

ОБЗОРЫ

REVIEWS

Научная статья

УДК 639.2.052.23

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-141-150>

EDN ZRGAIP

Аквакультура радужной форели: мировые тенденции, российская практика и региональные перспективы развития

**М. А. Белова¹, В. С. Фонякина², К. В. Штер³,
И. А. Никитин⁴, О. В. Новиженко⁵, М. Н. Кутузов⁶, Д. Д. Вилкова⁷✉**

¹⁻⁷Череповецкий государственный университет,
Череповец, Россия, dariavilkova333@gmail.com✉

^{1, 4}Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

⁵Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,
Россия, Астрахань

Аннотация. Согласно данным ФАО, во всем мире постепенно происходит переход от промышленного рыболовства к аквакультуре, на долю которой в 2022 г. пришлось 130,9 млн т рыбы. Приведены данные о состоянии аквакультуры и перспективах ее развития в мире, в Российской Федерации, в частности Вологодской области. Российская Федерация обладает огромным рыболовческим потенциалом. В 2023 г. на территории Российской Федерации первое место по объему производства товарной аквакультуры занимают лососевые рыбы. Одним из распространенных видов для товарного рыболовства является радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*). Широкое развитие промышленного форелеводства в России возможно благодаря подходящему географическому расположению и благоприятным для разведения радужной форели климатическим условиям. С первой половины XX в. разведение промысловых видов рыб являлось важнейшим направлением развития рыбного хозяйства в водоемах Северо-Западного федерального округа России, в связи с этим в водоемы Вологодской области было интродуцировано не менее 25 видов рыб, в том числе и радужная форель. В настоящее время на территории Вологодской области существует 15 действующих и запланировано функционирование еще 13 предприятий по выращиванию товарной рыбы. Рассматривается экология радужной форели, а также приведена сравнительная характеристика благоприятных условий обитания данного вида с условиями водоемов Вологодской области. Отмечено, что водоемы Вологодской области являются подходящими для разведения радужной форели в условиях аквакультуры по различным критериям.

Ключевые слова: аквакультура, лососевые, радужная форель, форелеводство, Вологодская область, производство

Благодарности: исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-76-10038, <https://rscf.ru/project/23-76-10038>.

Для цитирования: Белова М. А., Фонякина В. С., Штер К. В., Никитин И. А., Новиженко О. В., Кутузов М. Н., Вилкова Д. Д. Аквакультура радужной форели: мировые тенденции, российская практика и региональные перспективы развития // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 141–150. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-141-150>. EDN ZRGAIP.

Original article

Rainbow trout aquaculture: global trends, Russian practice and regional development prospects

M. A. Belova¹, V. S. Fonyakina², K. V. Shter³,
I. A. Nikitin⁴, O. V. Novichenko⁵, M. N. Kutuzov⁶, D. D. Vilkova⁷✉

¹⁻⁷Cherepovets State University,
Cherepovets, Russia, dariavilkova333@gmail.com✉

^{1, 4}Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

⁵Astrakhan Tatischchev State University,
Astrakhan, Russia

Abstract. According to the FAO, the world is gradually transitioning from industrial fishing to aquaculture, which accounted for 130.9 million tons of fish in 2022. Data on the state of aquaculture and the prospects for its development in the world, in the Russian Federation, in particular the Vologda oblast, are presented. The Russian Federation has a huge fish farming potential. In 2023, salmon fish occupy the first place in the territory of the Russian Federation in terms of commercial aquaculture production. One of the common species for commercial fish farming is rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The widespread development of industrial trout farming in Russia is possible due to the suitable geographical location and favorable climatic conditions for breeding rainbow trout. Since the first half of the 20th century, the breeding of commercial fish species has been the most important direction for the development of fisheries in the reservoirs of the Northwestern Federal District of Russia, and therefore at least 25 species of fish, including rainbow trout, have been introduced into the reservoirs of the Vologda Region. Currently, there are 15 operating enterprises in the Vologda Region and 13 more commercial fish farming enterprises are planned to operate. The ecology of rainbow trout is considered, and a comparative characteristic of the favorable habitat conditions of this species with the conditions of the reservoirs of the Vologda region is given. It is noted that the reservoirs of the Vologda region are suitable for breeding rainbow trout in aquaculture conditions according to various criteria.

Keywords: aquaculture, salmon, rainbow trout, trout farm, Vologda region, production

Acknowledgements: the research was carried out at the expense of the Russian Science Foundation grant No. 23-76-10038, <https://rscf.ru/project/23-76-10038>.

For citation: Belova M. A., Fonyakina V. S., Shter K. V., Nikitin I. A., Novichenko O. V., Kutuzov M. N., Vilkova D. D. Rainbow trout aquaculture: global trends, Russian practice and regional development prospects. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2025;2:141-150. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-141-150>. EDN ZRGAIP.

