



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК664.38

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.002



РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРУКТУРИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗАТА КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Никита Константинович Александров ¹,
Дмитрий Леонидович Альшевский ²

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

¹ nikesha98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1624-6220>

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

Аннотация. На сегодняшний день в связи с ростом объемов производства продукции аквакультуры все большую актуальность приобретает вопрос эффективного использования вторичного сырья от переработки рыб. Содержащиеся в данном сырье соединительнотканые белки, будучи извлеченными в виде гидролизата, представляют большой интерес как компонент здорового питания, поскольку находящиеся в нем коллаген и пептиды обладают физиологической значимостью. Одним из способов переработки гидролизатов является получение структурированного продукта, который может выступать добавкой в формованных рыбных изделиях, полностью заменяя собой жировое и частично мышечное сырье. Однако данная добавка обладает невзрачным цветом, что делает ее малопривлекательной для формирования рисунка на разрезе рыбных изделий. В рамках настоящего исследования были получены образцы структурированной добавки на основе гидролизата из голов карпа обыкновенного, цветовые свойства которых были улучшены за счет использования риса ферментированного и печени окуня. На основании органолептических, реологических и физических методов исследования определены оптимальные образцы. Данные методы предложено использовать в качестве основы комплексной оценки качества структурированных добавок.

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

Для цитирования: Александров Н. К., Альшевский Д. Л. Разработка и оценка качества структурированной добавки на основе гидролизата коллагенсодержащего сырья // Ползуновский вестник. 2025. № 2, С. 15–19. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.002. EDN: <https://elibrary.ru/GRBBAG>.

Original article

DEVELOPMENT AND QUALITY ASSESSING OF A STRUCTURED ADDITIVE BASED ON COLLAGEN-CONTAINING RAW MATERIALS HYDROLYZATE

Nikita K. Aleksandrov ¹, Dmitriy L. Al'shevskiy ²

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

¹ nikesha98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1624-6220>

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

Abstract. Today, due to the growing volumes of aquaculture production, the efficient usage of secondary raw materials obtained from fish processing is becoming increasingly relevant issue. The connective tissue proteins contained in this raw material that are extracted in the form of a hydrolyzate, are of great interest as a component of a healthy diet including collagen and peptides that have physiological significance. One of the methods for processing hydrolysates is to obtain a structured product, that can be used as an additive in formed fish products, completely replacing fat and partially muscle raw materials. However, this additive has a pale color, that makes it unsuitable for creating a pattern on the fish products cut. In this study, samples of a structured additive based on the common carp heads hydrolyzate were obtained. Color characteristics of the samples were improved with coloring components use, including fermented rice and perch liver. Optimal structured additive samples were determined by organoleptic, rheological and physical methods of the research. These methods are proposed to be used as the basis for a comprehensive assessment of the structured additives quality.

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

For citation: Aleksandrov, N.K. & Al'shevskiy, D.L. (2025). Development and quality assessing of a structured additive based on collagen-containing raw materials hydrolyzate. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 15-19. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.02.002. EDN: <https://elibrary.ru/GRBBAG>.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия прослеживается тенденция роста выработки продукции аквакультуры. Так, в России за период 2010–2020 гг. объем выращенной во внутренних водоемах загонным и садковым способом рыбы вырос с 30 до 69 тыс. тонн в год [1]. В таких условиях перед отечественными рыбопромышленными предприятиями более явно встает проблема нереализованного потенциала безотходных технологий, которые позволили бы снизить расходы, связанные с утилизацией малоценного сырья.

К числу отходов продукции аквакультуры относят такие побочные продукты разделки, как костные хребты, головы, хвосты, плавники, чешуя, что являются источником белка коллагена. Извлечение коллагена из побочного рыбного сырья на пищевые цели представляет интерес за счет его биосовместимости, биоактивности, биоразлагаемости и безопасности [2]. Основным методом извлечения коллагена из побочного рыбного сырья является процесс гидролиза, при котором пептиды и протеины переходят в раствор (гидролизат). В зависимости от источника сырья и метода получения такой раствор может обладать антиоксидантным, противовоспалительным, нейропротекторным и антигипертензивным действием [3].

Исходя из вышесказанного, переработанный рыбный коллаген имеет широкий потенциал использования при разработке продуктов здорового питания [5]. Ограничивающим фактором в реализации данного потенциала является низкая способность рыбного гидролизата образовывать плотные гели даже при невысоких температурах [2]. Поэтому требуется его дальнейшая переработка путем удаления влаги (высушиванием) или ее связыванием (структурообразованием).

