



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

бакалавра


На тему: «Особенности выращивания радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, в условиях рыбного хозяйства «Акватория» в садках в озере Высокинское Выборгского района Ленинградской области»

Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресусы и  
аквакультура,  
профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»

Исполнитель Капустникова Дарья Константиновна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат педагогических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)  
Костецкая Галина Анатольевна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий

кафедрой   
(подпись)

кандидат технических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)  
Королькова Светлана Витальевна  
(фамилия, имя, отчество)

« 22 » июня 2023 г.

Санкт-Петербург  
2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Глава 1. ВЫРАЩИВАНИЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ <i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792, КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ .....	6
1.1. Эколого-биологическая характеристика радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792.....	6
1.1.1. Систематика, внешнее и внутреннее строение .....	6
1.1.2. Физиологические особенности .....	9
1.1.3. Среда обитания. Поведение .....	10
1.2. Аквакультура радужной форели .....	11
1.3. Технологические основы выращивания радужной форели .....	13
1.3.1 Особенности технологий выращивания .....	13
1.3.2. Подращивание мальков .....	16
1.3.3. Выращивание молоди и товарной рыбы .....	17
1.3.4. Кормление .....	18
Выводы по главе 1 .....	21
Глава 2. АКВАКУЛЬТУРА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ <i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792, В УСЛОВИЯХ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА «АКВАТОРИЯ» В ОЗЕРЕ ВЫСОКИНСКОЕ ВЫБОРГСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	22
2.1. Комплексная характеристика озера Высокинское .....	22
2.1.1. Физико-географическое положение, климат .....	22
2.1.2. Гидрохимические особенности .....	24
2.1.3. Состав гидробионтов .....	26
2.1.4. Хозяйственное освоение водного объекта .....	27
2.1.5. Экологическое состояние .....	28

2.2. Возможности выращивания радужной форели в озере Высокинское .....	31
2.3. Рыбное хозяйство «Акватория» .....	33
2.4. Учет особенностей озера Высокинское при садковой аквакультуре радужной форели в рыбном хозяйстве «Акватория».....	34
Выводы по главе 2 .....	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	37
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	39
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	42

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность исследования.* Форель радужная *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, является одним из самых потребляемых и дорогостоящих видов рыбы. Именно этот вид рыб одним из первых внедрили в искусственное рыбоводство. На данный момент именно она является основным видом индустриального рыбоводства, которое используется во всем мире.

Форелевые хозяйства с большим успехом развиваются и существуют за счет высокой степени рентабельности. При использовании нужных условий радужная форель быстро достигает товарной массы, отлично усваивает корм и дает многочисленное потомство.

Озеро Высокинское, расположенное в Выборгском районе Ленинградской области, представляет интерес для промышленного выращивания радужной форели в садках, что и реализуется в хозяйстве «Акватория», расположенном в Приморском городском округе. Изучение особенностей выращивания радужной форели в условиях озера Высокинское может быть полезным для организации деятельности других форелевых хозяйств в районе этого озера, а также на других водоемах, имеющих сходные характеристики с озером Высокинское.

*Объект исследования:* выращивание радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, в садках.

*Предмет исследования:* особенности садкового выращивания радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, в условиях рыбного хозяйства «Акватория» в озере Высокинское Выборгского района Ленинградской области.

*Цель исследования:* изучить особенности выращивания радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, в условиях рыбного хозяйства

«Акватория» в садках в озере Высокинское Выборгского района Ленинградской области.

*Задачи исследования:*

1. Рассмотреть биологические и экологические особенности радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792;
2. Изучить аквакультуру радужной форели;
3. Ознакомиться с технологическими основами выращивания радужной форели;
4. Дать комплексную характеристику озера Высокинское;
5. Ознакомиться с деятельностью рыбного хозяйства «Акватория»;
6. Изучить возможности и особенности садкового выращивания радужной форели в озере Высокинское Выборгского района Ленинградской области.

Общий объём работы составляет 43 страницы (с приложениями). Работа включает в себя введение, основную часть, представленную двумя главами, выводы к этим главам, заключение, список использованной литературы и приложения. Список литературы составляет 27 наименований.

# Глава 1. ВЫРАЩИВАНИЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ

## 1.1. Эколого-биологическая характеристика радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792

Длина от 50 до 90 см, масса рыбы до 2 кг иногда до 6 кг. Тело длинное, выемчатый хвостовой плавник, радужная полоса вдоль хвостовой линии, отсутствуют красные пятна. В спинном плавнике 4 неветвистых и 9 — 10 ветвистых, в анальном соответственно 3 и 8–11 лучей. Чешуя довольно мелкая, вдоль боковой линии 136 – 148 чешуек (Приложение 1).

Многие ученые уверены, что радужная форель пресноводной формой тихоокеанского стальноголового лосося (*Salmo gairdneri*). В настоящее время ее вместе с последним видом все чаще относят к микиже (*Oncorhynchus mykiss*).

У взрослой особи радужная полоса вдоль боковой линии, из-за которой рыба и получила свое видовое название, особенно ярко окрашивается в фиолетовые и красные цвета в период нереста. Тело и плавники рыбы покрыты многочисленными темными пятнышками [1, 14].

### 1.1.1. Систематика, внешнее и внутреннее строение

Научное название радужной форели - *Oncorhynchus mykiss*. Вид был первоначально назван немецким натуралистом и систематиком Иоганном Юлиусом Вальбаумом в 1792 году на основе типовых образцов с полуострова Камчатка в Сибири.

Сэр Джон Ричардсон, шотландский натуралист, назвал особь этого вида *Salmo gairdneri* в 1836 году в честь Мередит Гайрднер, врача Компании

Гудзонова залива из Форта Ванкувер на реке Колумбия, который предоставил Ричардсону образцы.

В 1855 году Уильям П. Гиббонс, куратор геологии и минералогии в Калифорнийской академии наук, обнаружил популяцию и назвал ее *Salmo iridia* (от латинского: радуга), позже исправленное на *Salmo irideus*. Эти названия исчезли, как только было установлено, что описание Вальбаумом типовых экземпляров было конспецифичным и, следовательно, имело приоритет [8].

В 1989 году морфологические и генетические исследования показали, что форель из Тихоокеанского бассейна генетически ближе к тихоокеанскому лососю (вид *Oncorhynchus*), чем к сальмо – бурой форели (*Salmo trutta*) или атлантическому лососю (*Salmo salar*) из Атлантического бассейна.

Таким образом, в 1989 году таксономические органы отнесли радужную, головореза и другую форель Тихоокеанского бассейна к роду *Oncorhynchus*.

Имя Вальбаума имело приоритет, поэтому видовое название *Oncorhynchus mykiss* стало научным названием радужной форели. Предыдущие названия вида *irideus* и *gairdneri* были приняты в качестве названий подвидов для прибрежной радужной форели и краснополосатой форели реки Колумбия соответственно [8]. Проходные формы прибрежной радужной форели (*O. m. irideus*) или колумбийской речной краснополосатой форели (*O. m. gairdneri*) широко известны как стилхед (Таблица 1).

