

Научная статья

УДК 664.38

DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-73-83

Научное обоснование технологических параметров и рецептуры белкового наполнителя из коллагенсодержащих отходов переработки карпа

Никита Константинович Александров¹, Дмитрий Леонидович Альшевский²

^{1,2}Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹nikesha98@mail.ru

²alshevsky@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4809-2998>

Аннотация. Отходы переработки рыбного сырья богаты белком соединительной ткани коллагеном, который при извлечении в виде гидролизата имеет высокий потенциал для использования в пищевой продукции. Одним из возможных направлений его применения является замена животного жира и частично мясного сырья. В статье рассматривается вопрос извлечения и использования коллагена для получения пищевого наполнителя твердой структуры, устойчивого к термическому воздействию. Из голов карпа обыкновенного получен гидролизат коллагена, жидкий при 20 °С. При добавлении к нему многофункциональной смеси разработаны образцы белкового наполнителя гелеобразной структуры. Определена термостабильность, органолептические и прочностные характеристики образцов в зависимости от содержания смеси. Подтверждена термостабильность наполнителя при доведении до кулинарной готовности (72 ± 2 °С) в образцах, содержащих 4 и более процента многофункциональной смеси. Показано, что при внесении смеси в гидролизат жидкой структуры (17 ± 2 °С) прочность выше, чем при добавлении в охлажденный (структуры жидкого студня с температурой 4 ± 2 °С). Зафиксировано, что хранение гидролизата в замороженном виде (минус 18 °С) в течение 30 суток с последующей дефростацией снижает прочность наполнителя на 13,5 %. Исследовано влияние сухого молока и пищевого красителя на цветовые характеристики белкового наполнителя. Показано, что внесение сухого молока делает структуру однородней и светлее. Предложено использование красителя в составе наполнителя для получения компонента пищевой промышленности, имитирующего мясную часть изделия. Таким образом, по результатам работы обоснованы технологические параметры получения белкового наполнителя из отходов переработки карпа.

Ключевые слова: гидролизат коллагена, белковый наполнитель, глубокая переработка, карп обыкновенный.

Для цитирования: Александров Н. К., Альшевский Д. Л. Научное обоснование технологических параметров и рецептуры белкового наполнителя из коллагенсодержащих отходов переработки карпа // Известия КГТУ. 2023. № 71. С. 73-83. DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-73-83

Original article

Scientific substantiation of technological parameters and recipe of protein filler from collagen-containing carp processing wastes

Nikita K. Aleksandrov¹, Dmitriy L. Al'shevskiy²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹nikesha98@mail.ru

²alshevsky@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4809-2998>

Abstract. Fish processing wastes are rich in a connective tissue protein collagen, which has a high potential in foods when extracted as a hydrolyzate. One of the possible directions of its application is replacement of animal fat and partial meat raw materials. The article deals with the problem of the extraction and further usage of this protein to obtain heat stable food filler with solid structure. Collagen hydrolyzate, liquid at 20 °C, has been obtained from the common carp heads. With adding a multifunctional mixture to it, samples of a protein filler with a gel-like structure have been developed. The heat stability, organoleptic and strength characteristics of the samples have been determined depending on the content of the mixture. The filler's heat stable when brought to culinary readiness (72 ± 2 °C) in samples containing 4 or more percent of multifunctional mixture is accepted. It is shown that the strength value is higher if mixture is added into the liquid structure hydrolyzate (17 ± 2 °C) than into a cooled (liquid jelly structure at 4 ± 2 °C). It has been recorded that storage of the hydrolyzate in frozen form (minus 18 °C) for 30 days, followed by defrosting, reduces the strength of the filler by 13.5%. The impact of the addition of milk powder and food coloring to protein filler on its color characteristics was studied. It is shown that the introduction of milk powder makes the structure more uniform and lighter. The use of food coloring in the composition of PF is proposed to obtain a component of the food industry that imitates the meat part of the product. Thus, according to the results of the work, the technological parameters for obtaining protein filler from carp processing wastes have been substantiated.

Keywords: collagen hydrolyzate, protein filler, deep processing, common carp.

