Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2025-4-101-111 Обзорная статья/Review article
УДК 640 Open Access Available online at vestnik-vsuet.ru

Ресурсы современных рыбохозяйственных комплексов: разновидности и объёмы производства

Ассумани Идди [1] assumaniiddy2023@mail.ru 0009-0008-2046-4896
Людмила В. Антипова [1] antipovaI54@ya.ru 0000-0002-1416-0297
Алла Е. Куцова [1] alla-toporkova@ya.ru 0000-0002-5778-6150

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу состояния и перспектив развития мировых рыбохозяйственных комплексов с акцентом на производственные ресурсы, ассортимент продукции и её роль в здоровом питании. Исследование базируется на обзоре современных источников, включая данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО). Авторы констатирует, что в условиях глобализации рыбного хозяйства и стагнации объёмов промыслового вылова в Мировом океане ключевую роль в удовлетворении растущего мирового спроса играет аквакультура. Особенно динамично этот сектор развивается в азиатском регионе, на который приходится около 90% объёмов выращивания. В статье подчёркивается, что дальнейший рост производства возможен именно за счёт интенсификации аквакультуры, включая пресноводную, и внедрения новых технологий. Центральное место в работе занимает детальный анализ пищевой и биологической ценности рыбного сырья. На основе представленных табличных данных по химическому составу различных видов рыб (горбуша, треска, карп, сельдь и др.) автор убедительно доказывает, что рыба является незаменимым источником высококачественного, легкоусваиваемого белка, полиненасыщенных жирных кислот (Омега-3 и Омега-6), широкого спектра витаминов (A, D, E, группы B) и эссенциальных микроэлементов (йод, селен, фосфор). Особо отмечена польза морских видов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и поддержания когнитивных функций. В статье также рассматриваются современные тенденции потребительского спроса, ориентированного на здоровое питание, что стимулирует обновление и расширение ассортимента рыбных продуктов, в том числе функционального и специализированного назначения. Делается вывод о том, что устойчивое развитие рыбохозяйственных комплексов, основанное на экосистемном подходе и рациональном использовании ресурсов, имеет критическое значение не только для экономического роста многих стран, но и для глобальной продовольственной безопасности и здоровья населения.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, аквакультура, продукты здорового питания, пищевая ценность рыбы, мировое рыболовство, рыбные продукты, продовольственная безопасность.

Ressources of modern fisheries: types and production volumes

Assumani Iddy [1] assumaniiddy2023@mail.ru 0009-0008-2046-4896
Lyudmila V. Antipova [1] antipovaI54@ya.ru 0000-0002-1416-0297
Alla Ye. Kutsova [1] alla-toporkova@ya.ru 0000-0002-5778-6150

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the status and development prospects of global fisheries, focusing on production resources, product range, and their role in healthy nutrition. The study is based on a review of current sources, including data from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The authors note that, given the globalization of fisheries and stagnant commercial catches in the world's oceans, aquaculture plays a key role in meeting growing global demand. This sector is developing particularly dynamically in the Asian region, which accounts for approximately 90% of farmed fish. The article emphasizes that further production growth is possible through the intensification of aquaculture, including freshwater aquaculture, and the introduction of new technologies. A central feature of the study is a detailed analysis of the nutritional and biological value of fish raw materials. Using tabular data on the chemical composition of various fish species (pink salmon, cod, carp, herring, etc.), the author convincingly demonstrates that fish is an indispensable source of high-quality, easily digestible protein, polyunsaturated fatty acids (omega-3 and omega-6), a wide range of vitamins (A, D, E, and B vitamins), and essential microelements (iodine, selenium, and phosphorus). The benefits of marine species for the prevention of cardiovascular disease and the maintenance of cognitive function are particularly noted. The article also examines current trends in consumer demand focused on healthy eating, which is stimulating the renewal and expansion of fish products, including those for functional and specialized purposes. It is concluded that the sustainable development of fisheries, based on an ecosystem approach and the rational use of resources, is critical not only for the economic growth of many countries but also for global food security and public health.

Keywords: fisheries, aquaculture, healthy food products, nutritional value of fish, global fisheries, fish products, food security..

Для цитирования
Ассумани Идди, Антипова Л.В., Куцова А.Е. Ресурсы современных рыбохозяйственных комплексов: разновидности и объёмы производства // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 4. С. 101–111. doi:10.20914/2310-1202-2025-4-101-111

For citation
Assumani Iddy, Antipova L.V., Kutsova A.E. Ressources of modern fisheries: types and production volumes. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 4. pp. 101–111. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-4-101-111

© 2025, Ассумани Идди и др. / Assumani Iddy et al.
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В настоящее время в мировом рыбном хозяйстве наблюдается процесс глобализации. За последнее десятилетие уровень глобального предложения рыбы превысил показатели прироста мирового населения, а рыба и морепродукты стали одним из самых ходовых пищевых товаров в мире. Изменились способы подготовки, маркетинга и поставки рыбной продукции потребителям. Промышленное рыболовство как вид экономической деятельности стало играть все большую роль в обеспечении продовольственной безопасности населения и в развитии многих прибрежных районов. При этом оно оказывает определенное воздействие на экосистемы и затрагивает не только эколого-экономические, но и социальные проблемы. Общество стало понимать, что водные биоресурсы не являются неиссякаемыми и их необходимо использовать рационально. Большую популярность в решении данных проблем приобретает принцип экологизации на основе экосистемного подхода к устойчивому развитию мирового рыболовства [1–3].

Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 2022 год Международным годом кустарного рыболовства и аквакультуры. Под кустарным рыбоводством следует понимать фермерские и семейные хозяйства, малый бизнес, помогающий сохранять традиционные виды рыболовства, идентичность регионов. Объем мировой добычи в водах океана вышел на плато, последние 10 лет практически не увеличивался и тенденций к росту не наблюдается. При этом в мире спрос на рыбу и морепродукты растет. Увеличивать добычу можно за счет уникальных технологий, редких видов рыб, не освоенных промыслом, а также за счет развития аквакультуры – морской и пресноводной.

В последние годы спрос на аквакультуру увеличивается по ряду факторов. Так, развитие информационных технологий способствует распространению знаний о полезности рыбы для здоровья человека и о превосходстве морепродуктов с диетической точки зрения над красным мясом животных и другими видами мяса с высоким содержанием жира. В результате многие люди переключаются на морепродукты, чему способствует экономический рост, быстрое увеличение в развивающихся странах доли семей среднего по доходам класса. Свой вклад в рост потребления морепродуктов вносят и развитие рыночных стратегий по сбыту, ужесточение норм безопасности и сертификации морепродуктов.