Введение

Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО), пищевая продукция из водных биологических объектов остается одной из самых востребованных групп продовольственных товаров в различных регионах и странах. На сегодняшний день в мире в секторе аквакультуры выращивается больше водных объектов, чем добывается в промышленном рыболовстве – 130,9 млн т продукции, что составляет 59 % от общемирового объема вылова [1]. Это объясняется тем, что во всем мире наблюдается постепенное снижение сырьевой базы диких объектов рыболовства и, в связи с этим, осуществляется постепенный переход от традиционного рыболовства к аквакультуре.

В настоящее время аквакультура представляет собой устойчивое решение для удовлетворения

постоянно растущего спроса на рыбную продукцию. Аквакультура обладает огромным потенциалом в обеспечении продовольствия, питания и, как следствие, доходов и средств к существованию для множества людей во всем мире [1]. На сегодняшний день аквакультура является приоритетным и активно развивающимся видом деятельности рыбного промысла, что и отражается в Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на долгосрочный период до 2030 года [2].

В производстве продукции аквакультуры преимущественно используются такие семейства, как лососевые, карповые, сомовые и др. [1]. Одним из основных семейств, выращиваемых на территории Российской Федерации, являются лососевые, которые отличаются высокими показателями вылова

и представляют особый интерес на российском рынке [3].

Разведение радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) является перспективным направлением, имеющим большую экономическую значимость. Радужная форель является наиболее предпочтительным видом аквакультуры благодаря относительной легкости выращивания, быстрым темпам роста, устойчивости к болезням и экологической пластичности. Данный вид форели выдерживает широкий диапазон температур воды (от 0 до 23 °C) [4].

Радужная форель характеризуется как объект с высоким содержанием белка [3]. Мясо рыбы отличается высокой питательной ценностью из-за наличия незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и витаминов [5]. Также радужная форель богата макро- и микроэлементами, такими как Ca, P, K, Na, Mn, F, Zn [3]. Благодаря содержанию полиненасыщенных жирных омега-3 кислот (эйкозапентаеновой и докозагексаеновой) у потребителей радужной форели отмечаются хорошее зрение и низкий уровень холестерина. Регулярное употребление рыбы благоприятно влияет на работу сердца и нервной системы человека [6].

В настоящее время форелеводство является интенсивно развивающейся отраслью во многих регионах России, в том числе и на территории Вологодской области. Выращивание форели является молодым и экономически важным направлением рыбохозяйственной деятельности, что указывает на необходимость изучения данного вопроса [7, 8]. Целью настоящей работы было изучение современного состояния в России и мире, а также возможных перспектив развития выращивания радужной форели, в частности на территории Вологодской области.

Состояние мировой аквакультуры

Аквакультура – важнейшая часть производства рыбной продукции. С каждым годом потребление продуктов рыбной отрасли растет. Согласно данным ФАО, в 2022 г. объем мирового производства продукции рыболовства и аквакультуры достиг 223,2 млн т. Из них 185,4 млн т пришлось на рыбные и нерыбные объекты, а 37,8 млн т – на водоросли. В период с 1961 по 2021 г. общий объем потребления рыбной продукции на душу населения вырос с 9,1 до 20,7 кг живого веса и, соответственно, увеличился на 89 % за этот промежуток времени. Такая динамика обуславливается ростом спроса на рынке, развитием технологий консервации и распределения продукции, изменением потребительских предпочтений и ростом доходов населения [1].

В 2022 г. на долю аквакультуры пришлось 130,9 млн т продукции, из которых 94,4 млн т пришлось на водных животных (в эквиваленте живого веса), что составило 51 % от общей продукции мирового рыболовства и аквакультуры. Впервые было произведено больше животных в аквакультуре, чем в промышленном рыболовстве. Примерно 62,5 % от общего числа продукции были выращены во внутренних водоемах, а на объекты морской и прибрежной аквакультуры пришлось 37,4 % водных животных. Впервые за долгое время объем продукции аквакультуры превысил объем, получаемый при промышленном рыболовстве. Однако аквакультурой занимается лишь небольшая часть стран. Многие страны Африки, Азии, Латинской Америки и Карибского бассейна не имеют возможности в полной мере использовать свой потенциал в области аквакультуры в связи с затруднительным социально-экономическим положением [1].

В мире существует примерно 700 видов рыб, которые могут быть выращены в искусственно созданных условиях. При этом на 17 основных групп видов (карпы, сомы, лососевые, цихлиды, морские лещи и др.) приходится примерно 60 % глобальной продукции аквакультуры, остальные реализуются на местном уровне [1].

Как было упомянуто ранее, многие страны не используют свой потенциал для развития аквакультуры, из чего следует некоторое различие в показателях по уровню выращивания между регионами и странами. Страны Азии производят большую часть рыбной продукции, далее следуют страны Европы, а затем регионы Северной Америки. Китай является лидирующей страной по производству рыбной продукции и производит 36 % от общего объема в мире [1].

В 2022 г. произведено рекордное количество продукции аквакультуры – около 131 млн т. С 2020 г. этот показатель увеличился более чем на 6 %. Большую часть рыбной продукции составляет именно костная рыба – 65 % от общего объема в стоимостном выражении. Самыми ценными видами являются лососевые – 20 % в стоимостном выражении [1].