Таблица 1 –Подвиды *Oncorhynchus mykiss* [23]

Типовой подвид	Распространенное название	Ареал
Камчатская	Камчатская радужная форель (микижа)	Западная часть Тихого океана: полуостров Камчатка, и была зарегистрирована у Командорских островов к востоку от Камчатки и спорадически в Охотском море,



		вплоть до устья реки Амур
Прибрежная	Прибрежная радужная форель	Притоки Тихого океана от Алеутских островов на юге Аляски до Южной Калифорнии. Проходные формы известны как стальноголовая, пресноводные – как радужная форель.
	Форель бердсли	Обитает в озере Кресент, Вашингтон
Красноклеточная	Краснополосатая форель из реки Колумбия	Водится в реке Колумбия и ее притоках в Монтане, Вашингтоне и Айдахо. Проходные формы известны как красноклеточная сталеголовка.
	Радужная форель атабаска	Распространена в верховьях реки Атабаска в Альберте
	Краснополосатая форель из реки Макклауд	Обитает в реке Макклауд, выше по течению Миддл-Фоллс, и ее притоках в Северной Калифорнии, к югу от горы Шаста.
	Красноклювая форель из ручья Шипхейвен	Произрастает в Шипхейвен-Крик, округ Сискию, Калифорния. В 1972 и 1974 годах редбанд из Шипхейвен-Крик был пересажен в Болотный ручей, а в 1977 году – в Траут-Крик.
	Краснополосатая форель Большого бассейна	Обитает в юго-восточном Орегоне и некоторых частях Калифорнии и Невады на периферии Большого бассейна.
	Форель из Игл-Лейк	Эндемик Игл-Лейк в округе Лассен, Калифорния.
	Камлупс радужная форель	Обитает в нескольких крупных озерах Британской Колумбии, в частности в озерах Камлупс и Кутеней. Известна своими очень крупными размерами.
Золотистая	Золотистая форель	Произрастает в ручье Голден Траут (приток реки Керн), Вулкан-Крик (приток ручья Голден Траут) и реке Саут-Форк-Керн.
	Радужная форель из реки Керн	Эндемик реки Керн и притоков в округе Тулар, Калифорния. Ее нынешний ареал значительно сократился по сравнению с историческим. Остатки популяции обитают в реке Керн выше ручья Даррвуд, в верховьях ручьев Найнмайл, Рэтгленейк и Оса и, возможно, в верховьях ручья Пепперминт.
	Маленькая кернская золотистая форель	Эндемик примерно в 160 километрах (100 миль) от реки Литтл-Керн и притоков округа Тулар, Калифорния. В настоящее время

		ареал ее обитания ограничен пятью верховьями рек в бассейне реки Керн (Мокрые луга, Дедман, Содовый источник, Уиллоу, Овечий и Рыбный ручьи), а также интродуцированной популяцией в Койот-Крик, притоке реки Керн.
Мексиканская	Мексиканская радужная форель; - форель из Рио-Яки, Рио-майо и Гусман; - форель из Рио-Сан-Лоренсо и Арройо-ла-Сидра; - форель из Рио-дель-Президио	Иногда называемая нельсоновой форелью, встречается в трех различных географических группах. Систематика этой форели является предметом продолжающихся исследований, и в этой группе может быть значительное разнообразие форм.
Мутировавшие формы	Золотистая радужная форель или форель паломино	Золотистая радужная форель

### 1.1.2. Физиологические особенности

Взрослые особи пресноводной радужной форели в среднем весят от 0,5 до 2,5 кг (1-5 фунтов) в речной среде, в то время как обитающие в озере и проходные формы могут достигать 9 кг (20 фунтов). Окраска сильно варьируется в зависимости от региона и подвида. Взрослые пресноводные формы, как правило, сине-зеленые или оливково-зеленые с густыми черными пятнами по всей длине тела. Взрослые рыбы имеют широкую красноватую полосу вдоль боковой линии, от жабр до хвоста, которая наиболее выражена у размножающихся самцов [17].

Форель отличается следующими признаками. Количество чешуек от спинного плавника до боковой линии от 15 до 24 шт. Над анальным – от 13 до 19. Тело форели непропорционально, более или менее сжато с боков; морда короткая и островатая; под носовой полостью находятся зубы: на заднем крае передней треугольной пластинки 3 – 4 зуба и на нёбной поверхности рукоятки сошника 2 ряда сильных зубов. Число лучей в

спинном плавнике 3 – 4 (простые) и 910 (ветвистые), в грудных по 112, в брюшных по 118; в анальном 317 – 318, в хвостовых 17 – 19.

Окрас форели, как было упомянуто выше сильно изменчив. Спинная сторона тела обыкновенно оливково-зелёного цвета; бока жёлто-зелёные с округленными чёрными, иногда окружёнными голубоватой каймой, и красными или белыми пятнами; брюшная сторона беловато-серого цвета, иногда с медно-жёлтым блеском; брюшные плавники жёлтые; спинные испещрены точками. Иногда преобладает общая более тёмная окраска, изредка переходящая в почти чёрную; точно также наблюдается и более светлая окраска, иногда почти бесцветная. Вообще, цвет форели находится, по-видимому, в зависимости от цвета воды и дна, от пищи и части времени года (во время нереста форель становится темнее). Замечено, что в известковой воде форель светлее и серебристее, а в реках с илистым или торфяным дном – темнее. Считают также, что чем сытее форель, тем она одноцветнее и тем меньше пятен на ней. Часто наблюдается изменение окраски (появление и исчезновение пятен, полос и т. п.) при перемещении рыбы из естественных водоёмов в искусственные и наоборот [1, 17] (Приложение 1).

### 1.1.3. Среда обитания. Поведение

Ареал обитания различных форелевых видов сильно обширен. Представители этого семейства встречаются практически везде, где присутствуют озёра с чистой водой, ручьи или горные реки. Большая численность форелевых можно встретить в пресных водоёмах на территории Средиземноморья и в Западной Европе. В Америке и Норвегии форель является одним из самых популярных объектов спортивной рыбалки.

Озёрная форель встречается исключительно в чистых и прохладных водах, где зачастую группируется и находится на большой глубине. Ручьевая форель – относится проходным видам рыб, она способно находится не

только в соленой воде, но и в пресной. Такую форель зачастую можно встретить на участках воды с притоком чистой воды и большим обогащением кислорода воды [4, 11].

Представители вида Радужная форель встречаются в пределах Тихоокеанского побережья, а также вблизи североамериканского континента в водоёмах с пресной водой. Относительно недавно представители вида были искусственно перемещены в воды Австралии, Японии, Новой Зеландии, Мадагаскара и Южной Африки, где прижились с успехом. Радужная форель не любит избытка солнечного света, поэтому в дневные часы старается спрятаться среди коряг или камней.

В России представители семейства Лососёвые водятся на территории Кольского полуострова, в водах бассейнов Балтийского, Каспийского, Азовского, Белого и Чёрного морей, а также в реках Крыма и Кубани, в водах Онежского, Ладожского, Ильменского и Чудского озёр. Также форель невероятно популярна в условиях современного рыбоводства и выращивается искусственно в очень крупных промышленных масштабах [11].

## 1.2. Аквакультура радужной форели

Радужную форель выращивают в коммерческих целях практически по всему миру. Ловля началась в конце 19 века, а с 1950-х резко увеличилось ее производственный спрос. По статистике, в 2007 году по всему миру было выловлено порядка 604 695 тонн (только официально) выращенной на фермах радужной форели стоимостью около 2,6 миллиарда долларов США. Одним из ведущих производителей – Чили. Производство радужной форели в садках (морских) значительно стало увеличиваться в Норвегии и Чили, для поставки дорогостоящей рыбы на экспортные рынки. Внутреннее производство радужной форели для снабжения внутренних рынков

увеличилось в таких странах, как Италия, Франция, Германия, Дания и Испания. Другие крупные страны-производители форели включают США, Иран, Соединенное Королевство и Лесото. В то время как индустрия радужной форели в США в целом считается экологически ответственной, форель, выращиваемая в других местах, не обязательно выращивается теми же методами [27].

