

УДК 641.12 : 641.15

Исследование химического состава и определение сроков годности мясокостного фарша из тресковых видов рыб

И. Э. Бражная*, С. Р. Деркач, И. В. Ускова, В. А. Потешкина, Е. В. Боровинская, М. В. Инюкина, А. А. Мордасова

*Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия;
e-mail: brain67@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2412-5698>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
22.05.2025;

получена
после доработки
07.10.2025;

принята
к публикации
22.10.2025

Ключевые слова:

мясокостный фарш,
общий химический
состав,
содержание кальция,
микробиологические
показатели,
аминокислотный состав,
срок годности

В условиях современного рынка пищевых продуктов и растущего интереса к рациональному использованию природных ресурсов становится особенно актуальной необходимостью поиска и внедрения в промышленное производство новых источников белка и биологически доступных минеральных веществ. Одним из перспективных направлений в этой области является использование мясокостного рыбного фарша, получаемого из тресковых видов рыб, таких как треска, пикша и других. В работе изучается химический состав и физико-химические характеристики мясокостного рыбного фарша из тресковых видов рыб, а также его применение в качестве сырья для приготовления рыбных полуфабрикатов. Проведены исследования по определению химического состава фарша, массовой доли кальция, содержания азота летучих оснований, а также микробиологические исследования по стандартным методикам. Изучен аминокислотный состав мясокостного фарша методом капиллярного электрофореза с использованием системы "Капель", выполнен сравнительный анализ с составом фарша тресковых видов рыб. Установлено, что мясокостный рыбный фарш по химическому и аминокислотному составам не уступает фаршам из тресковых видов рыб и может являться перспективным сырьем для производства рыбных полуфабрикатов. Определен срок годности мясокостного фарша в ходе холодильного хранения на основе анализа динамики микробиологических показателей и физико-химических характеристик. Работа подчеркивает практическую целесообразность использования мясокостного рыбного фарша как источника белка и других полезных соединений в рамках рационального подхода к переработке рыбных ресурсов для стабильной работы рыбоперерабатывающих предприятий.

Для цитирования

Бражная И. Э. и др. Исследование химического состава и определение сроков годности мясокостного фарша из тресковых видов рыб. Вестник МГТУ. 2025. Т. 28, № 4/2. С. 654–662. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-4/2-654-662>.

Justification of the possibility of using minced fish meat and bones from cod fish species for food purposes

Inna E. Brazhnaia*, Svetlana R. Derkach, Inga V. Uskova, Victoria A. Poteshkina, Ekaterina V. Borovinskaya, Margarita V. Inyukina, Anastasia A. Mordasova

*Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia;
e-mail: brain67@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2412-5698>

Article info

Received
22.05.2025;

received
in revised form
07.10.2025;

accepted
22.10.2025

Key words:

minced meat and bone,
general chemical
composition,
calcium content,
microbiological
contamination,
amino acid composition,
shelf life

Abstract

In today's food market and growing interest in the sustainable use of natural resources, the need to identify and introduce new sources of protein and bioavailable minerals into industrial production is becoming increasingly important. One promising area in this field is the use of minced fish meat and bones obtained from codfish, such as cod, haddock, and others. This study examines the chemical composition and physicochemical properties of minced fish meat and bones from codfish, as well as its use as a raw material for the production of semi-finished fish products. Studies have been conducted to determine the chemical composition of the minced fish meat, its calcium content, and its volatile nitrogen (VNO) content, as well as microbiological analysis using standard methods. The amino acid composition of the minced fish meat and bones has been studied using capillary electrophoresis with the "Kapel" system, and a comparative analysis has been performed with the composition of minced fish from codfish. It is established that minced fish meat and bone is comparable in chemical and amino acid composition to minced cod fish and may be a promising raw material for the production of semi-finished fish products. The shelf life of minced fish meat and bone during refrigeration storage has been determined based on analyzing the dynamics of microbiological indicators and physicochemical characteristics. The study highlights the practical feasibility of using minced fish meat and bone as a source of protein and other beneficial compounds within a rational approach to fish processing for the stable operation of fish processing plants.

For citation

Brazhnaia, I. E. et al. 2025. Study of the chemical composition and determination of the shelf life of minced meat and bones from cod fish species. *Vestnik of MSTU*, 28(4/2), pp. 654–662. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-4/2-654-662>.

