 49–59. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s146>.

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s146>

Biological Activation of Baker's Yeast and the Possibility of Enriching Bakery Products with Peptides

Irina Yu. Reznichenko¹, Giorgi S. Hakobyan², Sergey L. Tikhonov³,
Natalia V. Tikhonova³

¹ Kuzbass State Agricultural Academy,
Kemerovo, Russia

² Kurgan State Agricultural Academy
named after T.S. Maltsev, Kurgan, Russia

³ Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russia

Correspondence:

Sergey L. Tikhonov,
Ural State University of Economics,
620144, Yekaterinburg 64130, Russia
E-mail: tihonov75@bk.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 22.08.2022

Accepted: 28.09.2022

Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The stimulation of the fermentation activity of baker's yeast in baking and giving additional nutritional value to mass consumption food products is an important area of scientific research.

Purpose. The purpose of the study is to evaluate the effect of partial replacement of a salt solution with an enzymatic hydrolyzate of bovine colostrum on the activation of baking yeast *Saccharomyces cerevisiae* when kneading the dough and to study the possibility of enriching bakery products with biologically active peptides.

Materials and Methods. The research materials were model dough samples prepared without yeast activation and on activated yeast using enzymatic hydrolyzate of bovine colostrum. The presence of peptides in the dough samples was determined on a MALDI-TOF mass spectrometer, decryption was performed using the Mascot database, the Peptide Fingerprint option (Matrix Science, USA) using the Protein NCBI database.

Results. It has been established that the replacement of the sodium chloride solution used in the dough formulation with the enzymatic hydrolyzate of bovine colostrum has a positive effect on the activation of metabolic processes in the yeast cells of *Saccharomyces cerevisiae*. The results obtained indicate that, compared with the control, the lifting force of pressed baker's yeast with a complete replacement of the salt solution with the enzymatic hydrolyzate of bovine colostrum increased by 26 %, for dried yeast, the lifting force increased by 20 % compared to the control sample. In model dough samples, a biologically active peptide present in the used enzymatic hydrolyzate of bovine colostrum was identified, the amino acid sequence and molecular weight of the isolated peptide were determined.

Conclusions. The use of enzymatic hydrolyzate of bovine colostrum in the technology of bakery products will speed up the production process and enrich the bread with biologically active peptides. But at the same time, it is necessary to conduct additional studies on the effect of activated yeast on the quality and shelf life of biologically active peptides in finished bread.

KEYWORDS

baking yeast, activation, bovine colostrum, peptides, enrichment, enzymatic hydrolyzate



To cite: Reznichenko, I. Yu., Hakobyan, G. S., Tikhonov, S. L., & Tikhonova, N. V. (2022). Biological activation of baker's yeast and the possibility of enrichment of bakery products with peptides. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 49–59. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s146>

ВВЕДЕНИЕ

Современная технология хлебопекарного производства объединяет научные достижения в области электротехнологии, технической микробиологии, биотехнологии, инновационных технологических решений в хлебопекарном производстве. В этой связи большое научно-практическое значение имеет изучение физиологического состояния микроорганизмов, участвующих в процессах хлебопечения и осуществляемого ими метаболизма. Оптимизация жизнедеятельности микроорганизмов, в частности повышение активности хлебопекарных дрожжей, способствующих повышению качества хлебобучной продукции – актуальная задача (Лукина, 2013; Черных, 2020).

Основным сырьем, формирующим качество хлеба, является мука, вода, дрожжи и соль. Качество готового продукта в большей степени зависит от вида используемой муки, вида и активности дрожжей, применяемой технологии производства. Большое внимание в настоящее время уделяется процессу активации дрожжей, т.к. дрожжевые клетки вида *Saccharomyces cerevisiae* и их физиологическая активность влияют на ускорение процесса тестоведения и способствуют сокращению времени брожения теста, тем самым снижая временные затраты на весь технологический цикл производства. Известны способы активации хлебопекарных дрожжей путем ультразвуковой обработки водных суспензий. Установлено, что с повышением температурного режима ультразвуковая обработка приводит к агглютинации дрожжевых клеток, рекомендована необходимость выбора режимов ультразвуковой обработки для достижения нужного результата при производстве хлеба и хлебобучных изделий. Показано, что обработка суспензии пекарских дрожжей ультразвуком с частотой 35 кГц, интенсивностью 1 Вт/см² и экспозицией в течение 3 мин. способствует разделению дрожжевых конгломератов на отдельные клетки, активирует ферментативную систему дрожжей и водную фазу закваски (Красникова, 2021).

Предложено использование бурых водорослей в качестве биостимуляторов активности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и проведена оценка их влияния на технологические показатели хлебопекарных дрожжей. Доказано, что добавление биологически активной добавки «Фуколам-С-сырье» в нативном виде увеличивает прирост биомассы дрожжей на 23 %, а микроструктурированных полисахаридов на 38 % (Паймулина, 2020). Исследована возможность применения порошка томатов в качестве добавки для активации хлебопекарных дрожжей. Определены показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий при замене от 1 до 7 % муки пшеничной первого сорта порошком томатов, установлены оптимальные дозировки (Русина, 2020).

