

Научная статья
УДК 664.952/664.951.2
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2026-1-141-148>
EDN XHNХТР

Изучение влияния нитритной соли на цветообразование вяленной продукции из зеркального карпа (*Cyprinus carpio*) и толстолобика (*Hypophthalmichthys*)

Фаина Сергеевна Карнеева[✉], Марина Николаевна Альшевская

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия, faina.karneeva@klgtu.ru[✉]*

Аннотация. Цвет является ключевым фактором, определяющим потребительскую привлекательность таких пищевых продуктов, как колбасные изделия. Изучалось влияние нитритной соли на цветообразование формованной вяленной продукции в оболочке из мышечной ткани зеркального карпа (*Cyprinus carpio*) и толстолобика (*Hypophthalmichthys*), выращенных в Калининградском регионе. Для представления и описания цвета в цифровом виде использовались цветовые модели RGB и CIELAB. Полученные цветовые координаты позволили описать динамику изменения цвета вяленной рыбной колбасной продукции в процессе сушки. Установлено, что вяленая продукция из толстолобика изменяла свои цветовые характеристики от желтовато-серого до перламутрово-бежевого оттенка, тогда как образцы из карпа демонстрировали переход от розово-коричневого к серо-пурпурному цвету. Различия в цветовых координатах (ΔE) образцов с разным содержанием нитритной соли не превышало порогового значения восприятия человеческими органами зрения. Анализ физико-химических показателей показал, что нитритная соль не оказывает значительного влияния на изменение таких показателей, как активная кислотность, активность воды и содержание формольно-титруемого азота (ФТА) в образцах готовой вяленной продукции. К концу сушки значения этих показателей у всех образцов были близки и составили для изделий из карпа 5,83–5,89 рН, активность воды 0,805–0,813 и содержание ФТА 174,61–179,3 мг/100 г, а у изделий из толстолобика – 5,96–5,99 рН, активность воды 0,774–0,781, показатель ФТА 180,25–183,75 мг/100 г. Проведенные исследования подтвердили, что нитритная соль оказывает минимальное влияние на цветообразование рыбных вяленых продуктов, что связано с существенно более низким содержанием миоглобина в мышечной ткани рыбы по сравнению с мясными продуктами, следовательно, цветовые различия в большей степени обусловлены природой исходного сырья и биохимическими процессами, протекающими в мышечной ткани.

Ключевые слова: цветовые координаты, модель CIELAB, вяленая рыбная продукция, нитритная соль

Для цитирования: Карнеева Ф. С., Альшевская М. Н. Изучение влияния нитритной соли на цветообразование вяленной продукции из зеркального карпа (*Cyprinus carpio*) и толстолобика (*Hypophthalmichthys*) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2026. № 1. С. 141–148. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2026-1-141-148>. EDN XHNХТР.

Original article

Study of the effect of nitrite salt on the color formation of dried products from mirror carp (*Cyprinus carpio*) and silver carp (*Hypophthalmichthys*)

Faina S. Karneeva[✉], Marina N. Alshevskaya

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, faina.karneeva@klgtu.ru[✉]*

Abstract. Color is a key factor determining the consumer appeal of food products such as sausages. In this study, the effect of nitrite salt on the color formation of molded dried products in a shell of muscle tissue of mirror carp (*Cyprinus carpio*) and silver carp (*Hypophthalmichthys*) grown in the Kaliningrad region was studied. RGB and CIELAB color models were used to represent and describe colors digitally. The obtained color coordinates made it possible to describe the dynamics of color changes in dried fish sausage products during the drying process. It was found that dried carp products changed their color characteristics from yellowish-gray to pearl-beige, while carp samples showed a transition from pink-brown to gray-purple. The differences in the color coordinates (ΔE) of the samples with different nitrite salt content did not exceed the threshold value of perception by human visual organs. The analysis of physico-chemical parameters showed that the nitrite salt has no significant effect on changes in such indicators as active

acidity, water activity and the content of formally titrated nitrogen (FTN) in samples of finished dried products. By the end of drying, the values of these indicators for all samples were close and amounted to 5.83-5.89 pH for carp products, 0.805-0.813 water activity and a pH content of 174.61-179.3 mg/100 g, and 5.96-5.99 pH for carp products, 0.774-0.781 water activity and FTN value of 180.25-183.75 mg/100 g. Studies have confirmed that nitrite salt has a minimal effect on the color formation of dried fish products, which is associated with a significantly lower content of myoglobin in fish muscle tissue compared to meat products, and, consequently, color differences are due to the nature of the raw materials and biochemical processes occurring in the muscle tissue.