Самая большая часть добычи производится в штате Айдахо, США, в районе Снейк-Ривер, а происходит это из-за качества и температуры находящейся там воды.

Калифорния и Вашингтон также производят значительное количество выращиваемой форели. На востоке страны, в Пенсильвании, Северной Каролине и Западной Вирджинии, ведутся фермерские хозяйства.

Разведение радужной форели является одной из крупнейших отраслей аквакультуры, в США их выращивают в морях, озерах и прудах, другими словами везде, где есть непрерывный поток воды с чистой водой и низкой промышленностью. Так же, США известна, как страна с лучшим использованием методов управления [27]. .

Импорт радужной форели крайне низок, что составляет всего лишь 15% от всеобщей выращиваемой рыбы, теоретически вся выращиваемая продукция потребляется внутри страны. В Соединённых Штатах Америки производят 7% от производства по всему миру радужной форели.

Радужная форель, особенно выращиваемая на фермах и инкубаториях, восприимчива к кишечному краснотуберкулезному заболеванию. Было проведено значительное количество исследований, посвященных болезни редмута, учитывая ее серьезные последствия для разведения радужной форели. Болезнь не поражает людей.

Товарное форелеводство имеет успех не только в США, а также во многих других странах. В 1880 г. радужную форель завезли в Европу, а лишь в 1895 г., в Россию.

Изначально рыба обитала в холодных и прозрачных водах, но как выяснилось позже, форель хорошо растет и в обычных водоемах (как пресноводных, так и солоновато-водных, даже в морских) с чистой водой и достаточным содержанием кислорода. Форель довольна толерантна ко многим абиотическим факторам, но не к кислороду [10].

В последнее время наблюдается интерес и предпринимаются усилия по выведению вида радужной форели, который можно полностью переводить на веганскую диету посредством генетического отбора. Исследовательская группа, возглавляемая генетиком-исследователем Министерства сельского хозяйства США доктором Кеном Овертурфом, пришла к выводу, что такая естественная генетическая вариация веганской форели действительно существует, и считает, что они могут производить радужную форель, которую можно полностью кормить на 100% растительной основе [10].

### 1.3. Технологические основы выращивания радужной форели

#### 1.3.1. Особенности технологий выращивания

В настоящее время форелеводство это одно из самых перспективных и эффективных направлений в отечественной аквакультуре, потенциальные возможности которой оцениваются в 30–45 тысяч тонн ежегодно. Интенсивность производственных процессов и объем промышленного производства зависят от качества воды, кормов и видового состава культивируемых объектов.

Культивируемыми объектами являются радужная и ручьевая форель. Благодаря высоким продуктивным качествам, способности быстро приспосабливаться к условиям окружающей среды, радужная форель на территории Российской Федерации является основным объектом разведения в форелеводстве [5].

Она способна выдерживать широкий диапазон температур от 0 до 30 °С, активно осваивать естественную кормовую базу водоёма, а также обладает хорошими показателями роста в силу хорошего усвоения кормов. Форелевые хозяйства делятся на полносистемные и неполносистемные.

На полносистемных хозяйствах проходит весь цикл выращивания от икринки до товарной рыбы, на неполносистемных хозяйствах выращивается посадочный материал или товарная рыба.

Необходимым условием при организации холодноводного форелевого хозяйства является наличие постоянного источника водоснабжения, который способен удовлетворить нужды всего хозяйства. Источником водоснабжения может быть родник, ручей, река, озеро, водохранилище или грунтовые воды, которые в данном случае более предпочтительны, поскольку обладают постоянной температурой, отсутствием загрязнений и болезнетворных организмов [20].

От мощности водоисточника зависит количество получаемой продукции. По получаемой продукции, по площади и характеру хозяйства рассчитывается расход воды. При прудовом рыбоводстве нужна 2-5-кратная смена воды за сутки, при выращивании форели в бассейнах, с плотностью посадки достигающей 100 кг/м<sup>3</sup>, необходима 5-10 кратная смена воды в час.

Кратность смены воды определяет плотность посадки и при прудовом рыбоводстве, и при бассейновом.

Для прудового форелеводства чаще всего используются пруды, ширина которых колеблется от 4 до 12 метров и длина от 20 до 50 метров, глубина не превышает 1,2 метров. Для увеличения интенсивности форелевых хозяйств используют проточные бассейны.

Одно из основных их преимуществ перед прудами заключается в удобстве эксплуатации. В качестве материала для бассейнов может выступать бетон или стеклопластик.

Широкое распространение сейчас получают системы оборотного водоснабжения, такие хозяйства дополнительно оснащают фильтрами,

азраторами, озонаторами и насосами. Радужную форель можно выращивать в садках и бассейнах на тёплых сбросных водах энергетических и промышленных предприятий. На подобных хозяйствах форель выращивают в осенне-зимний период при температуре воды 5-20°C и товарной массы достигает на 12 месяц выращивания [10, 11].

Поскольку с возрастом у форели повышается солеустойчивость и её обмен веществ в солёной воде повышается, существуют морские нагульные садковые хозяйства, на которых с массы 120 – 150 грамм за год достигает массы 1 килограмм. Таким образом, существует несколько вариантов форелевого хозяйства, которые отличаются технологиями воспроизводства, типам используемых водоёмов, рыбоводческих ёмкостей и так далее. Каждый из технологических вариантов выращивания форели имеет свои преимущества и недостатки. Выбор способа выращивания определяется целым комплексом условий: местонахождением хозяйства, возможностью использования ресурсов того или иного водоема, его характеристиками, экономической целесообразностью и др.

Новые возможности открывает выращивание форели в садках и бассейнах.

Выращивание в садках можно успешно осуществить в озерах, водохранилищах, бассейнах при благоприятном режиме и оптимальной температуре для этой рыбы. Так как форель предпочитает невысокие температуры воды, использование садковой схемы особенно перспективно в регионах с прохладным климатом, начиная от первой рыбоводной зоны и севернее.

Развитию форелеводства благоприятствует здесь огромное количество озер, условия среды во многих из которых соответствуют экологии радужной форели. Наиболее предпочтительны для устройства садкового хозяйства водоемы олиготрофного типа. В 2020 г. в Карелии действовало 17 садковых хозяйств, в которых было выращено 2,4 тыс. т радужной форели [25].



### 1.3.2. Подращивание мальков

Для подращивания личинок форели используют специальные устройства – инкубационные аппараты, в которые переносят икру накануне выклева личинок. Выклев личинок может происходить и в отдельных специальных емкостях, в качестве которых используют прямоточные лотки или круглые пластиковые бассейны.

Для подращивания мальков до средней массы 5 г устанавливают бассейны диаметром 5 метров и высотой 1,2 метра. Объем воды в бассейне при наполнении до уровня 1 метр равен 18,8 м<sup>3</sup>. По центру бассейна располагается перекрытое решёткой отверстие, через которое происходит отвод воды [3].