Введение

В Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. правительством сформулированы основные задачи, стоящие перед предпринимательским сообществом по повышению заинтересованности в производстве специализированной, функциональной и обогащенной пищевой продукции¹. В последнее время растет интерес к развитию технологий переработки рыбных продуктов, что обусловлено стремлением к более рациональному использованию природных ресурсов и повышением потребления белковых продуктов. Одним из наиболее важных ресурсов в этой области является рыба и продукты ее переработки, так как рыба входит в состав потребительской корзины и является источником полноценного и легкоусвояемого белка. Вместе с тем при обработке и разделке рыбы образуется до 40 % отходов. Именно поэтому в сфере развития рыбохозяйственного комплекса в рамках государственной политики определена приоритетная задача по производству рыбной продукции глубокой степени переработки и преобразованию рыбоперерабатывающего сектора². Основной целью глубокой переработки рыбного сырья является максимальное вовлечение в технологический процесс вторичных продуктов, которые остаются после разделки сырья и практически не используются на пищевые цели. На Северном бассейне традиционно большие уловы тресковых видов рыб. К ним относятся треска, пикша, путассу³. В ходе разделки остается большая масса вторичного рыбного сырья, в составе которой можно особо выделить кости (Boronat et al., 2023; Pérez et al., 2023), являющиеся источником биоусвояемого кальция и фосфора. Введение мясокостного фарша в рецептуры различных видов пищевых продуктов позволит производить продукцию, обогащенную легкоусвояемыми минеральными компонентами (Jung et al., 2006; Boronat et al., 2023; Pérez et al., 2023), необходимыми детям и людям различных возрастных категорий, особенно проживающим в условиях Крайнего Севера.

Целью работы является изучение возможности использования мясокостного рыбного фарша на пищевые цели на основе анализа химического состава, биохимических и микробиологических показателей. В связи с этим поставлены следующие задачи: исследовать химический состав и определить содержание кальция; определить аминокислотный состав белка фарша и провести сравнительный анализ с аминокислотным составом белка рыб семейства тресковых на основе расчетных показателей для оценки его сбалансированности; определить сроки годности на основе анализа микробиологических показателей и изменения содержания азота летучих оснований в ходе исследования.

Материалы и методы

В ходе экспериментальных работ по изучению возможности применения мясокостного фарша на пищевые цели были проведены исследования его химического состава, содержания кальция⁴ (ГОСТ 7636-85) и микробиологической обсемененности по стандартным методикам (ГОСТ 26669-85, ГОСТ 26670-91, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ ISO/TS 21872-1-2013). Для оценки сроков годности указанного сырья определяли содержание азотлетучих оснований (АЛО) по стандартной методике (ГОСТ 7636-85). Аминокислотный состав определяли в Государственном региональном центре стандартизации, метрологии и испытаний в г. Санкт-Петербурге (ФБУ "Тест-С.-Петербург") методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель". Определение аминокислотного сора (АКС, %) незаменимых аминокислот проводили методом сравнения со шкалой Комитета ФАО/ВОЗ⁵ общепринятыми методами. Различия аминокислотного сора (КРАС, %), биологическую ценность (БЦ, %), АКС (%) находили по формулам (1–3):

$$\text{АКС} = m_1/m_2 \times 100, \quad (1)$$

где m_1 – содержание незаменимой аминокислоты в 1 г белка продукта, г/г белка; m_2 – содержание незаменимой аминокислоты в 1 г эталонного белка, г/г эталонного белка.

$$\text{КРАС} = \Sigma \text{РАС}/n, \quad (2)$$

¹ Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. URL : <https://docs.cntd.ru/document/420363999/>.

² Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации : Указ президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398?ysclid=lq0ow66hsf4504321§ion=text> ; Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года № 2567-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/351735594?marker=6560Ю>.

³ Сведения об улове рыбы и добыче других водных биоресурсов за январь – июнь 2023 года (нарастающим итогом). URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2023/09/1p_01–06_2023.pdf.

⁴ Волченко В. И., Николаенко О. А., Шокина Ю. В. Методы исследования рыбы и рыбных продуктов. СПб. : Лань. 2024. 148 с.

⁵ Потребности в белках и аминокислотах в питании человека // Экспертное совещание ФАО/ВОЗ/ЮНИСЕФ по потребностям в белках и аминокислотах в питании человека. Женева: Технический доклад ВОЗ, 2007. № 935. 265 с.