For citation: Aleksandrov N. K., Alshevskiy D. L. Scientific substantiation of technological parameters and recipe of protein filler from collagen-containing carp processing wastes // *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023;(71):73-83. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-73-83

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство рыбной продукции характеризуется тенденцией к расширению методов глубокой переработки и переходу на безотходное производство [1]. Отходы и субпродукты разделки карпа (головы, костные ткани, кожа, чешуя и внутренние органы) составляют около 43–45 % от его массы [2, 3].

Данные части рыбы являются ценным источником соединительнотканного белка коллагена, который может быть гидролизован в виде пептидов. Полученные гидролизаты можно использовать в пищевых целях, в том числе в спортивном питании [4].

Гидролизаты коллагена из рыбного сырья, помимо пищевой направленности, имеют широкий спектр применения в различных отраслях: в косметологии (отбеливание и омолаживание кожных покровов) [5, 6]; в производстве кормов и кормовых добавок; в медицине (доставка лекарственного вещества, гемостатический эффект, защита ожоговых ран); в биотехнологии за счет антиоксидантной активности, противовоспалительного и гипогликемического действия, также используются в качестве субстрата для питательных сред [7, 8].

Гидролизат из рыбного сырья характеризуется высоким выходом и абсорбционными свойствами, малой токсичностью [9]. Тем не менее, малая студнеобразующая способность и низкая температура плавления в сравнении с получаемым гелем из субпродуктов птицы или крупного рогатого скота ограничивают варианты его применения [10, 11].

Одним из возможных направлений использования гидролизатов рыбного сырья является получение заменяющих животных жир структур в составе колбасных изделий [12]. В пищевой промышленности известно применение многофункциональных смесей, содержащих соли альгиновой кислоты, производство имитационного шпика, обеспечивающее отверждение белково-жировых эмульсий и увеличение их термостабильности [13]. Исходя из вышесказанного, актуально исследование возможности применения данных смесей с гидролизатом коллагена. Это позволит получить самостоятельный компонент (наполнитель) для добавления в продукты питания, повышающий их сенсорные характеристики и снижающий жирность.

Целью данной работы является обоснование технологических параметров и рецептуры белкового наполнителя из коллагенсодержащих отходов переработки карпа.

Для достижения цели был поставлен ряд задач:

- получить коллагеновый гидролизат из голов карпа;
- определить оптимальное количество многофункциональной альгинатной смеси (МИТПРО) в белковом наполнителе для достижения термоустойчивой твердой структуры;
- выявить влияние концентрации альгинатной смеси на прочностные характеристики наполнителя;
- изучить влияние сухого молока и пищевого красителя в составе белкового наполнителя на его цветовые свойства.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами данного исследования являются головы карпа обыкновенного, полученные из них гидролизат и образцы наполнителя.

На первом этапе исследования для отработки технологических параметров был приготовлен гидролизат коллагена из голов карпа. Последовательность его получения включает следующие технологические операции: измельчение, смешивание с водой, тепловую, а затем ферментативную обработку, инактивацию фер-

мента, удаление костей, охлаждение. Гидролиз осуществлялся с использованием отечественного ферментного препарата «Энзи-микс У» (протеолитическая активность 100 ед./г, оптимальные условия работы фермента – 40 °С и pH 4,5–6,0) [14].

Для оценки основных характеристик гидролизата коллагена определяли массовую долю влаги (п. п. 3.3.3 ГОСТ 7636), жира (п. п. 3.7.5 ГОСТ 7636), органолептические показатели (внешний вид, консистенция, цвет, запах) по общепринятым методам исследования.

На втором этапе исследования были изготовлены образцы белкового наполнителя для выявления оптимального количества МИТПРО в их составе. Наполнитель получали путем внесения МИТПРО в полученный гидролизат, перемешивания и последующего выдерживания при (4 ± 2) °С в течение часа. Получены содержащие 2, 4 и 6 % смеси образцы (1, 2, 4 соответственно). Внесение производилось в жидкий гидролизат (17 ± 2) °С. Приготовлен образец 3, в котором использовался охлажденный гидролизат (4 ± 2) °С).