Статистика ФАО показывает, что, во Франции и Германии с середины 90-х годов аквакультура начала бурно развиваться, но темпы ее роста вскоре упали. У развивающихся стран больший потенциал в отношении наращивания ее производства, в том числе на экспорт, для удовлетворения высокого мирового спроса. Этот сектор может в будущем играть значительную роль в экономике стран Азиатского региона. За последние 30 лет морепродукты здесь стали главной статьей по объему в торговле продуктами питания, причем каждые 10 лет показатели удваивались.

Сейчас из десяти ведущих стран-производителей продукции аквакультуры восемь находятся в Азии. Около 90% всей рыбы, выращиваемой в мире (и по объему, и по валовой стоимости), приходятся на этот континент. Значительная часть ее потребляется местным населением. По данным ФАО, подушевое потребление рыбы в Азии заметно выше, чем в среднем по миру (20,7 кг в год против 19,2 кг) [4, 6, 2].

В России на основании последних результатов фундаментальных исследований специалисты Института питания РАМН разработали, а Минздравсоцразвития утвердило нормы потребления продуктов питания, которые основаны на самых современных представлениях диетологов о том, какую именно еду и в каком количестве надо есть, чтобы сохранить здоровье. При этом учитывались особенности и традиции питания в нашей стране, а также возможности Агропрома России.

Состав здорового рациона человека для ежедневного питания (по данным института питания РАМН, 2010) включает: мясо и мясопродукты (всего 200 г), в том числе: говядина (70 г), баранина (3 г), птица (80 г), свинина (40 г); молоко и молочные продукты (всего 900 г), в том числе: молоко, кефир, йогурт с жирностью 1.5–3,2% (165 г), из них обогащенные микронутриентами (300 г), молоко, кефир, йогурт с жирностью 0,5–1,5% (140 г), сыр (16 г), сметана (10 г), творог жирный (25 г), творог нежирный 0,09% (25 г), масло животное (10 г); хлебобулочные и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупы, бобовые (270 г); картофель (270 г); фрукты и ягоды (260 г); масло растительное (30 г); овощи и бахчевые (360 г); сахар (70 г); соль (8 г); яйца (0,7 штук); рыба и рыбопродукты (55 г)

В Китае, который является мировым лидером по объему аквакультуры, ее развитию всегда уделяли много внимания, так как потребление рыбы здесь высокое. Но значительная ее доля идет на экспорт – более, чем на 12 млрд евро в год. Показатели Вьетнама, Таиланда и Индии остаются на уровне 4–5 млрд евро. Во многих частях Азии (особенно в Юго-Восточной) рыба остается основным источником животного белка, но в некоторых странах континента люди страдают от нехватки этого важного

компонента питания. Дорогие мясные продукты не попадают в их меню. Доля животного белка здесь менее 10%, тогда как для поддержания здоровья человека она должна составлять не менее трети. Кроме того, население все еще нуждается в средствах. Именно здесь особенно выгодно развивать экологически устойчивую аквакультуру, так как она не только накормит местное население, но и даст дополнительный доход за счет экспорта.

Мировым лидером по производству кормов для аквакультуры и одновременно крупнейшим их потребителем является Китай. Ежегодно в Китае производится около 17,30 млн т кормов, что составляет около 40% мирового производства. В то же время китайская аквакультура потребляет 3/4 общего объема кормов, производимых в мире.

По объемам отраслевого производства кормов вслед за Китаем, с большим отрывом, располагаются такие страны, как Вьетнам (2,80 млн т/год), Норвегия (1,79 млн т/год), Чили (1,24 млн т/год), Индонезия (1,23 млн т/год), Индия (1,16 млн т/год), США (1,00 млн т/год) и др.

В настоящее время, несмотря на сложившуюся кризисную ситуацию в мировой экономике, проблемы в сфере экологически безопасного здорового питания, а также экологического сельского хозяйства в целом остаются наиболее актуальными и востребованными в современном обществе. В XXI веке возможность потребления безопасных и здоровых продуктов интересует все слои населения. Этот факт подтверждают проводимые социологические исследования во всем мире. Интерес к этому сегменту рынка набирает обороты, что обеспечивает положительную тенденцию роста спроса на биопродукцию в обществе [55, 7].

Так, например, по обобщенным данным исследования населения, дефицит полноценных белков составляет 25%, витаминов В – 30–40%, витамин А – 30%. Вызвавшая неподдельное изумление исследователей ситуация с глубочайшим дефицитом витамина С – 70–90% (даже после лета) в настоящее время несколько выровнялась после активно предпринятых мер по дополнительной витаминизации продуктов [56]

Проблемы дефицита здорового питания значительно усугубляются в условиях нашего громадного мегаполиса с его неблагоприятной экологической обстановкой [57, 8].

Как показали исследования коллектива ученых под руководством проф. Антиповой Л.В. (2002–2025), рыба является превосходным источником полноценного животного белка, легкоусвояемого жира, жирорастворимых витаминов, микроэлементов, незаменимых аминокислот и экстрактивных веществ, который может выступать важнейшим фактором питания, определяющим здоровье человека. Необходимо отметить, что рыбные продукты широко используются в повседневном рационе, необходимы в детском и диетическом питании [58]. Средние данные о химическом составе рыбы представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание питательных веществ в различных видах рыб [www.fishing.narod.ru]

Table 1.

Nutrient content of different types of fish [www.fishing.narod.ru]

Продукт	Вода, г	Белки, г	Жиры, г	Энергетическая ценность, ккал
Горбуша	70,5	21,0	7,0	147
Карась	78,9	17,7	1,8	87
Карп	79,1	16,0	3,6	96
Кета	71,3	22,0	5,6	96
Корюшка	79,8	15,5	3,2	138
Лещ	77,7	17,1	4,1	91
Семга	62,9	20,8	15,1	105
Минтай	80,1	15,9	0,7	219
Мойва	75,0	13,4	11,5	70
Окунь речной	79,2	18,5	0,9	157
Осетр	71,4	16,4	10,9	82
Палтус	76,9	18,9	3,0	164
Путассу	81,3	16,1	0,9	103
Сазан	75,3	18,4	5,3	121
Салака	75,4	17,3	5,6	121
Сельдь	62,7	17,7	19,5	242
Скумбрия	71,8	18,0	9,0	153
Сом	75,0	16,8	8,5	144
Ставрида	74,9	18,5	5,0	119
Стерлядь	74,9	17,0	6,1	320
Судак	78,9	19,0	0,8	83
Треска	80,7	17,5	0,6	75
Угорь	53,5	14,5	30,5	333
Хек	79,9	16,6	2,2	86
Щука	70,4	18,8	0,7	82

Пищевая ценность рыбы не ограничивается содержанием в ней высококачественных белков и легкоусвояемых жиров. Рыбные продукты удовлетворяют потребности организма человека в витаминах и минеральных веществах (таблица 2, 3).

Таблица 2.

Минеральный состав рыб, мг на 100г продукта [54]

Table 2.