где n – количество незаменимых аминокислот; ΔPAC – разность аминокислотного сора для каждой незаменимой аминокислоты по сравнению с наиболее дефицитной, %.

$$БЦ = 100 - КРАС. \quad (3)$$

Коэффициенты утилитарности K_i и рациональности R_c использовали для оценки сбалансированности незаменимых аминокислот. Расчет проводили по формулам (4–5):

$$K_i = AKC_{\min} / AKC_i, \quad (4)$$

где AKC_{\min} – минимальный АКС; AKC_i – АКС i -й аминокислоты.

$$R_c = \sum A_i K_i / \sum A_i, \quad (5)$$

где A_i – содержание незаменимой i -й аминокислоты, мг/г белка; K_i – коэффициент утилитарности i -й аминокислоты.

Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (G , г), коэффициент отклонения значений аминокислотного состава от эталонных (КОАС), индекс незаменимых аминокислот (ИНАК) определяли по формулам (6–8):

$$G = \frac{\sum_{j=1}^k (A_j - C_{\min} \times A_{yj})}{C_{\min}}, \quad (6)$$

где C_{\min} – минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка, доли ед., A_{yj} – содержание незаменимой i -й аминокислоты, мг/г белка.

$$КОАС = \sum_{j=1}^n \frac{(A_j - A_{yj})}{A_{yj}}, \quad (7)$$

где A_i – содержание незаменимой i -й аминокислоты, мг/г белка; A_{yj} – содержание незаменимой i -й аминокислоты, мг/г белка.

$$ИНАК = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \left(\frac{A_j}{A_{yj}} \right)}, \quad (8)$$

где A_i – содержание незаменимой i -й аминокислоты, мг/г белка; A_{yj} – содержание незаменимой i -й аминокислоты, мг/г белка.

Результаты и обсуждение

Мясокостный фарш был изготовлен на РК "Полярное море плюс" (Мурманская область, Кольский район, сельское поселение Междуречье, село Минькино) из хребтовых костей с прирезами мяса, которые остаются при разделке на филе тресковых видов рыб. Исследования общего химического состава мясокостного фарша (табл. 1) позволяют сделать вывод о достаточно высоком содержании белковых веществ, доля минеральных веществ соответствует среднестатистическим и литературным данным для рыбных фаршей (Химический..., 1987; Лебская и др., 1998), при этом 67,7 % из них приходится на кальций.

Таблица 1. Общий химический состав мясокостного фарша

Table 1. General chemical composition of minced meat and bones

Показатель	Результат, %
Массовая доля воды	83,50
Массовая доля белка	14,60
Массовая доля жира	0,60
Массовая доля минеральных веществ, в том числе: содержание кальция	1,30 0,88

Проведено исследование аминокислотного состава мясокостного фарша, выполнен сравнительный анализ с литературными данными (Химический..., 1987; Лебская и др., 1998), полученными при исследовании фарша тресковых видов рыб, таких как путассу, пикша, треска (табл. 2).

Таблица 2. Аминокислотный состав белка мясокостного фарша в сравнении с аминокислотным составом белка рыб семейства тресковых

Table 2. Amino acid composition of protein in minced meat and bone meat in comparison with the amino acid composition of protein in cod fish

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот, мг/ 100 г белка				Содержание НАК, мг/ 1 г белка, ФАО/ВОЗ
	Мясокостный фарш	Путассу	Пикша	Треска	
Валин	48	55	56	56	39
Изолейцин	118	52	54	44	30
Лейцин		80	80	81	59

Лизин	66	90	116	94	45
Метионин	37	31	31	31	16
Треонин	35	52	46	56	23
Триптофан	12	12	11	13	6
Фенилаланин	33	41	39	50	
Гистидин	19	39	23	28	15
Аланин	54	65	76	56	
Аргинин	55	58	60	63	
Аспаргиновая к-та	94	90	93	100	
Глицин	43	96	58	41	16
Глутаминовая к-та	128	131	135	150	
Пролин	34	52	64	31	
Серин	48	41	33	50	
Тирозин	15	24	29	38	
Цистеин	19	10	14	13	6
Оксипролин	следы	следы	следы	следы	
Общее количество аминокислот, мг	858	1 019	1 017	994	277
Лимитирующая кислота, скор, %	нет	нет	нет	нет	

