

## **Перспективы товарного выращивания лососевых на Европейском Севере России**

*М.А. Александрова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: alexmarina@bk.ru

Рассмотрено мировое развитие аквакультуры на примере 10 стран и России. С помощью метода экстраполяции выявлена динамика развития товарного рыбоводства в Российской Федерации. Проанализирована инвестиционная привлекательность развития аквакультуры на Европейском Севере России (на примере предприятия ООО «Русское море – Аквакультура»). Приведены объёмы выращивания Атлантического лосося в мире и в России. Проанализировано производство товарной рыбы по субъектам Российской Федерации за 2020 год. Представлен аквафонд внутренних водоёмов и прибрежных акваторий морей России, в том числе территории Северо-Западного федерального округа, – потенциал для ускоренного развития аквакультуры. Раскрыта политика импортозамещения и помощь государства как важного стимулирующего фактора развития аквакультуры Европейского Севера России. Среди полученных результатов можно выделить следующие: обоснованы факторы, снижающие экономическую эффективность выращивания и реализации продукции лососевых; раскрыты причины болезней лососей на Европейском Севере России; представлен анализ влияния развития товарного выращивания Атлантического лосося на импортозамещение; выявлен уровень воздействия садкового выращивания рыбы на экологию и на генофонд природных популяций лососевых. Особое внимание уделено экономической эффективности кормов.

**Ключевые слова:** Европейский Север России, атлантический лосось, аквакультура, импортозамещение, инвестиционная привлекательность, динамика и перспективы развития, генетическое модифицирование.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время мировое потребление рыбы в мире на душу населения неуклонно растёт и достигнет 21,2 кг в 2030 г. по сравнению со средним показателем в 20,5 кг в 2018–2020 гг., в ближайшем будущем ожидается рост ещё больше, но темпы роста замедлятся по сравнению с предыдущим десятилетием до 0,4% в год против 1,1%.

Потребление рыбы на душу населения растёт в Азии, Европе и Америке, но на континенте с самым быстрорастущим населением – в Африке снижается. Мировое население приближается к 10 млрд человек, при этом формируется негативная тенденция – растёт число людей, страдающих от недоедания и неполноценного питания.

Сегодня перед мировым сообществом поставлена задача – обеспечить продовольствием 9,7 млрд людей к 2050 г. Для достижения этой задачи следует учитывать влияние следующих факторов: климатические изменения, экономическая и финансовая неста-

бильность, растущая конкуренция за природные ресурсы. В 2015 г. государства – члены ООН утвердили повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. При этом в долгосрочной программе, утвержденной членами ООН, поставлены задачи в отношении вклада рыболовства и производства аквакультуры в обеспечении продовольственной безопасности, полноценного питания населения с учётом требований устойчивого развития с экономической, социальной и экологической точек зрения.

Большое значение в обеспечении продовольственной безопасности имеет рыбная продукция. Эффективное управление рыболовством и наблюдаемое в течение ряда лет устойчивое развитие аквакультуры поддерживают развитие этих тенденций. Объём мирового производства рыбы (вылов и аквакультура) к 2030 г. должен увеличиться на 12,8% по сравнению с 2020 г. – до 201 млн т (по оценкам ФАО).

Согласно докладу «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры» (СОФИЯ) к 2030 г. совокупный

объём производства рыбы вырастет до 204 млн тонн, будет расти и доля аквакультуры, которая в настоящее время достигла 46%.

Удельный вес товарного производства в общем объёме поставок рыбной продукции после 1995 г. увеличился более чем в два раза. Доля продукции аквакультуры в общем объёме добытых и произведённых водных биоресурсов Китая на 2018 г. (по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН) составляет порядка 76,5%.

Общепризнано, что рыба, продукция рыболовства и рыбоводства являются одними из наиболее диетических продуктов питания на нашей планете, наименее воздействующими на природную среду, поэтому им следует уделять весомую роль в стратегии продовольственной безопасности.

Рыба — источник необходимых для здоровья человека элементов: легкоусвояемый белок, микроэлементы (железо, цинк, кальций, фосфор и др.), витамины групп А, В, Д, Е, но самое ценное в рыбе — жир, который состоит из полиненасыщенных жирных кислот (омега 3 и омега 6), и полностью усваивается организмом.

В период пандемии рыба остаётся важнейшим источником животного белка, микроэлементов и жирных кислот омега 3 для населения с заболеваниями или нарушениями сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции и пищеварения, и, главным образом, используется для поддержания иммунитета.

Состояние мировых запасов водных биологических ресурсов характеризуется следующими данными: 7% — опустошены; 17% — чрезмерно разработаны; 52% — практически полностью использованы; 1% — находится на восстановлении. Эксперты ФАО считают, что невозможно увеличивать объёмы промысла в ближайшем будущем, а продолжение добычи

в существующих объёмах приведёт к серьёзным биологическим и экономическим последствиям для рыболовства в целом [Александрова, 2017].

Российские рыбодобывающие компании ведут промысел в 200-мильных зонах иностранных государств на основании международных соглашений и договоров в области рыболовства и за пределами данной зоны в открытых районах Мирового океана, а также в рыболовной зоне России и внутренних водоёмах.

Несмотря на то, что запасы морских промысловых гидробионтов отечественной 200-мильной экономической зоны находятся в напряжённом состоянии и по отдельным популяциям они подорваны, существуют потенциальные возможности, реализуемые при соответствующем управлении и контроле над промыслом, позволяющие ещё пока российскому промысловому флоту добывать ежегодно около 5 млн т водных биоресурсов.

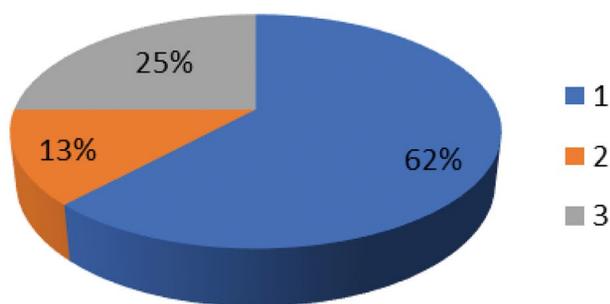
Необходимо обратить внимание на тот факт, что в ходе производственных процессов аквакультура использует кормовые ресурсы намного эффективнее, чем при выращивании говядины (в 4,5 раза) и свинины (в 2,8 раза) [Васильев, Александрова, 2021].

По оценке ФАО ООН, аквакультура в мировом рыбном хозяйстве — один из надёжных источников обеспечения населения рыбной продукцией и одна из самых быстрорастущих отраслей производства продовольствия.

Доля аквакультуры в объёмах мирового производства продукции из гидробионтов постоянно расширяется. Последнее время за рубежом морская аквакультура характеризуется как стремительно развивающаяся отрасль производства.

Приоритетное внимание необходимо уделять развитию аквакультуры в Африке и других регионах, где в связи со значительным ростом населения продовольственные системы окажутся в наиболее сложном положении. Универсальных путей решения проблемы обеспечения продовольственной безопасности нет, но можно с уверенностью констатировать тот факт, что для наращивания продовольствия, обеспечения доступа к нему и улучшения положения в области питания населения потребуются инновационные решения.

В странах с большей численностью населения, таких как страны Юго-Восточной Азии сосредоточено основное производство товарного выращивания рыбы и других водных объектов, их доля в общем производстве аквакультуры (по данным 2018 г.) составляет 88,69%, в том числе Китая — 57,9% (рис. 2, табл. 1) [Ежегодник ФАО, 2018].



