



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК 664.641  
doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.04.007

EDN: HVJPBL

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБОГАЩЕННЫХ ГАЛЕТ

Светлана Ивановна Конева <sup>1</sup>, Александра Сергеевна Захарова <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

<sup>1</sup> skoneva22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6727-5979>

<sup>2</sup> zakharovatpz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7571-0950>

**Аннотация.** Пчелиная перга, являясь ценным природным источником макро-, микронутриентов и биологически активных веществ, может служить ценным видом сырья в пищевой биотехнологии. Целью работы являлось изучение влияния измельченной пчелиной перги на реологические параметры теста для обогащенных галет и оптимизация процесса тестоприготовления. В работе использовали стандартные и общепринятые методики. На основании результатов экспериментальных исследований, отражающих влияние измельченной перги на реологические свойства теста, было показано, что добавление измельченной перги в количестве 4 % и 6 % увеличивает время образования теста по сравнению с контролем на 63 % и 57 % соответственно, положительно сказывается на его стабильности в начале замеса, с постепенным увеличением разжижения полуфабриката при более длительном механическом воздействии, при этом отмечается повышение значение коэффициента качества фаринографа, что свидетельствует о снижении упругих свойств теста, повышении его пластичности. Оптимизация технологических режимов тестоприготовления показала, что при производстве галет из мучных смесей с добавлением перги необходимо сокращение времени замеса теста до 20–30 минут, сокращение продолжительности расстойки полуфабриката до 60–120 минут с одновременным снижением температуры бродящего теста до 25–27 °C, сокращение количества прокаток и продолжительности вылеживания теста.

**Ключевые слова:** пищевые системы, перга пчелиная, галеты, обогащение, реологические характеристики, белково-протеиназный комплекс, водопоглощение, молочная кислота, скорость образования теста, стабильность теста.

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (№ 075-03-2024-105, номер темы FZMM-2024-0003, рег. № НИОКР 124013000666-5).

**Для цитирования:** Конева С. И., Захарова А. С. Реологические характеристики пищевых систем для обогащенных галет // Ползуновский вестник. 2025. № 4, С. 42–47. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.04.007. EDN: <https://elibrary.ru/HVJPBL>.

Original article

## RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FOOD SYSTEMS FOR FORTIFIED BISCUITS

Svetlana I. Koneva <sup>2</sup>, Alexandra S. Zakharova <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

<sup>1</sup> skoneva22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6727-5979>

<sup>2</sup> zakharovatpz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7571-0950>

**Abstract.** Bee parchment, being a valuable natural source of macro-, micronutrients and biological active substances, can serve as a valuable raw material in food biotechnology. The aim of the work was to study the effect of crushed bee parchment on the rheological parameters of the dough for enriched biscuits and optimize the dough preparation process. Standard and generally accepted methods were used in the work. Based on the results of experimental studies reflecting the effect of crushed bee parchment on the rheological properties of the dough, it was shown that the addition of crushed bee parchment in amounts of 4 % and 6 % increases the dough formation time by 63 % and 57 %, respectively, compared with the control, and has a positive effect on its stability at the beginning of mixing, with a gradual increase in liquefaction semi-finished product with longer mechanical impact, while there is an increase in the value of the quality factor of the pharynograph, which indicates a decrease in the elastic properties of the dough, increasing its plasticity. Optimization of technological modes of dough preparation has shown that in the production of biscuits from

# РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБОГАЩЕННЫХ ГАЛЕТ

*flour mixtures with the addition of parchment, it is necessary to reduce the dough kneading time to 20-30 minutes, reduce the proofing time of the semi-finished product to 60-120 minutes while reducing the temperature of the fermenting-dough to 25-27°C, reduce the number of rolls and the duration of dough storage.*

**Keywords:** foodsystems, bee parchment, biscuits, enrichment, rheological characteristics, protein-proteinase complex, water absorption, lactic acid, dough formation rate, dough stability.

**Acknowledgements:** This work was supported by the project № 075-03-2024-105, FZMM-2024-0003, 124013000666-5 from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

**For citation:** Koneva, S.I. & Zakharova, A.S. (2025). Rheological characteristics of food systems for fortified biscuits. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 42-47. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.04.007. EDN: <https://elibrary.ru/HVJPBL>.