Подращивание личинок занимает 30–45 суток, при температуре не ниже 15–16 °С можно добиться сокращения этого периода. Личиночный период заканчивается с полным рассасыванием желточного мешка и появлением чешуи и начинается мальковый этап.

К этому моменту мальки достигают массы до 500 миллиграмм. Посадка в бассейны осуществляется после сортировки по двум размерным группам. Плотность посадки - 30 кг/м<sup>3</sup>. В бассейнах устанавливается уровень воды в 1 метр. На этом этапе необходимо поддерживать оптимальную температуру воды от 12–14 °С, круглосуточно следить за гидрохимическими показателями, регулярно кормить рыбу каждые 2 часа и контролировать рост, изменяя дозировку корма.

В первые недели мальков кормят не меньше 8 раз за день с избытком пищи, по мере роста число кормлений уменьшается. Не рекомендует допускать повышенной плотности, так как это приводит к разноразмерности рыб, и озонировать воду раньше достижения мальками 2 граммов веса [3].

### 1.3.3. Выращивание молоди и товарной рыбы

Для выращивания молоди и товарной форели используются те же рыбоводные ёмкости, что и для выращивания мальков до массы 5 грамм, описанной выше. Адаптационный период длится первые 2–3 после зарыбления бассейнов, в это время не менее двух раз в день измеряют температуру воды и концентрацию кислорода для нормирования выдачи корма.

Нормы кормления зависят от размера рыб, количества отхода и температуры воды, так же необходим контроль за поедаемостью корма. Спустя 2–3 недели после зарыбления проводят контроль за состоянием рыб: проверяют наличие заболеваний, взвешивают, определяют среднюю массу и считают количество отхода за этот период.

Во время дальнейшего выращивания форели круглосуточно следят за сохранностью рыбы, собирают и регистрируют отход, проводят измерения температуры, прозрачности, цветности, рН, концентрации кислорода, аммонийного азота и нитритов. Температуру воды необходимо поддерживать в районе 18 °С, концентрацию кислорода не ниже 12 мг/л, рН – 7-8.

При отклонении показателей от нормы проверяют агрессивную окисляемость, концентрацию углекислоты, сероводорода, азота и железа. Каждые 10 дней проводят контрольный облов рыбы – отлавливают 10 особей из одного бассейна, обследуют на наличие заболеваний, взвешивают, определяют среднюю массу и прирост [14].

Раз в месяц проводится контрольное определение перманганатной и бихроматной окисляемости, солевого состава воды. В связи с тем, что форель хищник, при выращивании в аквакультуре особи растут неравномерно, более активные особи быстрее поглощают корм, растут быстрее и отгоняют более мелких рыб от мест выдачи корма.

Таким образом, некоторые особи могут быть в два раза крупнее остальных. Поэтому необходимо сортировать рыбу по размеру, не допуская

совместного содержания крупных и мелких рыб. Для сортировки используется сетка с диаметром ячеей 0,5 сантиметра, которая разделяет бассейн на две части. Впервые рыбу сортируют на 30 день после зарыбления бассейна, когда разница в росте достигнет 15-20% [514].

Плотность посадки товарной форели в бассейнах составляет 300-350 шт/м<sup>3</sup>, вода сменяется каждые 10-15 минут. При таких условиях можно достичь 75 килограмм рыбопродукции с 1 м<sup>3</sup> [13].

#### 1.3.4. Кормление

Кормление – это один из основных рабочих процессов в форелеводстве, на которых затрачивается более 55–65% расходов связанных с производством. Кормление – это процедура выдачи рыбам корма, исход из изменений роста рыбы, состава корма и т.п. Для получения экономического эффекта при выращивании форели – необходимо на постоянной основе осуществлять контроль за технологией кормления [26].

В настоящее время основной пищей для радужной форели выращиваемой в условиях аквакультуры являются выпускаемые промышленностью полноценные сухие комбикорма, которые выпускаются в виде крупки и гранул разных размеров [26].

Для нормальной жизнедеятельности, роста и развития форели корма должны быть сбалансированы по количеству питательных веществ и химическому составу. В зависимости от возраста рыбы, размеров, зрелости гонад, температуры и гидрохимических свойств воды изменяется потребность рыбы в белках, углеводах, жирах, витаминах и минеральных компонентах.

В настоящее время, для кормления радужной форели используют сухие гранулированные и экструдированные корма, которые обеспечивают

полноценное и сбалансированное питание рыбы на протяжении всего периода выращивания.

Корма для форели делят на 2 группы:

1). Стартовые корма – представляют собой гранулы мелкого размера от 0,5 до 3,5 мм, обогащенные питательными веществами. Производят корм из экструдированных гранул с большим количеством белка и с высокой степенью усвояемости;

2). Продукционные корма в виде гранул. Основной частью используемых кормов является высококачественный белок, доля которого в кормах составляет от 40% до 50%, производящийся из рыбной муки, которую получают благодаря низкотемпературной вакуумной сушке, а также белковых концентратов рыбы и сои с добавлением муки из креветок. Иногда рыбную муку частично заменяют крилевой, а также соевым шротом.

Оптимальное содержание белка в кормах для взрослых особей лососёвых видов рыб установлено в пределах 45% – 55%, а для молоди в 35% – 45%. Жиры так же важный компонент комбикормов из-за того, что являются легкоусваиваемыми источниками энергии. Специалисты убеждены, что для полноценного и сбалансированного питания рыб корма должны содержать преимущественно «жидкие» жиры, которые богаты ненасыщенными жирными кислотами [16].

Особенно это важно для ранних стадий развития – для личинок и мальков. «Твёрдые» жиры в состав продукционных кормов можно вводить для выращивания товарной форели. Потребность радужной форели в жире удовлетворяется при его содержании в корме в количестве 8–12%, 0,5% из которых должны составлять высоко ненасыщенные жирные кислоты, такие как: линолевая, линоленовая и арахидоновая.

Углеводы – это самый дешевый и доступный источник энергии. Тем не менее, усвоение углеводов лососевыми породами рыб составляет порядка 40%, в силу пониженной функции щитовидной железы и недостаточной

активности амилолитических ферментов. Из-за этого в форелевых кормах обычно низкое содержание углеводов – не более 20%, остальное количество процентов распределяется между глюкозой, лактозой, сахарозой и т.д.

Выявлено, что гидробарометрическая обработка и экструзия дают возможность увеличивать энергетическую ценность кормов и содержание в них ценных органических компонентов до 35%. Кроме того, для нормальной жизнедеятельности, роста и развития рыбам необходим комплекс минеральных элементов. В состав комплекса минеральных элементов кормов обязательно должны входить как макро-, так и микроэлементы: кальций, фосфор, магний, калий, сера, хлор, железо, йод, медь, кобальт, цинк, молибден, селен, хром, олово и др.

Тем не менее с кормами, обогащёнными этими элементами, необходим очень осторожный подход, потому что при определённых гидрохимических показателях водоёма даже незначительный переизбыток одного из минеральных элементов может оказать пагубное влияние на жизнедеятельность форели. Так же в качестве необходимых добавок используют витамины групп: А, В, С, D и Е. Для удобства применения их изготавливают в виде поливитаминных смесей – премиксов, основу которых составляют мелко просеянная мука и злаковые отруби с минимальным содержанием легко окисляемых веществ [16].