Mineral composition of fish, mg per 100 g of product [54]

Минеральные вещества	Карп	Толстолобик	минтай	хек	треска
Ca	35	30	40	30	25
Mg	25	20	55	35	30
K	265	270	420	335	340
P	210	210	240	240	210
S	180	185	170	200	200
Fe	0,8	0,5	0,8	0,7	0,5
Zn	2,08	2,07	1,12	0,9	1,02
F	0,025	0,035	0,700	0,700	0,007
Cr	0,055	0,050	0,055	0,55	0,055
Co	0,035	-	0,015	0,020	0,030
Ni	0,007	-	0,007	0,007	0,009
I	0,050	-	0,150	0,160	0,135
Mn	0,15	-	0,1	0,12	0,08
Cu	0,130	-	0,130	0,135	0,150
Mo	0,004	-	0,004	0,004	0,004
Na	-	-	40	75	55
Cl	-	-	165	165	165

Мясо рыбы отличается высокой пищевой ценностью, поэтому рыбные блюда широко используются в повседневном рационе, в том числе в детском и диетическом питании. Если телятина переваривается в организме человека за 5 часов, то рыба за 2–3 часа [9, 10, 56]. Ценной составной частью рыб, особенно океанических, является жир. Содержание жира в разных видах рыб колеблется примерно от 1 до 20 процентов. Жир океанических рыб богат жирорастворимыми витаминами A и D [11, 12, 52]. При этом витамина А в рыбе содержится во много раз больше, чем в мясе наземных животных [14, 53, 17]. В мясе рыб содержатся также водорастворимые витамины: витамин С, а также комплекс витаминов группы В: B_1, B_2, B_6, B_{12}, витамины Н и РР, пантотеновая кислота. В рыбе содержится много необходимых для организма человека минеральных элементов, среди которых преобладает фосфор, кальций, калий, натрий, магний, сера. А также железо, медь, марганец, кобальт, цинк, молибден, йод, бром, фтор и другие элементы, имеющие важное значение для организма человека.

Таблица 2.

Содержание витаминов в мышечной ткани рыб, мг/100г [54]

Table 2.

Vitamin content in fish muscle tissue, mg/100g [54]

Витамин	Карп	Толстолобик	минтай	хек	треска
A	0,021	0,611	0,01	0,01	0,01
E	0,477	0,349	0,3	0,4	0,9
C	1,500	1,757	0,5	0,5	1
PP	2,500	1,503	1,3	1,3	2,3
B_6	0,168	0,108	0,1	0,1	0,2
B_{12}	1,489	1,434	-	-	1,6
B_2	-	0,308	0,11	0,1	0,07
B_1	0,143	0,102	0,11	0,12	0,09
B_9	0,0093	0,0092	0,0049	0,01	0,0013
B_3	0,207	0,201	-	-	-

Трудно оспорить полезность рыбы в рационе питания человека, поэтому вкусные рецепты приготовления рыбных блюд достояние любой национальной кухни, они присутствуют в каждом доме. Люди, употребляющие рыбу один два раза в неделю, живут значительно дольше, при этом они обладают хорошим зрением, крепкими ногтями, густыми волосами, реже имеют проблемы с сердцем и сосудами [50, 14, 20].

Мясо обитателей морей, рек, озёр и прудов содержит в себе белок очень высокого качества, который легко усваивается организмом. Жирные рыбы, например треска, горбуша, кета, лосось или форель богаты аминокислотами, помогающими снижать уровень холестерина. Морские виды особенно славятся содержанием большого количества йода, который входит в состав гормонов щитовидной железы, недостаток его снижает их функции, вызывает болезни [18, 19, 54].

Рыба, живущая в море, благодаря наличию в её мясе полиненасыщенных жирных кислот Омега-3 и Омега-6, отсутствующих в других продуктах, очень полезна [20, 25, 53]. К тому же она богата бромом, йодом, молибденом, фтором, медью, серой, магнием, кобальтом, железом, калием, фосфором и другими минеральными веществами. В ней большое количество витаминов (РР, А, Н, D, гр. В и др.), не меньше чем в овощах и фруктах. Морская рыба, употребляемая регулярно, благоприятно воздействует на центральную нервную систему, в том числе на работу головного мозга. Она поддерживает организм в стрессовых ситуациях, помогает избегать депрессивных состояний, положительным образом влияет на формирование костей в детском возрасте, сохраняет эластичность и упругость кожи, способствует красоте волос и ногтей, хорошо сказывается на работе мочеполовой системы [21, 22].

К недостаткам морской рыбы можно отнести её довольно высокую стоимость, особенно это относится к красным породам. Более доступна рыба с белым мясом, например, камбала, путассу, сельдь, скумбрия, треска, ставрида, мойва, килька и другие. Килькой называют разные виды мелких морских рыб (стайных).

Наиболее полезен не замороженный, а именно свежий продукт, обладающий более высокой пищевой ценностью. Больше всего это касается жителей небольших населённых пунктов, к тому же расположенных далеко от мест улова. Еще один минус – возможная аллергическая реакция после употребления морской рыбы, которая чаще всего происходит у маленьких детей [23, 27, 42].

Рыбы, живущие в реках, озёрах или прудах, по количеству аминокислот значительно уступают обитателям морей и считаются по сравнению с ними менее полезными. Нет в них брома и йода. В пресноводной рыбе мало жиров, но по содержанию белка некоторые породы (например, судак и сазан) опережают куриное и говяжье мясо. Самой полезной является рыба, выловленная до нереста, в то время как в период метания икры её питательные свойства значительно уменьшаются вследствие истощения. К тому же лов рыбы во время метания икры запрещён или ограничен в соответствии с законами и правилами, действующими в той или иной местности [26,54].

Мясо пресноводных обитателей содержит комплекс веществ, среди которых присутствуют витамины А, Е и D, благотворно влияющие на кожу, волосы, костную систему и зубы. Систематическое включение речной рыбы в рацион питания помогает организму лучше усваивать кальций, что особенно полезно в период восстановления костей после переломов и в целях профилактики остеопороза [37, 28, 29].

Как недостаток следует отметить, что среда обитания пресноводных рыб загрязнена сильнее, чем морские просторы. Поэтому вероятность накопления в мясе частиц тяжёлых металлов, пестицидов и прочих вредных веществ гораздо больше. Блюда из речных или озёрных рыб необходимо подвергать тщательной тепловой обработке во избежание заражения гельминтами [33, 32, 37]. Как и морские обитатели, пресноводные способны вызывать аллергию [38, 40].