Авторами (Nascimento, 2020) проведена оценка биотехнологического потенциала *Saccharomyces cerevisiae* FT858 с помощью параметров кинетического роста и влияния концентрации субстрата на синтез фермента инвертазы. Инвертазы обладают высоким биотехнологическим потенциалом, и на их производство дрожжами сильно влияют сахара в среде. *Saccharomyces cerevisiae* FT858 обладает отличным биотехнологическим потенциалом по сравнению с эталонными промышленными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* CAT-1. Доказано, что концентрация субстрата влияет на выработку инвертазы, и экспрессия фермента подвергалась сильной регуляции с помощью концентрации глюкозы в культуральной среде, а *S. Cerevisiae* CAT-1 проявляли конститутивное поведение для фермента инвертазы.

Следовательно, учеными рассматриваются различные технологические приемы интенсификации бродительной активности хлебопекарных дрожжей, что в условиях расширения сети минипекарен и малых предприятий особенно актуально.

Не менее важным является направление по приданию дополнительной пищевой ценности пищевой продукции массового потребления, что связано с использованием в рецептуре биологически активных веществ, разработкой продуктов специализированного назначения. Если рассматривать указанное направление применительно к хлебобучным изделиям следует учитывать, что *Saccharomyces cerevisiae* могут являться источником продуцирования биологически активных веществ, в частности, S-аденозил-L-метионина (соединения с важными физиологическими функциями, SAM). Авторами (Weng, 2022) для увеличения продуцирования SAM штамм *Saccharomyces cerevisiae* ZY 1–5 подвергали воздействию ультрафиолета. Установлено, что титр SAM при ферментации во встряхивающей колбе достиг 1,31 г/л, что на 191 % выше, чем у штамма ZY 1–5. При оптимальных условиях титр SAM и биомасса дрожжей в 5-литровом биореакторе были выше на 142,86 % и 34,22 %, чем у контрольных образцов.

Saccharomyces cerevisiae способны продуцировать L-тирозин. Авторы (Li, 2020) провели серию генетических модификаций к штамму *Saccharomyces cerevisiae* дикого типа BY4741, чтобы устранить узкие места в пути L-тирозина. Ген тирозин-аммиачной лиазы (TAL) из *Rhodobacter capsulatus*, который может катализировать превращение L-тирозина в *p*-кумаровую кислоту, был сверхэкспрессирован для облегчения анализа L-тирозина и проверки способности штамма синтезировать гетерологичные производные. Авторы увеличили поступление предшественников путем сверхэкспрессии гена трансальдолазы TAL1, гена II ENO2 и гена пентафункционального фермента ARO1, что привело к увеличению производства *p*-кумаровой кислоты в 55 раз. Во-вто-

рых, ингибирование обратной связи 3-дезоксид-арабино-гептулозонат-7-фосфатсинтазы и хорисматмутаза было уменьшено за счет сверхэкспрессии мутантных устойчивых к обратной связи *ARO4^{K229}* и *ARO7^{G141S}*, и было получено 3,61-кратное улучшение продукции *p*-кумаровой кислоты. Образование побочных продуктов было уменьшено путем удаления гена пируватдекарбоксилазы *PDC5* и гена фенилпируватдекарбоксилазы *ARO10*, а производство *p*-кумаровой кислоты увеличилось в 2,52 раза. Лучший продуцент — когда *TAL1*, *ENO2*, *ARO1*, *ARO4^{K229L}*, *ARO7^{G141}* и *TAL* были сверхэкспрессированы, а *PDC5* и *ARO10* были удалены — увеличили выработку *p*-кумаровой кислоты в 14,08 раза (с 1,4 до 19,71 мг/л⁻¹).

Результаты исследований авторов (Sacerdote, 2013; Conte, 2013) указывают на возможность применения продуктов переработки молозива коров в качестве функционального рецептурного компонента в составе пищевой продукции специализированного назначения.

С учетом того, что для активации *Saccharomyces cerevisiae* для предотвращения снижения интенсивности размножения и бродильной активности дрожжей в сусло необходимо вносить недостающие питательные вещества, в частности, аминокислоты, минеральные вещества (Новоселова, 2015) нами рассмотрена возможность использования ферментативного гидролизата молозива коров для активации хлебопекарных дрожжей и обогащения теста биологически активными веществами.

Молозиво коров является одним из популярных нутрицевтиков, который включает множество биологически активных компонентов, в частности, иммуноглобулины, лактоферрин, биологически активные пептиды (БАП), минеральные вещества и др. (Mehra, 2022).

На потребительском рынке продуктов функционального и специализированного назначения Российской Федерации представлены зарубежные биологически активные добавки, содержащие продукты переработки молозива коров, в частности, «Молозиво TSN» (NutriCare International, США), «Колострум НСП» (Nature's Sunshine Products, США) и другие (Головач, 2014).

Особое внимание в составе молозива коров заслуживают БАП. По данным (Samtiya, 2022) БАП могут быть высвобождены путем ферментативного гидролиза (Menchetti, 2016; Tripoteau, 2015; Salampessy, 2015; Alvarez, 2017) и обладать противораковой, антимикробной, антиоксидантной, антигипертензивной, гиполипидемической и антидиабетической активностью (Chernukha, 2020; Pérez-Gregorio, 2020; Amigo, 2020; Apostolopoulos, 2021; Furukawa, 2021; Пинегин, 2019; Chernukha, 2017; Xu, 2019; Li, 2019; Meng, 2020; Vanzolini, 2022).