Радужная форель очень быстро реагирует на нехватку витаминов в питании, поэтому поливитаминный комплекс вводится абсолютно во все корма и на всех этапах развития рыбы в количестве 1% от общей массы кормов. В определенных случаях дозу премикса изменяют. Это делают, например, при кормлении пастообразным кормом. Такой корм, как правило, состоит из 50% говяжьей селезёнки, дозу премикса уменьшают до 0,5%, для повышения резистентности организма ослабленной рыбы дозу поднимают до 1,5%. Для придания красноватого оттенка мясу радужной форели используется искусственный краситель астаксантин (в среднем 50 мг/кг корма), который совершенно не вреден для рыбы [26].

## Выводы по главе 1

1. На основе изучения эколого-биологических особенностей радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, систематики, внешнего и внутреннего строения, поведения и среды обитания, можно сделать вывод о том, что этот вид рыбы по всем критериям подходит для индустриального рыбоводства.

2. Выращивание радужной форели поучило широкое распространение во многих странах мира, особенно в странах Северной Америки и Европы. В России история аквакультуры радужной форели берет свое начало с конца 19 века. В настоящее время аквакультура радужной форели занимает важное место в индустриальном рыбоводстве нашей страны и является очень перспективным направлением для дальнейшего развития.

3. Аквакультура радужной форели имеет свои технологические особенности. Этот вид можно выращивать в садках, в бассейнах, в УЗВ. Каждый из способов выращивания имеет свои преимущества и недостатки. Выбор способа выращивания определяется целым комплексом условий: местонахождением хозяйства, возможностью использования ресурсов того или иного водоема, его характеристиками, экономической целесообразностью и др.

Вне зависимости от способа выращивания радужной форели, на разных его этапах – подращивание мальков, выращивание молоди и товарной рыбы и др. должны соблюдаться технологические требования, определенные для этого объекта аквакультуры – физико-химические показатели воды, состав и качество кормов, режим питания и др.

Глава 2. АКВАКУЛЬТУРА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *Oncorhynchus mykiss*,  
Walbaum, 1792, В УСЛОВИЯХ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА «АКВАТОРИЯ»  
В ОЗЕРЕ ВЫСОКИНСКОЕ ВЫБОРГСКОГО РАЙОНА  
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1. Комплексная характеристика озера Высокинское

2.1.1. Физико-географическое положение, климат

Озеро Высокинское находится вблизи п. Ермилово Выборгского района Ленинградской области.

Располагается в 12 км к юго-востоку от Приморского городского поселения (г. Приморск). В Высокинское озеро впадает река Сенокосная, а вытекает река Вихайоки.

Высота над уровнем моря составляет 10,5 м.

Добраться до озера можно на автомобиле, съезд с Запасной Федеральной трассы 41А-082, расстояние от Санкт Петербурга составит 131 км. От Приморска до озера Высокинское всего 33 км. Общественным транспортом можно доехать на дизеле, автобусе.

Сообщение озёрной котловины с Финским заливом прервалось около 9500 лет назад в ходе регрессии Анцилового озера. В ходе Литориновой трансгрессии на некоторое время, ориентировочно 7400-6900 лет назад, озеро вновь примыкало к заливу Балтийского моря [7].

Длина озера составляет примерно 6 км, средняя ширина около 1,5 км. Берега меняются от средневысоких до плоских, покрыты еловым, березовым, сосновым лесом. Глубина достигает 12 м, средние глубины до 4–5 м. Характер дна свальный. До глубины в 1,5–2 м – песок, галька, камень: далее – ил. У мыса Комариный можно встретить каменные гряды. Цвет воды голубо-зеленоватый, прозрачность воды порядка 2 м.

Зарастаемость в озере и вокруг слабая, преобладают тростниковые растения, элодея, кувшинка.

В озеро впадает река Сенокосная, которая вытекает из озера Пионерское, находящееся вблизи озера Высокинское. Вытекает протока, впадающая в Финский залив; ее ширина 5 м., а глубина около 1 м.

Ихтиофауна в озере довольно разнообразна. Можно встретить окуня, ерша, плотву, щуку, сига, налима. Реже можно наблюдать леща, вьюна, судака.

Весной по реке Вихайоки в озеро заходит плотва, изредка язь, которого рыбаки берут на червя, личинки репейника. Одни из лучших мест клева – на участке реки Сенокосная. В летний сезон здесь хорошо клюет плотва, щука. Ловить можно на донку, бортовую удочку, кружки, спиннинг. В сентябре на глубине от 6 метров можно взять сига. Лучшее орудие лова на сига – это блесна с наживкой мелкого червя. Отдыхающие зачастую вооружаются поплавочными удочками и ловят рыбу с берега. Зимой на озере вылавливают окуня, ёрша, щуку (есть крупная), сига, налима. Озеро никогда не остается без внимания туристов, посещаемость очень высокая [7] (Приложение 2).

Площадь Высокинского озера далеко не маленькая. Длина достигает 6 км, ширина варьирует до 1,5 км. Глубина озера варьирует в довольно высоких пределах. Если в северной части озера она от 5 до 7 м, то в южной части озера имеются глубины до 12 – 15м. Кроме того, возле старого военного объекта грунт вымывали преднамеренно, поэтому и глубина в этих местах завораживает – до 70м. Дно вблизи берега на 1,5 – 2м каменистое, встречается галька, реже песок. По мере отдаления от берега преобладает ил.

С северной стороны озера Высокинское произрастают разнохвойные деревья, реже встречаются лиственные: береза, ольха, дуб. С юга прибрежная зона функционирует, на ней расположен завод по производству сетки рабицы, а также засекреченный объект. Территория освоена человеком.



Берега песчаные, холмистые. Берега в южной части озера средневысокие, а в северной – крутые и высокие.

В южной части в озеро впадает р. Сенокосная, вытекает протока Вихайоки, устьем которой является Финский залив.

Климат района морской с переходом к континентальному. Зима умеренно мягкая. Средние температуры января-февраля  $-12^{\circ}\text{C}$ . Лето умеренно теплое. Средняя температура июля  $+17^{\circ}\text{C}$ .

Район находится в зоне избыточного увлажнения. Осадки выпадают до 700 мм в год. В июне наблюдаются белые ночи. Число часов солнечного сияния – 1530 в год [7].

### 2.1.2. Гидрохимические особенности

Надморенный горизонт грунтовых вод приурочен к отложениям различного генезиса и литологического состава, залегающим первыми от поверхности выше осташковской морены. На территории развиты голоценовый, аллювиальный, богенный (болотный), морской горизонты, осташковский ледниково-озерный и флювиогляциальный водоносные горизонты. Мощность горизонтов составляет от 3 до 15 м. Наморенные горизонты содержат, как правило, безнапорные воды. Глубина залегания грунтовых вод 0,3 – 5,0 м. Водообильность горизонтов, зависящая от литологического состава водовмещающих пород, неоднородная. Удельный дебит скважин изменяется от 0,005 до 1,0 л/с.

Восполнение запасов грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка осуществляется реками, озерами и Финским заливом. По химическому составу воды гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые и со смешанным катионным составом. Минерализация воды – 0,2 – 0, г/л. Грунтовые воды используются для мелкого индивидуального водоснабжения.

Осташковский моренный относительно водоупорный горизонт разделяет грунтовые воды и московско-осташковский (верхний) межморенный водоносный горизонт. В пределах рассматриваемой территории морена развита практически повсеместно, кроме участков выхода на поверхность кристаллических пород [7].