Keywords: color coordinates, CIELAB model, dried fish products, nitrite salt

For citation: Karneeva F. S., Alshevskaya M. N. Study of the effect of nitrite salt on the color formation of dried products from mirror carp (*Cyprinus carpio*) and silver carp (*Hypophthalmichthys*). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry*. 2026;1:141-148. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2026-1-141-148>. EDN XHNXTP.

Введение

Цвет пищевых продуктов является одним из ключевых факторов, определяющих их потребительскую привлекательность, поскольку визуальные характеристики непосредственно влияют на восприятие свежести, качества и сенсорных свойств продукта. В производстве колбасных изделий стабильность окраски важна для удовлетворения ожиданий потребителей, которые ассоциируют яркие оттенки коричнево-красного, красного и розового с натуральностью и безопасностью продукта. Для регулирования цветообразования традиционно используется нитритная соль (обычно в виде нитрита натрия (E250) или калия (E249)), которая не только стабилизирует пигментацию, но и выполняет консервирующую функцию.

Нитриты, являясь солями азотистой кислоты, взаимодействуют с гемоглобином и миоглобином в условиях отсутствия кислорода и при активации восстановительных процессов, образуя нитрозогемоглобин (NO-гемоглобин) – соединение, стабилизирующее красный цвет мясного сырья. При термической обработке соленой мышечной ткани нитрозогемоглобин трансформируется в нитрозогемохромоген (NO-гемохромоген), сохраняющий характерную окраску за счет стабильной связи оксида азота (II) с гемовым железом. В рыбных пищевых продуктах, характеризующихся низким содержанием миоглобина по сравнению с мясными продуктами, влияние нитритной соли на формирование цвета проявляется значительно слабее, что ставит под сомнение его использование в качестве стабилизатора окраски.

Консервирующую функцию нитрита натрия в производстве вареных и копченых рыбных колбас рассматривали еще во времена СССР, где нитрит натрия вводился в рецептуру в растворе [1]. Однако анализ современной научной литературы и патентных баз свидетельствует об отсутствии консенсуса относительно целесообразности применения нитрита натрия в производстве рыбных изделий. С одной стороны, некоторые исследования [2] и патентованные технологии (RU 2361460 C1 и RU 2366305 C1) по-прежнему включают нитритную соль как компонент для обеспечения стабильного окраса и подавления роста патогенных микроорганизмов, что подчеркивает ее технологическую значимость. С другой сто-

роны, все больше публикаций указывает на устойчивую тенденцию к минимизации, замене путем использования природных антиоксидантов, ферментативных систем, микроорганизмов и комбинированных технологий или полному исключению нитритов из рецептур, обусловленную как регуляторными ограничениями, так и меняющимися предпочтениями потребителей [3, 4].

Как для вареных и копченых рыбных колбас, для вяленых рыбных колбас отсутствуют четкие и обоснованные рекомендации по применению нитрита натрия. Вяленая рыбная колбасная продукция характеризуется комплексом барьерных факторов, включающих низкую активность воды, высокую концентрацию поваренной соли, поддержание активной кислотности на уровне pH 5,0–5,5, а также последующее холодильное хранение. Совокупность этих параметров обеспечивает достаточный уровень микробиологической безопасности и эффективно подавляет рост патогенов, включая *Clostridium botulinum*, что делает консервирующую функцию нитрита избыточной. В то же время его роль в формировании и стабилизации цвета в условиях вяления – процесса, протекающего в отсутствие термической обработки, – остается недостаточно изученной, что дополнительно ставит под сомнение целесообразность его включения в рецептуру вяленых рыбных колбас. Исходя из этого, становится актуальным поиск объективных критериев оценки цвета вяленого продукта, позволяющих определить необходимость использования нитрита натрия в качестве компонента, формирующего и стабилизирующего окраску продукта [2–5].