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с растущим потребительским спросом на здоровое питание в мире наблюдается значительный интерес к продуктам пчеловодства. На протяжении веков люди ценили апипродукты за вкусовые достоинства, высокую пищевую ценность, отмечали их благотворное воздействие на здоровье человека, что делает их важными объектами использования в пищевой и медицинской промышленности.

Из продуктов пчеловодства ценным источником биологически активных веществ является пчелиная перга, представляющая собой цветочную пыльцу-обножку, собранную медоносными пчелами, смешанную со слюной и медом, утрамбованную в яичках сот. Наличие слоя меда, не пропускающего воздух, создает анаэробные условия, при которых активно идет ферментация пыльцы молочнокислыми бактериями и дрожжами и изменяется ее химический состав.

Перга содержит около 250 компонентов, таких как макро- и микроэлементы, витамины, флавоноиды, ферменты, аминокислоты, фенольные соединения и жирные кислоты. Уникальность перги заключается в высоком содержании белка (до 22,5 %), полноценного по своей биологической ценности. Из 19 аминокислот (суммарное количество около 22,0 %), обнаруженных в перге, 8 являются незаменимыми, выполняющими критическую роль в метаболизме человека, включая рост, азотистый баланс, синтез белка, регуляцию экспрессии генов, окислительную защиту, здоровье кишечника и функцию иммунной системы [1, 2, 3].

В перге обнаружены значительные количества углеводов (до 35 %), среди которых установлено высокое содержание глюкозы и фруктозы, присутствуют мальтоза и сахароза, крахмал, клетчатка и пектиновые вещества.

Липиды перги представлены жирами и жироподобными веществами, общее количество которых 10–11 %. Из жироподобных веществ отмечается наличие фосфолипидов. Перга характеризуется высоким содержанием фитостеринов (0,6–1,6 %), среди которых видное место принадлежит 3-фитостерину, являющемуся антагонистом холестерина в организме [4, 5].

В перге содержатся жирорастворимые витамины – ретинол, кальциферол, токоферол и водорастворимые витамины, в том числе аскорбиновая кислота, витамины группы В, биотин, витамин Р. Наличие каротиноидов, растительных пигментов, придающих желтый цвет, отмечено в пыльце и перге всех видов растений (66,43 мкг/100г).

Высоко содержание в перге ферментов, регулирующих важнейшие биохимические процессы (амилаза, инвертаза, каталаза, пероксидаза, трегалаза, фосфатаза и другие). Под действием ферментов са-

хара частично превращаются в молочную кислоту, содержание которой в перге составляет до 3,2 %.

Молочная кислота консервирует пергу, повышая тем самым срок годности без потери функциональных свойств.

В состав перги входят более 28 минеральных элементов, таких как калий, фосфор, кальций, магний, медь, железо, цинк, марганец, сера и другие [4, 5].

Перга обладает антиоксидантным, противогрибковым, антибактериальным, противоопухолевым, антиатеросклеротическим, омолаживающим, антианемическим и протекторным действием на печень. Кроме того, добавление пчелиной перги в пищу приводит к повышению питательной ценности и антиоксидантной активности [6, 7].

В настоящее время отмечено развитие использования продуктов пчеловодства в медицине, в составе лекарственных средств. Богатые ценными витаминами, углеводами, белками, апипродукты используются при лечении сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной систем организма, при ангине, ОРЗ, физическом истощении организма [7, 8].

Таким образом, использование перги в качестве природного источника биологически активных веществ с целью направленной коррекции химического состава мучных кондитерских изделий представляет интерес для специалистов кондитерской промышленности.

В научной литературе имеются данные, доказывающие возможность и целесообразность применения данного вида сырья в производстве мучных изделий [9, 10, 11]. Однако внесение в рецептуру ма-лоизученного с технологической точки зрения ингредиента способно вызвать плохо прогнозируемые изменения биотехнологических процессов, протекающих при производстве мучных полуфабрикатов, начиная со смешивания сырья, замеса полуфабрикатов и заканчивая их созреванием.