Цель работы — оценка влияния на активацию дрожжей хлебопекарных *Saccharomyces cerevisiae* при замесе теста частичной замены раствора пищевой соли на ферментативный гидролизат молозива коров на и изучение возможности обогащения хлебобулочных изделий биологически активными пептидами.

МЕТОДЫ

Материалы

Материалы исследования: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, выработанная по ГОСТ 25574–2017 (производитель ООО «Привоз», Россия, г. Новосибирск, ул. Станционная, 38); дрожжи прессованные хлебопекарные «Люкс Экстра», выработанные по ТУ 10.89.13–038–48975583–2018, дрожжи сухие хлебопекарные активные «САФ-ЛЕВЮР», выработанные по ТУ 10.89.13–036–48975583–2018 (производитель ООО «САФ-НЕВА», Россия, г. Воронеж, ул. Дмитрова, 110), модельные образцы теста, приготовленные на активированных дрожжах с применением трипсина гидролизата молозива коров, имеющего в составе 7 пептидов от 4 до 9 аминокислотных остатков с молекулярной массой от 1,7 до 8 кДа. Количество белка в ферментативном гидролизате составляет 2,8 %, жира — 0,6 % и золы — 7,1 %, пептидов — 2,3 мг/мл.

Методы исследования

Определение влажности муки пшеничной хлебопекарной проводили по ГОСТ 9404–88 методом высушивания в сушильном шкафу (марка SNOL 20/30, производитель АВ UMEGA, Литва), цвет, запаха, вкус и хруст определили по ГОСТ 27558–87, количество и качество клейковины по ГОСТ 27839–2013. Для определения качества клейковины применяли прибор ИДК-3М, производитель АО «Промприбор», Россия. Дрожжи хлебопекарные прессованные анализировали по ГОСТ Р 54731–2011, массовую долю влаги дрожжей определяли ускоренным методом, для этого использовали прибор Чижовой (марка ПЧМЦ, производитель ООО «ОЛИС», Россия), подъемную силу дрожжей с имеющимися сроками хранения со дня выработки определяли ускоренным способом, использовали термостат марки ST1, Россия. Дрожжи сушеные анализировали по ГОСТ Р 54845–2011. Пробную лабораторную выпечку осуществляли по ГОСТ 27669–88. Наличие пептидов в образцах теста проводили на масс-спектрометре МАЛДИ-ТОФ, расшифровку — с помощью базы данных Mascot, опция Peptide Fingerprint («Matrix Science», США) с использованием базы данных Protein NCBI.

Для биологической активации метаболизма дрожжей применяли ферментативный гидролизат молозива ко-

ров, который представляет собой жидкую питательную смесь, которую вносили при замесе теста. В качестве контрольного образца служил образец без внесения ферментативного гидролизата молозива коров. Для исследования влияния ферментативного гидролизата молозива коров на биологическую активацию дрожжей анализировали модельные образцы, приготовленные по стандартной методике: 0,31 г дрожжей помещали в фарфоровую чашку, приливали 4,8 см³ приготовленного 2,5 % раствора поваренной соли, нагретого до 35 °С, и тщательно перемешивали шпателем. К полученному раствору добавляли 7 г муки, замешивали тесто и придали ему форму шарика. Шарик опускали в стакан с водой, нагретой до температуры 35 °С, и помещали в термостат с той же температурой для определения подъемной силы. Приготовление образцов с внесением ферментативного гидролизата молозива коров осуществляли аналогичным образом. Ферментативный гидролизат молозива коров вносили в количестве 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 см³, что соответствует образцам № 2–10, при этом уменьшая количества раствора соли. Образец № 1 является контрольным (замену раствора пищевой соли не проводили).

Анализ данных

Анализ данных выполнен в пакете статистических программ STATISTICA 6.0 (StatSoft, Inc. 2001). Данные представлены в виде среднего арифметического ($\bar{M}$) $\pm$ стандартная ошибка среднего (m). Для проверки гипотезы об однородности двух независимых выборок использовали непараметрический критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney Utest). При проверке статистических гипотез использовали 5% уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты по исследованию показателей качества муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта приведены в Таблице 1. Показатели качества используемых дрожжей приведены в Таблицах 2, 3.

Из представленных данных в Таблица 1–3 следует, что сырье для производства хлеба соответствует требованиям всем нормативным документам.

Динамика подъемной силы дрожжей приведена на Рисунке 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что по сравнению с контролем (№ 1) подъемная сила дрожжей прессованных хлебопекарных (в минутах) образца № 10 с полной заменой раствора соли на ферментативный гидролизат молозива коров увеличилось

Таблица 1

Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 25574–2017	Фактически
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Наличие минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста	При разжевывании муки не ощущается хруста
Цвет	Белый или белый с кремовым оттенком	Белый
Количество клейковины, %, не менее	28,0	31,5 $\pm$ 0,3
Качество клейковины, ед. ИДК	45–90	52,5 $\pm$ 0,5
Влажность, %, не более	15,0	11,4 $\pm$ 0,3

Таблица 2

Показатели качества дрожжей хлебопекарных прессованных

Наименование показателя	Норма по ТУ 10.89.13–038-48975583–2018	Фактически
Внешний вид	Плотная масса, легко ломается и не мажется	Плотная масса, легко ломается и не мажется
Цвет	Равномерный, без пятен, светлый, допускается сероватый, кремоватый или желтоватый оттенок	Равномерный, без пятен, с кремоватым оттенком
Запах	Свойственный дрожжам	Свойственный дрожжам
Вкус	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	27	30,6 $\pm$ 0,3
Подъемная сила, мин, не более	60	58,5 $\pm$ 0,5