**Рис. 1.** Распределение улова по зонам, в %: 1 — 200-мильные прибрежные воды зарубежных государств; 2 — рыболовная зона РФ; 3 — открытая часть океана за пределами 200-мильных прибрежных вод зарубежных государств

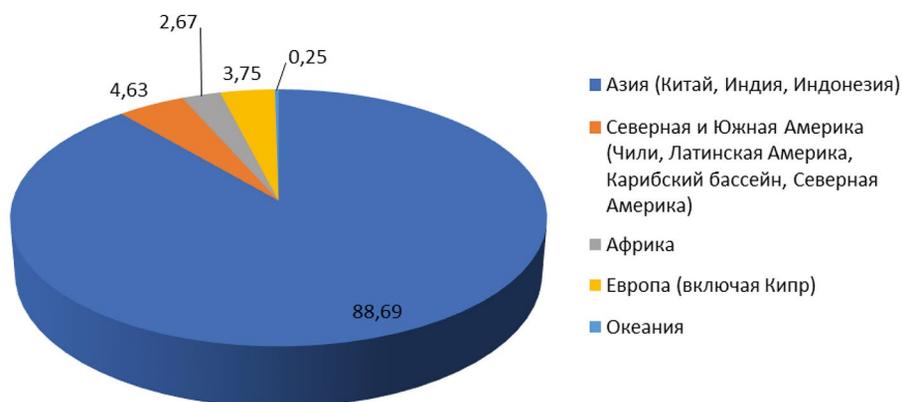


Рис. 2. Производство рыбы в аквакультуре по основным производителям в 2018 г. (% от мирового объёма)

Таблица 1. Производство рыбы в аквакультуре по основным производителям, тыс. т [Ежегодник ФАО, 2018]

Регионы/отдельные страны	2005 год	2010 год	2015 год	2018 год
<b>Азия</b> (за вычетом Кипра)	39185,9	51228,8	64591,8	72812,2
Китай (континентальный)	28120,7	35513,4	43748,2	47559,1
Индия	2967,4	3785,8	5262,0	7066,0
Индонезия	1197,1	2304,8	4342,5	5426,9
Азия, остальные страны	6600,8	9624,7	11241,2	12760,1
<b>Северная и Южная Америка</b>	2176,9	2514,6	3274,7	3799,2
Чили	723,9	701,1	1045,8	1266,1
Латинская Америка и Карибский бассейн, остальные страны	784,5	1154,5	1615,5	1873,6
Северная Америка	668,5	659,0	613,4	659,6
<b>Африка</b>	646,4	1285,8	1777,6	2195,9
<b>Европа</b> (включая Кипр)	2137,3	2527,0	2948,6	3082,6
Норвегия	661,9	1019,8	1380,8	1354,9
Страны – члены Европейского союза	1272,4	1263,3	1263,7	1364,4
Европа, остальные страны	203,1	243,9	304,0	363,2
<b>Океания</b>	151,5	187,8	178,5	205,3
<b>Россия</b>	115,1	121,1	154,1	204,0
<b>Весь мир</b>	<b>44298,0</b>	<b>57743,9</b>	<b>72771,3</b>	<b>82095,1</b>

Производство аквакультуры Европы составляет 1,2% (по объёму) и около 3% (по стоимости) от мирового производства.

Страны Северной Америки (США и Канада), как и Россия, обладают значительным водным фондом, большими запасами водных биологических ресурсов, но производство аквакультуры в сравнении с мировым производством по объёмному показателю характеризуется как незначительное (0,8% – страны Северной Америки) и (0,2% – Россия). Правительство стран Европы, Северной Америки и России первостепенное значение придают экологическим проблемам природопользования, но и их влиянию на здоровье человека. В США долгое время товарное производство и упо-

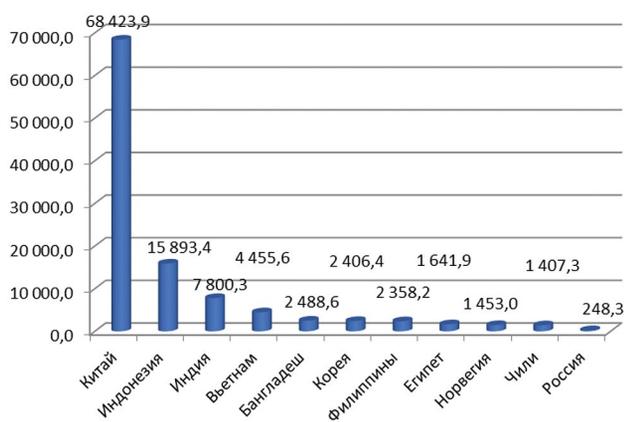
ребление в пищу генномодифицированной рыбы было запрещено. Так, например, в Канаде до 2023 г. будут закрыты 17 предприятий товарного выращивания, а в Шотландии потребительская организация SumOfus собрала 40 тысяч подписей под обращением к правительству с требованием установить контроль над предприятиями аквакультуры по выращиванию лососей [Васильев, Александрова, 2021].

#### *Современное состояние аквакультуры в мире и в России*

Россия располагает значительным потенциалом для ускоренного развития аквакультуры – крупнейшим в мире аквафондом внутренних водоёмов

и прибрежных акваторий морей. В состав рыбохозяйственного фонда внутренних пресноводных водоёмов России включены 22,5 млн га озёр, 4,3 млн га водохранилищ, 0,96 млн га сельскохозяйственных водоёмов косвенного назначения, 142,9 млн га прудов и 523 млн км рек. Большим фондом рыбохозяйственных водоёмов располагают такие федеральные округа как Сибирский (7516,6 тыс. га), Северо-Западный (650,4 тыс. га), Уральский (6270,4 тыс. га), но для товарного выращивания рыбы используется только около 110 тыс. га прудов [Мировое производство ..., 2020].

Протяжённая линия морского побережья России составляет около 60 тыс. км, площадь морских акваторий в Чёрном, Каспийском, Баренцевом, Белом, Азовском и дальневосточных морях, пригодная для размещения комплексов аквакультуры, составляет всего около 0,38 млн км<sup>2</sup>, современная площадь акваторий, используемая для выращивания морских биоресурсов, не превышает 25 тыс. га.

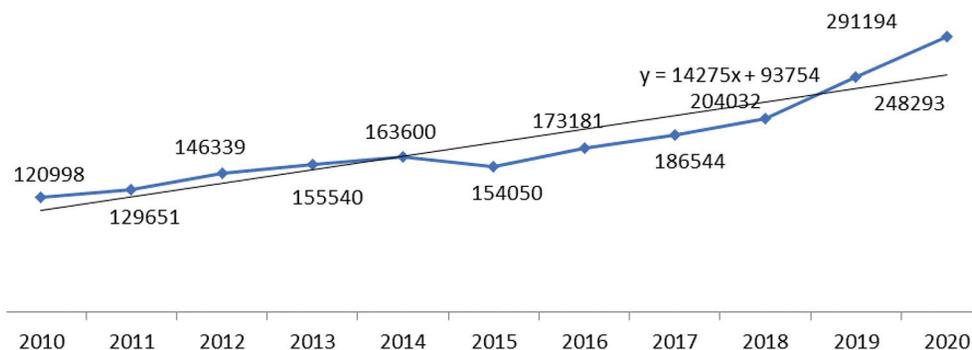


**Рис. 3.** Мировое развитие аквакультуры, тыс. т (на примере 10 стран и России) [Мировое производство ..., 2021]

Но при этом по производству продукции аквакультуры наша страна занимает 26-е место в мире (по данным ФАО ООН), то есть Россия значительно отстаёт по развитию товарного рыбоводства даже от тех стран, которые не имеют выхода к морю. Доля аквакультуры в объёмах мирового производства продукции из гидробионтов постоянно расширяется. Последнее время за рубежом морская аквакультура характеризуется как стремительно развивающаяся отрасль производства. В настоящее время развитием товарного рыбоводства занимаются 196 стран (рис. 3).

Большое внимание развитию товарного рыбоводства уделяет Правительство Российской Федерации, и планирует с его помощью не только повысить участие рыбной отрасли в выполнении Доктрины продовольственной безопасности, а также уменьшить остроту проблемы высоких цен на рыбную продукцию. Анализ развития производства продукции рыбоводства в России с 2010 по 2020 гг. выявил положительную динамику – наблюдается устойчивый рост. Выявленная тенденция развития производства продукции аквакультуры в России за период 2010–2020 гг. с помощью метода экстраполяции представлена на рис. 4.