Горизонт представлен валунными суглинками и супесями с локально встречающимися песчаными линзами и прослоями. Общая мощность морены колеблется от 0,5 до 20–45 м. Коэффициент фильтрации валунных суглинков –  $10^{-3}$  –  $10^{-5}$  м/сут. Водоносные песчаные прослои обычно обладают напором 0,1–1,5 м. Водообильность невелика. Удельный дебит скважин составляет 0,01 – 0,1 л/с.

Подземные воды гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные, переменного катионного состава с минерализацией 0,2–0,7 г/л. Горизонт приурочен к озерным и водноледниковым отложениям московского осташковского возраста, реже к морским микулинским отложениям.

Наиболее близко от поверхности (2–10 м) горизонт залегает на побережье Финского залива. У п. Ушаково, Репино, Молодежное – до 40 м и более между относительно водоупорными ледниковыми горизонтами осташковского и московского возраста.

Водовмещающими породами являются мелкозернистые пески, мощностью от первых метров до 40–50 м, преобладающие значения 10–20 м.

Максимальные значения мощности отмечаются в древних перегубленных долинах. Увеличение крупности песков от тонко и мелкозернистых до гравелистых происходит сверху вниз по разрезу.

Подземные воды преимущественно напорные. Величина напора зависит от глубины вскрытия кровли горизонта и изменяется от 1 до 50 м.

Пьезоветрические уровни устанавливаются на глубине от 0,04 до 40 м. чаще 3–10 м. В долинах рек и в понижениях рельефа уровень может устанавливаться выше поверхности земли на 0,6–4,5 м.

В зоне размыва морены, горизонт становится безнапорным. Водообильность горизонта на разных участках различается. Иногда удельные дебиты скважин составляют 1,0–4,7 л/с, коэффициент фильтрации – 5.4–19.1 м/сутки [7].

### 2.1.3. Состав гидробионтов

В Ленинградской области озеро Высокинское пользуется особой популярностью у рыбаков Приморского района. Из дальних районов рыбаки приезжают редко из-за отсутствия крупного улова.

В озере обитают обычные для пресноводных озер Северо-Запада виды рыб, такие как лещ, плотва, окунь, щука, ерш. Реже попадает: налим, судак, сиг. Ряд видов рыб попадают в озеро через протоки из Финского залива [7].

Лучшим местом, по отзывам о рыбалке, на озере Высокинское, является устье речки Сенокосная. В летнее время, благодаря обилию плотвы, здесь охотится щука. С конца июня здесь же в обилии встречается лещ. С октября в озере Высокинское часто клюют сиви. Рыбаки советуют рыбачить с лодки, но с берега тоже есть клёв. Лучшая снасть — блесна с подсадкой мелких червей [7].

На всей территории мелководья, вокруг озера, были обнаружены местонахождения водных видов сосудистых растений – послушника колючеспорового и лобелии Дортманна, которые занесены в Красную книгу РФ. Популяция похожего водного вида, тоже занесённого в Красную книгу Российской Федерации, – прибрежницы одноцветковой в оз. Высокинское самая крупная из известных в Ленинградской области. Вдоль всех берегов озера растёт восковник болотный – этот вид тоже занесён в Красную книгу. На северном берегу озера Высокинское встречается гвоздика песчаная (растение внесено в Красную книгу Ленинградской области). На некоторых участках возрастает риччия плавающая – редчайший вид, который можно увидеть в Ленинградской области [24].

К сожалению, энтомологические исследования только начаты, но уже выявлено краснокнижное насекомое, живущее у озера, – это булавобрюх кольчатый – самая большая стрекоза, живущая на Северо-Западе, ее личинки растут и развиваются в чистых, слабопроточных водоемах. Этот вид тоже занесен в Красную книгу Ленинградской области. А также здесь обитает стрелка элегантная, также числящаяся в Красной книге Ленинградской области [24].

#### 2.1.4. Хозяйственное освоение водного объекта

Озеро Высокинское имеет прямоугольную форму, вытянуто параллельно берегу Финского залива с юго-востока на северо-запад. Примерная длина озера порядка 6 км, а ширина 1,5 км.

Помимо ручьев, в озеро с северо-восточного берега впадает небольшая речка Сенокосная, которая вытекает из озера Пионерское; на северо-западе озера начало берет протока Вихайока, которая впадает в Финский залив. На западном берегу располагается промзона ОАО «Приморский НТЦ» РРК «Энергия» (большее количество зданий заброшены, на данный момент аварийные здания разбирают). В северо-западной части озера находится садковое рыбноводное хозяйство «Акватория». На северо-западном берегу, находится секретный военный объект, территория ограждена заборами и охраной. На южной части озера расположен песчаный, который пользуется большой популярностью у отдыхающих.

В СССР, все, что находилось вокруг озера, было объектом особой секретности. На перешейке между озером Высокинским и Финским заливом, располагался испытательный комплекс, охраняемый войсками МВД. Именно там находился завод, на котором проводили испытание ракетного топлива. Из-за этого в радиусе 5 км была запрещена любая стройка. Закрылся объект около 20 лет назад. Несмотря на топливные испытания, экология окрестных лесов и озера не пострадала. Вода озера Высокинское,

по результатам исследований, чище, чем в других окрестных водоемах. Прозрачность достигает 2 метров. Позднее, там была основана хлебопекарня, которая тоже вскоре перестала функционировать. В данный момент на территории завода выпускают сетку рабица [7].

#### 2.1.5. Экологическое состояние

Обращает на себя внимание большая природоохранная ценность местности, расположенной между озером Высокинское и Финским заливом, на которой планируется строительство порта. На этих территориях найдены новые объекты флоры, находящиеся в Красной книге Российской Федерации, – частухи Валенберга, эндемика Балтийского региона, которая находится под угрозой уничтожения, и восковника болотного. Из объектов флоры, занесенных в Красную книгу Ленинградской области, здесь растет лук-скорода, песчаная гвоздика, дерен шведский, прибрежный золототысячник. В целом, можно сказать, что берега озера Высокинское заселены ценными растительными сообществами – восковниковые болота, где встречается большое число охраняемых растений. Широко представлены растительные сообщества, занимающие важнейшие места в природе Карельского перешейка – черноольшаники и сосняки.

На озере Высокинское регулярно проводятся экологические исследования, по результатам которых оценивается состояние озера по ряду показателей – физико-химических, гидрохимических и гидробиологических. Для обнаружения загрязнения в ходе работ были взяты пробы воды, донных грунтов и водных растений в разных частях озера Высокинское (Приложение 3). Образцы растений и почвы – в его водоохранной зоне [24].

Во всех проверенных пробах, вода по общим показателям не имеет жесткости, мягкая. Выраженного запаха не обнаружено. Превышают нейтральные значения кислотности.

Отмечается сильное изменение показателя химического потребления кислорода (ХПК), позволяющего дать оценку уровня органических загрязнений. Это может быть в двух случаях, ХПК превышает установленные санитарно-гигиенические нормативы: в протоке Вихайоки и южной части озера, уровень содержания биогенных анионов в воде соответствует показателям олиготрофного водоема с разными отдельными мезотрофными участками.

И только в трех местах (точки 2, 3, 4) отмечены преобладания рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических нормативов по показателю содержания ионов аммония, в точке у северного берега (4) – нитрит-нона.