Для создания продуктов заданной структуры на основе гидролизата коллагена возможно внесение полисахаридов различного происхождения: растительного (целлюлоза, пектины, альгинаты), животного (хитин, хондроитин), микробиального (ксантановая камедь, глюкан) [6]. Получаемый материал может применяться для создания капсул, пищевых пленок и гранул [2, 7].

Ранее в исследованиях была отмечена перспектива получения белковой добавки для рыбных изделий на основе гидролизата голов карпа с использованием в качестве структурообразователя альгината [8]. Данная структурированная добавка обладает плотной консистенцией, способной выдерживать тепловое воздействие, а потому она может использоваться в измельченном виде в составе рыбных формованных изделий в качестве полной замены жирового сырья (шпика) и частичной мышечного (фарша). Недостатком получаемой добавки является невзрачный серо-бежевый оттенок, вследствие которого она не способна сформировать рисунок на разрезе изделия. Устранить этот недостаток возможно путем внесения в состав добавки придающих окраску компонентов, например, пищевых красителей. Помимо этого, возможно применение в этом качестве получаемой

из малоценного сырья разделки субпродуктовой массы [9]. Таким образом, актуальна отработка механизма регулирования цвета структурированной добавки, включающая подбор цветокорректирующего компонента с определением оптимальной по комплексу показателей качества доли его внесения.

Целью настоящей работы является разработка и оценка качества структурированной добавки, получаемой на основе гидролизата коллагеносодержащего сырья карпа с использованием придающих окраску компонентов.

Поставлены следующие задачи исследования:

- получить образцы структурированной добавки с различным внесением придающих окраску компонентов;
- оценить влияние концентрации придающих окраску компонентов на органолептические и реологические свойства образцов, физические характеристики их цвета;
- на основании полученных данных определить оптимальные образцы структурированной добавки.

МЕТОДЫ

Объектами данного исследования являются образцы структурированной добавки, полученные с использованием гидролизата коллагеносодержащего сырья (голов карпа *Cyprinus carpio*), комплексной пищевой добавки КФ СТАБИПРО ФЭТ и придающих окраску компонентов. В качестве придающих окраску компонентов выступают рис ферментированный (порошок красного цвета, получаемый культивированием *Monascus purpureus* на рисе) и печень рыб, полученная в ходе разделки окуня обыкновенного (*Perca fluviatilis*).

Для получения гидролизата головы карпа измельчались, соединялись с равным количеством воды. Полученная смесь нагревалась до 85 °С и обрабатывалась при данном режиме 25 минут, после чего остывала до 40 °С. Далее осуществлялось внесение ферментного препарата протеолитического действия (0,1 % к массе сырья) и термостатирование смеси при данной температуре 150 минут. Ферментную обработку проводили препаратом Энзи-Микс У (комплекс кислых протеаз, протеолитическая активность которого составляет 100 единиц на грамм, оптимум действия 40 °С и pH 4,5–6,0). После ферментации производилось разрушение (инактивирование) препарата в смеси путем нагрева до 75 °С с поддержанием температуры 15 минут. Затем смесь остывала, а жидкая часть (гидролизат) отделялась от твердого остатка [8].

Для получения образцов структурированной добавки приготавливалась однородно перемешанная основа, содержащая КФ СТАБИПРО ФЭТ (4 % массы основы), гидролизат и придающий окраску компонент. Основа выдерживалась в течение 1,5 часа при 4 °С.

За это время комплексная пищевая добавка связывает влагу, формируя однородную плотную консистенцию структурированной добавки.

В рамках исследований в зависимости от внесенного на этапе перемешивания придающего окраску компонента получены следующие группы образцов структурированной добавки: с рисом,

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРУКТУРИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗАТА КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

ферментированным в количестве 0,2 %, 0,4 %, 0,8 % от массы основы; с печенью окуня в количестве 12 %, 24 %, 36 %; контрольный образец без окрашивающих продуктов. Качество разработанных образцов оценивалось по органолептическим, реологическим и физическим показателям.

Органолептические свойства образцов (внешний вид, консистенция, цвет, запах) оценивались по общепринятым методам исследования.

Реологические свойства образцов оценивались по прочностным свойствам в соответствии с ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа» (п.п. 4.4.2). Результат выражен в граммах нагрузки на прорыв поверхности структурированной добавки и представлен как среднееарифметическое значение пяти параллельных измерений с не превышающим 10 % (допускаемым) отклонением.