В период с 2010 по 2020 гг. рост объёма производства продукции аквакультуры не только сохранился, но и продолжает расти. Общий объём производства продукции аквакультуры в России составил в 2020 г. 291,2 тыс. т, что на 170,2 тыс. т или 41,6% больше, чем в 2010 г. Продукция рыбоводства в общем объёме товарной рыбной продукции составляла 4,7%. При этом на лососевые рыбы в общем объёме выращивания приходятся 36,0%, на карповые – 42,0%. Объём продукции (из карповых) снизился в 2020 г. на 19,0%, а лососевых – повысился на 8,0% (по сравнению с 2018 г.) [Мировое производство ..., 2021].



**Рис. 4.** Динамика объёма российского производства продукции товарного рыбоводства (включая рыбопосадочный материал) за 2010–2020 гг., т

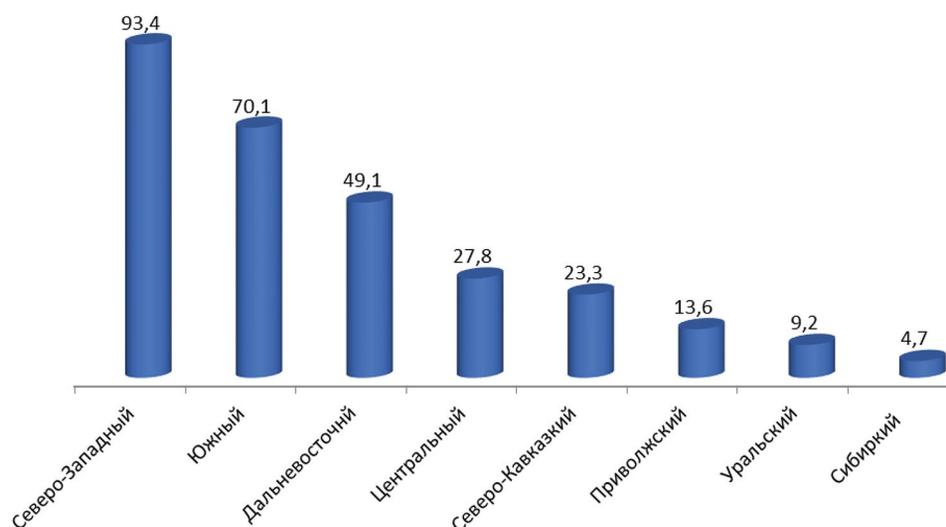


Рис. 5. Производство товарной рыбы по субъектам Российской Федерации за 2020 г., тыс. т

По объёмам выращивания рыбы в 2020 г. ведущее место занимают следующие федеральные округа: Северо-Западный (32%), Южный (24%), Дальневосточный (16%), Центральный (9,5%), Северо-Кавказский (8%).

Лидерами по товарному рыбоводству в стране являются Северо-Западный, Южный, Дальневосточный федеральные округа, на долю которых приходится свыше 73% всего производства продукции отрасли (рис. 5).

*Развитие аквакультуры лососевых на Европейском Севере России: современное состояние и перспективы*

Для территории Северо-Западного федерального округа характерны следующие особенности: огромный водный потенциал, уникальные озёрно-речные системы, значительная протяжённость нерестовых рек, обильный видовой состав и качественное богатство ихтиофауны, что предоставляет возможность для развития различных направлений рыбного хозяйства (промысла, воспроизводства, аквакультуры).

Одной из актуальных проблем Европейского Севера России является сохранение качества водной среды и её биоресурсов. По некоторым оценкам, для акваторий Северо-Западного федерального округа характерны следующие параметры: площадь озёр и водохранилищ – 72 тыс. км<sup>2</sup>, количество озёр – 422 тыс. единиц, рек – 245 тыс. единиц, протяжённость рек 803 тыс. км, акватории Белого моря – 90 тыс. км<sup>2</sup>, акватория Баренцева моря – 30 тыс. км<sup>2</sup>.

В Северо-Западном федеральном округе, в основном в Мурманской области (52,4 тыс. т) и в Карелии (26,5 тыс. т), в 2020 г. было произведено 78,9 тыс. т

аквакультурной товарной продукции (84,4% от общего объёма выращивания).

Морская аквакультура является фактором, стимулирующим деятельность рыбохозяйственного комплекса страны, способствующим получению дополнительной рыбной продукции и восполняющим промысловые ресурсы морей.

Продолжает своё развитие Российско-Норвежское сотрудничество в научно-исследовательской сфере в области аквакультуры, стороны уделяют повышенное внимание потенциальному воздействию аквакультуры на экосистему, здоровье рыб и снижение распространения инвазий и эпизоотий. Сотрудничество способствует обмену отраслевым опытом и передаче знаний в рамках Смешанная Российско-Норвежской комиссии по экономическому, промышленному и научно-техническому сотрудничеству. Мурманский государственный технический университет и Университет Нурланда успешно продолжают проект по подготовке кадров по аквакультуре.

Успешно развивается в Норвегии российский бизнес в области аквакультуры лососевых (не далеко от Киркенеса), где предприятие «KirkenesCharr» уже много лет производит до 120 т арктического гольца (*Salvelinus alpinus*) в год. Этому предприятию товарного выращивания рыбы уже на втором году работы было присвоено звание «Лучший продукт Норвегии». Предприятие «KirkenesCharr» было инвестировано российскими предпринимателями, но в настоящее время акционерами являются российские, норвежские и финские бизнесмены. Выращивают арктического гольца в общих наземных зелёных резервуарах в потоке ледяной воды, которая поступает из горного озера естественным путём покрывает тело рыбы вместе с есте-

ственной слизи, обеспечивая защиту гидробионту от инфекции и паразитов. Устройство резервуаров позволяет рыбе постоянно находиться в движении.

По мнению рыбоводов, арктический голец — это рыба экологически чистая и очень жизнеспособная сама по себе, требующая мало корма. Забой этой рыбы происходит особенно: рыба голодает 14 дней (жесткая диета позволяет получить очень мускулистую и здоровую рыбу), что способствует очищению её организма и повышению качества продукции [Терехин, 1984; Михайленко, 1992; Журавлёва, 2005; Анохина, 2012; Макаревич и др., 2018].

Выращиваемый на предприятии «KirkenesCharr» арктический голец поставляется на российский рынок. Данный представитель гидробионтов практически не наносит вреда окружающей среде.

В настоящее время это совместное предприятие российских, финских и норвежских инвесторов приобрело международную известность — стало лауреатом многих международных конкурсов и примером регионального сотрудничества в Баренцрегионе.

Руководство предприятия планирует его расширение — открытие ещё одного предприятия не только в Киркенесе, но и в Мурманске. Ценят этот экологически чистый продукт и в России — наши покупатели готовы платить за него более высокую цену (стоимость его в России (20 евро), выше, чем в Норвегии (15 евро)).

Рыбоводы находятся в постоянном поиске, на предприятии постоянно проводятся научно-исследовательские работы, фирма сотрудничает со многими научно-исследовательскими институтами и университетами, так, например, с университетом Тромсе.

Проводятся исследования по влиянию освещённости на скорость выращивания рыбы и ряд других [Siikavuorio, 2009; Gunnarsson, 2012; Jeuthe, 2013]. Результаты исследования по рыбопродуктивности арктического гольца свидетельствуют, что после моделирования зимних световых условий увеличение времени освещения может повысить продуктивность данного гидробионта для выращивания на 25–30%. Таким образом, большое внимание необходимо уделять световому режиму выращивания рыбы.

Проведённые исследования выявили улучшение роста арктического гольца в результате увеличения потребления корма и повышения эффективности конверсии корма за период после перевода из короткого фотопериода на непрерывный свет [Gunnarsson, 2012].

Ведутся исследования по врождённому и приобретённому иммунитету, в том числе по адаптивной иммунной реакции организма арктического гольца на бактериальную инфекцию [Schwenteit, 2013].

В 1980 г. в России впервые проводили на рыбноводном заводе «Имандра» Европейского Севера России выращивание озёрной формы арктического гольца от оплодотворённой икры до формирования маточного стада рыб, полученные результаты характеризовались как положительные, но индустриального внедрения данная разработка не получила [Терехин, 1984].

Разработаны рекомендации по выращиванию озёрной формы арктического гольца, усовершенствована биотехника инкубации икры, содержания и подращивания личинок [Михайличенко, 1992].