Пищевые системы, как правило, характеризуются сложным многокомпонентным составом, их цвет формируется в результате наложения спектров различных веществ, входящих в продукт. Современные методы обработки цифровых изображений позволяют количественно оценивать цветовые характеристики пищевых продуктов, что критически важно для контроля качества, стандартизации и удовлетворения потребительских ожиданий.

Цвет в колориметрии описывается через трехмерные координаты, отражающие реакцию колбочек человеческого глаза на световые волны различной длины. Основой стандартизации служит цветовое пространство CIE 1931 (XYZ), где цвет пред-

ставлен комбинацией трех условных базовых сигналов. Это позволяет объективно измерять и воспроизводить цвет вне зависимости от устройства регистрации. Дальнейшее развитие моделей цветового пространства связано с адаптацией к задачам промышленности и медицины.

Математическое описание цвета в колориметрии базируется на том, что, как установлено экспериментально, любой цвет можно представить в виде смеси (суммы) определенных количеств трех линейно независимых цветов. В качестве основных цветов используют красный (*R*), зеленый (*G*) и синий (*B*), т. е. три монохроматических излучения с длинами волн 700, 546,1 и 435,8 нм соответственно.

Существует множество цветовых моделей, разработанных для представления и описания цвета на компьютере. Наиболее часто в цифровых технологиях используются цветовые модели RGB, CMYK, XYZ, HSB и CIELAB.

Для количественной оценки цвета в пищевой промышленности благодаря равномерности восприятия цветовых различий и независимости от устройств принято использовать модель CIELAB. Представленная модель, разработанная Междуна-

родной комиссией по освещению (CIE), предназначена для равномерного восприятия цветовых различий. Она описывает цвет через три координаты: светлоту (*L**), отклонение от зеленого к красному (*a**) и от синего к желтому (*b**). Основным преимуществом модели является независимость от устройств и равномерность цветового пространства, где одинаковое евклидово расстояние между точками соответствует субъективно равным различиям в цвете [6–9].

Целью исследования являлось исследование влияния нитритной соли на формирование цветовых и физико-химических характеристик вяленых рыбных колбас из мышечной ткани карпа и толстолобика.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись вяленые рыбные колбасы из мышечной ткани зеркального карпа (*Cyprinus carpio*) и толстолобика (*Hypophthalmichthys*), выращенных в Калининградском регионе. Используемое сырье соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 040/2016. Химический состав мышечной ткани рыб приведен в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Химический состав мышечной ткани основного сырья
Chemical composition of muscle tissue of the main raw material

Вид сырья	Показатель, %			
	Вода	Белок	Жир	Зола
Толстолобик	76,7 ± 0,5	19,5 ± 0,2	2,7 ± 0,3	1,1 ± 0,10
Карп зеркальный	75,4 ± 0,4	16,0 ± 0,4	7,3 ± 0,2	1,3 ± 0,10

Опыты проводились в лабораториях кафедры технологии пищевых продуктов и кафедры физики Калининградского государственного технического университета.

Для исследования влияния нитритной соли на формирование цвета и физико-химических характеристик вяленых рыбных колбас из карпа и толстоло-

бика были приготовлены образцы с различным содержанием нитритной соли. Согласно ТР ТС 029/2012 нитриты при производстве пищевой продукции должны применяться только в виде нитритно-посолочных смесей с массовой долей нитрита натрия (нитрита калия) не более 0,9 %.

Рецептура образцов представлена в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Рецептура образцов с различным содержанием нитритной соли
Formulation of samples with different nitrite salt content

Ингредиент	Образцы		
	Контроль	№ 1	№ 2
Сырье несоленое, %			
Рыбный фарш	100		
Вспомогательные материалы, %			
Пищевая поваренная соль	2,5	2,1	1,7
Нитритно-посолочная смесь (массовая доля нитрита натрия – 0,6 %)	–	0,4	0,8
Сахар	0,5		
Смесь специй	0,3		
Комплексная пищевая добавка «РУТАФИШ Мирсол БС»	1,3		

Подготовленный рыбный фарш набивали в пищевую коллагеновую оболочку. Размер колбас составлял 15 ± 2 см с диаметром не более 1 см. Образцы вялили при температуре 22 ± 2 °С, относительной влажности 75–80 % и циркуляции воздуха 1 м/с в течение 3 суток до массовой доли влаги в конечном продукте 32 ± 1 %.