Для оценки изменения свойств гидролизата в процессе хранения его выдерживали 30 сут. при минус 18 °С. На его основе был изготовлен образец наполнителя 5 с оптимальным количеством альгинатной смеси.

В полученных образцах определяли прочность на устройстве Валента (п. п. 4.4.2 ГОСТ 26185), органолептические характеристики (внешний вид, консистенция, цвет, запах) с помощью общепринятых методик. Для проверки термостойкости образцы нарезают на кусочки, равномерно распределяли в форме с рыбным фаршем, после чего доводили до кулинарной готовности (75 ± 5) °С в толще).

На третьем этапе для отработки цветовых и органолептических характеристик в образец 2 с оптимальным составом МИТПРО вносили сухое молоко с массовой долей белка 20 %, жира – 26 %, пищевой краситель с кармином и декстрозой. В рамках данного опыта получены наполнители, содержащие 2, 4, 6 % сухого молока (образцы 6, 7, 8) и краситель (образец 9).

Состав образцов наполнителя представлен в табл. 1.

Таблица 1. Состав образцов белкового наполнителя

Table 1. Compositions of protein filler samples

Компонент	Образец белкового наполнителя								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гидролизат коллагена жидкий	98	96	–	94	96	94	92	90	96
Гидролизат коллагена охлажденный	–	–	96	–	–	–	–	–	–
Альгинатная смесь	2	4	4	6	4	4	4	4	4
Молоко сухое	–	–	–	–	–	2	4	6	–
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе исследования отработаны технологические параметры гидролиза голов карпа. Технологическая схема получения гидролизата коллагена представлена на рис. 1.

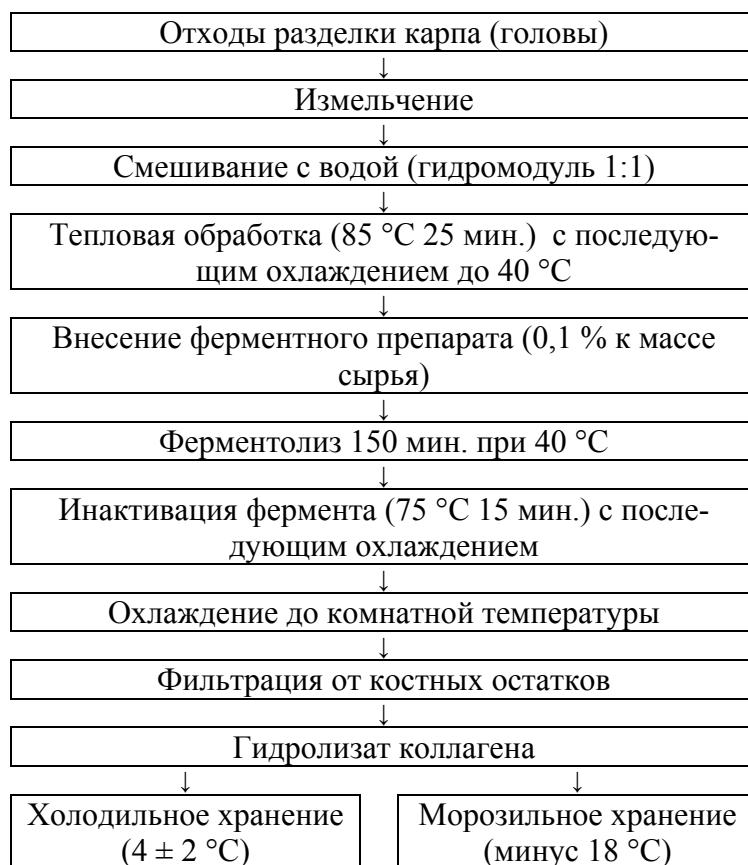


Рис. 1. Схема получения коллагенового гидролизата
Fig. 1. Scheme of obtaining collagen hydrolyzate

Выход гидролизата относительно сырья составил 106,5 %, содержание влаги – 84,4 %, жира – 1,2%. Количество белка примерно можно оценить в 14,4 %.