Существуют определённые трудности при выращивании гольца, несмотря на то, что данный вид обладает способностью расти в ледяной воде, что представляет уникальную возможность его товарного выращивания на Европейском Севере России, темпы роста невысокие — для достижения половой зрелости требуется до 30 месяцев [Черницкий, 1987; Анохина, 2012].

#### *Вклад учёных академических и отраслевых институтов в развитие аквакультуры лососевых Европейского Севера России*

Одна из важнейших задач аквакультуры заключается в искусственном воспроизводстве ценных видов рыб в Российской Федерации, выполнение которой началось с середины XX столетия — периода интенсивного гидростроительства, который изменил среду обитания многих видов рыб, в том числе условия размножения и роста молоди [Бурлаченко, Яхонтова, 2015]. В большей степени это коснулось осетровых, лососевых и других ценных видов рыб.

Обширные знания биологии сёмги и радужной форели в различные периоды жизни делают их основными и наиболее перспективными видами индустриальной аквакультуры Европейского Севера России. Рыбоводы Европейского Севера России имеют полувековой опыт разведения данных видов рыб, учёные академических и отраслевых институтов выполнили большое число разработок, способствующих совершенствованию рыбноводного процесса и повышению жизнестойкости получаемой молоди. Большое число широкомасштабных исследований, направленных на решение проблемы товарного выращивания сёмги и других лососевых, проводилось сотрудниками Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» в районах Тюва-губы, губы Чупа, Княжая, Палкина, Пильская, прибрежных водах Белого моря) и Мурманского биологического института в Восточном Мурмане (пос. Дальние Зеленцы). Результаты и выводы проведённых работ способствуют увеличению продуктивности маточного стада, улучшению биотехники пастбищного и то-

варного лососеводства [Журавлёва, 2005; Воробьёва, Карасева, 2021].

На Европейском Севере России продолжает работать научно-консультативный центр по вопросам аквакультуры, созданный ранее на базе Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО», в котором сотрудниками института проводятся научные консультации для рыбоводов предприятий товарного выращивания по широкому кругу биотехнических вопросов, болезней рыб, рыбным кормам и сохранению безопасного состояния акваторий рыбоводных хозяйств [Воробьёва, Карасева, 2021].

В 1958 г. на базе ПИНРО для изучения особенностей акклиматизации лососевых (горбуши) в бассейнах Белого и Баренцева морей была создана лаборатория акклиматизации и воспроизводства, которая и положила начало исследованиям по проблемам искусственного воспроизводства ценных видов рыб. Сотрудниками лаборатории проводилось культивирование норвежского лосося в специализированных условиях Западного Мурмана, полученные результаты демонстрируют несостоятельность практики ведения рыбоводного бизнеса на основе импортного посадочного материала и необходимость организации собственного производства товарного атлантического лосося (качественного смолта, адаптированного к гидрологическим условиям побережья Баренцева моря России) [Анохина, Винокуровов, 2014].

В лаборатории болезней промысловых гидробионтов проводят разработку методов и средств диагностики, профилактики и лечения болезней объектов аквакультуры, достигнуты определённые успехи [Карасев, 1997; 2003; Митенев 1997; 1999; 2000; 2003; Воробьёва, Карасева, 2021].

В рамках ихтиопатологических исследований учёными Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» ежегодно проводится мониторинг внешней патологии морских рыб и беспозвоночных с целью своевременного выявления заболеваний, которые представляют угрозу промысловым популяциям гидробионтов. По результатам мониторинга сотрудниками института сформирована и ежегодно пополняется база данных «Патология рыб морей Северного Ледовитого океана и Северо-Восточной Атлантики».

Произведена оценка влияния рыбоводных ферм на экологическую ситуацию рыбопромысловых водоемов [Воробьёва, Карасева, 2021].

Результаты исследований в области развития аквакультуры Европейского Севера России нашли отражение в многочисленных публикациях, нормативных документах, диссертационных работах сотрудников [Митенёв, 1997; 1999; 2000; 2003; Карасёв, 1997; Воробьёва, Карасёва, 2021].

### *Инвестиционная привлекательность развития аквакультуры Европейского Севера России*

Интерес к аквакультуре растёт не только в научно-исследовательской сфере, но и среди инвесторов. Проанализируем инвестиционную привлекательность развития аквакультуры Мурманской области на примере предприятия ООО «Русское море – Аквакультура». Перспективность развития аквакультуры в Мурманской области демонстрируют инвестиционные показатели предприятия:

1. Чистая текущая стоимость (*NPV*):

Итоговое значение чистого дисконтированного денежного потока – это показатель *NPV* или то количество денег, которое планируется получить по достижении горизонта планирования с учётом временного фактора. Данный показатель рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{n=1}^n (CF_n * \frac{1}{(1+i)^n}) - I_0,$$

где *CF<sub>n</sub>* – чистый доход; *i* – проектная ставка дисконтирования; *n* – год реализации проекта; *I<sub>0</sub>* – первоначальные инвестиционные затраты.

*NPV* характеризует конечный результат инвестирования в денежном выражении и определяется как разница между суммой чистого дохода, полученного при реализации проекта, приведённого к текущей стоимости путём дисконтирования, и инвестиционным затратам по нему.

Расчёт конечного значения чистой текущей стоимости:

$$NPV = 366698000 * \frac{1}{(1+0,137)^1} + 140000000 * \frac{1}{(1+0,137)^1} + 452030000 * \frac{1}{(1+0,137)^1} + 498220000 * \frac{1}{(1+0,137)^1} - 1200000000 = 45303067,17.$$

В данном проекте *NPV* равен 45303067,17 руб. Положительное значение показывает, что вызываемый инвестициями денежный поток в течение всей экономической жизни проекта превысит первоначальные капитальные вложения, обеспечит необходимый уровень доходности на вложенные фонды и увеличение рыночной стоимости.

2. Внутренняя норма доходности (*IRR*):

Внутренняя норма доходности – это такая ставка дисконтирования, при которой чистая текущая стоимость проекта (*NPV*) равна нулю.

Данный показатель находится методом интерполяции (подбора) по формуле:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV(i_1)}{NPV(i_1) - NPV(i_2)} * (i_2 - i_1),$$

где  $i_1$  и  $i_2$  – ставки дисконтирования.

Для нахождения внутренней нормы доходности используют те же методы, что и для чистой текущей стоимости, но вместо дисконтирования потоков наличности при заданной минимальной норме процента определяют такую её величину, при которой чистая текущая стоимость равна нулю. Значения  $NPV$  при различных ставках приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Значения  $NPV$  при различных ставках дисконта

NPV	10,0	152112586,6
NPV	11,0	121837142,2
NPV	12,0	92632260,81
NPV	13,0	64448765,97
NPV	14,0	37240209,21
NPV	15,0	10962694,24
NPV	16,0	-14425286
NPV	17,0	-38963000,4

Таким образом, чистая текущая стоимость имеет положительное значение 10962694,24 при ставке 15% и отрицательное значение –14425286 при ставке 16%.

Рассчитаем значение  $IRR$  по формуле:

$$IRR = 15 + \frac{10962694,24}{10962694,24 - (-14425286)} * (16 - 15) = 15,432\%.$$

Внутренняя норма доходности сравнивается с проектной ставкой дисконтирования: чем больше разница между ними, тем меньший уровень риска имеет проект. Анализируя полученный показатель  $IRR$ , можно сделать вывод о том, что проект не является рисковым, поскольку значение внутренней нормы доходности превышает проектную ставку дисконтирования ( $15,432 > 13,7$ )

3. Индекс рентабельности ( $PI$ ):

Метод расчёта индекса рентабельности является производным от метода расчёта  $NPV$ . Данный метод характеризует отдачу каждого инвестированного рубля. Для расчёта индекса рентабельности применяется формула:

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^N CF_n * \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right)}{I_0},$$

где  $CF_n$  – чистый доход;  $i$  – проектная ставка дисконтирования;  $n$  – год реализации проекта;  $I_0$  – первоначальные инвестиционные затраты.