Среди многих семейств для выращивания именно виды семейства лососевых являются универсальными и высокоценными, а также пригодными для крупномасштабной аквакультуры. Согласно данным ФАО, именно на рыбу из этого семейства – лосося – спрос растет быстрее, чем на другие виды. В 2020 г. объем его экспорта составил 27,6 млрд долл. США, что в процентном соотношении составило 18,4 % [1]. Также за последние годы выросло и производство радужной форели во всем мире [9] (рис. 1).

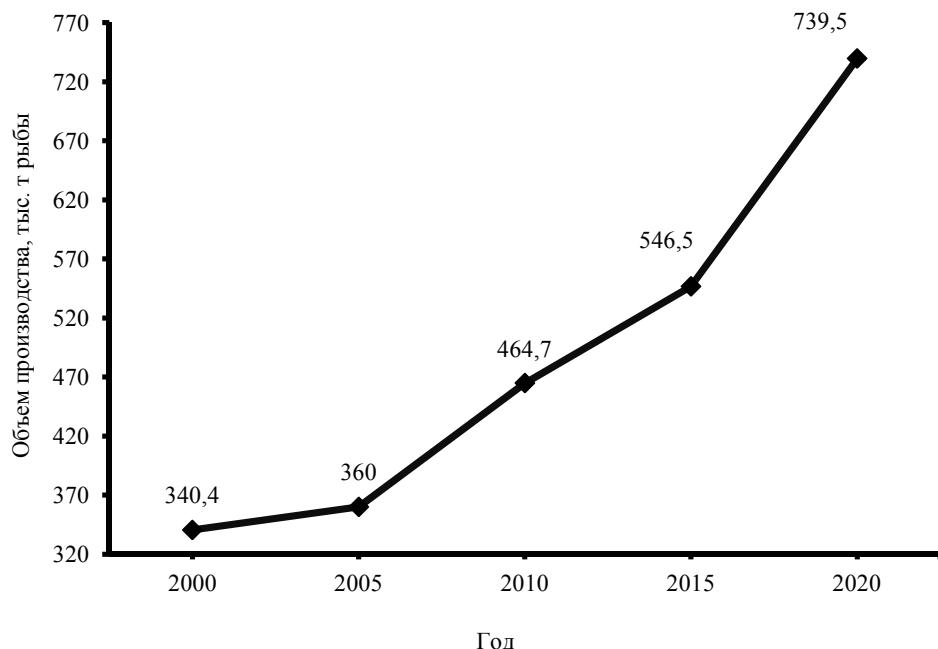


Рис. 1. Динамика объемов производства радужной форели в мире [9]

Fig. 1. Dynamics of rainbow trout production volumes in the world [9]

Радужную форель также можно назвать одним из ведущих объектов аквакультуры, поскольку она интродуцирована приблизительно в 82 странах. Рыба этого вида переносит широкий спектр экологических и производственных условий лучше, чем другие виды форели, поэтому ее выращивание возможно во многих странах [10].

Состояние аквакультуры в Российской Федерации

Рыбное хозяйство в России играет важную роль в продовольственном обеспечении страны, сохранении водных биоресурсов и повышении качества жизни населения. Территория страны располагает достаточным потенциалом для быстрого развития аквакультуры. На территории Российской Федерации около 22,5 млн га озер, 4,3 млн га водохранилищ, 142,9 млн га прудов и 523 млн км рек, а также 0,96 млн га сельскохозяйственных водоемов косвенного назначения относятся к рыбохозяйственному фонду внутренних пресноводных водоемов [11]. Также помимо производства рыбы и рыбной продукции для обеспечения населения страны Россия осуществляет экспорт товара в зарубежные страны. По результатам 2023 г. в Российской Федерации объем производства аквакультуры составил 402 тыс. т, превзойдя результат предыдущего года на 18,6 тыс. т (4,8 %) [12]. За 2023 г. в рейтинге

объемов производства рыбы и рыбной продукции первые места занимают Северо-Западный и Южный федеральные округа, где было выращено 139,1 и 86,7 тыс. т товарной продукции аквакультуры соответственно [12]. В Северо-Западном федеральном округе более чем 98 % рыбной продукции — доля атлантического лосося (семги) и форели. Третье место по производству товарной аквакультуры занял Дальневосточный федеральный округ с показателем объема производства рыбы и рыбной продукции в 84 тыс. т, превысив показатель 2022 г. (66,8 тыс. т) [12].

Основными видами объектов аквакультуры являются лососевые (семга, форель), карповые и растительноядные, осетровые виды рыб, а также ценные гидробионы. На территории Российской Федерации в 2023 г. первое место по объему производства товарной аквакультуры занимают лососевые рыбы, объем производства которых составил 158,6 тыс. т, улучшив результат предыдущего 2022 г. на 4,6 тыс. т [12].

Одним из самых распространенных рыбных объектов для выращивания в большинстве стран мира считается радужная форель. В России также наблюдается быстрый рост производства форели и динамичное развитие отрасли форелеводства [13] (рис. 2).