Цветовые координаты образцов определяли на спектрофотометре СФ-2000 с приставкой зеркального и диффузного отражения СФО-2000 и профилем освещения D50. Снятие показаний осуществляли на разрезе. Достоверность полученных результатов обеспечивалась трехкратной повторяемостью проведения испытания. Значение конечных цветовых координат определяли как среднеарифметическое трех определений.

Расстояние между двумя цветами (ΔE) находили по формуле

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2},$$

где ΔL^* , Δa^* , Δb^* – разница между координатами первого и второго цвета.

Перевод из цветовой модели CIELAB в цветовую модель RGB осуществлялся при помощи научного образовательного цветового онлайн-конвертера с открытым кодом cielab.xyz (CIE LCh).

Для изучения влияния нитритной соли на физико-химические характеристики в образцах также определяли содержание формально-титруемого азота (ФТА), активную кислотность и активность воды.

Математическая обработка полученных результатов проводилась при помощи программного пакета Microsoft Office 2016.

Результаты исследования

На первом этапе исследования изучалось изменение цветовых координат образцов вяленой продукции из карпа и толстолобика в системе CIELAB в процессе сушки (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

Изменение цветовых координат L^* , a^* , b^* образцов вяленой продукции из карпа и толстолобика в процессе сушки

Changing the color coordinates L^* , a^* , b^* of mirror carp and silver carp products during the drying process

Образец	Обозначение координат	Значение цветовых координат				
		Фарш	Осадка	1 день сушки	2 день сушки	3 день сушки
Вяленая продукция из карпа						
Контроль	L^*	59,56	58,95	45,30	40,1	42,6
	a^*	24,16	16,06	10,16	9,66	8,62
	b^*	14,39	9,46	1,31	2,72	3,24
Образец № 1	L^*	–	55,67	46,72	38,97	39,45
	a^*	–	14,24	11,46	10,21	8,4
	b^*	–	7,55	2,10	2,03	3,07
Образец № 2	L^*	–	60,24	42,19	36,15	37,96
	a^*	–	13,98	12,41	11,13	7,88
	b^*	–	8,11	3,16	2,22	2,14
ΔE	К–№ 1	–	4,21	2,08	1,43	3,16
	К–№ 2	–	2,80	4,26	4,24	4,83
	№ 1–2	–	4,61	4,75	2,97	1,83
Вяленая продукция из толстолобика						
Контроль	L^*	70,06	62,39	48,38	38,86	38,9
	a^*	7,47	9,32	3,3	6,24	4,54
	b^*	20,00	15,72	8,97	9,14	7,4
Образец № 1	L^*	–	61,68	50,37	39,72	37,8
	a^*	–	10,68	4,33	6,54	4,36
	b^*	–	14,47	6,1	12,13	9,32
Образец № 2	L^*	–	66,24	48,82	40,6	39,03
	a^*	–	11,17	4,49	7,42	4,89
	b^*	–	13,19	9,96	11,84	7,85
ΔE	К–№ 1	–	1,98	3,64	3,13	2,22
	К–№ 2	–	4,96	1,61	3,42	0,58
	№ 1–2	–	4,76	4,16	1,28	1,99

Анализ данных табл. 3 показывает, что количественные различия в цветовых координатах образцов не превышают порогового значения $\Delta E = 5$ и находятся в пределах допуска цветового равенства колориметрической системы CIELAB [7, 9]. Статистически незначимые отклонения в показателях свидетельствуют об отсутствии существенного влияния содержания нитритной соли на формирование цветовых характеристик вяленых колбас из карпа и толстолобика. Это позволяет сделать вы-

вод о том, что варьирование концентрации нитритов в исследуемых образцах не оказывает критического воздействия на их визуальные параметры, что подтверждается низкими значениями метрики цветового различия ΔE .