Для оценки биологической ценности белковых компонентов сырья использовались показатели и критерии, предложенные Н. Н. Липатовым и основанные на принципах Митчелла – Блока, по формулам (1–8) (Липатов, 1990). Расчет показателей производился согласно данным по аминокислотному составу объектов исследования и сравнения (табл. 2). Результаты расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты расчета биологической ценности белка мясокостного фарша и белка объектов сравнения

Table 3. Results of calculation of biological value of protein of meat and bone mince and protein of comparison objects

Сырье	Массовая доля белка, %	Количество НАК, мг на 1 г белка	Расчетные показатели					
			КРАС, %	БЦ, %	R _c , доли ед.	G, г	КОАС, доли ед.	ИНАК, доли ед.
Мясокостный фарш	14,50	857,90	28,15	71,85	0,84	55,24	3,83	1,37
Путассу	18,50	1 018,80	48,02	51,98	0,77	84,37	6,98	1,75
Пикша	17,20	1 017,40	40,52	59,48	0,76	88,43	6,43	1,68
Треска	16,00	994,40	46,62	53,38	0,77	82,49	7,18	1,76

Исходя из рассчитанных данных можно сделать вывод о том, что коэффициент разбалансированности аминокислотного состава мясокостного фарша незначительно ниже в сравнении с аминокислотным составом белка рыб семейства тресковых, это связано с тем, что содержание незаменимых аминокислот в 1 г белка мясокостного фарша ближе к эталонному белку. За счет этого биологическая ценность (БЦ) и коэффициент рациональности (R_c) мясокостного фарша в сравнении с эталонным немного выше. Показатель сопоставимой избыточности (G) и коэффициент отклонения значений аминокислотного состава (КОАС), а также индекс незаменимых аминокислот (ИНАК) в сравнении с эталонным ниже, что говорит о том, что незаменимые аминокислоты мясокостного фарша сбалансированы и рациональнее могут быть использованы организмом, так как избыточное количество незаменимых аминокислот не используется на пластические нужды и анаболические цели.

Пищевая рыбная продукция должна соответствовать требованиям безопасности согласно приложениям № 1, 3–6 Технического регламента Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016), а также требованиям Технического регламента Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011). Нормативные показатели безопасности и результаты исследований микробиологических показателей мясокостного фарша приведены в табл. 4. Наиболее близким продуктом для исследуемого сырья является фарш рыбный пищевой мороженный, поэтому нормативные показатели приведены с учетом данного утверждения. Исследованиям подвергали замороженный мясокостный фарш, произведенный на промышленном предприятии, образцы были отобраны с места производства на 3-и сутки после завершения технологического процесса.

Таблица 4. Микробиологические нормативы безопасности пищевой рыбной продукции
Table 4. Microbiological safety standards for food fish products

Показатель	Допустимый уровень (ТР ЕАЭС 040/2016)	Результаты исследований	Примечание
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более	1×10^5	$\mu 5 \times 10^1$	Охлажденная, замороженная и мороженная пищевая рыбная продукция – фарш рыбный пищевой
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП), не допускаются в массе продукции, г	0,001	Н/о	
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукции, г	0,01	Н/о	
<i>V. parahaemolyticus</i> , КОЕ/г, не более	100	Н/о	
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукции (г)	0,01	Н/о	
Патогенные виды бактерий, в том числе <i>Salmonella</i> , не допускаются в массе продукции, г	25	Н/о	

Примечание. Н/о – не обнаружены.

Анализ результатов микробиологических исследований (табл. 4) подтверждает низкую общую микробную обсемененность мясокостного фарша и отсутствие в нем патогенной микрофлоры. Исследования гигиенических показателей безопасности согласно Технического регламента (ТР ТС 021/2011) не проводили, так как фарш был произведен из сырья, имеющего сертификат соответствия. Учитывая вышеизложенные результаты микробиологических показателей, мясокостный фарш можно считать гигиенически безопасным.