Физическим методом настоящего исследова-

ния являлся анализ цвета образцов на основании спектров отражения и цветовых координат. Спектры образцов структурированной добавки измерялись в диапазоне 450–760 нм на спектрофотометре СФ-2000 с помощью приставки зеркального и диффузного отражения СФО-2000. Предел допускаемой абсолютной погрешности данного спектрофотометра равен $\pm 1\%$, допускаемое среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерения находится в пределах $\pm 0,2\%$. Цветовые координаты в системе $L^*a^*b^*$ рассчитывались в соответствии со стандартом Международной комиссии по освещению [10]. Полученные значения координат округлялись до второго знака.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Органолептическая характеристика образцов структурированной добавки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептическая характеристика образцов структурированной добавки

Table 1 – Organoleptic characteristic of the structured additive samples

Показатель	Структурированная добавка без внесения придающих окраску компонентов (контрольный образец)		
Внешний вид	Однородная масса		
Консистенция	Твердая, упругая		
Цвет	Серо-бежевый		
Запах	Свойственный слабовыраженный		
	Образцы структурированной добавки с внесением риса ферментированного в количестве:		
	0,2 %	0,4 %	0,8 %
Внешний вид	Однородная масса	Однородная масса	Однородная масса
Консистенция	Плотная, упругая	Плотная, упругая	Плотная, упругая
Цвет	Ярко-красный	Красный	Темно-красный
Запах	Свойственный слабовыраженный	Свойственный слабовыраженный	Свойственный слабовыраженный
	Образцы структурированной добавки с внесением печени рыб в количестве:		
	12 %	24 %	36 %
Внешний вид	Однородная масса	Однородная масса	Однородная масса
Консистенция	Плотная	Слегка упругая	Упруго-вязкая
Цвет	Серо-оранжевый	Розово-оранжевый	Красно-оранжевый
Запах	Свойственный выраженный	Выраженный рыбный запах	Выраженный рыбный запах

Исходя из представленных в таблице 1 данных видно, что с внесением придающих окраску компонентов образцы структурированной добавки приобретают новые цветовые свойства, положительно отличающиеся от контрольного образца.

Для численного описания характеристик цвета и изучения глубины его изменения измерены спектры отражения поверхности образцов. Полученные спектры представлены на рисунке 1.

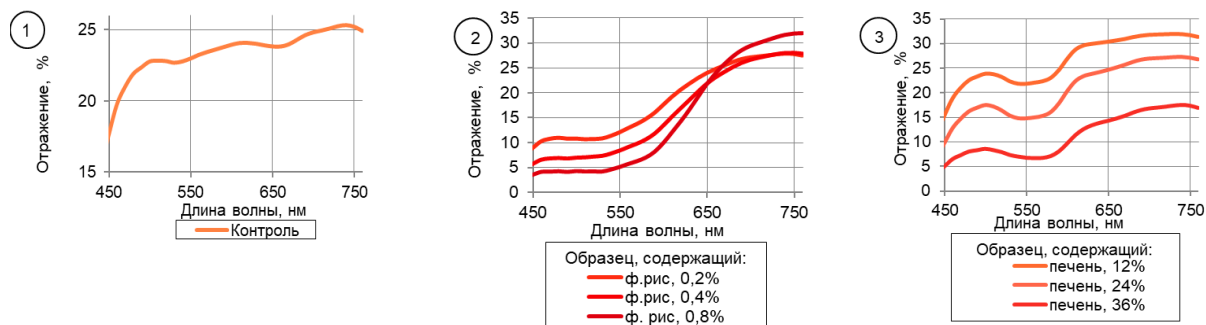


Рисунок 1 – Спектры отражения образцов структурированной добавки: 1 – контрольный образец; 2 – группа образцов с внесением ферментированного риса; 3 – группа образцов с внесением печени рыб

Figure 1 – Reflectance spectra of the structured additive samples: 1 – control sample;

2 – group of the samples with fermented rice use; 3 – group of the samples with fish liver use

На основании полученных спектров были определены цветовые координаты в системе $L^*a^*b^*$.