Таблица 3

Показатели качества дрожжей хлебопекарных сушеных

Наименование показателя	Норма по ТУ 10.89.13–036-48975583–2018	Фактически
Внешний вид	Форма вермишели, гранул, мелких зерен, кусочков, порошка или крупобразный	Форма мелких зерен
Цвет	Светло-желтый или светло-коричневый	Равномерный светло-желтый
Запах	Свойственный сушеным дрожжам, без посторонних запахов: гнилостного, плесени и др.	Свойственный дрожжам, без посторонних запахов
Вкус	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса
Массовая доля влаги, %, не более	8,0	6,0 + 0,3
Подъемная сила, мин, не более	60,0	58,0 + 0,5

на 26 % (время подъема шарика теста сократилось с 58,5 до 43,0 мин.). Для дрожжей сушеных подъемная сила образца с полной заменой раствора соли на ферментативный гидролизат молозива коров увеличилась по сравнению с контрольным образцом на 20 % (время подъема шарика теста сократилось с 58,0 до 46,5 мин.). Полученные данные свидетельствуют о том, что включение ферментативного гидролизата молозива коров в рецептуру теста положительно влияет на физиологическую активность дрожжей, при этом прослеживается линейная зависимость, динамика снижения подъемной силы с увеличением количества гидролизата, что подтверждает повышение активности хлебопекарных дрожжей.

На Рисунке 2 в качестве примера представлен масс-спектр одного из выделенных биологически активных пептидов (ТТ1) в тесте, полученных путем гомогенизации теста с дистиллированной водой, осаждения белков сульфатом аммония, центрифугирования до образования белкового осадка с последующей очисткой от неорганических примесей и выделением пептидов методом препаративной хроматографии.

Выделенный пептид ранее был также обнаружен в ферментативном гидролизате молозива коров и имеет следующую аминокислотную последовательность EGKSPRQ CLK SR G RK GY с молекулярной массой 8,4 кДа, идентифицируется как известный пептид NCI_CGAP_

Рисунок 1

Динамика подъемной силы дрожжей

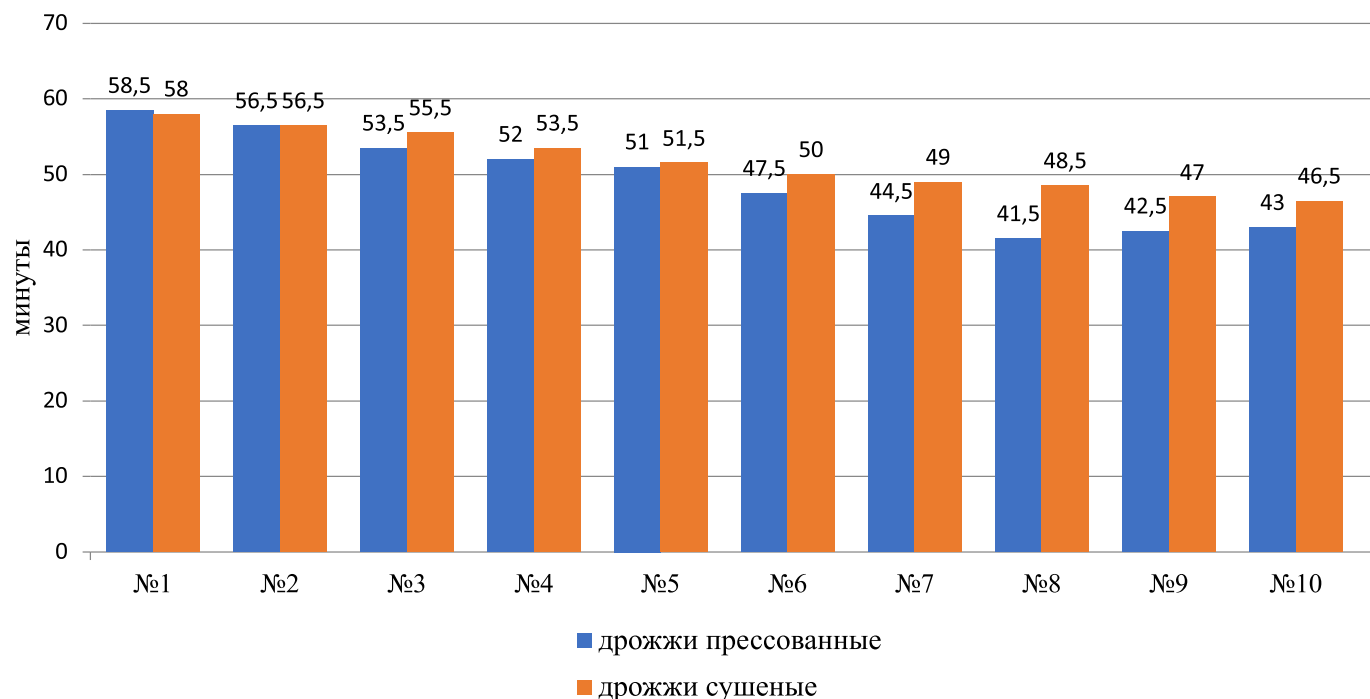
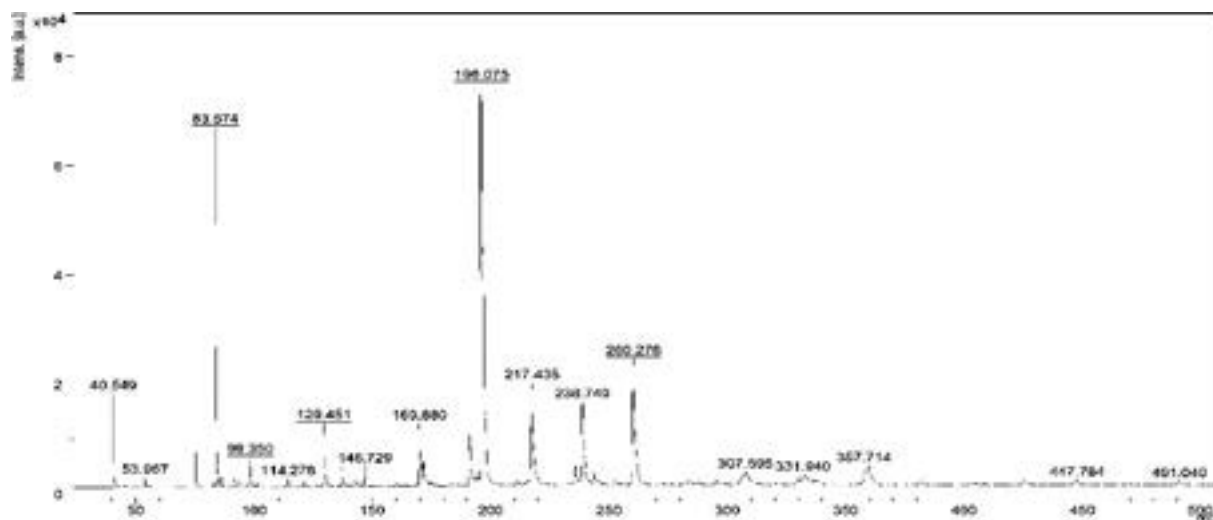