Описание органолептических характеристик гидролизата коллагена представлено в табл. 2.

Таблица 2. Органолептические характеристики гидролизата коллагена
Table 2. Sensory characteristics of the collagen hydrolyzate

Показатель	Описание
Внешний вид	Однородная масса с жировой пленкой на поверхности
Консистенция	Жидкая при 20 °C В охлажденном виде жидкий студень, форму не сохраняет
Цвет	Матовый, кремово-бежевый
Запах	Свойственный, выражен слабо, без постороннего запаха

Таким образом, полученный гидролизат рыбного коллагена характеризуется низкой температурой плавления (рис. 2), поэтому следующий раздел исследования посвящен вопросу увеличения данного показателя.

На втором этапе получены образцы белкового наполнителя с разным количеством альгинатной смеси. Описание их органолептических характеристик представлено в табл. 3.

Таблица 3. Органолептические характеристики белковых наполнителей с разным количеством альгинатной смеси

Table 3. Sensory characteristics of the protein filler samples with different alginate mixture mass

Показатель	Образец белкового наполнителя			
	1	2	3	4
Внешний вид	Однородная масса	Однородная масса	Однородная масса с небольшими воздушными пузырьками	Однородная масса
Консистенция	Твердая, упругая. При термической обработке (более 70 °C) форму не сохраняет	Твердая, упругая. При термической обработке (более 70 °C) форму сохраняет		
Цвет	Матовый, кремово-серый			
Запах	Свойственный, выражен слабо, без постороннего запаха			

Исходя из полученных данных, белковый наполнитель обладает твердой структурой (рис. 2). Образцы 2, 3, 4 сохранили форму в процессе тепловой обработки, т. е. внесение 4 % МИТПРО является достаточным, чтобы получить наполнитель, устойчивый к температуре.



Рис. 2. Поверхность гилролизата коллагена (слева) и белкового наполнителя (справа) в охлажденном состоянии (4 ± 2 °C)

Fig. 2. Surfaces of the chilled (4 ± 2 °C) collagen hydrolyzate (left) and protein filler (right)

Прочностные характеристики образцов представлены на рис. 3.

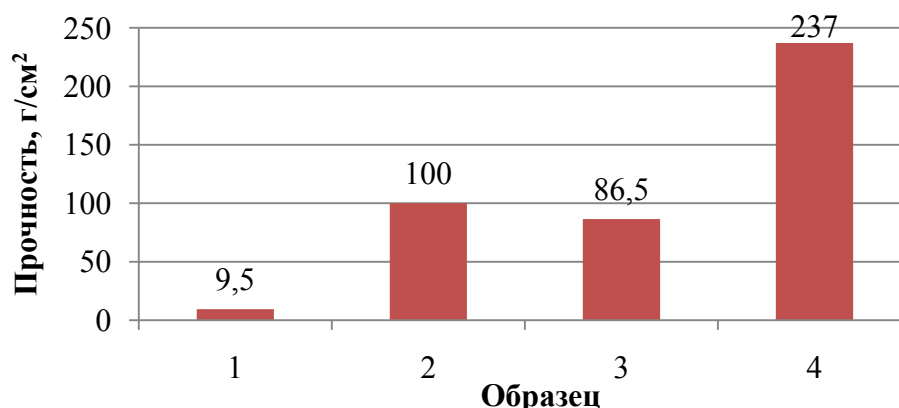


Рис. 3. Прочностные характеристики образцов наполнителя с разным количеством МИТПРО

Fig. 3. Strength properties of the fillers with different MITPRO mass

На рис. 3, видно, что с увеличением содержания МИТПРО в составе наполнителя возрастает прочность геля. Определено, что при внесении одинакового количества структурообразователя в охлажденный и жидкий гидролизат прочность первого ниже (100 г/см^2 против $86,5 \text{ г/см}^2$ в образцах 2 и 3 соответственно). Из этого следует, что эффективное распределение МИТПРО в студнеобразном гидролизате требует более длительного перемешивания и, следовательно, повышения энергозатрат.