Цветовые координаты образцов структурированной добавки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Цветовые координаты поверхности образцов структурированной добавки

Table 2 – Color coordinates of the structured additive samples surface

Образец		Примерное цифровое представление по RGB	Цветовые координаты		
			L^*	a^*	b^*
Контроль			68,38	48,56	60,92
С внесением риса ферментированного в количестве:	0,2 %		65,25	80,40	68,80
	0,4 %		64,05	92,14	73,76
	0,8 %		62,27	107,55	79,58
С внесением печени рыб в количестве:	12 %		67,24	59,98	62,60
	24 %		65,80	62,87	49,62
	36 %		64,75	73,45	51,10

Таким образом, образцы добавок с использованием ферментированного риса по мере увеличения его концентрации становятся более красными. Это подтверждается соответствующим повышением значений цветовых координат a^* и b^* , говорящим о более глубоком смещении спектра в красный цвет. Из рисунка 1.2 это можно увидеть по относительному росту отражательной способности красной области спектра (начиная с 650 нм).

С органолептической точки зрения использование 0,2 % ферментированного риса характеризуется визуально слабым цветообразованием (яркий оттенок); внесение 0,4 % образует в меру интенсивную окраску, имитирующую натуральный «мясной» цвет; при внесении 0,8 % формируется излишне выраженный и неестественный темный цвет.

Образцы добавок, в которые вносилась печень окуня, с увеличением ее массовой доли приобретали более интенсивный красно-оранжевый цвет. Это видно по тому, как растут значения координаты a^* и уменьшаются b^* , что говорит о переходе от оранжево-коричневых оттенков в сторону розово-оранжевых (коралловых). На рисунке 1, 3

это видно по сохранению характерных пиковых значений на противоположных цветовых волнах (зеленой при 500 нм и красной при 720 нм), при смешивании дающих искомые цветовые координаты. Данные пики формируются за счет пигментов печени, флюоресцирующие свойства которых с повышением концентрации снижают степень отражения образцов во всей области видимого света.

Помимо этого, благодаря печени рыб образцы приобретают более выраженный приятный рыбный запах. Однако вместе с этим консистенция образцов становится мягче, повышается деформируемость образцов вследствие снижения массовой доли гидролизата, что приводит к понижению водосвязывающих свойств.

Исходя из этого, для оценки пригодности образцов структурированной добавки к использованию в пищевых продуктах помимо органолептической характеристики консистенции требуется реологическая оценка данного показателя. Для этого были измерены прочностные свойства образцов структурированной добавки. Прочностные свойства образцов представлены на рисунке 2.

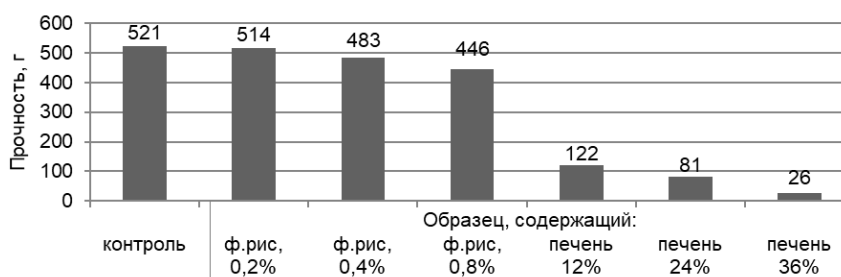


Рисунок 2 – Прочность образцов структурированной добавки

Figure 2 – Strength of the structured additive samples

На основании данных с рисунка 2 ясно, что использование придающих окраску компонентов уменьшает прочность относительно контрольного образца. Так, снижение прочности в образцах с ферментированным рисом при его внесении в количестве 0,2 % происходит на 1,3; % при 0,4 % риса – на 7,3 %; при 0,8 % – на 14,4 %. Данное снижение является приемлемым и не накладывает ограничений на использование добавки. В то же время образцы с печенью существенно менее прочные, чем контрольный – внесение 12 % печени понижает показатель на 76,6 %; 24 % печени – на 84,5 %; 36 % – на 95 %. Данный фактор делает их малоприменимыми для использования в копченых и сырокопченых рыбных формованных изделиях, требующих добавок с высокими реологиче-

скими свойствами. Тем не менее, применение образцов с содержанием печени до 24 % все еще возможно в прочих формованных изделиях (фаршевых, запеченных, вареных).

Исходя из полученных данных об органолептических и реологических свойствах образцов структурированной добавки, оптимальными являются образцы с внесением 0,4 % риса ферментированного и с 24 % печени окуня.