Для представления результатов полученных координат в системе CIELAB в цифровом виде было проведено преобразование в систему RGB (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

Изменение цветовых координат R, G, B и цвета образцов вяленой продукции из карпа и толстолобика в процессе сушки

Changing the color coordinates of R, G, B and the color of samples of dried products from mirror carp and carp silver carp during the drying process

Образец	Обозначение координат	Значение координат				
		Фарш	Осадка	1 день сушки	2 день сушки	3 день сушки
Контроль	R	187	170	123	110	114
	G	126	129	101	89	94
	B	119	124	105	91	95
Образец № 1	R	–	158	128	106	106
	G	–	123	102	84	87
	B	–	120	106	87	87
Образец № 2	R	–	171	120	103	99
	G	–	136	92	78	83
	B	–	131	95	82	84
Контроль	R	194	173	123	103	99
	G	166	144	112	86	87
	B	135	124	101	75	78
Образец № 1	R	–	171	129	107	100
	G	–	141	116	88	86
	B	–	123	109	73	74
Образец № 2	R	–	186	125	110	103
	G	–	153	111	90	89
	B	–	138	99	77	79

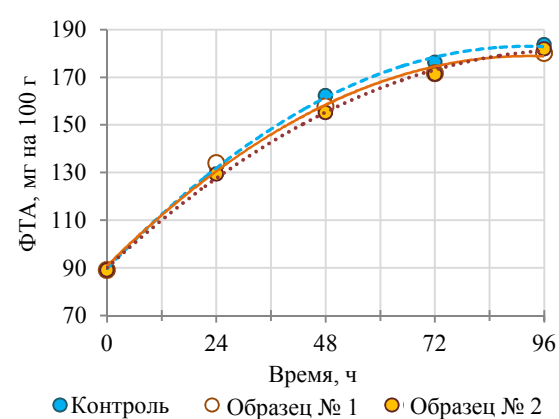
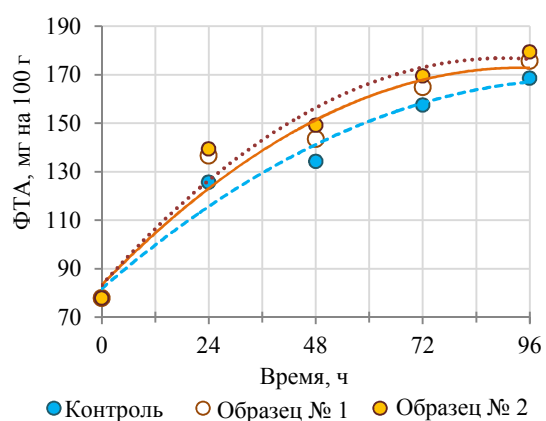
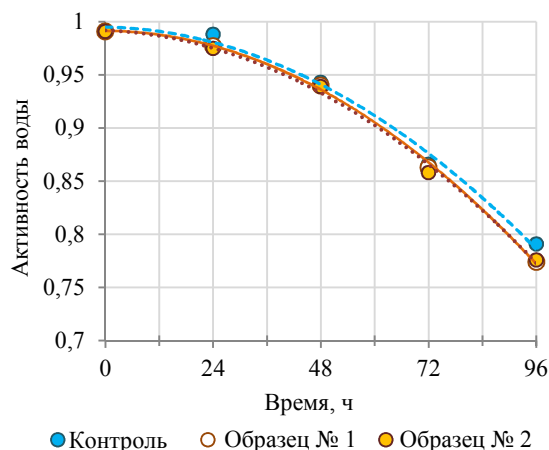
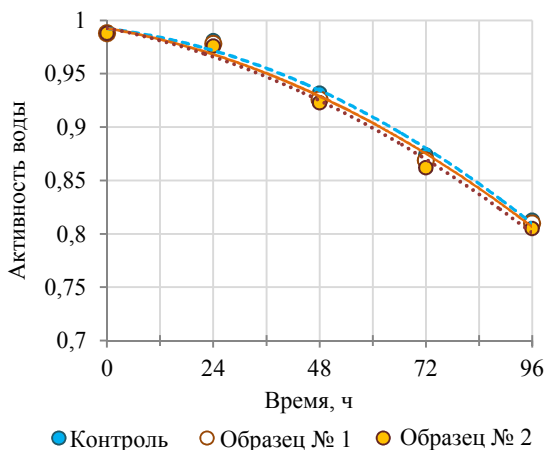
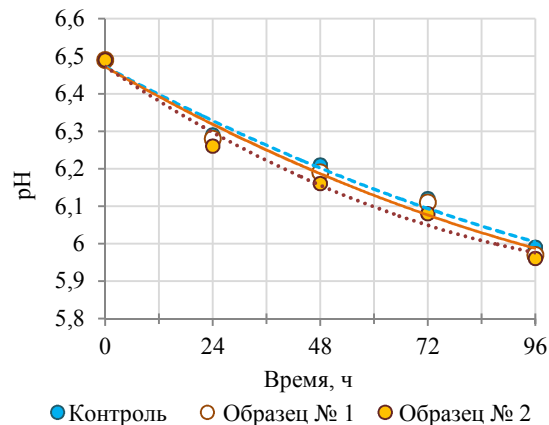
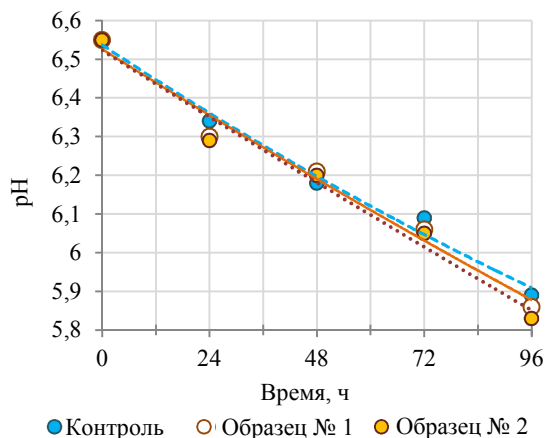
Из цветовых характеристик, представленных в табл. 3 и 4 видно, что в процессе сушки вяленой рыбной продукции наблюдались изменения цветовых характеристик, которые зависели, в первую очередь, от вида сырья. Образцы из толстолобика меняли свои цветовые координаты от желтовато-серого до перламутрово-бежевого оттенка, тогда как образцы из карпа меняли цвет от розово-коричневого до серо-пурпурного.