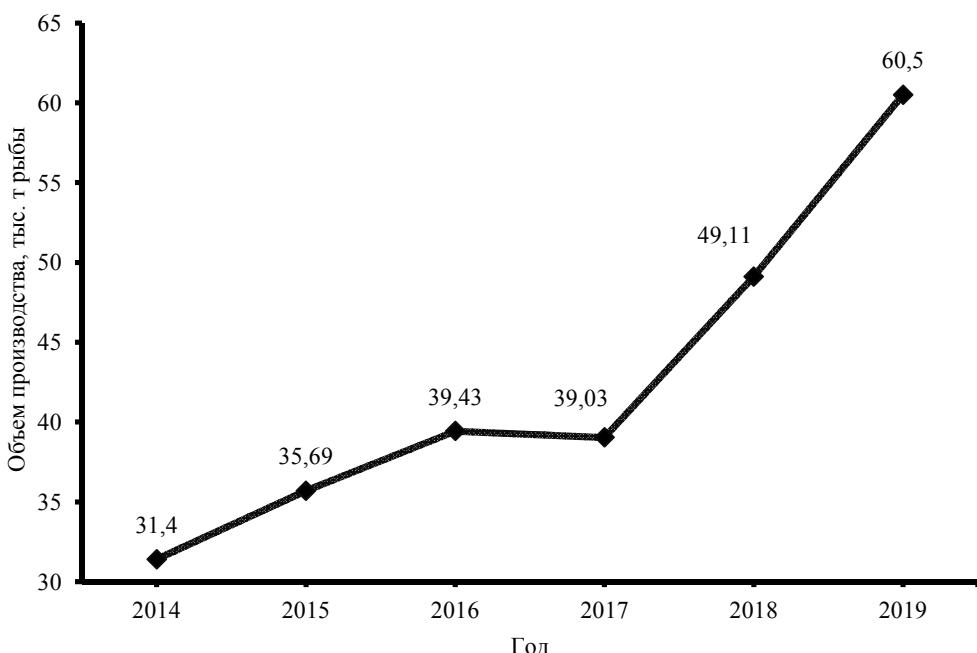


Рис. 2. Динамика объемов производства радужной форели в России [8]

Fig. 2. Dynamics of rainbow trout production volumes in Russia [8]

Географическое положение и благоприятные климатические условия многих регионов России создают предпосылки для широкого развития промышленного форелеводства [8].

Форель относится к типичным холодноводным рыбам. Температура воды около 7–18 °C способствует интенсивному росту радужной форели [14]. Климатические условия России благоприятно влияют на разведение радужной форели в условиях аквакультуры.

Состояние аквакультуры в Вологодской области

Развитие аквакультуры в Вологодской области началось в первой половине XX в. [15]. Акклиматизация рыб считалась одним из важнейших направлений развития рыбного хозяйства в водоемах Северо-Западного края России. Среди прочих в акватории Вологодской области было интродуцировано примерно 25 видов рыб, в том числе радужная форель, для улучшения состава ихтиофауны и повышения рыбохозяйственной ценности водоемов [16]. Аквакультура в Вологодской области с того времени стремительно развивается. При поддержке Департамента сельского хозяйства региона в 2015 г. была создана Комиссия по определению границ рыбоводных участков на водных объектах Вологодской области [17]. В результате работы комиссии было сформировано 19 рыбоводных участков для реализации индустриального садкового рыбоводства на территории 8 муниципаль-

ных районов. По округам было следующее распределение: 6 участков создано в Вытегорском районе на оз. Кужозере, Белоусовском и Ковжском водохранилищах, 3 участка создано в Белозерском округе на озерах Азатском, Моткозере и Кожине, по 2 участка сформировано в Вожегодском округе на озерах Пертозере и Святом, в Харовском округе – на оз. Кумзерском, в Кадуйском округе – на р. Суде, в Шекснинском районе – в разливах рек Ковжи и Ирдомки Шекснинского водохранилища, а также по 1 участку создано в Кирилловском округе на оз. Узбинском и в Сямженском округе на оз. Яхреньгском. В общей сложности в Вологодской области под индустриальное рыбоводство было сформировано 1 421 га [7].

Одним из ключевых абиотических факторов, влияющих на пригодность водоема для разведения форели, является температурный режим [18]. Оптимальная температура воды для взрослой форели составляет 14–18 °C. При температуре выше 20–22 °C форель прекращает питаться. Водоемы Вологодской области являются подходящими для выращивания радужной форели по критерию температуры воды. При разведении радужной форели в естественных температурных условиях водоемов Вологодской области рыба достигает массы примерно 1 кг в первый год жизни и 2 кг – во второй год. Продолжительность периода, в который отмечается интенсивный рост рыбы, составляет в среднем 179 дней в году.

Форель – оксифильная рыба, ей нужна вода, хорошо насыщенная растворенным кислородом. Нормальная жизнедеятельность форели протекает при 90–100 %-м насыщении воды кислородом. Реки и озера Вологодской области содержат достаточное для разведения радужной форели количество растворенного кислорода. Согласно исследованиям, минимальное содержание кислорода в воде должно достигать 5 мг/л. Количество растворенного кислорода в водоемах Вологодской области варьирует в пределах от 7 до 11 мг/л [7].