Подставив следующие значения получим:

$$PI = \frac{366698000 * \frac{1}{(1+0,137)^1} + 410000000 * \frac{1}{(1+0,137)^2} + 452030000 * \frac{1}{(1+0,137)^3} + 498220000 * \frac{1}{(1+0,137)^4}}{1200000000} = 1,038.$$

Поскольку индекс рентабельности больше единицы, проект считается рентабельным.

Значения этих показателей свидетельствуют о выгодном вложении инвестора в предприятие ООО «РМ-аквакультура». Инвестиционные показатели предприятия отражают основную тенденцию финансового состояния и направления развития предприятий аквакультуры на Европейском Севере России.

По мнению специалистов, одна из основных причин большого внимания инвесторов к товарному выращиванию лососевых рыб в мире и России – высокий уровень экономической эффективности. Операционная рентабельность садковой системы для выращивания атлантического лосося составляет около 40%, рентабельность инвестиций – 18%, окупаемость 5–6 лет [Сравнение экономики ..., 2016].

### *Индустриальная аквакультура генетически модифицированного атлантического лосося на Европейском Севере России: проблемы, перспективы*

В настоящее время Мурманская область – это единственный регион Европейского Севера России, где выращивают генетически модифицированного атлантического лосося (ГМ-лосось). Объёмы мирового производства данного аквакультурного объекта представлены в табл. 3.

Представленные данные (табл. 3) свидетельствуют, что основным производителем Атлантического ГМ-лосося в мире является Норвегия. Её доля в общем объёме выращивания 2019 г. составляла 52,5%.

В Мурманской области выращиванием Атлантического ГМ-лосося занимаются только две компании: «Русский лосось» и «Русская аквакультура».

Политика импортозамещения и помощь государства – важные стимулирующие факторы для развития аквакультуры на Европейском Севере России, в том числе лососевых рыб. Стратегией развития рыбохо-

**Таблица 3.** Аквакультура атлантического лосося, тыс. т

Страна	2017 год	2018 год	2019 год
Норвегия	1236,3	1282,0	1364,0
Чили	614,2	661,1	702,1
Великобритания	189,7	166,0	190,5
Канада	120,5	123,5	118,6
Фарерские острова	86,8	78,9	95,0
Австралия	52,6	61,2	57,1
Россия	13,0	20,6	32,3
США	14,7	16,1	16,5,5
Исландия	11,3	13,4	27,1
Ирландия	18,3	12,0	11,3
Прочие	1,16	1,09	1,7
ВСЕГО	2358,6	2435,9	2599,7

зйственнного комплекса Российской Федерации предусмотрено увеличение объёма производства продукции аквакультуры к 2030 г. – до 618 тыс. т (планируется увеличение почти в 3 раза).

Мурманская область благодарна Правительству России за увеличение объёма средств, выделяемых региону на развитие аквакультуры, объём субсидий на 2021–2022 гг. составил 146141,7 тыс. рублей, что на 5,3 % больше выделенных средств в 2020 г. (138819,9 тыс. руб.) [Федеральный закон ..., 2021]. Ставится вопрос о возмещении капитальных затрат на товарную аквакультуру в размере от 25 до 30% сметной стоимости [Вовченко, 2012].

На экономическую эффективность выращивания атлантического лосося влияет ряд факторов, главный из которых – использование высококачественных кормов на основе рыбной муки и жира. Кормовой коэффициент при выращивании ГМ-лосося зависит от вида корма и ряда других причин и измеряется от 0,6 до 1,4. Качество и цены отечественных кормов не удовлетворяют рыбоводов, поэтому они чаще предпочитают использовать зарубежные корма. В целом, зависимость рыбных кормов от импорта составляет 69% (по оценке ассоциации «Росрыбхоз») [Овчинников и др., 2018].

Для придания мясу лососей естественного цвета их кормят красителями как натурального, так и синтетического происхождения – кантаксантином, которые пагубно влияют на зрение человека [Arrowsmith, Marks, 1989]. Пигмент является необходимым для эмбрионального развития лососей, обеспечивая выживаемость мальков. В природе каротиноиды попадают в тело рыб также с кормом, так как организм самой рыбы его не вырабатывает.

На снижение экономической эффективности выращивания ГМ-лосося влияют так же болезни рыб,

лечение которых ведётся с помощью антибиотиков, и такая продукция аквакультуры поступает в продажу.

На Европейском Севере России процесс развития садкового выращивания лососевых находится на начальном этапе и в течение последних лет аквакультура не получала планируемого развития.

Серьёзное опасение вызывает корм для рыб, содержащий полихлорированные дифенилы (ПХД). Проведённые исследования свидетельствуют, что уровень ПХД в мясе искусственно выращенного лосося был заметно выше, чем у диких особей. Данные токсичные вещества могут накапливаться в организме гидробионтов и некоторые из них могут нарушать нормальное функционирование нервной, иммунной и репродуктивной систем [White, Birnbaum, 2009].

Генетически модифицированный лосось растёт круглый год из-за введённого гормона роста и достигает необходимых размеров за 16–18 месяцев. Исследования свидетельствуют, что использование рекомбинантного гормона у живых организмов может потенциально способствовать развитию рака. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что ГМ-продукция может вызвать проблемы с почками, печенью и поджелудочной железой, репродуктивные проблемы и негативно повлиять на кровообращение и иммунитет [Кузнецов, Куликов, 2005].

Влияние аквакультуры на природную среду очень велико. Основное негативное воздействие аквакультуры на дикие виды выражается в распространение опасных вирусов, бактерий и паразитов; в появлении в природных водоёмах чужеродных видов рыб (их выпуск), что может привести к межвидовой конкуренции; в появлении в водоёмах отдалённых популяций, что возможно будет способствовать «генетическому загрязнению».

Россия располагает большими запасами лососевых видов рыб, и промысловая добыча диких лососей обеспечит спрос на эти ценные водные биологические ресурсы. Решаются вопросы увеличения поставок рыбной продукции с Дальнего Востока в Европейскую часть России. Предполагается, что с увеличением объёмов перевозок рыбопродукции морским путём тарифы будут снижены, что даст возможность уменьшить цены на рыбную продукцию [Васильев, Александрова, 2021].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Россия обладает значительным водным фондом, большими запасами водных биологических ресурсов, но производство аквакультуры в сравнении с мировым производством по объёмному показателю характеризуется как незначительное (0,2%). Наша страна

значительно отстаёт от мирового уровня рыбоводства и это правильно, так как у нас не осваиваются промысловые запасы дикой рыбы. С помощью метода экстраполяции выявленная тенденция развития производства продукции аквакультуры в Российской Федерации указывает на неуклонный рост.

Территория Кольского п-ова имеет огромный водный потенциал для развития аквакультуры, но температура природных вод Мурманской области несколько ниже, чем в Карелии и Северной Норвегии. По мнению рыбоводов при более низкой температуре расход кормов (основная статья расходов при искусственном воспроизводстве водных биологических ресурсов) увеличивается, и себестоимость продукции товарного выращивания возрастает. В связи с этим развитие товарного выращивания некоторых объектов водных биологических ресурсов (арктический голец) перемещается с Кольского п-ова на территории Карелии и Северной Норвегии (Киркенес).

Несмотря на раскрытые в статье серьёзные опасения по поводу выращивания и потребления Атлантического ГМ-лосося в мире и в России, существует спрос на него. Выявлена возможность обеспечения полного импортозамещения лососевой продукции, поступающей ранее из Норвегии, совместными поставками на российский рынок продукции с предприятий товарного выращивания Европейского Севера России и Дальнего Востока с помощью водного транспорта по Северному морскому пути (СПМ).

По расчётам экономистов ВНИРО, несмотря на сравнительно низкие цены закупки отечественных кормов, по сравнению с зарубежными, экономическая эффективность их значительно ниже, чем зарубежных.