Для оценки изменения прочностных свойств в процессе хранения гидролизат выдерживали 30 суток при минус 18°C , после чего он дефростировался и использовался для изготовления наполнителя (образец 5). Отмечено, что на 30-е сутки хранения в замороженном состоянии гидролизат имеет более выраженный свойственный запах без признаков порчи. Полученный из него наполнитель менее прочный, чем аналогичный из свежеприготовленного гидролизата (57 г/см^2 в сравнении со 100 г/см^2 в образце 2). Тем не менее, данный наполнитель все еще сохраняет твердую структуру и форму. Вероятно, изменение прочности связано с продолжительностью хранения, а также с рекристаллизацией влаги, сопровождающей процесс замораживания-оттаивания. Для предотвращения разрушения пептидных связей и увеличения продолжительности хранения возможно применение чешуи в составе гидролизата [15], поэтому актуально исследование, связанное с получением гидролизата смешанного состава (головы и чешуя) с последующим изучением криозащитной активности.

На третьем этапе эксперимента для улучшения цветовых характеристик наполнителя на основе оптимальной рецептуры 2 были изготовлены рецептуры наполнителей с применением сухого молока и пищевого красителя. Добавление молочного концентрата позволяет получить более однородную окраску, однако степень осветления наполнителя невелика (до светло-серого) и не дает белый или бело-кремовый цвет, имитирующий шпик. Воздействие этого компонента на прочность образцов оценивается как незначительное (изменяется менее чем на 15 %).

Образец 9 с применением пищевого красителя, содержащего кармин и декстрозу, обладал равномерным красным «мясным» оттенком (рис. 4).



Рис. 4. Белковый наполнитель с использованием пищевого красителя
Fig. 4. Protein filler with the use of a food coloring

Полученное цветовое решение визуально меняет восприятие продукта и потенциально расширяет сферу его использования в качестве имитации мясных кусочков в колбасных и иных изделиях.

Таким образом, разработаны варианты рецептур наполнителя, удовлетворяющие задачам эксперимента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана технологическая схема получения гидролизата коллагена (рис. 1), обоснованы технологические параметры для последующего получения белкового наполнителя. Наполнитель устойчив к тепловой обработке (более 70 °С) при содержании в нем многофункциональной смеси от 4 %. Представлены данные о прочностных свойствах образцов белкового наполнителя с разной долей смеси. Предложен способ применения наполнителя с добавлением красителя для имитации мясной части в колбасном изделии.

Список источников

1. Об утверждении Стратегии развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2030 г.: Распоряжение Правительства РФ от 30 августа 2019 г. № 1931-р. URL: <http://government.ru/docs/all/123583/> (дата обращения: 25.06.2023).
2. Application of fat-containing edible fish waste for making imitation lard / D. Alshevskiy, Y. Korzhavina, M. Alshevskaya, V. Ustich // AIP Conference Proceedings. 2021. V. 2636. Iss. 1. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0103970> (дата обращения: 25.06.2023).
3. Самойлова Д. А., Цибизова М. Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок // Вестник АГТУ. 2015. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vtorichnye-resursy-rybnoy>

promyshlennosti-kak-istochnik-pischevyh-i-biologicheski-aktivnyh-dobavok (дата обращения: 10.07.2023).

4. Некрасова Ю. О., Мезенова О. Я., Мерзель Й. Т. Обоснование использования биопотенциала гидролизатов коллагенсодержащего рыбного сырья в протеиновом спортивном питании // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. № 4 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-ispolzovaniya-biopotentsiala-gidrolizatov-kollagensoderzhaschego-rybnogo-syrya-v-proteinovom-sportivnom-pitanii> (дата обращения: 11.07.2023).

5. Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Scales Collagen Peptides (SCPs): Preparation, Whitening Activity Screening and Characterization / X. Zu, M. Li, G. Xiong, J. Cai, T. Liao, H. Li // Foods. 2023. V. 12. Iss. 7. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12071552> (дата обращения: 25.06.2023).

6. Collagen Based Materials in Cosmetic Applications: a review / A. Sionkowska, K. Adamiak, K. Musiał, M. Gadomska // Materials. 2020. V. 13. Iss. 19. URL: <https://doi.org/10.3390/ma13194217> (дата обращения: 12.07.2023).