В исследованиях отечественных и зарубежных авторов было отмечено увеличение амилолитической активности мучных смесей с пергой, снижение массовой доли сырой клейковины и ослабление ее физических свойств. Так, Bung-Chan Lee и др. отмечали в своих исследованиях, что по мере увеличения дозировки перги снижалась водопоглотительная способность и стабильность теста, но увеличивалась продолжительность замеса [12]. Некоторыми исследователями установлено повышение вязкости водномучных смесей и однородности теста при добавлении перги за счет насыщения среды минеральными веществами и аминокислотами. Как подтверждается многими авторами, активизации процессов созревания теста способствует внесение с пергой активных молочнокислых бактерий. Большинством авторов отмечается накопление продуктов гидролиза полисахаридов и белков при внесении перги, что вызывает изменение вкусового профиля и появление более

интенсивной окраски поверхности изделий, обусловленной интенсификацией реакции меланоидинообразования [13, 14, 15].

Разные результаты исследований влияния перги на качество пищевых систем можно объяснить различием химического состава и свойств пыльцевой обножки, обусловленных ореолом обитания пчел, условиями и временем сбора пыльцы, вида растений, а также исходного качества муки.

Вышесказанное диктует необходимость изучения общих закономерностей влияния перги на реологические свойства теста как основополагающего фактора, обуславливающего режимы тестоприготовления, формирование качественных характеристик готовой продукции.

### МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись пищевые системы, приготовленные из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и перги пчелиной в соотношении (по массе): 98:2, 96:4, 94:6; тесто, полученное на основе пищевых систем. В качестве обогащающих добавок использовали пергу, предварительно измельченную на лабораторной мельнице до прохода частиц через сито с размером ячеек 0,8 мм. В каче-

стве образца сравнения (контроль) использовалась мука пшеничная хлебопекарная первого сорта. Физические характеристики и реологические свойства теста в процессе замеса определяли по ГОСТ ISO 5530-1-2013 с применением фаринографа модели Y02, с ручным дозированием воды, производитель «Yujebashmachine». Оптимизация процесса тестоприготовления и подбор технологических параметров производился путем варьирования температуры, продолжительности замеса, расстойки и формования полуфабрикатов. При изучении свойств полуфабрикатов использовали общепринятые методы органолептической и физико-химической оценки.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения реологических свойств теста из приготовленных мучных смесей представлены на рисунках 1–3. Значимое влияние на изучаемые параметры было установлено при использовании перги в составе пищевых систем в количестве свыше 2 %, поэтому, в статье приведены результаты исследования физических характеристик и реологических свойств теста с добавлением 4 % и 6 % обогащающей добавки.

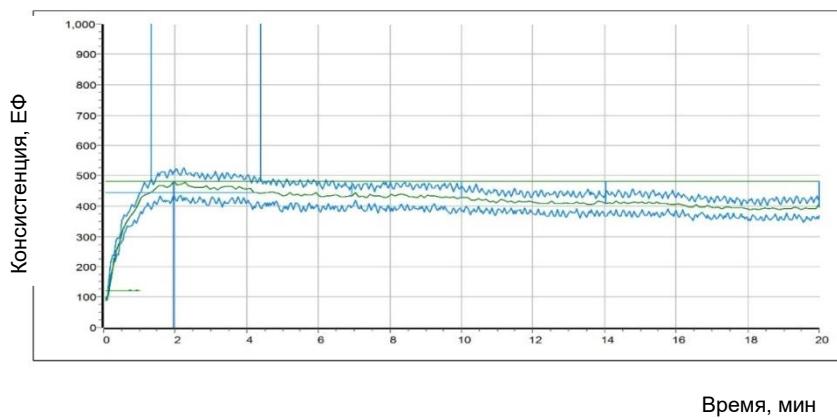


Рисунок 1 – Фаринограмма теста из пшеничной муки первого сорта (контроль)

Figure 1 – Pharynogram of the first gradew heat flour dough (control)