Рисунок 2

Масс-спектр выделенного пептида из теста с использованием ферментативного гидролизата молозива коров



Brn23 Клон кДНК Homo sapiens, похож на TR: O35085
O35085 ARX HOMEOPROTEIN.

Согласно данным (Poirier, 2004), пептид NCI_CGAP_Brn23 или Arx белок на ранних стадиях развития Arx экспрессируется в значительной доле нейронов в коре головного мозга, полосатом теле, ганглионарных возвышенностях, а также в спинном мозге. У взрослого человека экспрессия Arx все еще присутствует и ограничена областями, которые, как известно, содержат ГАМКергические нейроны, такими, как миндалины и обонятельные луковицы. Возможная роль Arx в этом типе нейронов дополнительно подтверждается экспрессией Arx в подмножестве ГАМКергических интернейронов в молодых и зрелых первичных культурах кортикальных нейрональных клеток, а также *in vivo*. Следовательно, выделенный пептид обладает важными свойствами, обеспечивающими нормальное функционирование нервной системы.

Также в тесте выделены пептиды и другие 6 пептидов, присутствующие в ферментативном гидролизате молозива коров, в частности, пептиды названные нами ТТ2 и ТТ3, Т1.1, Т1.2, mрТ и Т(1) Все выделенные пептиды имеют различную молекулярную массу Пептиды Т1.2 и Т(1) состоят из 28 аминокислот. Наибольшую молекулярную массу имеет короткий пептид ТТ3, которая составляет 8 кДа. Аналоги пептидов и пептиды n ТТ2 и ТТ3, Т1.1, mрТ и Т(1) не идентифицируются в известных протеомных базах данных и функции указанных пептидов не установлены. Т1.2 подобен белкам, которые способствуют сворачиванию и вставке белков наружной мембраны β -ствола (OMP).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из проведенных исследований следует, что частичная замена раствора соли в рецептуре теста на ферментативный гидролизат молозива коров положительно влияет на активацию метаболических процессов в дрожжевых клетках *Saccharomyces cerevisiae*. Применение ферментативного гидролизата молозива коров в технологии хлебобулочных изделий позволит ускорить производственный технологический процесс и обогатить хлеб биологически активными пептидами, обеспечивающие нормальное функционирование нервной системы. Но вместе с тем необходимо проведение дополнительных исследований по влиянию активированных дрожжей на показатели качества и наличие биологически активных пептидов в готовом хлебе.

ВКЛАД АВТОРОВ

Резниченко И. Ю. — провела исследования качественных показателей сырья, готовой продукции и лабораторную выпечку хлеба, осуществила написание текста рукописи, проверку конечной версии рукописи и перевод

Акопян Г. С. — сделал обзор публикаций

Тихонов С. Л. — определил наличие и идентифицировал пептиды в образцах теста.

Тихонова Н. В. — проверила конечную версию рукописи и сделала перевод.