7. Antioxidant peptides derived from hydrolysates of red tilapia (*Oreochromis sp.*) scale / L. Sierra., H. Fan, J. Zapata, J. Wu // LWT. 2021. V. 146. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111631> (дата обращения: 25.06.2023).

8. Use of common carp waste for pigment production by *Monascus purpureus* / J. Kolek, M. Drimi, M. Kumžák, P. Soukup, F. Szendzielarz, M. Šimera, B. Branská, P. Patáková // Kvasný průmysl. 2023. V. 69, N 1. URL: <https://doi.org/10.18832/kp2023.69.686> (дата обращения: 25.06.2023).

9. Production and Characterization of Micro-Collagen from Carp Scales Waste (*Cyprinus carpio*) / R. Zakiah Oktarlina, S. Bahri, A. Nafisah, T. Adjeng // Research Journal of Pharmacy and Technology (RJPT). 2022. V. 15. Iss. 5. URL: <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2022-15-5-13> (дата обращения: 25.06.2023).

10. Александров Н. К., Чернега О. П. Исследование хранимоспособности продуктов из коллагенового гидролизата // Известия КГТУ. 2022. № 64. С. 53–66.

11. Способ производства мясного хлеба: пат. 2446714 Рос. Федерация. № 2010146947/13 / Лукин А. И. [и др.]; заявл. 17.11.10; опубл. 10.04.12. Бюл. № 10. 8 с.

12. Effect of Pre-Emulsion of Pea-Grass Carp Co-Precipitation Dual Protein on the Gel Quality of Fish Sausage / X. Zhou, C. Zhang, L. Zhao, X. Zhou, W. Cao, C. Zhou // Foods. 2022. V. 11. Iss. 20. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11203192> (дата обращения: 25.06.2023).

13. Наумов В. А., Альшевский Д. Л., Коржавина Ю. Н. Влияние технологических факторов на прочностные характеристики рыбного имитационного шпика // Известия КГТУ. 2020. № 58. С. 94–101.

14. Антипова Л. В., Горбунков М. Е. Свойства коммерческого ферментного препарата «Протеписин» // Вестник ВГУИТ. 2013. № 4 (58). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/svoystva-kommercheskogo-fermentnogo-preparata-protepsin> (дата обращения: 10.07.2023).

15. Effects and mechanism of antifreeze peptides from silver carp scales on the freeze-thaw stability of frozen surimi / X. Chen, X. Li, F. Yang, J. Wu, D. Huang, J. Huang, S. Wang // Food Chemistry. 2022. V. 396. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133717> (дата обращения: 25.06.2023).