Найденные превышения нормативных значений, говорят о скоплении органики, и вероятнее всего это может быть вызвано результатом работ садкового рыбоводного предприятия, расположенного вблизи озера Высокинское, а также рекреационной нагрузки (зона отдыха на южном берегу).

Проверка биотоксичности воды осуществлялась методом пресноводных планктонных рачков – дафний и оптической плотности культур водоросли хлореллы. Ни в одной из проверок, токсичность воды выявлена не была.

Пробы брали преимущественно с донных песчаных грунтов, с мелкими включениями мелкой гальки (до 2 мм). Загрязнений тяжелыми металлами в них не выявлено.

На образцах, взятых в водоохранной зоне, осуществили внешний осмотр, была выявлена сада в пробе (точка 3), а также слабое заболачивание участков торфообразования.

Исследования почв на содержание тяжелых металлов показали повышенные значения ПДК по цинку, никелю и мышьяку в точках отбора проб на северном, западном, и юго-восточном берегах озера (точки 3, 4.б).

В образцах растений из водоохранной зоны озера Высокинское выражено наиболее интенсивное накопление мышьяка, стронция, цинка и оксида с марганцем в точке 3 (юго-западный берег) у всех исследованных видов. У сабельника болотного найдено наиболее высокое накопление большинства изученных металлов и оксидов, значительно превосходящее таковое у других видов растений [24].

Приозерная территория озера Высокинское перспективна в отношении умеренного рекреационного использования и экологического туризма. Южный берег озера свободно доступен для автомобильного подъезда, имеется удобный подход к воде и он уже в текущее время очевидно рекреационно перегружен.

Представляется правильным и возможным на небольшом его участке создать оборудованный пляж с какой-либо минимальной инфраструктурой для отдыха. Оборудовать автостоянку на близлежащих подъездах, что бы избежать парковки автотранспорта прямо у берега и в водоохранной зоне озера Высокинское. От южного берега вдоль восточного (возможно частично и других берегах) актуально было бы организовать ЭКОтропу, посвященную разнохвойным лесам, плавням, черноольшанникам, водной растительности, краснокнижным растениям и животным, геоморфологии и геологической истории места.

Но, к сожалению, вокруг озера Высокинское многие годы вырубают лес, все это приводит к огромной экологической проблеме, гибели животных, птиц и редкой растительности.

## 2.2. Возможности выращивания радужной форели в озере Высокинское

Выбор места для выращивания форели, в частности, будет зависеть от роста рыб. Один из самых популярных способов выращивания форели: садки, пруды и бассейны, УЗВ.

Садки больше подходят для взрослых и молодых рыб. Икру рекомендуется держать отдельно. Чтобы увеличить прирост, можно применять комбинированные методы содержания. Отличия также имеются в максимально допустимом объеме конструкции. Для садков и пруда данный показатель составляет 100 кубометров, а для УЗВ – только 60.

Садки являются самыми экономичными конструкциями для содержания форелевых рыб. Садок используется в открытом водоеме, озере. По периметру вбивают колышки, иногда допустимо использования якорей, далее на колья натягивают металлические или капроновые сетки. Визуально такая конструкция напоминает детский сачок.

Садки обстраиваются в озере, условия обитания близки к условиям обитания рыбы в естественной среде. Диаметр данной конструкции может составлять до 20 метров, что касается глубины, то она начинается от бм. Глубина садков может варьировать, зависит она напрямую от глубины водоема, в котором уставлены конструкции. От самого садка до дна в обязательном порядке должно быть расстояние не менее 1 м. Также для крепления садков может использоваться груз [10].

Садки устанавливаются с учетом типа воды в водоеме. Если используется водоем с теплой водой, предусматривается отсутствие течения. Обычно такие конструкции автоматизированы. Садки, расположенные в водоемах с холодной водой, могут быть секционными, понтонными и стационарными.

Для возведения секционных, понтонных, стационарных садков берут северные озера. В морских водах, устанавливают пансионные и автоматизированные конструкции (Приложение 4).



Самыми благоприятными водоемами для возведения садков являются проточные водоемы или же водоемы с внутренними ключами. Это благоприятно сказывается на посадочном материале, в данном случае форели. В садки приносится множество кормовых организмов; удаление экскрементов рыб проходит естественным путем.

Преимущество будет иметь увеличение посадки в проточных водоемах, нежели в непроточных. В проточных водоемах существуют внутренние течения, связанные с перемешиванием воды в озере, от которых колеблется температура по всей площади водоема. Проточные воды дают в садках смену воды восемь раз в два часа, что заметно улучшает режим среды в форелевых садках. Ветер также способствует перемешиванию воды [38].

Строить садки стараются на больших глубинах, чтобы экскременты рыб, остатки корма вымывало на дно, откуда они не смогут всплыть на верхние слои озера.

Воздвигать садки настоятельно рекомендуется только в чистых водах. Молодь форели очень требовательно относится к обогащению воды кислородом. При установке таких сооружений в загрязненной воде у молоди рыб начинается затрудненное дыхание, что снижает активность рыбы, ее рост.

Срок службы нагульных и выростных садков с рамами из полиэтиленовых труб и шлангов составляет 4–5 лет, зимовальных – до 8 лет.

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Установка замкнутого водоснабжения – это популярный, но достаточно дорогой способ содержания рыбы. УЗВ состоит из дорогостоящих оборудования, просто непростых необходимых для разведения форели в бассейнах [9].

Установка должна состоять из водных фильтров; насосного оборудования; систем очистки и обеззараживания; газообменного устройства; обогревающих приборов.

УЗВ дает возможность очищать и наполнять воду кислородом автоматически. Для правильной работы оборудования рыбу кормят специализированными кормами (не естественным кормом). Одним из главных преимуществ данной системы – это кормление и состояние воды находится под полным контролем человека. Также температура воды в бассейне регулируется самостоятельно, автоматически. Риск загрязнений внешней среды сводится к минимуму [9]. Таким образом, выращивание в УЗВ имеет свои ощутимые преимущества, но не лишена и недостатков.

### 2.3. Рыбное хозяйство «Акватория»

Рыбное хозяйство «Акватория» находится в Выборгском районе Ленинградской области, на территории Приморского городского поселения, в поселке Ермилово. Хозяйство располагается у озера Высокинское, основано в 2012 году.

Использует на данном предприятии садковый метод выращивания.

Большим преимуществом садкового хозяйства является малозатратная капиталоемкость и отсутствие механической подачи воды [18].

В «Акватории» используют исключительно плавучие садки для выращивания форели (Приложение 4). Плюсом этого метода является возможность их промышленного изготовления, комплектной поставки с установкой на водоеме. Есть возможность в смене локации при экспортации из зоны неблагоприятных условий в зону с более благоприятными условиями, где температурный и кислородный режимы водоема-охладителя на данный период более соответствуют физиологическим потребностям выращиваемых рыб [10].

Водообмен в садках происходит за счет ветрового перемешивания воды ключей, а также активного перемещения форели внутри садков. Гидрохимический и температурный режимы в садках близки к режиму водоема. Исключение составляют лишь мелкочаеистые садки, в которых в результате обрастания нарушается водообмен и возможно ухудшение гидрохимического режима, но за счет регулярной чистки, все это неактуально для данного рыбоводного хозяйства.