Пригодными для выращивания форели на территории области являются 14 водоемов – озера Узбинское, Кужозеро, Святое, р. Суда (Кадуйский район), разлив р. Kovжи Шекснинского вдхр., озера Моткозеро, Кожино, р. Суда (Череповецкий район), разлив р. Нагажма Белоусовского вдхр., озера Азатское, Лозское, Пертозеро, Долгое, а также Ковжское вдхр. Данные водоемы имеют оптимальные гидрографические и гидрохимические показатели для выращивания форели, а именно площадь водоемов от 11 до

6 524 га, средняя глубина 2,7–8,1 м, содержание фосфатов 0,03–0,2 мг/л, ионов аммония 0,05–0,47 мг/л, нитратов 0,1–1,81 мг/л, нитритов 0,01–0,04 мг/л [7].

Садковое форелеводство на рыбоводных участках осуществляют 8 организаций в Белозерском, Вожегодском, Вытегорском, Кадуйском, Кирилловском районах/округах. Выращивание товарной форели также осуществляется в прудах двумя рыбоводческими хозяйствами в Вытегорском районе, Тарногском округе [19].

Начало товарного производства радужной форели в Вологодской области было положено в 2016 г., и сейчас наблюдается положительная динамика объемов производства аквакультуры. За несколько лет производство радужной форели возросло с 10 до 994 т в год (рис. 3), такому росту способствует поддержка на региональном уровне и открытие новых предприятий, благодаря чему уже к 2022 г. на территории региона форелеводством занималось 16 предприятий.

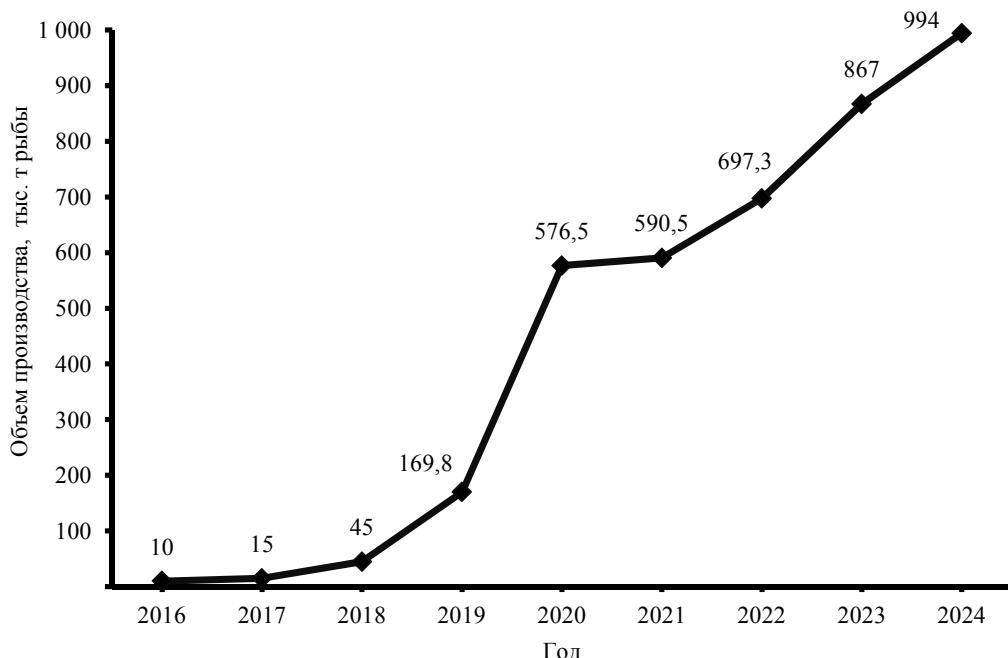


Рис. 3. Динамика объемов производства радужной форели в Вологодской области с 2016 по 2024 г. [7]

Fig. 3. Dynamics of rainbow trout production volumes in the Vologda region from 2016 to 2024 [7]

По итогам 2022 г. наиболее крупными предприятиями по выращиванию радужной форели являлись компании «Аквакультура» и «СХП "Чистое озеро"». Среди прочих в тот же год на территории Череповецкого района было открыто предприятие «Аквафиш», которое занимается производством

молоди радужной форели. С 2023 г. в условиях замкнутого водоснабжения в Вологодской области начал свою работу крупный комплекс фирмы «Аквапродукт» по выращиванию лососевых [7].

Развитию аквакультуры активно способствует политика Вологодской области. Программа «Инве-

стируй в Вологодчину» предлагает инвестиционные решения по производству кормов для рыб. С 2021 г. в Вологодской области действует государственная программа «Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов». В ее рамках предусмотрена поддержка производителей сельскохозяйственной продукции, в том числе и в сфере аквакультуры. В частности, производители могут рассчитывать на компенсацию части расходов на производство товарной рыбы (возмещение расходов на покупку кормов и рыбопосадочного материала) за счет средств областного бюджета [20]. Существует уже 15 действующих и планируется открыть еще 13 предприятий по выращиванию товарной рыбы на территории Вологодской области.