ЛИТЕРАТУРА

- Головач, Т. Н., Козич, О. Г., Асафов, В. А., Таньков, Н. Л., Исакова, Е. Л., Мясенко, Д. М., Харитонов, Д. В. & Курченко В. П. (2014). Нативное и ферментированное коровье молозиво как компонент продуктов функционального назначения. *Труды БГУ*, 9(2), 224–235.
- Красникова, Е. С., Красников, А. В., Бабушкин, В. А., & Моргунова, Н. Л. (2021). Влияние низкочастотной ультразвуковой кавитации на активизацию пекарских дрожжей. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, (3), 108–114.
- Лукина, О. В., & Лукина, Д. В. (2013). Анализ способов и технических средств, предназначенных для активации хлебопекарных дрожжей. *Вестник Курганской ГСХА*, 4(8), 82–84.
- Новоселова, А. А., Евдокимова, Е. В., Энцениколай, П. В. & Панова, Т. М. (2015). О возможности использования растительных биоорганических комплексов для активации пивных дрожжей *Saccharomyces C.* *Леса России и хозяйство в них*, 1(52), 50–52.
- Паймулина, А. В., Потороко, И. Ю., & Калинина, И. В. (2020). Влияние полисахаридов бурых водорослей на процессы жизнедеятельности дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae*. *Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия: Пищевые и Биотехнологии*, 8(3), 90–98.
- Пинегин, Б. В., & Хаитов, Р. М. (2019). Современные принципы создания иммуностропных лекарственных препаратов. *Иммунология*, 40(6), 57–62.
- Русина, И. М., & Колесник, И. М. (2020). Порошок томатов как перспективная добавка для активации хлебопекарных дрожжей при производстве крекеров. *Вестник Гродненского Государственного Университета Имени Янки Купалы. Серия б. Техника*, 10(1), 66–70.
- Черных, В. Я., Колмакова, Т. П., Соболева, Е. В. & Сергачёва, Е. С. (2020). Современная оценка биотехнологических свойств хлебопекарных прессованных дрожжей. *Хлебопродукты*, (7), 28–33.
- Alvarez, J. C. (2017). Hair analysis does not allow to discriminate between acute and chronic administrations of a drug in young children. *International journal of legal medicine*, 132(1), 165–172. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1720-5>
- Amigo, L., & Hernández-Ledesma, B. (2020). Current evidence on the bioavailability of food bioactive peptides. *Molecules*, 25(19), 4479. <https://doi.org/10.3390/molecules25194479>
- Apostolopoulos, V., Bojarska, J., Chai, T.-T., Elnagdy, S., Kaczmarek, K., Matsoukas, J., New, R., Parang, K., Lopez, O. P., Parhiz, H., Perera, C. O., Pickholz, M., Remko, M., Saviano, M., Skwarczynski, M., Tang, Y., Wolf, W. M., Yoshiya, T., Zabrocki, J., ... Toth, I. (2021). A Global Review on Short Peptides: Frontiers and Perspectives. *Molecules*, 26(2), 430. <https://doi.org/10.3390/molecules26020430>
- Chernukha, I.M., Nikonov, I.N., Mashentseva, N.G., Klabukova, D.L., Afanasev, D.A., Kovalyov, L.I., & Ilina, L. A. (2017). An influence of spontaneous microflora of fermented horse-meat products on the formation of biologically active peptides. *Theory and Practice of Meat Processing*, 2(4), 4–19. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-4-4-19>
- Chernukha, I. M., Mashentseva, N. G., Afanasev, D. A., & Vostrikova, N. L. (2020). Biologically active peptides of meat and meat product proteins: a review. Part 2. Functionality of meat bioactive peptides. *Theory and Practice of Meat Processing*, 5(2), 12–19. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2020-5-2-12-19>
- Conte, F., & Scarantino, S. (2013). A study on the quality of bovine colostrum: physical, chemical and safety assessment. *International Food Research Journal*, 20(2), 925–931.
- Furukawa, N., & Popel, A. S. (2021). Peptides that immunomodulate the tumor microenvironment. *Biochimica et Biophysica Acta — Reviews on Cancer*, 1875(1), 188486. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2020.188486>
- Li, J., Li, T.-X., Ma, Y., Zhang, Y., Li, D.-Y., & Xu, H.-R. (2019). Bursopentin (BP5) induces G1 phase cell cycle arrest and endoplasmic reticulum stress/mitochondria-mediated caspase-dependent apoptosis in human colon cancer HCT116 cells. *Cancer Cell International*, 19(1), 130. <https://doi.org/10.1186/s12935-019-0849-3>
- Li, Y., Mao, J., & Song, X. (2020). Optimization of the l-tyrosine metabolic pathway in *Saccharomyces cerevisiae* by analyzing p-coumaric acid production. *3 Biotech*, 10, 258. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02223-3>
- Mehr, R., Kumar, S., & Singh, R. (2022). Biochemical, dielectric and surface characteristics of freeze-dried bovine colostrum whey powder. *Food Chemistry: X*, 15, 100364. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100364>
- Menchetti, L., Traina, G., Tomasello, G., Casagrande-Proietti, P., Leonardi, L., Barbato, O., & Brecchia, G. (2016). Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases. *Frontiers in bioscience (Scholar edition)*, 8(2), 331–351. <https://doi.org/10.2741/s467>
- Meng, Q., Wu, Y., Sui, X., Meng, J., Wang, T., Lin, Y., & Gao, Y. (2020). POTN: human leukocyte antigen-A2 immunogenic peptides screening model and its applications in tumor antigens prediction. *Frontiers in Immunology*, 11, 02193.
- Nascimento, V. M., Antoniolli, G. T. U. & Leite, R. S. R. (2020). Effects of the carbon source on the physiology and invertase activity of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* FT858. *3 Biotech*, 10, 348. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02335-w>
- Pérez-Gregorio, R., Soares, S., Mateus, N., & de Freitas, V. (2020). Bioactive peptides and dietary polyphenols: Two