Для определения срока годности мясокостного фарша опытные образцы были заложены на хранение при температуре минус 18 °С. Санитарно-гигиеническую оценку проводили по результатам микробиологических исследований (табл. 5). В ходе холодильного хранения качество сырья животного происхождения снижается за счет течения биохимических и физико-химических процессов, поэтому необходимо определять объективные показатели, которые позволят установить оптимальные сроки годности мясокостного фарша. К показателям, характеризующим степень свежести рыбного сырья, относится содержание общего количества азота летучих оснований (АЛО), которое регламентируется нормативной документацией и зависит от вида рыб (ТР ЕАЭС 040/2016). Для рыб семейства тресковых предельно допустимое значение АЛО составляет 35 мг/100 г продукта (ТР ЕАЭС 040/2016). Результаты содержания АЛО в мясокостном фарше в течение срока исследований приведены на рисунке. Длительность исследования пищевых продуктов в соответствии с установленными коэффициентами резерва должна быть больше, чем предполагаемый срок годности, указанный в нормативной документации (МУК 4.2.1847-04). Для продуктов с сроком годности более 30 сут коэффициент резерва составляет 1,2. Предполагаемый срок хранения замороженного мясокостного фарша составляет 10 месяцев, поэтому продолжительность исследований должна быть не менее 12 месяцев в соответствии с требованиями методических указаний (МУК 4.2.1847-04).

Таблица 5. Результаты исследований микробиологических показателей мясокостного фарша в процессе хранения
Table 5. Results of studies of microbiological indicators of minced meat and bones during storage

Показатель	Срок хранения, мес.						
	0	1	3	6	8	10	12
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более	$1,0 \times 10^1$	$1,9 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$	$3,8 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$	$6,5 \times 10^1$	$6,8 \times 10^1$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП), не допускаются в 0,001 г продукции	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
<i>S. aureus</i> , не допускаются в 0,01 г продукции	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
<i>V. parahaemolyticus</i> , КОЕ/г, не более 100	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о

Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в 0,01 г продукции	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Патогенные виды бактерий, в том числе Salmonella, не допускаются в 25 г продукции	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о

Примечание. Н/о – не обнаружены.

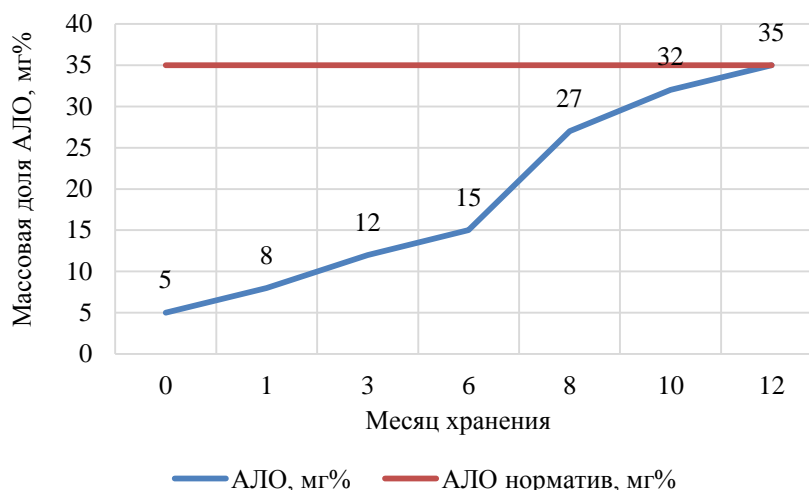


Рис. Динамика АЛО в ходе холодильного хранения мясокостного фарша
Fig. Dynamics of ALO during refrigeration storage of minced meat and bones

Анализ результатов санитарно-микробиологических исследований (табл. 5) показывает, что общая обсемененность мясокостного фарша в течение 12 месяцев морозильного хранения варьируется в пределах от 10 (фон) до 68 КОЕ/г, не достигая нормативного показателя по техническому регламенту "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016). В ходе исследований наблюдается увеличение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 6 раз по сравнению с фоновыми показателями после 6 месяцев хранения мясокостного фарша, что коррелирует ($r = 0,99$) с содержанием общего количества азота летучих оснований (АЛО) (рис.). При шоковой заморозке рыбы (резком воздействии отрицательных температур) процессы окисления и гидролиза жиров снижаются, однако увеличивающаяся при этом продолжительность хранения оказывает негативное действие на сохранность как белков, так и жиров, обуславливает развитие процессов окисления и гидролиза, что негативно влияет на качество мороженой продукции (Харенко и др., 2010). Соблюдение санитарных норм при разделывании рыбного сырья резко снижает микробиологическую обсемененность тканей, также при замораживании большая часть мезофильной микрофлоры гибнет, поэтому наблюдается на четыре порядка ниже нормы содержание общей обсемененности исследуемого продукта на протяжении всего периода хранения. Микробиологические показатели практически не изменяются в течение всего периода исследований, вместе с тем анализ изменения АЛО в процессе хранения показывает, что нормативного значения данный показатель достиг на 12-й месяц морозильного хранения. С учетом коэффициента резерва срока годности мясокостного фарша и всех показателей можно установить срок годности, равный 10 месяцам с даты изготовления. При этом на 10-й месяц морозильного хранения АЛО составляет 32 мг%, что достаточно близко к предельному значению. Учитывая, что готовая продукция с применением данного сырья также должна выдерживать определенные сроки хранения и на момент окончания этого срока быть годной для употребления в пищу, было предложено ограничить период хранения мясокостного фарша на уровне 4 месяцев с даты изготовления, что согласуется со сроками годности пищевого мороженого рыбного фарша (ГОСТ Р 55505-2013).