В настоящее время наибольшей популярностью пользуется красная рыба, относящаяся к семейству лососевые: сёмга, кижуч, чавыча, горбуша, кета, форель и другие. Ценится не только её мясо, но также икра. Например, сёмга полезна при мужском бесплодии. Систематически употребляя эту вкусную рыбу, человек замедляет старение организма, благодаря содержащемуся в её мясе антиоксиданту – селену, нейтрализующему свободные радикалы, которые способны разрушать структуру клеток [39, 15, 42]. Лососевое мясо содержит большое количество белка и кальция, витамины С, Е, группы В, что способствует нормальному кроветворению и нормализации артериального давления. Форель помогает бороться с болезнью Альцгеймера, атеросклерозом, депрессией, улучшает состояние при дисменорее, устраняет симптомы усталости, придаёт энергию [43, 32, 41].

Полезной пресноводной рыбой является окунь, судак, щука, карась, сазан. В них мало калорий и много витаминов (А, С, РР, Е, группы В и др.), минеральных веществ: кальция, цинка, серы, калия, а также белка, который организм легко усваивает. Мясо щуки обладает антисептическими свойствами, что помогает быстрейшему выздоровлению при различных инфекционных заболеваниях.

Разные рыбы, обитающие в морях, реках, озерах или в прудах, отличаются между собой не только внешним видом, вкусом, ароматом, консистенцией мяса, но и по количеству и качеству содержащихся в них углеводов, белков, жиров, минеральных веществ и витаминов. Но все они в большей или меньшей степени оказывают положительное воздействие на человеческий организм.

Минеральные вещества мяса рыбы очень разнообразны по составу, но по количеству их содержание находится в пределах 1,2–1,5%. Особенно богатый минеральный состав имеет океаническая рыба, так как в морской воде содержатся практически все известные нам минеральные вещества. Рыба избирательно накапливает в своем теле и органах минеральные вещества из среды обитания. Преобладающие минеральные вещества рыбы: макроэлементы – натрий, калий, хлор, кальций, фосфор, магний, сера, микроэлементы, йод, медь, железо, марганец, бром, алюминий, фтор; ультрамикроэлементы: цинк, кобальт, стронций, уран. Минеральные вещества представлены ионами, солями в составе белков, витаминов, ферментов, гормонов. Сложные белки (протеиды) в своем составе имеют фосфор, железо, кальций, магний, калий, натрий, серу и др. Сложные ферменты в составе простатической группы содержат микроэлементы (медь, железо, марганец и др.), что резко активизирует их биохимическую деятельность. Многие витамины, особенно группы В, гормоны также включают микро- и ультрамикроэлементы. Морская рыба особенно богата йодом. Мясу рыб семейства тресковых присущ йодистый привкус, ценимый гастрономами. Люди, постоянно питающиеся морской рыбой, не имеют заболеваний щитовидной железы. Видовой вкус и аромат рыбы во многом выражен минеральным составом [8, 54, 44].

Некоторые виды рыб невысокой потребительской ценности дают прекрасные, ароматные бульоны за счет перехода в них минеральных веществ, само же их мясо мало привлекательно после варки. При варке голов, костной ткани в бульон переходит минеральных веществ больше, чем при варке мышечной ткани [53, 27, 30]. Поэтому экстрактивные, наваристые бульоны получаются при варке необезглавленной потрошеной рыбы. Витамины содержатся в различных частях и органах рыб. Жирорастворимые витамины (А, Д, К) преобладают в тех частях и органах, где накапливаются жиры. Это прежде всего печень. Из печени трески, акул вырабатывают рыбий жир (медицинский) с большим содержанием витаминов. В рыбьем жире содержатся эссенциальные жирные кислоты (линоленовая, арахидоновая), которые в комплексе образуют витамин F. Полагают, что этот витамин является профилактическим средством против онкологических заболеваний, снижает уровень холестерина в печени и обеспечивает эластичность кровеносных сосудов [45]. Из водорастворимых витаминов отмечено достаточное содержание в мышечной ткани витаминов В1 (тиамин) и В2 (рибофлавин). Внутренние органы рыб содержат витамин В 12, являющийся кроветворным катализатором, отсутствие которого может привести к злокачественной анемии. Ферменты рыб играют исключительно важную роль в процессах, происходящих в посмертный период во всех тканях и органах рыб, также при различных способах переработки рыбного сырья, особенно при посоле, вялении, холодном копчении, производстве пресервов [46, 37, 47]. В органах и тканях рыб содержатся ферменты всех шести классов по систематической номенклатуре комиссии по ферментам Международного биохимического союза от 1961 года: оксидоредуктазы (окислительно-восстановительные), трансферазы (ферменты переноса), гидролазы (ферменты расщепления с участием воды), липазы (ферменты расщепления без участия воды), изомеразы (ферменты превращений), лигазы (ферменты синтеза). Наибольшее значение в формировании потребительских свойств рыбной продукции имеют окислительно-восстановительные и гидролитические ферменты. Процессы созревания рыбы после гибели (от удушья), а также биохимические процессы созревания соленой и вяленой рыбы протекают с участием прежде всего ферментов этих классов [49]. Окислительно-восстановительные ферменты – самый многочисленный класс, насчитывающий более 220 наименований, они подразделяются на несколько групп. Первая группа – дегидрогеназы, осуществляющие роль переносчиков водорода. Дегидрогеназы являются двухкомпонентными системами, активной частью (коферментами) которых являются НАД (никотинамид-аденин-динуклеотид) и НАДФ (никотинамид-аденин-динуклеотид-фосфат). В процессе начального созревания рыбы изменениям подвергаются углеводы. При молочнокислом брожении НАД. H_2 (восстановленный водород кофермент дегидрогеназы) восстанавливает пировиноградную кислоту в молочную. Образующаяся молочная кислота создает кислую среду, неблагоприятную для развития гнилостных микробиологических процессов, белки мышц набухают, застывают, и наступает стадия посмертного окоченения у свежеуснувшей рыбы, что свидетельствует о безупречной свежести рыбы. Аминокислоты являются конечным структурным элементом ферментативного распада белков. Чем больше образуется продуктов распада белков, особенно низкомолекулярных (дипептидов, аминокислот), тем ярче вкус и аромат продукта [50,58]. В производственной практике процесс созревания рыбы охлажденной, мороженой, соленой, вяленой определяют по количеству образовавшихся аминокислот (по содержанию аминоаммиачного азота). Считают, что 30% аминоаммиачного азота (от общего азота, входящего в состав как белков, так и небелкового) характеризуют продукцию как вполне созревшую и свежую. Дальнейшее увеличение этого показателя свидетельствует о перезревании рыбы и последующей порче. При дальнейшем хранении рыбы низкомолекулярные продукты распада белка (прежде всего, аминокислоты) становятся объектом питания микроорганизмов. При этом в зависимости от вида микроорганизмов аминокислоты могут распадаться с образованием различных конечных продуктов метаболизма. Накапливающиеся вещества обладают ядовитыми свойствами и придают рыбе неприятный запах [51,8]. Протеолитические ферменты осуществляют гидролиз белков значительно активнее, чем подобные ферменты наземных животных, поэтому процесс созревания рыбы протекает значительно быстрее, чем мяса убойных животных. Причем действие протеаз рыб протекает в довольно широком диапазоне pH: от кислой среды (pH 3,5–4,5), где активность максимальная, до щелочной (pH 8), где активность составляет 5–10% активности при pH 3,5–4,5. При естественном для рыбы pH 6,6–7,0, активность ферментов в 310 раз ниже, чем при pH 3,5–4,5. Хлористый натрий (NaCl) даже при концентрации 3% вызывает частичную инактивацию ферментов, при 5%-ной концентрации обеспечивается выраженный ингибирующий эффект. В технологии переработок неразделанной рыбы посолом, холодным копчением, вялением, а также при хранении охлажденной рыбы