- sides of the same coin. *Molecules*, 25(15), 3443. <https://doi.org/10.3390/molecules25153443>
- Poirier, K. (2004). Neuroanatomical distribution of ARX in brain and its localisation in GABAergic neurons. *Molecular Brain Research*, 122(1). <https://doi.org/10.1016/j.molbrainres.2003.11.021>
- Salampessy, J., Reddy, N., Kailasapathy, K., & Phillips, M. (2015). Functional and potential therapeutic ACE-inhibitory peptides derived from bromelain hydrolysis of trevally proteins. *Journal of Functional Foods*, 14, 716–725. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.037>
- Samtiya, M., Samtiya, S., Badgujar, P. C., Puniya, A. K., Dhewa, T., & Aluko, R. E. (2022). Health-Promoting and Therapeutic Attributes of Milk-Derived Bioactive Peptides. *Nutrients*, 14(15), 3001. <https://doi.org/10.3390/nu14153001>
- Sacerdote, P. (2013). Biological components in a standardized derivative of bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1745–1754. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5928>
- Tripteau, L., Bedoux, G., Gagnon, J., & Bourgougnon, N. (2015). In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa*. *Process Biochemistry*, 50(5), 867–875. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.02.012>
- Vanzolini, T., Bruschi, M., Rinaldi, A. C., Magnani, M., & Fraternale, A. (2022). Multitalented synthetic antimicrobial peptides and their antibacterial, antifungal and antiviral mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(1), 545. <https://doi.org/10.3390/ijms23010545>
- Weng, C., Mi, Z. & Li, M. (2022) Improvement of S-adenosyl-L-methionine production in *Saccharomyces cerevisiae* by atmospheric and room temperature plasma-ultraviolet compound mutagenesis and droplet microfluidic adaptive evolution. *3 Biotech*, 12, 223. <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03297-x>
- Xu, Q., Hong, H., Wu, J., & Yan, X. (2019). Bioavailability of bioactive peptides derived from food proteins across the intestinal epithelial membrane: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 86, 399–411. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.050>
- ## REFERENCES
- Golovach, T. N., Kozich, O. G., Asafov, V. A., Tankov, N. L., Iskakova, E. L., Myalenko, D. M., Kharitonov, D. V. & Kurchenko V. P. (2014). Native and fermented bovine colostrum as a component of functional products. *Trudy BGU [Proceedings of BSU]*, 9(2), 224–235.
- Krasnikova, E. S., Krasnikov, A. V., Babushkin, V. A., & Morgunova, N. L. (2021). The effect of low-frequency ultrasonic cavitation on the activation of baker's yeast. *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya [Agro Food and Processing Technologies – Healthy Foods]*, (3), 108–114.
- Lukina, O. V., & Lukina, D. V. (2013). Analysis of methods and technical means intended for the activation of baker's yeast. *Vestnik Kurganskoj GSKHA [Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy]*, 4(8), 82–84.
- Novoselova, A. A., Evdokimova, E. V., Enkenikolay, P. V. & Panova, T. M. (2015). On the possibility of using plant bioorganic complexes to activate the brewer's yeast *Saccharomyces C. Lesa Rossii i hozyajstvo v nih [Forests of Russia and the economy in them]*, 1(52), 50–52.
- Paimulina, A. V., Potoroko, I. Yu., & Kalinina, I. V. (2020). The effect of brown algae polysaccharides on the vital processes of the yeast *Saccharomyces Cerevisiae*. *Vestnik YUzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Pishchevye i Biotekhnologii [Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology]*, 8(3), 90–98.
- Pinegin, B. V., & Khaitov, R. M. (2019). Modern principles for the development of immunotropic drugs. *Immunologiya [Immunology]*, 40(6), 57–62.
- Rusina, I. M., & Kolesnik, I. M. (2020). Tomato powder as a promising additive for the activation of baker's yeast in the production of crackers. *Vestnik Grodnenskogo Gosudarstvennogo Universiteta Imeni YAnki Kupaly. Seriya 6. Tekhnika [Bulletin of Grodno State University named after Yanka Kupala. Series 6. Technique]*, 10(1), 66–70.
- Chernykh, V. Ya., Kolmakova, T. P., Soboleva, E. V. & Sergacheva, E. S. (2020). Modern assessment of the biotechnological properties of bakery pressed yeast. *Hleboprodukty [Bakery products]*, (7), 28–33.
- Alvarez, J. C. (2017). Hair analysis does not allow to discriminate between acute and chronic administrations of a drug in young children. *International journal of legal medicine*, 132(1), 165–172. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1720-5>
- Amigo, L., & Hernández-Ledesma, B. (2020). Current evidence on the bioavailability of food bioactive peptides. *Molecules*, 25(19), 4479. <https://doi.org/10.3390/molecules25194479>
- Apostolopoulos, V., Bojarska, J., Chai, T.-T., Elnagdy, S., Kaczmarek, K., Matsoukas, J., New, R., Parang, K., Lopez, O. P., Parhiz, H., Perera, C. O., Pickholz, M., Remko, M., Saviano, M., Skwarczynski, M., Tang, Y., Wolf, W. M., Yoshiya, T., Zabrocki, J., ... Toth, I. (2021). A Global Review on Short Peptides: Frontiers and Perspectives. *Molecules*, 26(2), 430. <https://doi.org/10.3390/molecules26020430>
- Chernukha, I. M., Nikonov, I. N., Mashentseva, N. G., Klabukova, D. L., Afanasev, D. A., Kovalyov, L. I., & Ilina, L. A. (2017). An influence of spontaneous microflora of fermented horsemeat products on the formation of bio-