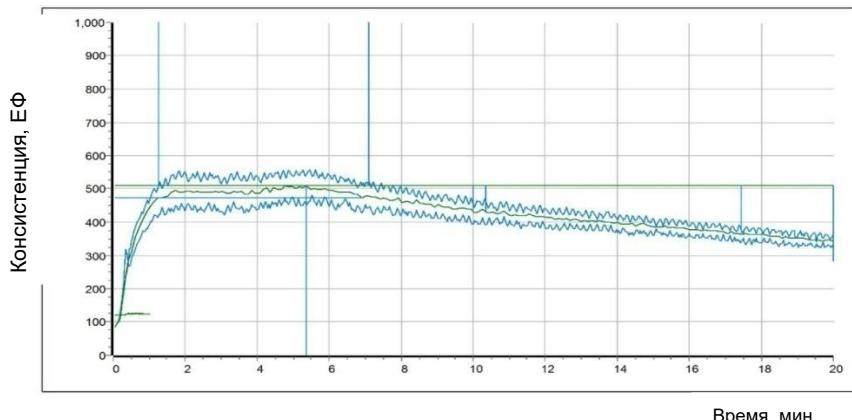


Рисунок 2 – Фаринограмма теста из пшеничной муки с добавлением 4 % пчелиной перги

Figure 2 – Pharynogram of wheat flour dough with the addition of 4 % bee parchment

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБОГАЩЕННЫХ ГАЛЕТ

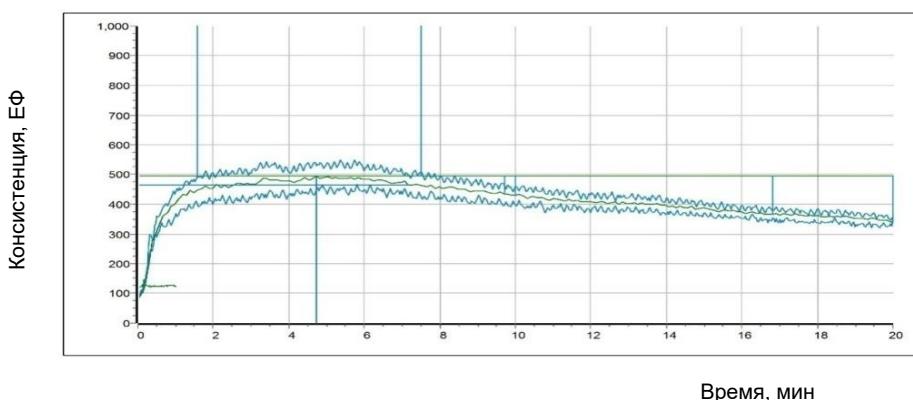


Рисунок 3 – Фаринограмма теста из пшеничной муки с добавлением 6 % пчелиной перги

Figure 3 – Pharynogram of wheat flour dough with the addition of 6 % bee parchment

Данные фаринограмм демонстрируют наличие выраженных различий в реологических характеристиках, что объясняется изменениями в механизмах формирования теста. Показатели, отражающие динамику изменения реологических свойств теста из пшеничной муки в зависимости от дозировки измельченной перги, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели фаринографа  
Table 1 – Pharynograph indicators

Наименование показателя	Значение.		
	Дозировка измельченной перги, %		
	0	4	6
Время образования теста, мин	2,0	5,4	4,7
Устойчивость теста, мин	3,0	5,8	5,8
Разжижение теста, Б.У.	48	78	60
Степень разжижения теста (10 мин замеса), Б.У.	51	71	68
Степень разжижения теста (12 мин замеса), Б.У.	73	147	128
Степень разжижения теста (20 мин замеса), Б.У.	84	163	145
Коэффициент качества смеси, FQC (FQN)	42	69	72
Водопоглощение, %	56,6	54,4	54,5

Согласно результатам описываемого этапа научных исследований, использование в процессе тестоприготовления измельченной перги в количестве 4 и 6 % увеличивало время образования теста по сравнению с контролем на 63 % и 57 % соответственно. Показатель стабильности теста значительно возрастал по сравнению с контрольным образцом, повышая устойчивость теста к механическому воздействию в начале замеса, и положительно сказывался на характеристиках полуфабриката. Увеличение времени образования и устойчивости теста с добавлением измельченной перги говорит о замедлении протекающих процессов набухания гидрофильных коллоидов, способных образовывать твердую фазу теста. Очевидно, глютениновая фракция пшеничной муки образует с жироподобными веществами

перги адсорбционные комплексы, что приводит к укреплению клейковины, а наличие молочной кислоты измельченной перги оказывает влияние на структуру белков, вызывает укрепление белково-протеиназного комплекса и возрастание продолжительности набухания клейковинных белков и полисахаридов муки.