необходимо принимать во внимание деятельность ферментов внутренних органов (кишечника, пилорических придатков), представленных пепсином и трипсином, которые по оптимуму pH близки к пищеварительным ферментам наземных животных, однако имеют отличия. Пищеварительные ферменты рыб имеют температурный оптимум значительно ниже, а способность расщеплять белки выше, чем у наземных животных [53,28]. Их активность изменяется в зависимости от сезона, вида рыбы. Действие поваренной соли вызывает ингибирующий эффект, но остаточная активность ферментов внутренностей рыб выше, чем активность протеолитических ферментов мышечной ткани. Это обстоятельство объясняет необходимость детального изучения пищеварительных ферментов рыб, с тем чтобы устанавливать технологический процесс обработки с учетом изменчивости активности протеолитических ферментов в зависимости от различных факторов. Параллельно протеолитическим процессам при созревании рыбы проходит и гидролиз жиров под действием ферментов – липаз по схеме: триглицериды → диглицериды → моноглицериды → свободные жирные кислоты и глицерин [53,57]. Конечные продукты этого гидролиза (свободные жирные кислоты) повышают кислотное число жира, что ведет к его порче, но это не всегда отражается на органолептических показателях. Например, при вялении рыбы жиры подвергаются не только гидролизу, но и окислительным изменениям, но вкус и запах рыбы только улучшаются, т. е. не прослеживается прямая зависимость между распадом жиров и потребительской ценностью продукта [55, 32, 12]. Одновременно с изменениями белков, жиров при созревании рыбных продуктов существенные превращения наблюдаются в углеводной части. Как было отмечено выше, процесс созревания, собственно, и начинается с фосфоролиза и гидролиза гликогена рыбы [41,10]. Повышение содержания глюкозы усиливает сладость мяса рыбы и способствует реакциям ее взаимодействия с другими веществами с образованием различных комплексов (например, меланоидинов). Это улучшает вкус рыбы, но в некоторых случаях (при вялении, сушке) вызывает ухудшение товарного вида рыбы (потемнение поверхности тела). Из фосфатов следует обратить внимание на ферменты, вызывающие гидролиз нуклеотидов (АТФ и др.) с образованием пуриновых (аденина, гуанина и др.) или пиримидиновых (цитозина, урацила, тимина) оснований, сахаров рибоза или дезоксирибоза и фосфорной кислоты [36,53]. Такой распад нуклеотидов увеличивает количество экстрактивных веществ, усиливает вкус и аромат рыбных продуктов. Но одновременно расширяет питательную среду для микроорганизмов, делает продукт менее устойчивым при хранении. Вода в тканях и органах рыбы находится в свободном и связанном состоянии [31, 33, 56]. Свободная вода – это жидкость в межклеточном пространстве, в плазме крови и лимфе, кроме того, удерживаемая механически в макро – и микрокапиллярах за счет сил поверхностного натяжения, кроме того, осмотически удерживаемая в клетках давлением растворов. Имеет место также химически связанная вода, входящая в состав молекулы вещества. Свободная вода является растворителем органических и минеральных веществ, и в ней протекают все биохимические и микробиологические процессы. Это обычная вода: замерзает при 0 °С и кипит при 100 °С, легко отпрессовывается и испаряется при сушке. Связанная вода адсорбционно удерживается в коллоидах (белках, гликогене) силами электрического притяжения. Связанная вода, будучи трудноотделимой, в определенной степени обеспечивает плотность тканей вместе с коллоидами (прежде всего белками). Она не принимает участия в реакциях ферментативного или микробиологического характера и тем самым способствует консервации продукта.

Заключение

Стоит отметить, что сейчас все мировые государства интересуют инвестиции в технологию выращивания рыбы и в ее технологии переработки для создания нового ассортимента рыбных продуктов. А это дает понимание, что рыба является важным продуктом питания, который обеспечивает здоровье организма человека, и играет важную роль в сфере экономического развития во всех странах мира, где производство рыбы и рыбные продукты находится на высоком уровне.

Литература

1 Яркина Н.Н., Логунова Н.А. Устойчивое развитие рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации: факторы и тенденции // Труды ВНИРО. 2023. Т. 192. С. 192–201.

2 China National Economic Technological Development Zones & Border Economy Cooperate Districts [Электронный ресурс]. URL: http://ezone.mofcom.gov.cn/ (дата обращения: 15.07.2025).

3 Китайская ассоциация зон развития: офиц. сайт. URL: http://www.cadz.org.cn/ (дата обращения: 10.07.2025).

4 Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Достижение целей устойчивого развития. Рим: ФАО ООН, 2022. 209 с. URL: https://www.fao.org (дата обращения: 07.03.2022).

5 Пищенко Е.В. Аквакультура России в 2025 году: драйверы роста (краткий обзор) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2025. № 11. С. 15–25. doi: 10.33920/sel-09-2511-01

6 Хохлова Н.Ф. Тенденции развития рыбоводства и рыболовства в России // Вестник Московского финансово-юридического университета. 2021. № 4. С. 109–119.

7 Рыболовство: отрасль в упадке. 2021. URL: https://www.yaga-burundi.com/2021/peche-secteur-regression/ (дата обращения:03.04.2021).

8 Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 26.11.2019 № 2798-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9 Баринова В.А., Земцов С.П., Царева Ю.В. Предпринимательство и институты: есть ли связь на региональном уровне в России? // Вопросы экономики. 2018. № 6. С. 96–115.

10 Мау В.А. Экономика и политика в 2019–2020 гг.: глобальные вызовы и национальные ответы // Вопросы экономики. 2020. № 3. С. 5–28.

11 Максимова С.Н., Швидкая З.П., Панчишина Е.М. Технология консервов из водных биологических ресурсов: учебное пособие. СПб.: Лань, 2019. 144 с.

12 Макоедов А.Н., Матишов Г.Г., Пономарёва Е.Н. Мировые тенденции пользования водными биоресурсами // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93. № 2. С. 179–190. doi: 10.31857/S086958732301005X

13 Бочкарёв Н.А. Сиги комплекса Coregonus lavaretus (Pisces: Coregonidae) из водоемов Сибири: филогеография и филогения: автореф. дис. … д-ра биол. наук. Новосибирск, 2022. 49 с.