Помимо влияния нитритной соли на цветовые характеристики в процессе сушки образцов вяленых колбас из карпа и толстолобика определяли изменение pH, активности воды и ФТА.

На основе проведенных лабораторных исследований, результаты которых представлены на рис. 1, можно заключить, что нитритная соль также не оказывает значительного влияния на конечные значения таких показателей, как активная кислотность

(рН), активность воды и ФТА в мышечной ткани образцов вяленых колбас из толстолобика и карпа в процессе сушки. К завершению сушки все образ-

цы демонстрируют близкие значения исследуемых параметров.



а

б

Графики зависимости рН, активности воды и формально-титруемого азота от времени сушки в вяленой продукции из мышечной ткани: а – карпа; б – толстолобика

Graphs of the dependence of pH, water activity and formally-titrated nitrogen on the drying time in dried products from muscle tissue: а – mirror carp; б – silver carp

Заклучение

На основании проведенных исследований показаны изменение цвета и цветовых координат в системе CIE $L^*a^*b^*$ для вяленых колбасных изделий из карпа и толстолобика с различным содержанием нитритной соли в процессе сушки. Расстояние между цветами (ΔE) образцов с различным содер-

жанием нитритной соли находилось в пределах допусков цветового равенства и для образцов из карпа составило 1,43–4,83, для образцов из толстолобика 0,58–4,96. Обосновано, что добавление нитритной соли не является определяющим фактором для конечных физико-химических характеристик продукта.

Список источников

1. Рехина Н. И., Будина В. Г., Полякова Л. К., Верхотурова Ф. И. Производство рыбных колбасных изделий. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 64 с.
2. Lerfall J., Østerlie M. Use of sodium nitrite in salt-curing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – Impact on product quality // *Food Chemistry*. 2011. V. 124 (3). P. 759–766. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.092>.
3. Wang X. H., Ren H. Y., Liu D. Y., Zhu W. Y., Wang W. Effects of inoculating *Lactobacillus sakei* starter cultures on the microbiological quality and nitrite depletion of Chinese fermented sausages // *Food Control*. 2013. V. 32. P. 591–596. DOI 10.1016/j.foodcont.2013.01.050.
4. Буклешова А. В., Цибизова М. Е. Обоснование выбора компонентного состава колбасных изделий на основе рыбного сырья для повышения их пищевой ценности и хранимостности // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та*.