Дальнейшее механическое воздействие лопастей фаринографа повышало степень разжижения теста, особенно в образцах с добавлением 4 % перги. Присутствие в перге значительного количества активных ферментов разного направленного действия и их гидролитическое воздействие приводило к снижению упругости и повышению растяжимости теста, что обусловлено увеличением жидкой фазы теста за счет выделения влаги, первоначально связанной гидроколлоидами. Как известно, в Алтайской крае выращенный урожай пшеницы в 2024 г. характеризовался низкой автолитической активностью, невысоким содержанием клейковины с выраженным упругими свойствами, и такой эффект может благоприятно сказаться на структурно-механических свойствах галетного теста при формировании, увеличивая его пластичность.

Некоторое снижение водопоглощения при добавлении перги вызвано замещением части пшеничной муки измельченной пергой, в которой отсутствуют клейковинообразующие белки.

О лучших реологических свойствах смеси свидетельствовал также более высокий показатель качества фаринографа. Так, у контрольного образца коэффициент качества составлял 42 ед. FQC, при добавлении 4 % измельченной перги возрастал до 69 ед. FQC, а при внесении 6 % измельченной перги увеличивался до 72 ед. FQC.

Таким образом, добавление измельченной перги в количестве 4 % и 6 % несколько уменьшало скорость набухания коллоидов, тем самым увеличивая время образования теста, но при длительном механическом воздействии приводило к дезагрегации коллоидов и увеличению жидкой фазы теста, вместе с тем повышало качественную оценку теста и устойчивость теста в процессе замеса.

Зафиксированное увеличение времени образования теста при одновременном увеличении устойчивости полуфабриката и коэффициента качества с последующим более интенсивным разжижением доказывает необходимость корректировки технологиче-

ских параметров ведения процесса приготовления галетного теста при использовании перги.

Традиционная технология приготовления галетного теста отличается длительностью и трудоемкостью из-за необходимости приготовления опары и теста на опаре, при этом общая продолжительность замеса полуфабрикатов составляет 60–80 минут. Расстойку (вылеживание) теста осуществляют в ферментационной камере при температуре 25–32 °C и относительной влажности воздуха 75–85 % в течение 4–6 ч. Для ускорения развития теста и повышения его пластичных свойств рекомендуется добавлять 0,5–1,0 % молочной кислоты и пиросульфит натрия, что позволяет сократить этап расстойки и многократной прокатки теста – необходимой операции перед формированием тестовых заготовок для галет, обеспечивающей слоистость изделий и предотвращающей деформацию изделий при выпечке. Изменение реологических свойств теста при внесении перги, снижение его упругости и повышение пластичности, позволяют предположить возможность замены рекомендуемых добавок молочной кислоты и пиросульфита натрия с целью оптимизации процесса приготовления теста.

Был осуществлен подбор технологических режимов и показана возможность сокращения замеса теста до 20–30 минут, сокращения продолжительности расстойки полуфабриката до 60–120 минут с одновременным снижением температуры бродящего теста до 25–27 °C, уменьшения количества прокаток, что обусловлено выраженными пластичными свойствами теста при добавлении перги в количестве 4 % и 6 % (рекомендуемые параметры корректины при использовании сильной муки с крепкой клейковиной и пониженнной амилолитической активностью).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

1. Установлено, что перга увеличивает время образования теста, положительно сказывается на его стабильности в начале замеса.

2. При более длительном механическом воздействии лопастей фаринографа отмечено увеличение жидкой фазы теста в образцах с пергой с постепенным увеличением разжижения полуфабриката.

3. Определено, что добавление перги повышает значение коэффициента качества фаринографа, что свидетельствует об улучшении свойств теста.