14 Вишневский В.А. Птицы Москвы и Подмосковья: полный определитель. М.: Фитон XXI, 2017. 320 с.

15 Дунаев Е.А., Орлова В.Ф. Змеи. Представители фауны России: карманный справочник. М.: Фитон XXI, 2018. 120 с.

16 Павлинов И.Я. Звери России. Справочник-определитель. Часть 2. Хищные, Непарнокопытные, Парнокопытные, Китообразные, Сирены. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. С. 341–702.

17 Fish farms to produce nearly two thirds of global food fish supply by 2030 [Электронный ресурс]. Рим: ФАО ООН. URL: http://www.fao.org (дата обращения: 04.04.2025).

18 Egna H.S., Boyd C.E. Dynamics of Pond Aquaculture. Boca Raton: CRC Press, 2018. 464 p. URL: http://insightmaker.com/

19 Joint FAO/NACA/WHO Study Group. Food safety issues associated with products from aquaculture: отчет. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1999. 76 с. (Серия технических докладов ВОЗ; № 883). URL: http://www.who.int/

20 Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и рыбоводства в Белгородской области на 2014–2020 годы» (в ред. постановлений Правительства Белгородской области от 24.02.2014 № 55-пп, от 30.06.2014 № 235-пп, от 15.07.2014 № 258-пп). Белгород, 2014.

21 Замглавы Росрыболовства: проблема Северного бассейна заключается в неэффективности промысла. URL: http://www.b-port.com/news/item/198563.html (дата обращения: 07.07.2020).

22 Государственная поддержка предприятий рыбохозяйственного комплекса. URL: http://mrcx.gov-murman.ru/activities/RHK/gpp_rxk/ (дата обращения: 07.07.2025).

23 Любительское и спортивное рыболовство Мурманской области. URL: http://mrcx.gov-murman.ru/activities/RHK/fish_orgs/list_sport.php (дата обращения: 04.0.2025).

24 Bhat, Z. F., Morton, J. D., Bekhit, A. E. et al. Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2021. – Т. 20. – №. 5. – С. 4511-4548.

Шаповалова Л. А., Федотова М. В., Мухин В. А. Обоснование требований к актуализации стандарта на консервы из печени, икры и молок рыб «По-мурмански» в целях повышения конкурентоспособности продукции //Труды ВНИРО. – 2023. – Т. 192. – С. 172-180.

25 Основные фонды в Мурманской области: статистический сборник. Мурманск: Мурманскстат, 2025. 52 с.

26 Промышленное производство в России – 2025: статистический сборник. М.: Росстат, 2025. 347 с.

27 Ридигер А.В. Арктика как источник водных биологических ресурсов // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2022. № 4 (8). С. 65–75.

28 Балашов В.В., Волвенко И.В., Зиланов В.К. и др. О потреблении рыбной продукции населением России // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 65–74.

29 World Nutrition Forum 2024, Biomin, Австрия: материалы форума. URL: https://kombi-korma.ru/sites/default/files/2/9_15/09_2015_028–030.pdf (дата обращения: 02.09.2024).

30 Mukhametzyanov R. et al. The objective need and trend of ensuring the food security in Russia in conditions of import substitution // BIO Web of Conferences. 2021. V. 37. P. 00079. doi: 10.1051/bioconf/20213700079

31 Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 1998. 218 с.

32 Ананьева Н.Б., Орлов Н.Л., Халиков Р.Г., Даревский И.С., Рябов С.А., Барабанов А.В. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус). СПб.: Зоологический институт РАН, 2004. 232 с.

33 Заделёнов В.А., Дербинева Е.В. Нельма Stenodus leucichthys nelma (Pallas, 1773)(Salmoniformes, Coregonidae) реки Енисей: структура популяции, промысел, воспроизводство // Вопросы рыболовства. 2020. Т. 21. № 2. С. 156–168.

34 Gao T., Erokhin V. Capturing a complexity of nutritional, environmental, and economic impacts on selected health parameters in the Russian High North // Sustainability. 2020. V. 12. № 5. P. 2151. doi: 10.3390/su12052151

35 Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. 379 с.

36 Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 2 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. 253 с.

37 Баранов А.А. Птицы Алтай-Саянского экорегиона: пространственно-временная динамика разнообразия: монография. Т. I. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2012. 64 с.

38 Баранов А.А., Близнецов А.С. Петрофильные птицы южной части Средней Сибири. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2014. 200 с.

39 Баранов А.А., Мельник О.Н. Чайковые птицы Laridae континентальных водоёмов южной части Средней Сибири. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2014. 175 с.

40 Tolkachev S., Teplyakov A. Import substitution in Russia: the need for a system-strategic approach // Russian Social Science Review. 2022. V. 63. № 1-3. P. 15–40.

41 Рыбкина И.Д., Курепина Н.Ю., Плуталова Т.Г. Перспективы водопользования на территории бессточной области Обь-Иртышского бассейна Алтайского края // Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации: сборник статей. Барнаул, 2020. С. 127–131. doi: 10.29003/m1692.978-5-317-06490-7/127-131

42 Вышегородцев А.А. Рыбы Енисея: справочник. Новосибирск: Наука, 2000. 188 с.

43 Вышегородцев А.А., Заделёнов В.А. Промысловые рыбы Енисея: монография. Красноярск: СФУ, 2013. 303 с.

44 Гадинов А.Н. Динамика уловов рыбы в р. Енисее от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангары // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке: материалы всерос. конф. с международным участием (Красноярск, 8–12 декабря 2008 г.). Красноярск: ИПК СФУ, 2009. С. 155–159.

45 Городилова С.Н. Эколого-фаунистический анализ земноводных (Amphibia) лесостепи Средней Сибири: дис. … канд. биол. наук. Красноярск, 2010. 191 с.

46 Грязнова А.Н. Сравнительная экология береговой и бледной ласточек на юге Центральной Сибири: автореф. дис. … канд. биол. наук. Красноярск, 2019. 177 с.

47 Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов: материалы Круглого стола Всерос. конф. по экологической безопасности России (Москва, 4–5 июня 2002 г.). М.: ИПЭЭ РАН, 2002. С. 11–14.

48 Труба А.С., Труба М.А., Акимов Е.Б. Тенденции трансформации отрасли пресноводной аквакультуры в России: экономический аспект // Вопросы рыболовства. 2025. Т. 26. № 2. С. 177–190.

49 Krasnoshtanova N. Sustainable Development of Resource Regions: Challenges for Remote Areas of Siberia // International Conference on Resources, Environment and Regional Sustainable Development in Northeast Asia: Proceedings. Cham: Springer, 2023. P. 311–325. doi: 10.3390/su15129293

50 Строганов А.Н., Булатов О.А., Пономарева Е.В. и др. Роль макроэволюционных процессов в формировании таксономической структуры диадромных лососевых // Вопросы рыболовства. 2025. Т. 26. № 3. С. 27–50.