Значения инвестиционных показателей предприятий подтвердили инвестиционную привлекательность развития аквакультуры Европейского Севера России, в связи с этим академическим и отраслевым институтам в тесном сотрудничестве с рыбоводами аквакультурных хозяйств необходимо продолжить широкомасштабные исследования по развитию товарного выращивания ценных видов водных биологических ресурсов на этой территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Агеев А.В. 2018. Состояние и перспективы мирового и отечественного производства кормов для объектов аквакультуры, производства и потребления рыбной муки // Рыбное хозяйство. № 5. С. 81–85.
- Аквакультура в Европе: Экономический обзор. 2019. Доступно через: <https://fishretail.ru/news/akvakultura-v-evrope-ekonomicheskij-obzor-401293>. 25.12.2020.
- Александрова М.А. 2017. К вопросу об обеспечении продовольственной безопасности страны // Экономика и предпринимательство. № 4–1 (81). С. 231–237.
- Алексеев А. 2019. Какую пользу приносит и какой вред наносит выращивание лосося // Коммерсантъ. 24.08.2019. Доступно через: [fishnet.ru/news/aquaculture\\_news/86112.html](http://fishnet.ru/news/aquaculture_news/86112.html).
- Алексеев М.Ю., Зубченко А.В. 2017. Причины депрессивного состояния стада Атлантического лосося (сёмги) реки Варзуга (Кольский полуостров) // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. № 2 (163). С. 16–23.
- Анохина В.С. 2012. Рыбоводно-биологическая оценка заводского выращивания гольца озёрного на предприятиях Мурманской области // Вестник МГТУ, Т. 15, № 3, с. 493–504.
- Анохина В.С., Виноградов А.С. 2014. Культивирование норвежского лосося в специфических условиях Западного Мурмана // Рыбное хозяйство. № 5. С. 80–85.
- Бурлаченко И.В., Яхонтова И.В. 2015. Рыбоводные технологии в искусственном воспроизводстве: современное состояние, проблемы, решения // Труды ВНИРО. Т. 153. С. 137–153.
- Васильев А.М., Александрова М.А. 2021. Проблемы и перспективы развития марикультуры Атлантического лосося в Российской Арктике // Север и Арктика. № 43. С. 5–18.
- Вовченко Е. 2012. Эксперты расходятся в оценках перспектив строительства лососевых рыбопроизводных заводов на Сахалине. Доступно через: <https://ecosakh.ru/2012/04/13/rybackaya-gazeta-za-aprel-2012-g-statya-e-vovchenko>. 17.12.2020.
- Воробьёв В.В., Проскура Д.Ю. 2018. Основа развития промышленной марикультуры — эффективная комплексная переработка культивируемых гидробионтов // Рыбное хозяйство. № 1. С. 87–91.
- Воробьёва И.К., Карасева Т.А. 2021. Аквакультура // ПИНРО. Путь к столетию. / Сост. Л.И. Пестрикова; отв. ред. В.А. Мухин. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича. С. 172–180.
- Глобальный голод продолжает расти, говорится в новом докладе ООН. 2018. Доступно через: <https://ru.wfp.org/news/globalnyy-golod-prodolzhaet-rastigovoritsya-v-novom-doklade-oon>. 27.08.2021.
- Журавлёва Н.Г. 2005. Академическая наука — лососеводству Мурмана // Рыбное хозяйство. № 2. С. 66–67.
- Ежегодник ФАО по статистике рыболовства и аквакультуры. 2018. Доступно через: <http://www.fao.org/fishery/statistics/yearbook/en>. 03.01.2021.
- Корма для рыбы: современные решения. 2015. // Рыбная сфера. № 2 (13). Доступно через: [https://www.fishnet.ru/news/aquaculture\\_news/49525.html](https://www.fishnet.ru/news/aquaculture_news/49525.html). 24.08.2021.
- Кузнецов В.В., Куликов А.М. 2005. Генетически модифицированные организмы и полученные из них продукты: реальные и потенциальные риски // Российский химический журнал. Т. 49. № 4. С. 70–83.
- Карасёв А.Б. 2003. Каталог паразитов рыб Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 149 с.

- Макаревич П.Р., Облучинская Е.Д., Дворецкий А.Г., Журавлёва Н.Г. 2018. Современные тенденции развития и культивирования нетрадиционных объектов аквакультуры (арктический голец, камчатский краб, морской ёж) и технологии переработки гиробионтов // Вестник МГТУ. Т. 21. № 2. С. 355–370.
- Митенёв В.К., Карасёв А.Б. 1997. Паразиты лососевых рыб Мурманской области. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 65 с.
- Митенёв В.К., Шульман Б.С. 1999. Паразиты рыб водоёмов Мурманской области. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 73 с.
- Митенёв В.К. 2000. Паразиты карповых рыб *Cyprinidae* Кольского Севера (фауна, экология, зоогеография). Мурманск: Изд-во ПИНРО. 84 с.
- Митенёв В.К. 2003. Паразиты сиговых рыб Кольского Севера (фауна, экология, зоогеография). Мурманск: Изд-во ПИНРО. 135 с.
- Михайленко В.Г. 1992. Разведение арктического гольца: Рекомендации по разведению озёрной формы арктического гольца. Апатиты: КНЦ РАН. 44 с.
- Мировое производство аквакультуры (по материалам ФАО). 2020. Статистический сборник. М.: ВНИРО. 193 с.
- Мировое производство рыбной продукции (по материалам ФАО). 2021. Статистический сборник. М.: ВНИРО. 274 с.
- Никандров В.Я., Павлисов А.А., Шиндавина Н.И., Лукин А.А., Голод В.М., Липатова М.И. 2018. Арктический голец – перспективный объект аквакультуры Севера России // Арктика: Экология и экономика. № 3 (31). С. 137–142.
- Норвежский лосось в 5 раз вреднее и токсичнее, чем любые другие продукты, – утверждают экологи. 2015. Доступно через: <https://roscontrol.com/journal/news/norvegskiy-losos-v-5-raz-vrednee-i-toksichnee-chem-lyubie-drugie-produkti-utvergdayut-ekologi/>. 26.08.2021.
- Овчинников А.С., Скоков Р.Ю., Сейдалиев Т.А., Петрухина Л.С., Уланов Е.В. 2018. Управление эффективным импортозамещением кормов в отечественном рыбном хозяйстве // Рыбное хозяйство. № 6. С. 67–71.
- Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по её реализации». Доступно через: <http://government.ru/docs/38448/>. 25.08.2021.
- Регулярным перевозкам рыбы по Севморпути помогут субсидии и загрузка обратных рейсов. 2020. Доступно через: <https://tass.ru/ekonomika/8542475>. 26.08.2021.
- Сравнение экономики и экологичности моделей с установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ) и садковой системы для выращивания Атлантического лосося. 2016. Доступно через: <https://aquavitro.org/2016/04/23/sravnenie-ekonomiki-i-ekologichnosti-modelej-uzv-i-sadkovej-sistemy-dlya-vyrashhivaniya-atlanticheskogo-lososya/>. 25.08.2021.
- Терехин Ю.В. 1984. Рекомендации по искусственному разведению гольцов на рыбноводном заводе «Имандра» Мурманской области. Мурманск: ПИНРО. 10 с.
- Федеральный закон от 02.12.2019. № 380-ФЗ «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов». Доступно через: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_339305/26.08.21](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_339305/26.08.21)
- Черницкий А.Г., Матишов Г.Г., Ермолаев В.В. 1987. Возможность использования арктического гольца для товарного лососеводства в Баренцевом море. Апатиты: Кольский филиал АН СССР. 37 с.
- Arrowsmith P.N., Marks R.G. 1989. Visual, refractive and keratometric results of radial keratotomy. Five-year follow up // Arch. Ophthalmol, V. 107 (4). pp. 506–511.
- Gunnarsson S., Imsland A.K., Siikavuopio S.I., Árnason J., Gústavsson A., Thorarensen H. 2012. Enhanced growth of farmed Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) following a short-day photoperiod // Aquaculture. V. 350–353. P. 75–81.
- Jeuthe H., Brännäs E., Nilsson J. 2013. Effects of egg size, maternal age and temperature on egg, viability of farmed Arctic charr // Aquaculture. V. 408–409. pp. 70–77.
- Schwenteit J.M., Breithaupt A., Teifke J.P., Koppang E.O., Bornscheuer U.T, Fischer U., Gudmundsdottir B.K. 2013. Innate and adaptive immune responses of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L.) during infection with *Aeromonas salmonicida* subsp. *Achromogenes* and the effect of the AsaP1 toxin // Fish Shellfish Immunology. V. 35. Is. 3. pp. 866–873.
- Siikavuopio, S.I. Sæther B.-S., Skybakmoen S., Uhlig C., Haugland E. 2009. Effects of a simulated short winter period on growth in wild caught Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) held in culture // Aquaculture. V. 287. pp. 431–434.
- White S.S., Birnbaum L.S. 2009. An Overview of the Effects of Dioxins and Dioxin-Like Compounds on Vertebrates, as Documented in Human and Ecological Epidemiology // J. of Environmental Science and Health. Part C. Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews. V. 27. pp. 197–211.