References

1. Ob utverzhdenii Strategii razvitiya mashinostroeniya dlya pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti RF na period do 2030 g.: Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 30 avgusta 2019 g. № 1931-r. Available at: <http://government.ru/docs/all/123583/> (Accessed 25 June 2023).
2. Alshevskiy D., Korzhavina Y., Alshevskaya M., Ustich V. Application of fat-containing edible fish waste for making imitation lard. *AIP Conference Proceedings*, 2021, vol. 2636, iss. 1, available at: <https://doi.org/10.1063/5.0103970> (Accessed 25 June 2023).
3. Samoylova D. A., Tsibizova M. E. Vtorichnye resursy rybnoy promyshlennosti kak istochnik pishchevykh i biologicheskikh aktivnykh dobavok [Secondary resources of the fishing industry as a source of food and biologically active additives]. *Vestnik AGTU*, 2015, no. 2, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vtorichnye-resursy-rybnoy-promyshlennosti-kak-istochnik-pischevykh-i-biologicheskikh-aktivnykh-dobavok> (Accessed 10 July 2023).
4. Nekrasova Y. O., Mezenova O. Y., Merzel' Y. T. Obosnovanie ispol'zovaniya biopotentsiala gidrolizatov kollagensoderzhashchego rybnogo syr'ya v proteinovom sportivnom pitanii [Biopotential of collagen-containing hydrolysates obtained from fish raw materials for protein sports nutrition]. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2021, no. 4 (39), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-ispolzovaniya-biopotentziala-gidrolizatov-kollagensoderzhashchego-rybnogo-syr'ya-v-proteinovom-sportivnom-pitanii> (Accessed 11 July 2023).
5. Zu X., Li M., Xiong G., Cai J., Liao T., Li H. Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Scales Collagen Peptides (SCPs): Preparation, Whitening Activity Screening and Characterization. *Foods*, 2023, vol. 12, iss. 7, available at: <https://doi.org/10.3390/foods12071552> (Accessed 25 June 2023).
6. Sionkowska A., Adamiak K., Musiał K., Gadomska M. Collagen Based Materials in Cosmetic Applications: a review. *Materials*, 2020, vol. 13, iss. 19, available at: <https://doi.org/10.3390/ma13194217> (Accessed 12 July 2023).
7. Sierra L., Fan H., Zapata J., Wu J. Antioxidant peptides derived from hydrolysates of red tilapia (*Oreochromis* sp.) scale. *LWT*, 2021, vol. 146, available at: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111631> (Accessed 25 June 2023).
8. Kolek J., Drimi M., Kumžák M., Soukup P., Szendzielarz F., Šimera M., Branská B., Patáková P. Use of common carp waste for pigment production by *Monascus purpureus*. *Kvasný průmysl*, 2023, vol. 69, no. 1, available at: <https://doi.org/10.18832/kp2023.69.686> (Accessed 25 June 2023).
9. Zakiah Oktarlina R., Bahri S., Nafisah A., Adjeng T. Production and Characterization of Micro-Collagen from Carp Scales Waste (*Cyprinus carpio*). *Research Journal of Pharmacy and Technology (RJPT)*, 2022, vol. 15, iss. 5, available at: <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2022-15-5-13> (Accessed 25 June 2023).
10. Aleksandrov N. K., Chernega O. P. Issledovanie khranimosposobnosti produktov iz kollagenovogo gidrolizata [Study of storage stability of products made of collagen hydrolyzate]. *Izvestiya KGTU*, 2022, no. 64, pp. 53–66.

11. Lukin A. I. [i dr.]. Sposob proizvodstva myasnogo khleba [Meat loaf production method]. Patent RF, no. 2010146947/13, 2012.
12. Zhou X., Zhang C., Zhao L., Zhou X., Cao W., Zhou C. Effect of Pre-Emulsion of Pea-Grass Carp Co-Precipitation Dual Protein on the Gel Quality of Fish Sausage. *Foods*, 2022, vol. 11, iss. 20, available at: <https://doi.org/10.3390/foods11203192> (Accessed 25 June 2023).
13. Naumov V. A., Alshevskiy D. L., Korzhavina Y. N. Vliyanie tekhnologicheskikh faktorov na prochnostnye kharakteristiki rybnogo imitatsionnogo shpika [Influence of technological factors on strength characteristics of fish imitation lard]. *Izvestiya KGTU*, 2020, no. 58, pp. 94–101.
14. Antipova L. V., Gorbunkov M. E. Svoystva kommercheskogo fermentnogo preparata "Protepsin" [Properties of the commercial enzyme preparation Protepsin]. *Vestnik VGUIT*, 2013, no. 4 (58), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/svoystva-kommercheskogo-fermentnogo-preparata-protepsin> (Accessed 10 July 2023).
15. Chen X., Li X., Yang F., Wu J., Huang D., Huang J., Wang S. Effects and mechanism of antifreeze peptides from silver carp scales on the freeze-thaw stability of frozen surimi. *Food Chemistry*, 2022, vol. 396, available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133717> (Accessed 25 June 2023).

Информация об авторах

Н. К. Александров – аспирант кафедры «Технология продуктов питания»
Д. Л. Альшевский – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания»

Information about the authors

N. K. Aleksandrov – PhD student of the Department of Food Technology
D. L. Al'shevskiy – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Food Technology

Статья поступила в редакцию 10.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023; принята к публикации 29.09.2023.

The article was submitted 10.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 29.09.2023.