51 Балдин Д.П. Содержание минеральных веществ в рыбе // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе. 2022. С. 16–24.

52 Антипова Л. В., Попов Е. С. Рациональное использование прудовых рыб поликультурного выращивания вектор развития производства высококачественных рыбопродуктов //Новые технологии. 2023. Т. 19. №. 3. С. 14-26.

53 Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Tarmaeva I.Yu. Formation of the All-Russian Education System in the field of healthy food of the population // Hygiene and Sanitation. 2023. T. 102. № 10. P. 1012–1018.

54 Granato D., Barba F.J., Bursać Kovačević D. et al. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety // Annual review of food science and technology. 2020. V. 11. № 1. P. 93–118.

55 Astashova A., Khomutova E. Problems and Prospects of Aquaculture Development in the Russian Federation // International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry “Interagromash”. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 518–525. doi: 10.1007/978-3-031-21219-2_57

56 Kulikov I.M., Minakov I.A. Food security: problems and prospects in Russia // Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2019. V. 19. Issue 4. P. 142–148.

References

1 Yarkina N.N., Logunova N.A. Sustainable development of the fishery complex of the Russian Federation: factors and trends. Proceedings of VNIRO. 2023. vol. 192. pp. 192–201. (in Russian)

2 China National Economic Technological Development Zones & Border Economy Cooperate Districts. Available at: http://ezone.mofcom.gov.cn/ (accessed July 15, 2025).

3 Chinese Association of Development Zones. Official website. Available at: http://www.cadz.org.cn/ (accessed July 10, 2025).

4 The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome: FAO, 2022. 209 p. Available at: https://www.fao.org (accessed March 7, 2022).

5 Pishchenko E.V. Russian aquaculture in 2025: growth drivers (brief review). Fish Farming and Fisheries. 2025. no. 11. pp. 15–25. doi: 10.33920/sel-09-2511-01 (in Russian)

6 Khokhlova N.F. Trends in the development of fish farming and fishing in Russia. Bulletin of Moscow Financial and Law University. 2021. no. 4. pp. 109–119. (in Russian)

7 Fishing: an industry in decline. 2021. Available at: https://www.yaga-burundi.com/2021/peche-secteur-regression/ (accessed April 3, 2021).

8 On approval of the Strategy for the development of the fishery complex of the Russian Federation for the period until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation dated November 26, 2019 No. 2798-r. Available from the legal reference system "ConsultantPlus".

9 Barinova V.A., Zemtsov S.P., Tsareva Yu.V. Entrepreneurship and institutions: is there a connection at the regional level in Russia? Economic Issues. 2018. no. 6. pp. 96–115. (in Russian)

10 Mau V.A. Economy and politics in 2019–2020: global challenges and national responses. Economic Issues. 2020. no. 3. pp. 5–28. (in Russian)

11 Maksimova S.N., Shvidkaya Z.P., Panchishina E.M. Technology of canned aquatic biological resources: textbook. St. Petersburg: Lan, 2019. 144 p. (in Russian)

12 Makoedov A.N., Matishov G.G., Ponomareva E.N. Global trends in the use of aquatic biological resources. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2023. vol. 93. no. 2. pp. 179–190. doi: 10.31857/S086958732301005X (in Russian)

13 Bochkarev N.A. Whitefish of the Coregonus lavaretus complex (Pisces: Coregonidae) from water bodies of Siberia: phylogeography and phylogeny: abstract of dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. Novosibirsk, 2022. 49 p. (in Russian)

14 Vishnevsky V.A. Birds of Moscow and the Moscow region: a complete guide. Moscow: Fiton XXI, 2017. 320 p. (in Russian)

15 Dunaev E.A., Orlova V.F. Snakes. Representatives of the fauna of Russia: pocket guide. Moscow: Fiton XXI, 2018. 120 p. (in Russian)

16 Pavlinov I.Ya. Animals of Russia. Handbook-guide. Part 2. Carnivores, Odd-toed ungulates, Even-toed ungulates, Cetaceans, Sirenians. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2019. pp. 341–702. (in Russian)

17 Fish farms to produce nearly two thirds of global food fish supply by 2030. Rome: FAO. Available at: http://www.fao.org (accessed April 4, 2025).

18 Egna H.S., Boyd C.E. Dynamics of Pond Aquaculture. Boca Raton: CRC Press, 2018. 464 p.

19 Joint FAO/NACA/WHO Study Group. Food safety issues associated with products from aquaculture: report. Geneva: World Health Organization, 1999. 76 p. (WHO Technical Report Series; no. 883).

20 State program "Development of agriculture and fish farming in the Belgorod region for 2014–2020" (as amended by the resolutions of the Government of the Belgorod region dated February 24, 2014 No. 55-pp, dated June 30, 2014 No. 235-pp, dated July 15, 2014 No. 258-pp). Belgorod, 2014. (in Russian)

21 Deputy Head of Rosrybolovstvo: the problem of the Northern Basin lies in the inefficiency of fishing. Available at: http://www.b-port.com/news/item/198563.html (accessed July 7, 2020). (in Russian)

22 State support for enterprises of the fishery complex. Available at: http://mrcx.gov-murman.ru/activities/RHK/gpp_rxk/ (accessed July 7, 2025). (in Russian)

23 Amateur and sport fishing in the Murmansk region. Available at: http://mrcx.gov-murman.ru/activities/RHK/fish_orgs/list_sport.php (accessed April 4, 2025). (in Russian)

24 Bhat Z.F., Morton J.D., Bekhit A.E. et al. Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2021. vol. 20. no. 5. pp. 4511–4548.

25 Shapovalova L.A., Fedotova M.V., Mukhin V.A. Substantiation of requirements for updating the standard for canned food from fish liver, roe and milk "Murmansk-style" in order to increase product competitiveness. Proceedings of VNIRO. 2023. vol. 192. pp. 172–180. (in Russian)

26 Fixed assets in the Murmansk region: statistical collection. Murmansk: Murmanskstat, 2025. 52 p. (in Russian)

27 Industrial production in Russia – 2025: statistical collection. Moscow: Rosstat, 2025. 347 p. (in Russian)

28 Ridiger A.V. The Arctic as a source of aquatic biological resources. Arctic 2035: current issues, problems, solutions. 2022. no. 4 (8). pp. 65–75. (in Russian)

29 Balashov V.V., Volvenko I.V., Zilanov V.K. et al. On the consumption of fish products by the population of Russia. Fisheries. 2025. no. 6. pp. 65–74. (in Russian)

30 World Nutrition Forum 2024, Biomin, Austria: forum materials. Available at: https://kombi-korma.ru/sites/default/files/2/9_15/09_2015_028–030.pdf (accessed September 2, 2024).