Заключение

Разведение и выращивание радужной форели – одно из перспективных направлений аквакультуры. Этот вид неприхотлив в выращивании, отличается быстрым темпом роста, высокой устойчивостью к болезням и экологической пластичностью. Радужная форель является ценным продуктом питания,

т. к. содержит множество макро- и микроэлементов, ее регулярное употребление хорошо влияет на сердечно-сосудистую и нервную системы. Производство радужной форели растет с каждым годом в связи с высоким спросом на нее. Потребление этого вида рыбы в мире в период с 1961 по 2021 г. увеличилось на 89 %, при этом большая часть радужной форели была произведена предприятиями аквакультуры.

Рыбное хозяйство в России выполняет важные функции в поддержании продовольственной безопасности страны, продовольственного обеспечения населения, а также сохранении водных биоресурсов. Территория страны располагает достаточным потенциалом для быстрого развития аквакультуры.

Северо-западный регион Российской Федерации, в том числе и водоемы Вологодской области, обладают наиболее подходящими условиями для выращивания радужной форели. Рост производства радужной форели в Вологодской области значительно вырос и достиг почти 1 000 т по итогам 2024 г. Этому росту способствует поддержка на региональном уровне и открытие новых предприятий.

Список источников

1. Краткий обзор. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Рим: ФАО, 2024. 40 с. <https://doi.org/10.4060/cd0690ru>.
2. Корнейко О. В., Покорменюк М. Д. Аквакультура в России: состояние и проблемы развития // АНИ: экономика и управление. 2017. № 4 (21). Т. 6. С. 202–204. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/akvakultura-v-rossii-sostoyanie-i-problemy-razvitiya> (дата обращения: 26.08.2024).
3. Соколов А. В. Пищевая и биологическая ценность второстепенных частей радужной форели, выращенной в аквакультуре // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 1. С. 105–111. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pischevaya-i-biologicheskaya-tsennost-vtorostepennyyh-chastey-raduzhnoy-foreli-vytraschennoy-v-akvakulture> (дата обращения: 26.08.2024).
4. Atul K. Singh. Emerging scope, technological upscaling, challenges and governance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) production in Himalayan region // Aquaculture. 2020. V. 518. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734826> (дата обращения: 26.08.2024).
5. Zhelyazkov G., Stratev D. Meat quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta fario*) farmed in Bulgaria // Journal of Food Quality and Hazards Control. 2019. V. 6. P. 37–40.
6. Минакова Н. Рыба для здоровья // Наука и инновации. 2020. № 3 (205). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tuba-dlya-zdorovya> (дата обращения: 26.08.2024).
7. Борисов М. Я., Коновалов А. Ф., Думнич Н. В., Степанов М. В., Чечулинская А. А. Развитие аквакультуры в Вологодской области и ее современное состояние // Трансформация экосистем. 2023. № 4 (22). URL: <https://>
8. Мамонтов И. Ю. Российское форелеводство и перспектива развития // Наука без границ. 2021. № 1 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskoe-forelevodstvo-i-perspektiva-razvitiya> (дата обращения: 26.08.2024).
9. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2022. Рим: ФАО, 2022. 266 с.
10. Войнарович А., Хойчи Д., Мот-Поульсен Т. Мелкомасштабное разведение радужной форели // Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим, 2014. 112 с.
11. Александрова М. А., Понамарева Е. Н. Современное состояние и перспективы развития лососевых на Европейском Севере России // Развитие и современные проблемы аквакультуры (Конференция «Аквакультура 2023»): сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (с. Дивноморское, 4–10 сентября 2023 г.). Ростов н/Д: ДГТУ-Принт, 2023. С. 11–18.
12. Коллегия. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2023 году и задачи на 2024 год. Материалы к заседанию. URL: <https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2024/03/sbornik-25-03-2024.pdf> (дата обращения: 20.09.2024).
13. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч.-аналит. обзор. М.: Изд-во Росинформагротех, 2019. 88 с.
14. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: краткий курс лекций для магистров I курса направления подготовки 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль подготовки «Аквакультура».

ра» / сост. И. А. Галатдинова. Саратов: Изд-во Саратовский ГАУ, 2016. 54 с.

15. Коновалов А. Ф. Основные итоги работ по акклиматизации рыб в водоемах Вологодской области // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2015. № 2. С. 7–14.

16. Коновалов А. Ф., Борисов М. Я. Направления работ по вселению и товарному выращиванию рыб в водоемах Вологодской области // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2015. № 5. С. 14–19.

17. Протокол № 1 заседания Комиссии по определению границ рыбоводных участков на водных объектах Вологодской области. URL: <https://agro.gov35.ru/images/stories/10.09.pdf> (дата обращения: 20.09.2024).

18. Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю. Садковое рыбоводство. Петропавловск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 164 с.

19. Публичный годовой отчет о результатах деятельности Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области за 2024 год. 2024. 63 с. URL: <https://inlnk.ru/goPKZj> (дата обращения: 20.09.2024).