Таким образом, в результате исследования рассмотрены органолептические свойства образцов структурированной добавки, в которых с помощью использования придающих окраску компонентов возможно регулировать цветовые свойства. Физическими и реологическими методами

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРУКТУРИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗАТА КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

получено числовое выражение показателей цвета и консистенции в виде цветовых координат и прочности, что позволяет более эффективно отслеживать качество структурированной добавки путем сравнения со значениями оптимальных образцов. Данные добавки можно использовать для формирования рисунка на разрезе формованных изделий, что расширяет ассортимент рыбных продуктов, в том числе здорового питания. Разработанные структурированные добавки могут выступать в качестве замены сырья с насыщенными жирами (шпика); в них содержатся ценные пептиды и аминокислоты, а при использовании печени рыб дополнительно витамины и омега-3 жирные кислоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках настоящей работы получены образцы структурированной добавки на основе гидролизата рыбного коллагена с внесением придающих окраску компонентов – риса ферментированного и печени рыб. Предложен комплекс оценки показателей качества этих добавок, включающий органолептические, реологические и физические методы.

По результатам комплексной оценки качества изучена динамика изменения показателей качества в зависимости от концентрации придающих окраску компонентов. Определены образцы с оптимальным их количеством, а именно: с внесением 0,4 % ферментированного риса; с использованием печени рыб в количестве 24 %. Полученные добавки предлагается использовать в технологии формованных рыбных изделий в качестве частичной замены основного и жирового сырья для формирования рисунка на разрезе характерного цвета.

На основании исследованных в настоящей работе сенсорных, прочностных и спектральных характеристик образцов в дальнейшем возможна разработка экспресс-методов определения концентрации придающего окраску компонента в составе структурированной добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. The State of World Fisheries and Aqua-culture 2022. Towards Blue Transformation. Rome: FAO. 2022. doi: 10.4060/cc0461en.
2. Rajabimashhadi Z., Gallo N., Salvatore L. & Lionetto F. (2023). Collagen Derived from Fish Industry Waste:

Progresses and Challenges. *Polymers*, (15(544)). doi: 10.3390/polym15030544.

3. Espinales C., Romero-Pena M., Calderon G., Vergara K., Caceres P.J. & Castillo P. (2023). Collagen, protein hydrolysates and chitin from by-products of fish and shellfish: An overview. *Heliyon*, (9). doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14937.

4. Sivaraman K. & Shanthi C. (2021). Role of fish collagen hydrolysate in attenuating inflammation - an in vitro study. *J Food Biochemistry*, (9). doi: 10.1111/jfbc.13876.

5. Gaikwad S. & Kim M.J. (2024). Fish By-Product Collagen Extraction Using Different Methods and Their Application. *Mar. Drugs*, (22). doi: 10.3390/md22020060.

6. Lu Y., Luo Q., Chu Y., Tao N., Deng S., Wang L. & Li L. (2022). Application of Gelatin in Food Packaging: A Review. *Polymers*, (14). doi: 10.3390/polym14030436.

7. Belousova O.S., Dyshlyuk L.S., Avstrieviskikh A.N., Shchetinin M.P. (2014). Investigation of thermodynamic and rheological properties of natural polymers fit for pharmaceutical capsules production. *Food Processing: Techniques and Technology*, (4), 13-19 (In Russ.).

8. Aleksandrov N.K. & Al'shevskiy D.L. Scientific substantiation of technological parameters and recipe of protein filler from collagen-containing carp processing wastes. *KSTU news*, (71), 73-83 (In Russ.). doi: 10.46845/1997-3071-2023-71-73-83.

9. Gerasimov A.V., Bazhenova B.A., Burkhanova A.G. & Zabalueva Yu.Yu. (2019). Method for production of meat granules for semi-smoked sausages. *Pat. 2783534. Russian Federation, published on 18.07.2019.* Bull. No. 20. (In Russ.).

10. The Basis of Physical Photometry, 3rd Edition. (2019). CIE 018:2019 from 2019. Vienna: International Commission on Illumination. doi: 10.25039/TR.018.2019.

Информация об авторах

Н. К. Александров – аспирант кафедры технологии продуктов питания Калининградского государственного технического университета.

Д. Л. Альшевский – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания Калининградского государственного технического университета.

Information about the authors

N. K. Aleksandrov - post-graduate student of the Department of Food Technology of the Kaliningrad State Technical University.

D. L. Al'shevskiy - candidate of technical sciences, associate professor of the department of food technology of the Kaliningrad State Technical University.

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

Статья поступила в редакцию 20 июня 2024; одобрена после рецензирования 20 мая 2025; принята к публикации 26 мая 2025.

The article was received by the editorial board on 20 June 2024; approved after editing on 20 May 2025; accepted for publication on 26 May 2025.