4. Оптимизация технологических режимов тестоприготовления показала, что при производстве галет из мучных смесей с добавлением перги необходимо сокращение времени замеса теста до 20–30 минут, сокращение продолжительности расстойки полуфабриката до 60–120 минут с одновременным снижением температуры бродящего теста до 25–27 °C, сокращение количества прокаток и продолжительности вылеживания теста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bee Bread as a Functional Product: Phenolic Compounds, Amino Acid, Sugar, and Organic Acid Profiles / A. Aksoy, S.S. Altunatmaz, F. Aksu [et al] // Foods. 2024. № 13(5). P. 795.

2. Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review / Jelena Ceric, Nils Haneklaus, Sara Rajic [et al] // Journal of Trace Elements and Minerals. 2022. Vol. 2.

3. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review / M. Kieliszek, K. Piwowarek, A.M. Kot [et al] // Trends in Food Science and Technology. 2018. № 71. P. 170–180.

4. Thakur M. Composition and functionality of bee pollen: A review / M. Thakur, V. Nanda // Trends in Food Science and Technology. 2020. № 98. P. 82–106.

1. Liu Yang. A Review of Fermented Bee Products: Sources, Nutritional Values, and Health Benefits / Yang Liu, Bokai Jiang, Kai Wang // Food Research International. 2023. № 174. P. 113506.

2. Aylanc V. Bee pollen and bee bread nutritional potential: Chemical composition and macronutrient digestibility under in vitro gastrointestinal system/ V. Aylanc, S.I. Falcão, M. Vilas-Boas // Food Chemistry. 2023. № 413. P. 135597.

3. Antimicrobial and antioxidant activities of natural and fermented bee pollen / V. Kaškonienė, V. Adaškevičiūtė, P. Kaškonas [et al] // Food Bioscience. 2020. № 34. P. 100532.

4. Шаврина Д.И. Изучение возможностей применения перги в медицине с последующей разработкой средства, повышающего иммунитет / Д.И. Шаврина, Н.В. Нестерова, О.В. Нестерова [и др.] // Вестник РУДН. Серия: Медицина. 2019. № 4. С. 412–417.

5. Chernenkova A. Influence of biologically active raw materials on rheological properties of flour confectionery products / A. Chernenkova, S. Leonova, V. Chernykh, E. Chernakov // Acta Biologica Szegediensis. 2020. № 63(2). P. 195–205.

6. Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physical-chemical, technological and sensory approach / P. Conte, A. Del Caro, F. Balestra [et al] // LWT – Food Science and Technology. 2018. № 90. P. 1–7.

7. Krystyan M. The fortification of biscuits with bee pollen and its effect on physicochemical properties and antioxidant in biscuits / M. Krystyan, D. Gumul, R. Ziobro, A. Korus // Food Science and Technology. 2015. № 63(1). P. 640–646.

8. Bung-Chan Lee. Effects of Cattail Pollen Powders on the Rheology of Dough and Processing Adaptability of White Pan Bread / Bung-Chan Lee, Yong-Myeon Joung, Seong-Yun Hwang and Seong-Yun Hwang // Korean Journal of Food Preservation. 2009. № 16(4).

9. Ispirlı H. Detection of fructophilic lactic acid bacteria (FLAB) in bee bread and bee pollen samples and determination of their functional roles / H. Ispirlı, E. Dertli // Journal of Food Processing and Preservation. 2021. № 45 (1).

10. Pelka K. Bee Pollen and Bee Bread as a Source of Bacteria Producing Antimicrobials / K. Pelka, R. Worobo, J. Walkusz, P. Szweda // Antibiotics. 2021. № 10(6). P. 713.

11. Lorini A. Chemical composition and microbiological quality of bee pollen / A. Lorini, Rosa C, Teixeira Oliveira, C. Wobeto // Scientia Agraria Paranaensis. 2020. 19(№ 3). P. 229–235.

## Информация об авторах

С. И. Конева – старший научный сотрудник ЦКИ «АлтайБиоЛакт», кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» ФГБОУ «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова».

А. С. Захарова – старший научный сотрудник ЦКИ «АлтайБиоЛакт», кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и перера-

ботки зерна» ФГБОУ «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова».