Поступила в редакцию 17.09.2021 г.  
Принята после рецензии 11.10.2021 г.

## Prospects for commercial salmon farming in the European North of Russia

*M.A. Aleksandrova*

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia

The world development of aquaculture is disclosed on the example of 10 countries and Russia. Using the extrapolation method, the dynamics of the development of commercial fish farming in the Russian Federation has been revealed. The investment attractiveness of the development of aquaculture in the European North of Russia is analyzed (by the example of the enterprise LLC «Russian Sea – Aquaculture»). The volume of Atlantic salmon cultivation in the world and in Russia is given. The production of marketable fish in the constituent entities of the Russian Federation for 2020 is analyzed. The water fund of inland water bodies and coastal waters of the seas of Russia, including the territory of the North-West Federal District, is presented – the potential for the accelerated development of aquaculture. The policy of import substitution and government assistance are disclosed as an important stimulating factor in the development of aquaculture. European North of Russia. Among the results obtained, the following can be distinguished: the factors that reduce the economic efficiency of growing and selling salmon products have been substantiated; the causes of salmon diseases in the European North of Russia are revealed, and an analysis of the impact of the development of commercial farming of Atlantic salmon on import substitution is presented, and the level of impact of cage farming on the ecology and on the gene pool of natural salmon populations is revealed. Particular attention is paid to the economic efficiency of feed.

**Keywords:** European North of Russia, Atlantic salmon, aquaculture, import substitution, investment attractiveness, dynamics and development prospects, genetic modification.

### REFERENCES

- Ageev A.V. 2018. Sostoyanie i perspektivy mirovogo i otechestvennogo proizvodstva kormov dlya ob'ektov akvakul'tury, proizvodstva i potrebleniya rybnoj muki [State and prospects of world and domestic production of feed for aquaculture facilities, production and consumption of fish meal] // *Rybnoe khozyajstvo*. № 5. S. 81–85.
- Akvakul'tura v Evrope: ehkonomicheskij obzor [Aquaculture in Europe: an economic overview]. 2019. Accessible via: <https://fishretail.ru/news/akvakultura-v-evrope-ekonomicheskij-obzor-401293>. 25.12.2020.
- Aleksandrova M.A. 2017. K voprosu ob obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti strany [On the issue of ensuring the country's food security] // *Ehkonomika i predprinimatel'stvo*. № 4–1 (81). S. 231–237
- Alekseev A. 2019. Kakuyu pol'zu prinosit i kakoj vred nanosit vyrashchivanie lososya // *Kommersant*. 24.08.2019. Accessible via: [fishnet.ru/news/aquaculture\\_news/86112.html](https://fishnet.ru/news/aquaculture_news/86112.html).
- Alekseev M. Yu., Zubchenko A.V. 2017. Prichiny depressivnogo sostoyaniya stada Atlanticheskogo lososya (semgi) reki Varzuga (Kol'skij poluostrov) [Reasons for the depressive state of the Atlantic salmon (salmon) herd of the Varzuga River (Kola Peninsula)] // *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta*. № 2 (163). S. 16–23
- Anokhina V.S. 2012. Rybovodno-biologicheskaya otsenka zavodskogo vyrashchivaniya gol'tsa ozernogo na predpriyatiyakh Murmanskoy oblasti [Fish-breeding biological assessment of commercial cultivation of lake char at the enterprises of the Murmansk region] // *Vestnik MGTU*. T. 15, № 3, s.493–504.
- Anokhina V.S., Vinogradov A.S. 2014. Kultivirovanie norvegskogo lococa v cpezificheskikh usloviyah Zapadnogo Murmana [Cultivation of Norwegian salmon in the specific conditions of West Murman] // *Rybnoe khozyajstvo*. No. 5, pp. 80–85.
- Burlachenko I.V., Yakhontova I.V. 2015. Rybovodnye tekhnologii v iskusstvennom vosproizvodstve: sovremennoe sostoyanie, problemy, resheniya [Fish breeding technologies in artificial reproduction: current state, problems, solutions] // *Trudy VNIRO*. T. 153. S. 137–153.
- Vasil'ev A.M., Aleksandrova M.A. 2021. Problemy i perspektivy razvitiya marikul'tury Atlanticheskogo lososya v Rossijskoj Arktike [Problems and prospects for the