- Сер.: Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 131–140.
5. Технология рыбы и рыбных продуктов: учеб. / под ред. А. М. Ершова. СПб: ГИОРД, 2006. 939 p.
6. Байдичева О. В., Рудакова Л. В., Рудаков О. Б. Применение цифровых технологий в цветных тестах биологически активных веществ // *Бутлеровские сообщения*. 2008. № 13 (2). С. 50–61.
7. Жбанова В. Л. Исследование методов определения цветовых различий в равноконтрастной колориметрической системе CIELAB // *Светотехника*. 2020. № 1. С. 36–40.
8. Домасев М. В., Гнатюк С. П. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. СПб.: Питер, 2009. 224 с.
9. Иванов В. Е., Широких Т. В. Сравнение равноконтрастных колориметрических систем // *Светотехника*. 2014. № 6. С. 44–47.

References

1. Rekhina N. I., Budina V. G., Polyakova L. K., Verhoturova F. I. *Proizvodstvo rybnykh kolbasnykh izdelij* [Production of fish sausages]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1976. 64 p.
2. Lerfall J., Østerlie M. Use of sodium nitrite in salt-curing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – Impact on product quality. *Food Chemistry*, 2011, vol. 124 (3), pp. 759–766. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.092>.
3. Wang X. H., Ren H. Y., Liu D. Y., Zhu W. Y., Wang W. Effects of inoculating *Lactobacillus sakei* starter cultures on the microbiological quality and nitrite depletion of Chinese fermented sausages. *Food Control*, 2013, vol. 32, pp. 591–596. DOI 10.1016/j.foodcont.2013.01.050.
4. Bukleshova A. V., Cibizova M. E. Obosnovanie vybora komponentnogo sostava kolbasnykh izdelij na osnove rybnogo syr'ya dlya povysheniya ih pishchevoj cennosti i hranimosposobnosti [Justification of the choice of the component composition of sausage products based on fish raw materials to increase their nutritional value and storage capacity]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo*, 2025, no. 2,

- pp. 131–140.
5. *Tekhnologiya ryby i rybnykh produktov: uchebnik* [Technology of fish and fish products: textbook]. Pod redakciej A. M. Ershova. Saint Petersburg, GIORD, 2006. 939 p.
6. Bajdicheva O. V., Rudakova L. V., Rudakov O. B. Primenenie cifrovyykh tekhnologij v cvetnykh testah biologicheski aktivnykh veshchestv [The use of digital technologies in color tests of biologically active substances]. *Butlerovskie soobshcheniya*, 2008, no. 13 (2), pp. 50–61.
7. Zhbanova V. L. Issledovanie metodov opredeleniya cvetovykh razlichij v ravnokontrastnoj kolorimetricheskoj sisteme CIELAB [Investigation of methods for determining color differences in the CIELAB equal-contrast colorimetric system]. *Svetotekhnika*, 2020, no. 1, pp. 36–40.
8. Domasev M. V., Gnatyuk S. P. *Cvet, upravlenie cvetom, cvetovye raschety i izmereniya* [Color, color management, color calculations and measurements]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2009. 224 p.
9. Ivanov V. E., Shirokih T. V. Sravnenie ravnokontrastnykh kolorimetricheskikh sistem [Comparison of equal-contrast colorimetric systems]. *Svetotekhnika*, 2014, no. 6, pp. 44–47.

Статья поступила в редакцию 14.05.2025; одобрена после рецензирования 04.02.2026; принята к публикации 06.03.2026
The article was submitted 14.05.2025; approved after reviewing 04.02.2026; accepted for publication 06.03.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Фаина Сергеевна Карнеева – аспирант кафедры технологии продуктов питания; Калининградский государственный технический университет; faina.karneeva@klgtu.ru

Faina S. Karneeva – Postgraduate Student of the Department of Food Technology; Kaliningrad State Technical University; faina.karneeva@klgtu.ru

Марина Николаевна Альшевская – кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры технологии продуктов питания; Калининградский государственный технический университет; marina.alshevskaya@klgtu.ru

Marina N. Alshevskaya – Candidate of Technical Science, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Food Technology; Kaliningrad State Technical University; marina.alshevskaya@klgtu.ru