20. О государственной программе «Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области на 2021–2025 годы»: постановление Правительства Вологодской области от 26 августа 2019 г. № 791 в ред. от 13 марта 2025 г. № 368. URL: https://agro.gov35.ru/dokumenty-strategicheskogo-planirovaniya/index.php?SECTION_ID=254 (дата обращения: 20.09.2024).

References

1. *Kratkij obzor. Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury* [A brief overview. The state of global fisheries and aquaculture]. Rim, FAO, 2024. 40 p. <https://doi.org/10.4060/cd0690ru>.

2. Kornejko O. V., Pokormenyuk M. D. Akvakul'tura v Rossii: sostoyanie i problemy razvitiya [Aquaculture in Russia: status and problems of development]. *ANT: ekonomika i upravlenie*, 2017, no. 4 (21), vol. 6, pp. 202–204. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/akvakultura-v-rossii-sostoyanie-i-problemy-razvitiya> (accessed: 26.08.2024).

3. Sokolov A. V. Pishchevaya i biologicheskaya cennost' vtorostepennyyh chastej raduzhnoj foreli, vyrashchennoj v akvakul'ture [Nutritional and biological value of secondary parts of rainbow trout grown in aquaculture]. *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2021, no. 1, pp. 105–111. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pishevaya-i-biologicheskaya-tsennost-vtorostepennyyh-chastej-raduzhnoy-foreli-vyraschennoy-v-akvakulture> (accessed: 26.08.2024).

4. Atul K. Singh. Emerging scope, technological upscaling, challenges and governance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) production in Himalayan region. *Aquaculture*, 2020, vol. 518. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734826> (accessed: 26.08.2024).

5. Zhelyazkov G., Stratev D. Meat quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta fario*) farmed in Bulgaria. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 2019, vol. 6, pp. 37–40.

6. Minakova N. Ryba dlya zdorov'ya. *Nauka i innovacii*, 2020, no. 3 (205). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ryba-dlya-zdorovya> (accessed: 26.08.2024).

7. Borisov M. Ya., Konovalov A. F., Dumnich N. V., Stepanov M. V., Chechulinskaya A. A. Razvitiye akvakul'tury v Vologodskoj oblasti i ee sovremennoe sostoyanie [The development of aquaculture in the Vologda region and its current state]. *Transformaciya ekosistem*, 2023, no. 4 (22). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-akvakul'tury-v-vologodskoj-oblasti-i-ee-sovremennoe-sostoyanie> (accessed: 26.08.2024).

8. Mamontov I. Yu. Rossijskoe forelevodstvo i perspektiva razvitiya [Russian trout farming and development prospects]. *Nauka bez granic*, 2021, no. 1 (53). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossijskoe-forelevodstvo-i-perspektiva-razvitiya> (accessed data obrashcheniya: 26.08.2024).

9. *Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury – 2022* [The state of global fisheries and aquaculture – 2022]. Rim, FAO, 2022. 266 p.

10. Vojnarovich A., Hojchi D., Mot-Poul'sen T. Melkomashtabnoe razvedenie raduzhnoj foreli [Small-scale breeding of rainbow trout]. *Prodovol'stvennaya i sel'skohozajstvennaya organizaciya ob"edinennyh nacij*. Rim, 2014. 112 p.

11. Aleksandrova M. A., Ponamareva E. N. Sovremennoe sostoianie i perspektivy razvitiia lososevykh na Evropeiskom Severe Rossii [The current state and prospects of salmon development in the European north of Russia]. *Razvitiye i sovremennye problemy akvakul'tury (Konferentsiya «Akvakul'tura 2023»): sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (s. Divnomorskoe, 4–10 sentiabria 2023 g.)*. Rostov-on-Don, DGTU-Print, 2023. Pp. 11–18.

12. *Kollegiya. Itogi deyatel'nosti federal'nogo agentstva po rybolovstvu v 2023 godu i zadachi na 2024 god. Materialy k zasedaniyu* [The College. The results of the activities of the Federal Agency for Fisheries in 2023 and the tasks for 2024. Materials for the meeting]. Available at: <https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2024/03/sbornik-25-03-2024.pdf> (accessed: 20.09.2024).

13. *Analiz sostoyaniya i perspektivnye napravleniya razvitiya akvakul'tury: nauchno-analiticheskij obzor* [Analysis of the state and promising directions of aquaculture development: a scientific and analytical review]. Moscow, Izd-vo Rosinformagrotekh, 2019. 88 p.

14. *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya akvakul'tury: kratkij kurs lekciy dlya magistrov I kursa napravleniya podgotovki 35.04.07 «Vodnye bioresursy i akvakul'tura», profil' podgotovki «Akvakul'tura»* [Modern problems and prospects of aquaculture development: a short course of lectures for first-year masters of the field of study 35. 04.07 “Aquatic bioresources and aquaculture”, training profile “Aquaculture”]. Sostavitel' I. A. Galatdinova. Saratov, Izd-vo Saratovskij GAU, 2016. 54 p.