- development of Atlantic salmon mariculture in the Russian Arctic] // Sever i Arktika. № 43. S. 5–18.
- Vovchenko E. 2012. Ehksperty raskhodyatsya v otsenkakh perspektiv stroitel'stva lososevykh ryborazvodnykh zavodov na Sakhaline [Experts differ in their assessments of the prospects for the construction of salmon fish hatcheries on Sakhalin]. Accessible via: <https://ecosakh.ru/2012/04/13/rybackaya-gazeta-zaprel-2012-g-statya-e-vovchenko>. 17.12.2020
- Vorob'ev V.V., Proskura D. Yu. 2018. Osnova razvitiya promyshlennoj marikul'tury – ehffektivnaya kompleksnaya pererabotka kul'tiviruemykh gidrobiontov [The basis for the development of industrial mariculture is an effective complex processing of cultivated aquatic organisms] // Rybnoe khozyajstvo. № 1. S.87–91
- Vorob'eva N.V., Karaseva T.A. 2021 Akvakul'tura [Aquaculture] // PINRO. Put' k stoletiyu. / Sost. L.I. Pestrikova; otv. red. V.A. Mukhin. Izd. 2-e, pererab. i dop. Murmansk: PINRO im. N.M. Knipovicha. S. 172–180.
- Global'nyj golod prodolzhaet rasti, govornitsya v novom doklade OON [Global hunger continues to grow, says new UN report]. 2018. Accessible via: <https://ru.wfp.org/news/globalnyy-golod-prodolzhaet-rasti-govornitsya-v-novom-doklade-oon>. 27.08.2021.
- Zhuravleva N.G. 2005 Akademicheskaya nauka – lososevodstvu Murmana [Academic Science for Salmon Farming in Murman] // Rybnoe khozyajstvo. № 2. S. 66–67.
- Zhzhagodnik FAO po statistike rybolovstva i akvakul'tury [FAO Fisheries and Aquaculture Statistics Yearbook]. 2018. Accessible via: <http://www.fao.org/fishery/statistics/yearbook/en>. 03.01.2021.
- Federalnij zakon 02.12.19 № 380 «On the federal budget for 2020 and for the planning period of 2021 and 2022» [Federal Law of 02.12.2019. No. 380-FZ «On the Federal Budget for 2020 and for the Planning Period of 2021 and 2022»]. Accessible via: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_339305/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_339305/). 26.08.2021
- Korma dlya ryby: sovremennye resheniya [Fish feed: modern solutions.]. 2015. // Rybnaya sfera. № 2 (13). Accessible via: [https://www.fishnet.ru/news/aquaculture\\_news/49525.html](https://www.fishnet.ru/news/aquaculture_news/49525.html). 24.08.2021.
- Kuznetsov V.V., Kulikov A.M. 2005. Geneticheski modifitsirovannye organizmy i poluchennye iz nikh produkty: real'nye i potentsial'nye riski [Genetically modified organisms and products derived from them: real and potential risks] // Rossijskij khimicheskij zhurnal. T. 49. № 4. S. 70–83.
- Karasev A.B. 2003 Katalog parazitov ryb Barentseva morya [Catalog of fish parasites in the Barents Sea]. Murmansk: izd-vo PINRO. 149 s.
- Makarevich P.R., Obluchinskaya E.D., Dvoret'skij A.G., Zhuravleva N.G. 2018 Sovremennye tendentsii razvitiya i kul'tivirovaniya netraditsionnykh ob'ektov akvakul'tury (arkticheskij golets, kamchatskij krab, morskoy ezh) i tekhnologii pererabotki girobiontov [Modern trends in the development and cultivation of non-traditional aquaculture objects (Arctic char, Kamchatka crab, sea urchin) and technologies for processing gyrobionts] // Vestnik MGTU. T. 21. № 2. S. 355–370.
- Mitenev V.K., Karasev A.B. 1997. Parazity lososevykh ryb Murmanskoy oblasti [Parasites of salmon fish of Murmansk region]. Murmansk: izd-vo PINRO. 65s.
- Mitenev V.K., Shul'man B.S. 1999. Parazity ryb vodoemov Murmanskoy oblasti [Fish parasites of water bodies of the Murmansk region]. Murmansk: izd-vo PINRO. 73s.
- Mitenev V.K. 2000 Parazity karpovykh ryb Cyprinidae Kol'skogo Severa (fauna, ehkologiya, zoogeografiya) [Parasites of cyprinids Cyprinidae of the Kola North (fauna, ecology, zoogeography)]. Murmansk: izd-vo PINRO. 84 s.
- Mitenev V.K. 2003 Parazity sigovykh ryb Kol'skogo Severa (fauna, ehkologiya, zoogeografiya) [Parasites of whitefishes of the Kola North (fauna, ecology, zoogeography)]. Murmansk: izd-vo PINRO. 135s.
- Mikhajlenko V.G. 1992 Razvedenie arkticheskogo gol'tsa: Rekomendatsii po razvedeniyu ozernoj formy arkticheskogo gol'tsa [Breeding Arctic char: Recommendations for breeding the lacustrine form of Arctic char]. Apatity: KNTS RAN. 44 s.
- Mirovoe proizvodstvo akvakul'tury (po materialom FAO). 2020. [World aquaculture production (according to FAO)]. Statisticheskij sbornik. M.: VNIRO. 193 p.
- Mirovoe proizvodstvo rybnoj produktsii (po materialom FAO). 2021. [World production of fish products (according to FAO)]. Statisticheskij sbornik. M.: VNIRO. 274 p.
- Nikandrov V. Ya., Pavlisov A.A., Shindavina N.I., Lukin A.A., Golod V.M., Lipatova M.I. 2018. Arkticheskij golets – perspektivnyj ob'ekt akvakul'tury Severa Rossii [Arctic char – a promising object of aquaculture in the North of Russia] // Arktika: Ehkologiya i ehkonomika. № 3(31). S. 137–142.
- Norvezhskij losos'v 5 raz vrednee i toksichnee, chem lyubye drugie produkty, – utverzhdayut ehkologi [Norwegian salmon is 5 times more harmful and toxic than any other products, environmentalists claim]. 2015. Accessible via: <https://roscontrol.com/journal/news/norvegskiy-losos-v-5-raz-vrednee-i-toksichnee-chem-lyubie-drukie-produkti-utverzhdayut-ekologi/>. 26.08.2021.
- Ovchinnikov A.S., Skokov R. Yu., Sejdaliev T.A., Petrukhina L.S., Ulanov E. V. 2018. Upravlenie ehffektivnym importozameshcheniem kormov v otechestvennom rybnom khozyajstve [Management of effective import substitution of feed in the domestic fisheries] // Rybnoe khozyajstvo. № 6. S.67–71.
- Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 26 noyabrya 2019 g. № 2798-r «Ob utverzhdenii strategii razvitiya rybokhozyajstvennogo kompleksa RF na period do 2030 g. i plana meropriyatij po ee realizatsii» [Order of the Government of the Russian Federation of November 26, 2019 No. 2798-r «On approval of the strategy for the development of the fishery complex of the Russian Federation for the period up to 2030 and an action plan for its implementation»]. Accessible via: <http://government.ru/docs/38448/>. 25.08.2021.

- Regulyarnym perevozkam ryby po Sevmorputi pomogut subsidii i zagruzka obratnykh rejsov* [Subsidies and loading of return flights will help regular transportation of fish along the Northern Sea Route]. 2020. Accessible via: <https://tass.ru/ekonomika/8542475>. 26.08.2021.
- Sravnienie ehkonomiki i ehkologichnosti modelej s ustanovkoj zamknutogo vodosnabzheniya (UZV) i sadkovoj sistemy dlya vyrashchivaniya Atlanticheskogo lososya* [Comparison of the economics and environmental friendliness of models with the installation of a closed water supply system and a cage system for growing Atlantic salmon]. 2016. Accessible via: <https://aquavitro.org/2016/04/23/sravnienie-ekonomiki-i-ekologichnosti-modelej-uzv-i-sadkovojsistemy-dlya-vyrashchivaniya-atlanticheskogo-lososya/>. 25.08.2021.
- Terekhin Yu.V.* 1984. Rekomendatsii po iskusstvennomu razvedeniyu gol'tsov na rybovodnom zavode «Imandra» Murmanskoy oblasti [Recommendations for artificial breeding of loaches at the Imandra fish hatchery in the Murmansk region]. Murmansk: PINRO. 10 s.
- Chernitskij A.G., Matishov G.G., Ermolaev V.V.* 1987. Vozmozhnost' ispol'zovaniya arkticheskogo gol'tsa dlya tovarnogo lososevodstva v Barentsevom more [The possibility of using Arctic char for commercial salmon farming in the Barents Sea]. Apatity: Kol'skij filial AN SSSR. 37 s.
- Arrowsmith P.N., Marks R.G.* 1989. Visual, refractive and keratometric results of radial keratotomy. Five-year follow up // *Arch. Ophthalmol.* V. 107 (4). pp. 506–511
- Gunnarsson S., Imsland A.K., Siikavuopio S.I., Árnason J., Gústavsson A., Thorarensen H.* 2012. Enhanced growth of farmed Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) following a short-day photoperiod // *Aquaculture*. V. 350–353. P. 75–81.
- Jeuthe H., Brännäs E., Nilsson J.* 2013. Effects of egg size, maternal age and temperature on egg, viability of farmed Arctic charr // *Aquaculture*. V. 408–409. pp. 70–77.
- Schwenteit J.M., Breithaupt A., Teifke J.P., Koppang E.O., Bornscheuer U.T, Fischer U., Gudmundsdottir B.K.* 2013. Innate and adaptive immune responses of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L.) during infection with *Aeromonas salmonicida* subsp. *Achromogenes* and the effect of the AsaP1 toxin // *Fish Shellfish Immunology*. V. 35. Is. 3. pp. 866–873.
- Siikavuopio, S.I. Sæther B.-S., Skybakmoen S., Uhlig C., Haugland E.* 2009. Effects of a simulated short winter period on growth in wild caught Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) held in culture // *Aquaculture*. V. 287. pp. 431–434.
- White S.S., Birnbaum L.S.* 2009. An Overview of the Effects of Dioxins and Dioxin-Like Compounds on Vertebrates, as Documented in Human and Ecological Epidemiology // *J. of Environmental Science and Health. Part C. Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*. V. 27. pp. 197–211.

#### TABLE CAPTIONS

**Table 1.** Fish production in aquaculture by main producers, thousand tons

**Table 2.** NPV values at different discount rates

**Table 3.** Aquaculture of Atlantic salmon, thousand tons

#### FIGURE CAPTIONS

**Fig. 1.** Distribution of catch by zones in%: 1–200-mile coastal waters of foreign countries; 2 – fishing zone of the Russian Federation; 3 – Open part of the ocean for the adhesives of the 200-mile coastal waters of foreign countries

**Fig. 2.** Production of fish in aquaculture for major manufacturers in 2018 (% of global volume)

**Fig. 3.** World aquaculture development, thousand tons (for example 10 countries and Russia)

**Fig. 4.** Dynamics of the volume of Russian production of products of commodity fish farming (including fishing material) for 2010–2020, tons

**Fig. 5.** Production of consight fish on the subjects of the Russian Federation for 2020, thousand tons