#### REFERENCES

1. Bee Bread as a Functional Product: Phenolic Compounds, Amino Acid, Sugar, and Organic Acid Profiles / A. Aksoy, S.S. Altunatmaz, F. Aksu [et al] // Foods. 2024. № 13(5). P. 795.
2. Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review / Jelena Ceric, Nils Haneklaus, Sara Rajic [et al] // Journal of Trace Elements and Minerals. 2022. Vol. 2.
3. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review / M. Kieliszak, K. Piwowarek, A.M. Kot [et al] // Trends in Food Science and Technology. 2018. № 71. P. 170-180.
4. Thakur, M. Composition and functionality of bee pollen: A review / M. Thakur, V. Nanda // Trends in Food Science and Technology. 2020. № 98. P. 82-106.
5. Liu, Yang. A Review of Fermented Bee Products: Sources, Nutritional Values, and Health Benefits / Yang Liu, Bokai Jiang, Kai Wang // Food Research International. 2023. № 174. P. 113506.
6. Aylanc, V. Bee pollen and bee bread nutritional potential: Chemical composition and macronutrient digestibility under in vitro gastrointestinal system / V. Aylanc, S.I. Falcão, M. Vilas-Boas // Food Chemistry. 2023. № 413. P. 135597.
7. Antimicrobial and antioxidant activities of natural and fermented bee pollen / V. Kaškonienė, V. Adaškevičiūtė, P. Kaškonas [et al] // Food Bioscience. 2020. № 34. P. 100532.
8. Shavrina, D.I. Study of the possibilities of using perga in medicine with the subsequent development of an agent that increases immunity / D.I. Shavrina, N.V. Nesterova, O.V. Nesterova [et al] // Bulletin of RUDN University. Series: Medicine. 2019. № 4. P. 412-417.
9. Chernenkova, A. Influence of biologically active raw materials on rheological properties of flour confectionery products / A. Chernenkova, S. Leonova, V. Chernykh, E. Chernenkov // Acta Biologica Szegediensis. 2020. № 63(2). P. 195-205.
10. Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physical-chemical, technological and sensory approach / P. Conte, A. Del Caro, F. Balestra [et al] // LWT - Food Science and Technology. 2018. № 90. P. 1-7.
11. Krystyan, M. The fortification of biscuits with bee pollen and its effect on physicochemical properties and antioxidant in biscuits / M. Krystyan, D. Gumul, R. Ziobro, A. Korus // Food Science and Technology. 2015. № 63(1). P. 640-646.
12. Bung-Chan Lee. Effects of Cattail Pollen Powders on the Rheology of Dough and Processing Adaptability of White Pan Bread / Bung-Chan Lee, Yong-Myeon Joung, Seong-Yun Hwang and Seong-Yun Hwang // Korean Journal of Food Preservation. 2009. № 16(4).
13. Ispirli, H. Detection of fructophilic lactic acid bacteria (FLAB) in bee bread and bee pollen samples and determination of their functional roles / H. Ispirli, E. Dertli // Journal of Food Processing and Preservation. 2021. № 45 (1).
14. Pelka, K. Bee Pollen and Bee Bread as a Source of Bacteria Producing Antimicrobials / K. Pelka, R. Worobo, J. Walkusz, P. Szweda // Antibiotics. 2021. № 10(6). P. 713.
15. Lorini, A. Chemical composition and microbiological quality of bee pollen / A. Lorini, Rosa C. Teixeira Oliveira, C. Wobeto // Scientia Agraria Paranaensis. 2020. 19(№ 3). P. 229-235.
16. Bee Pollen: Current Status and Therapeutic Potential / S.A.M. Khalifa, M.H. Elashal, N. Yosri [et al] // Nutrients. 202. № 13(6). P. 1876.

#### Information about the authors

S.I. Koneva - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University, Senior Researcher, Center for Integrated Research "AltaiBioLact", Polzunov Altai State Technical University.

A.S. Zakharova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University, Senior Researcher, Center for Integrated Research "AltaiBioLact", Polzunov Altai State Technical University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07 июня 2025; одобрена после рецензирования 24 ноября 2025; принятая к публикации 28 ноября 2025.

The article was received by the editorial board on 07 June 2025; approved after editing on 24 Nov 2025; accepted for publication on 28 Nov 2025.