Заключение

В результате исследований получено подтверждение гигиенической безопасности мясокостного фарша, установлен срок годности при морозильном хранении. Общий химический состав подтверждает достаточно высокое содержание белка и минеральных соединений. Аминокислотный состав демонстрирует высокую биологическую ценность и отсутствие лимитирующих аминокислот.

Таким образом, данный вид сырья можно рекомендовать к использованию для пищевых целей на предприятиях общественного питания и при промышленном производстве рыбных кулинарных полуфабрикатов индустриальным способом.

Благодарности

Все экспериментальные работы были проведены на базе кафедр технологии пищевых производств, микробиологии и биохимии и научно-исследовательской лаборатории химии и технологии морских биоресурсов Мурманского арктического университета в рамках инициативной НИОКР "Разработка и совершенствование технологий производства пищевых, кормовых и технических продуктов широкой направленности из животного и растительного сырья Арктического региона" № 124041100062-7.

Авторы выражают благодарность руководству РК "Полярное море плюс" (Мурманская область, Кольский район, сельское поселение Междуречье, село Минькино) за предоставленное для исследований сырье в виде мясокостного фарша.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Лебская Т. К., Двинин Ю. Ф., Константинова Л. Л., Кузьмина В. И. [и др.]. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. Мурманск : Изд-во ПИНРО. 1998. 149 с.
- Липатов Н. Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1990. № 6(199). С. 5–10. EDN: PZMWCD.
- Харенко Е. Н., Артемов Р. В. Оборудование и технологии охлаждения и замораживания рыбы. Основные проблемы холодильной обработки рыбного сырья // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. 2010. № 4. С. 5–9.
- Химический состав пищевых продуктов : справочник / под ред. М. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. М. : Агропромиздат, 1987. 224 с. (Книга 1: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов).
- Boronat Ò., Sintes P., Celis F., Díez M. [et al.]. Development of added-value culinary ingredients from fish waste: Fish bones and fish scales // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2023. Vol. 31. Article number: 100657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100657>.
- Jung W.-K., Lee B.-J., Kim S.-K. Fish-bone peptide increases calcium solubility and bioavailability in ovariectomised rats // *British Journal of Nutrition*. 2006. Vol. 95, Iss. 1. P. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.1079/bjn20051615>.
- Pérez A., Ruz M., García P., Jiménez P. [et al.]. Nutritional properties of fish bones: Potential applications in the food industry // *Food Reviews International*. 2023. Vol. 40, Iss. 1. P. 79–91. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2153136>.

References

- Lebskaya, T. K., Dvinin, Yu. F., Konstantinova, L. L., Kuzmina, V. I. et al. 1998. Chemical composition and biochemical properties of hydrobionts in the coastal zones of the Barents and White Seas. Murmansk. (In Russ.)
- Lipatov, N. N. 1990. Principles and methods for designing balanced diet food product formulations. *Izvestiya VUZOV. Food Technology*, 6(199), pp. 5–10. EDN: PZMWCD. (In Russ.)
- Kharenko, E. N., Artemov, R. V. 2010. Equipment and technologies for cooling and freezing fish. Key issues in cold processing of fish raw materials. *Rybprom: Technologies and Equipment for Aquatic Bioresource Processing*, 4, pp. 5–9. (In Russ.)
- Chemical composition of food products: Reference tables of basic nutrients and energy value. 1987. Eds. M. M. Skurikhin, M. N. Volgarev. Moscow. (In Russ.)
- Boronat, Ò., Sintes, P., Celis, F., Díez, M. et al. 2023. Development of added-value culinary ingredients from fish waste: Fish bones and fish scales. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 31. Article number: 100657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100657>.
- Jung, W.-K., Lee, B.-J., Kim, S.-K. 2006. Fish-bone peptide increases calcium solubility and bioavailability in ovariectomised rats. *British Journal of Nutrition*, 95(1), pp. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.1079/bjn20051615>.
- Pérez, A., Ruz, M., García, P., Jiménez, P. et al. 2023. Nutritional properties of fish bones: Potential applications in the food industry. *Food Reviews International*, 40(1), pp. 79–91. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2153136>.