31 Mukhametzyanov R. et al. The objective need and trend of ensuring the food security in Russia in conditions of import substitution. BIO Web of Conferences. 2021. vol. 37. p. 00079. doi: 10.1051/bioconf/20213700079

32 Annotated catalogue of cyclostomes and fishes of the continental waters of Russia. Ed. by Yu.S. Reshetnikov. Moscow: Nauka, 1998. 218 p. (in Russian)

33 Ananjeva N.B., Orlov N.L., Khalikov R.G., Darevsky I.S., Ryabov S.A., Barabanov A.V. Atlas of reptiles of Northern Eurasia (taxonomic diversity, geographical distribution and conservation status). St. Petersburg: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2004. 232 p. (in Russian)

34 Zadeleonov V.A., Derbineva E.V. Inconnu Stenodus leucichthys nelma (Pallas, 1773) (Salmoniformes, Coregonidae) of the Yenisei River: population structure, fishing, reproduction. Fisheries Issues. 2020. vol. 21. no. 2. pp. 156–168. (in Russian)

35 Gao T., Erokhin V. Capturing a complexity of nutritional, environmental, and economic impacts on selected health parameters in the Russian High North. Sustainability. 2020. vol. 12. no. 5. p. 2151. doi: 10.3390/su12052151

36 Atlas of freshwater fishes of Russia: in 2 vols. Vol. 1. Ed. by Yu.S. Reshetnikov. Moscow: Nauka, 2003. 379 p. (in Russian)

37 Atlas of freshwater fishes of Russia: in 2 vols. Vol. 2. Ed. by Yu.S. Reshetnikov. Moscow: Nauka, 2003. 253 p. (in Russian)

38 Baranov A.A. Birds of the Altai-Sayan ecoregion: spatio-temporal dynamics of diversity: monograph. Vol. 1. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, 2012. 64 p. (in Russian)

39 Baranov A.A., Bliznetsov A.S. Petrophilic birds of the southern part of Central Siberia. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, 2014. 200 p. (in Russian)

40 Baranov A.A., Melnik O.N. Gull birds Laridae of continental water bodies of the southern part of Central Siberia. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, 2014. 175 p. (in Russian)

41 Tolkachev S., Teplyakov A. Import substitution in Russia: the need for a system-strategic approach. Russian Social Science Review. 2022. vol. 63. no. 1-3. pp. 15–40.

42 Rybkina I.D., Kurepina N.Yu., Plutalova T.G. Prospects for water use in the closed basin area of the Ob-Irtysh basin of the Altai Territory. Land degradation and desertification: problems of sustainable nature management and adaptation: collection of articles. Barnaul, 2020. pp. 127–131. doi: 10.29003/m1692.978-5-317-06490-7/127-131 (in Russian)

43 Vyshegorodtsev A.A. Fishes of the Yenisei: guide. Novosibirsk: Nauka, 2000. 188 p. (in Russian)

44 Vyshegorodtsev A.A., Zadeleonov V.A. Commercial fishes of the Yenisei: monograph. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2013. 303 p. (in Russian)

45 Gadinov A.N. Dynamics of fish catches in the Yenisei River from the dam of the Krasnoyarsk HPP to the mouth of the Angara River. Problems and prospects of the use of aquatic biological resources of Siberia in the XXI century: materials of the All-Russian conference with international participation (Krasnoyarsk, December 8–12, 2008). Krasnoyarsk: Siberian Federal University Publishing House, 2009. pp. 155–159. (in Russian)

46 Gorodilova S.N. Ecological and faunistic analysis of amphibians (Amphibia) of the forest-steppe of Central Siberia: dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences. Krasnoyarsk, 2010. 191 p. (in Russian)

47 Gryaznova A.N. Comparative ecology of the bank swallow and the pale martin in the south of Central Siberia: abstract of dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences. Krasnoyarsk, 2019. 177 p. (in Russian)

48 Dgebuadze Yu.Yu. Problems of invasions of alien organisms. Ecological security and invasions of alien organisms: materials of the Round Table of the All-Russian Conference on Environmental Security of Russia (Moscow, June 4–5, 2002). Moscow: Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, 2002. pp. 11–14. (in Russian)

49 Truba A.S., Truba M.A., Akimov E.B. Trends in the transformation of the freshwater aquaculture industry in Russia: economic aspect. Fisheries Issues. 2025. vol. 26. no. 2. pp. 177–190. (in Russian)

50 Krasnoshtanova N. Sustainable Development of Resource Regions: Challenges for Remote Areas of Siberia. International Conference on Resources, Environment and Regional Sustainable Development in Northeast Asia: Proceedings. Cham: Springer, 2023. pp. 311–325. doi: 10.3390/su15129293

51 Stroganov A.N., Bulatov O.A., Ponomareva E.V. et al. The role of macroevolutionary processes in the formation of the taxonomic structure of anadromous salmonids. Fisheries Issues. 2025. vol. 26. no. 3. pp. 27–50. (in Russian)

52 Baldin D.P. Content of mineral substances in fish. Advances of youth science in the agro-industrial complex. 2022. pp. 16–24. (in Russian)

53 Antipova L.V., Popov E.S. Rational use of pond fish in polyculture farming as a vector for the development of production of high-quality fish products. New Technologies. 2023. vol. 19. no. 3. pp. 14–26. (in Russian)

54 Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Tarmaeva I.Yu. Formation of the All-Russian Education System in the field of healthy food of the population. Hygiene and Sanitation. 2023. vol. 102. no. 10. pp. 1012–1018. (in Russian)

55 Granato D., Barba F.J., Bursać Kovačević D. et al. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. Annual Review of Food Science and Technology. 2020. vol. 11. no. 1. pp. 93–118.

56 Astashova A., Khomutova E. Problems and Prospects of Aquaculture Development in the Russian Federation. International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "Interagromash". Cham: Springer International Publishing, 2022. pp. 518–525. doi: 10.1007/978-3-031-21219-2_57

57 Kulikov I.M., Minakov I.A. Food security: problems and prospects in Russia. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2019. vol. 19. no. 4. pp. 142–148.

Сведения об авторах

Ассумани Идди аспирант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, assumaniiddy2023@mail.ru
https://orcid.org/0009-0008-2046-4896

Людмила В. Антипова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipovaI54@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-1416-0297

Алла Е. Куцова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alla-toporkova@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-5778-6150

Information about authors

Assumani Iddy graduate student, animal products technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, assumaniiddy2023@mail.ru
https://orcid.org/0009-0008-2046-4896

Lyudmila V. Antipova Dr. Sci. (Engin.), professor, animal products technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipovaI54@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-1416-0297

Alla Ye. Kutsova Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, animal products technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alla-toporkova@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-5778-6150

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 27/10/2025	**После редакции** 17/11/2025	**Принята в печать** 08/12/2025

Received 27/10/2025	**Accepted in revised** 17/11/2025	**Accepted** 08/12/2025