15. Konovalov A. F. Osnovnye itogi rabot po akklimatizacii ryb v vodoemah Vologodskoj oblasti [The main results of the acclimatization of fish in the reservoirs of the Vologda region]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyajstvo*, 2015, no. 2, pp. 7–14.

16. Konovalov A. F., Borisov M. Ya. Napravleniya rabot po vseleнию i tovarnomu vyrashchivaniyu ryb v vodoemah

Vologodskoj oblasti [Areas of work on the introduction and commercial cultivation of fish in the reservoirs of the Vologda region]. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*, 2015, no. 5, pp. 14-19.

17. *Protokol № 1 zasedaniya Komissii po opredeleniyu granic rybovodnyh uchastkov na vodnyh ob"ektaх Vologodskoj oblasti* [Protocol No. 1 of the meeting of the Commission for determining the boundaries of fish farming areas in the water bodies of the Vologda region]. Available at: <https://agro.gov35.ru/images/stories/10.09.pdf> (accessed: 20.09.2024).

18. Ryzhkov L. P., Kuchko T. Yu. *Sadkovoe rybovodstvo* [Cage fish farming]. Petrozavodsk, Izd-vo PetrGU, 2008. 164 p.

19. *Publichnyj godovoj otchet o rezul'tatah deyatel'nosti Departamenta sel'skogo hozyajstva i prodrovol'stvennyh*

resursov Vologodskoj oblasti za 2024 god

[Public annual report on the performance of the Vologda Oblast Department of Agriculture and Food Resources for 2024]. Available at: <https://inlnk.ru/goPKZj> (accessed: 20.09.2024).

20. *O gosudarstvennoj programme «Razvitiye agropromyshlennogo i rybohozyajstvennogo kompleksov Vologodskoj oblasti na 2021–2025 gody»: postanovlenie Pravitel'stva Vologodskoj oblasti ot 26 avgusta 2019 g. № 791 v redakcii ot 13 marta 2025 g. № 368* [On the state program “Development of agro-industrial and fisheries complexes of the Vologda Region for 2021-2025”: Resolution of the Government of the Vologda Region dated August 26, 2019 No. 791 as amended on March 13, 2025 No. 368]. Available at: https://agro.gov35.ru/dokumenty-strategicheskogo-planirovaniya/index.php?SECTION_ID=254 (accessed: 20.09.2024).

Статья поступила в редакцию 29.10.2024; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принятa к публикации 20.06.2025
The article was submitted 29.10.2024; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 20.06.2025

Информация об авторах / Information about the authors

Мария Алексеевна Белова – младший научный сотрудник лаборатории прикладной биотехнологии; Череповецкий государственный университет; аспирант кафедры пищевых технологий и биоинженерии; Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова; mabelova@chsu.ru

Валерия Сергеевна Фонякина – студент, направление обучения «Биология (Общая биология)»; Череповецкий государственный университет; vsfoniakina@chsu.ru

Константин Владимирович Штер – студент, направление обучения «Биология (Общая биология)»; Череповецкий государственный университет; kvshter@chsu.ru

Игорь Алексеевич Никитин – доктор технических наук, доцент; заведующий кафедрой пищевых технологий и биоинженерии; Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова; научный сотрудник кафедры биологии; Череповецкий государственный университет; Nikitin.IA@rea.ru

Ольга Викторовна Новишенко – кандидат технических наук; доцент кафедры биотехнологии, аквакультуры, почвоведения и управления земельными ресурсами; Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева; научный сотрудник кафедры биологии; Череповецкий государственный университет; ollevi@bk.ru

Maria A. Belova – Junior Researcher of the Laboratory of Applied Biotechnology; Cherepovets State University; Post-graduate Student of the Department of Food Technologies and Bioengineering; Plekhanov Russian University of Economics; mabelova@chsu.ru

Valeria S. Fonyakina – Student, training area Biology (General Biology); Cherepovets State University; vsfoniakina@chsu.ru

Konstantin V. Shter – Student, training area Biology (General Biology); Cherepovets State University; kvshter@chsu.ru

Igor A. Nikitin – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Food Technologies and Bioengineering; Plekhanov Russian University of Economics; Researcher of the Department of Biology; Cherepovets State University; Nikitin.IA@rea.ru

Olga V. Novichenko – Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Biotechnology, Aquaculture, Soil Science and Land Management; Astrakhan Tatishchev State University; Researcher of the Department of Biology; Cherepovets State University; ollevi@bk.ru

Михаил Николаевич Кутузов – старший преподаватель кафедры биологии; Череповецкий государственный университет; kutuzov35@gmail.com

Дарья Дмитриевна Вилкова – PhD инженер биологических систем; заведующий лабораторией прикладной биотехнологии; Череповецкий государственный университет; dariavilkova333@gmail.com

Mikhail N. Kutuzov – Senior Lecturer of the Department of Biology; Cherepovets State University; kutuzov35@gmail.com

Daria D. Vilkova – PhD of Engineering of Biological Functions; Head of the Laboratory of Applied Biotechnology; Cherepovets State University; dariavilkova333@gmail.com