- logically active peptides. *Theory and Practice of Meat Processing*, 2(4), 4–19. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-4-4-19>
- Chernukha, I. M., Mashentseva, N. G., Afanasev, D. A., & Vostrikova, N. L. (2020). Biologically active peptides of meat and meat product proteins: a review. Part 2. Functionality of meat bioactive peptides. *Theory and Practice of Meat Processing*, 5(2), 12–19. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2020-5-2-12-19>
- Conte, F., & Scarantino, S. (2013). A study on the quality of bovine colostrum: physical, chemical and safety assessment. *International Food Research Journal*, 20(2), 925–931.
- Furukawa, N., & Popel, A. S. (2021). Peptides that immunoinactivate the tumor microenvironment. *Biochimica et Biophysica Acta – Reviews on Cancer*, 1875(1), 188486. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2020.188486>
- Li, J., Li, T.-X., Ma, Y., Zhang, Y., Li, D.-Y., & Xu, H.-R. (2019). Bursopentin (BP5) induces G1 phase cell cycle arrest and endoplasmic reticulum stress/mitochondria-mediated caspase-dependent apoptosis in human colon cancer HCT116 cells. *Cancer Cell International*, 19(1), 130. <https://doi.org/10.1186/s12935-019-0849-3>
- Li, Y., Mao, J., & Song, X. (2020). Optimization of the l-tyrosine metabolic pathway in *Saccharomyces cerevisiae* by analyzing p-coumaric acid production. *3 Biotech*, 10, 258. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02223-3>
- Mehr, R., Kumar, S., & Singh, R. (2022). Biochemical, dielectric and surface characteristics of freeze-dried bovine colostrum whey powder. *Food Chemistry: X*, 15, 100364. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100364>
- Menchetti, L., Traina, G., Tomasello, G., Casagrande-Proietti, P., Leonardi, L., Barbato, O., & Brecchia, G. (2016). Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases. *Frontiers in bioscience (Scholar edition)*, 8(2), 331–351. <https://doi.org/10.2741/s467>
- Meng, Q., Wu, Y., Sui, X., Meng, J., Wang, T., Lin, Y., & Gao, Y. (2020). POTN: human leukocyte antigen-A2 immunogenic peptides screening model and its applications in tumor antigens prediction. *Frontiers in Immunology*, 11, 02193.
- Nascimento, V. M., Antonioli, G. T. U. & Leite, R. S. R. (2020). Effects of the carbon source on the physiology and invertase activity of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* FT858. *3 Biotech*, 10, 348. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02335-w>
- Pérez-Gregorio, R., Soares, S., Mateus, N., & de Freitas, V. (2020). Bioactive peptides and dietary polyphenols: Two sides of the same coin. *Molecules*, 25(15), 3443. <https://doi.org/10.3390/molecules25153443>
- Poirier, K. (2004). Neuroanatomical distribution of ARX in brain and its localisation in GABAergic neurons. *Molecular Brain Research*, 122(1). <https://doi.org/10.1016/j.molbrainres.2003.11.021>
- Salampeasy, J., Reddy, N., Kailasapathy, K., & Phillips, M. (2015). Functional and potential therapeutic ACE-inhibitory peptides derived from bromelain hydrolysis of trevally proteins. *Journal of Functional Foods*, 14, 716–725. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.037>
- Samtiya, M., Samtiya, S., Badgujar, P. C., Puniya, A. K, Dhewa, T., & Aluko, R. E. (2022). Health-Promoting and Therapeutic Attributes of Milk-Derived Bioactive Peptides. *Nutrients*, 14(15), 3001. <https://doi.org/10.3390/nu14153001>
- Sacerdote, P. (2013). Biological components in a standardized derivative of bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1745–1754. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5928>
- Tripoteau, L., Bedoux, G., Gagnon, J., & Bourgougnon, N. (2015). In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa*. *Process Biochemistry*, 50(5), 867–875. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.02.012>
- Vanzolini, T., Bruschi, M., Rinaldi, A. C., Magnani, M., & Fraternali, A. (2022). Multitalented synthetic antimicrobial peptides and their antibacterial, antifungal and antiviral mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(1), 545. <https://doi.org/10.3390/ijms23010545>
- Weng, C., Mi, Z. & Li, M. (2022) Improvement of S-adenosyl-L-methionine production in *Saccharomyces cerevisiae* by atmospheric and room temperature plasma-ultraviolet compound mutagenesis and droplet microfluidic adaptive evolution. *3 Biotech*, 12, 223. <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03297-x>
- Xu, Q., Hong, H., Wu, J., & Yan, X. (2019). Bioavailability of bioactive peptides derived from food proteins across the intestinal epithelial membrane: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 86, 399–411. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.050>