Сведения об авторах

Бражная Инна Эдуардовна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, канд. техн. наук, доцент;
e-mail: brain67@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2412-5698>

Inna E. Brazhnaia – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: brain67@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2412-5698>

Деркач Светлана Ростиславовна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, д-р хим. наук, гл. науч. сотрудник;
e-mail: derkachsr@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5871-9320>

Svetlana R. Derkach – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Dr Sci. (Chemistry), Chief Researcher;
e-mail: derkachsr@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5871-9320>

Ускова Инга Владимировна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, канд. биол. наук, доцент;
e-mail: uskova-72@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3135-8323>

Inga V. Uskova – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor;
e-mail: uskova-72@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3135-8323>

Потешкина Виктория Алексеевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, ассистент;
e-mail: poteshkinava@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1434-0220>

Victoria A. Poteshkina – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Assistant;
e-mail: poteshkinava@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1434-0220>

Боровинская Екатерина Валерьевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, мл. науч. сотрудник;
e-mail: borovinskayaev2@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3982-2372>

Ekaterina V. Borovinskaya – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Junior Research Scientist;
e-mail: borovinskayaev2@mauniver.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3982-2372>

Инюкина Маргарита Васильевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, аспирант;
e-mail: inyukinamv@mauniver.ru

Margarita V. Inyukina – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, PhD Student;
e-mail: inyukinamv@mauniver.ru

Мордасова Анастасия Анатольевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, магистрант;
e-mail: morozko_aa@mail.ru

Anastasia A. Mordasova – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Master's Student;
e-mail: morozko_aa@mail.ru

Приложение

Нормативные документы, использованные в статье

ГОСТ 7636-85	Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 1986-01-01. М. : Стандартинформ, 2010. 86 с.
ГОСТ 26669-85	Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. Введ. 1986-07-01. М. : Стандартинформ, 2010. 12 с.
ГОСТ 26670-91	Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов. Food products. Methods for cultivation of microorganisms. Введ. 1993-01-01. М. : Стандартинформ, 2008. 8 с.
ГОСТ 10444.15-94	Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Введ. 1996-01-01. М. : Стандартинформ, 2010. 7 с.
ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)	Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода <i>Salmonella</i> . Введ. 2013-07-01. М. : Стандартинформ, 2014. 20 с.
ГОСТ 31747-2012	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Введ. 2013-07-01. М. : Стандартинформ, 2013. 20 с.
ГОСТ 31746-2012	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и <i>Staphylococcus aureus</i> . Введ. 2013-07-01. М. : Стандартинформ, 2013. 27 с.
ГОСТ 31747-2012	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Введ. 2013-07-01. М. : Стандартинформ, 2013. 14 с.
ГОСТ ISO/TS 21872-1-2013	Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения потенциально энтеропатогенных <i>Vibrio</i> spp. Обнаружение бактерий <i>Vibrio parahaemolyticus</i> и <i>Vibrio cholera</i> . Введ. 2015-07-01. М. : Стандартинформ, 2014. 21 с.
ГОСТ Р 55505-2013	Фарш рыбный пищевой мороженный. Технические условия. Введ. 2015-01-01. М. : Стандартинформ, 2019. 10 с.
ТР ЕАЭС 040/2016	О безопасности рыбы и рыбной продукции : Технический регламент Евразийского экономического союза. Введ. 2017-09-01. М. : Совет Евразийской экономической комиссии, 2016. 140 с.
ТР ТС 021/2011	О безопасности пищевой продукции : Технический регламент Таможенного союза. Введ. 2011-12-9. М. : Комиссия Таможенного союза, 2011. 452 с.
МУК 4.2.1847-04	Методические указания. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. М., 2004. 31 с.