Хозяйство «Акватория» не является полносистемным, завоз посадочного материала осуществляется по мере необходимости, а если быть точнее – осенью. В данном хозяйстве выращивают радужную форель в поликультуре с осетром [18].

#### 2.4. Учет особенностей озера Высокинское при садковой аквакультуре радужной форели в рыбном хозяйстве «Акватория»

Физико-географические, гидрохимические и гидробиологические характеристики озера Высокинское, а также его местоположение обуславливают возможность и целесообразность товарного выращивания радужной форели в садках. Выращивание форели таким способом реализуется в хозяйстве «Акватория», расположенном в Приморском городском округе Выборгского района Ленинградской области.

Чистая вода Высокинского озера, достаточные глубины дают возможность возведения на озере садкового хозяйства. Просторные садки позволяют вырастить экологически чистые экземпляры форели. Так как форель является холодолюбивым видом, в перспективе выращивать ее круглогодично.

Садковое предприятие значительно выигрывает по финансированию у УЗВ, т.к. не зависит от работы электрооборудования, не требует покупки дорогостоящей техники, приборов. Рыба живет относительно автономно.

Для выращивания рыбы в озере используют понтонные садки. Они могут быть удалены от берега, обеспечивая наилучшие условия разведения форели за счёт контроля температуры – чем ближе к берегу, тем теплее. Также плюсом выращивания форели в садках в отличие от прудов является контроль за выловом рыбы, например, браконьерами.

Удобное местонахождение озера Высокинское, хорошо развитая транспортная сеть дают возможность сбыта продукции в ближайшие города, такие как Выборг, Приморск, Санкт-Петербург. Хозяйство имеет собственный магазин на автодороге Ермилово – Глебычево. На самом предприятии можно сделать предварительный заказ и купить свежевывловленную красную рыбу.

## Выводы по главе 2

1. Озеро Высокинское располагается в Выборгском районе Ленинградской области на территории с сохранившимися природными сообществами. Антропогенная нагрузка на озеро невысокая, береговая линия преимущественно сохранена. Вода в озере относительно чистая, прохладная, с высоким содержанием кислорода; глубины значительные. Прилегающие к озеру территории имеют хорошо развитую дорожно-транспортную сеть, особенно с южной стороны озера.

2. Озеро Высокинское по комплексу показателей является удачным природным объектом для аквакультуры радужной форели. Один из главных таких показателей – это прохладная, чистая, обогащенная кислородом вода.

Исходя из условий озера Высокинское, выращивание в садках – наиболее целесообразный способ выращивания форели. Садковое хозяйство является малозатратным, а также круглогодичным бизнесом. Глубина озера

позволяет расположить садки в наиболее благоприятном для рыб месте и в случае необходимости перемещать их.

Условия Высокинского озера подходят и для выращивания посадочного материала радужной форели.

3. На озере Высокинское располагается рыбное хозяйство «Акватория», где выращивают радужную форель в садках. Выращивание этого объекта дает высокие темпы роста и продукционные качества, благодаря местному климату и гидрохимическим особенностям озера.

Рыбное хозяйство «Акватория» основано в 2012 году и с каждым годом увеличивает объемы выращиваемого продукта. Хозяйство является рентабельным. При этом важно, что удобная локация хозяйства и его расположение неподалеку от крупных городов позволяют успешно решать вопросы сбыта продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время актуальной является проблема обеспечения населения качественными продуктами питания, в том числе рыбой как ценным источником белка и ненасыщенных жирных кислот. Форель радужная *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, является одним из самых потребляемых и дорогостоящих видов рыбы. Аквакультура радужной форели распространена во всем мире, занимает важное место в индустриальном рыбоводстве нашей страны и является очень перспективным направлением для дальнейшего развития.

Форелевые хозяйства с большим успехом развиваются и существуют за счет высокой степени рентабельности. При использовании нужных условий радужная форель быстро достигает товарной массы, отлично усваивает корм и дает многочисленное потомство.

Аквакультура радужной форели имеет свои технологические особенности. Этот вид можно выращивать в садках, в бассейнах, в УЗВ. Каждый из способов выращивания имеет свои преимущества и недостатки. Выбор способа выращивания определяется целым комплексом условий: местонахождением хозяйства, возможностью использования ресурсов того или иного водоема, его характеристиками, экономической целесообразностью и др.

Вне зависимости от способа выращивания радужной форели, на разных его этапах – подращивание мальков, выращивание молоди и товарной рыбы и др. должны соблюдаться технологические требования, определенные для этого объекта аквакультуры – физико-химические показатели воды, состав и качество кормов, режим питания и др.

Озеро Высокинское располагается в Выборгском районе Ленинградской области на территории с сохранившимися природными сообществами. Антропогенная нагрузка на озеро невысокая, береговая линия преимущественно сохранена. Вода в озере относительно чистая, прохладная,

с высоким содержанием кислорода; глубины значительные. Прилегающие к озеру территории имеют хорошо развитую дорожно-транспортную сеть, особенно с южной стороны озера.

Озеро Высокинское по комплексу показателей является удачным природным объектом для аквакультуры радужной форели. Один из главных таких показателей – это прохладная, чистая, обогащенная кислородом вода.

Исходя из условий озера Высокинское, выращивание в садках – наиболее целесообразный способ выращивания форели. Садковое хозяйство является малозатратным, а также круглогодичным бизнесом. Глубина озера позволяет расположить садки в наиболее благоприятном для рыб месте и в случае необходимости перемещать их.

Условия Высокинского озера подходят и для выращивания посадочного материала радужной форели.

На озере Высокинское располагается рыбное хозяйство «Акватория», где выращивают радужную форель в садках. Выращивание этого объекта дает высокие темпы роста и продукционные качества, благодаря местному климату и гидрохимическим особенностям озера.

Рыбное хозяйство «Акватория» основано в 2012 году и с каждым годом увеличивает объемы выращиваемого продукта. Хозяйство является рентабельным. При этом важно, что удобная локация хозяйства и его расположение неподалеку от крупных городов позволяют успешно решать вопросы сбыта продукции.

Результаты исследования возможны к применению для выращивания радужной форели в садках в водоемах со схожими гидрохимическими и гидробиологическими условиями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас пресноводных рыб России / под ред. Ю.С. Решетникова. Москва : Наука, 2003. Т. 1. 379 с.
2. Багров А.М. Решение проблемы научного обеспечения развития аквакультуры. Москва, 1997. Вып.1. С.17-22.
3. Барулин Н.В. Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных индустриальных комплексах (с временными нормативами), Горки : БГСХА, 2016. – 180 с.
4. Войнарович, Хойчи, Мот-Поульсен; Fisheries and Aquaculture Management Division. Мелкомасштабное разведение радужной форели. Венгрия, 2014.
5. Генетическая дифференциация пород радужной форели (*Parasalmo mykiss*), разводимых в Российской Федерации // Труды ИБВВ РАН, 73(76), 2016. С. 25-45.
6. Грищенко Л.И. Болезни рыб и основы рыбоводства. Москва : Колос, 1999. 456 с.
7. Гусаров А.Ю. Выборгский район. Исторические и природные достопримечательности. Санкт-Петербург, 2022. 320с.
8. Дзюбук И.М., Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю. Основы рыбоводства. Учебник для вузов. Москва, 2022.
9. Жигин А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ). Москва, 2002. 40 с.
10. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоёмах. Москва : Агропромиздат, 1988. 366 с.
11. Индустриальное рыбоводство [Электронный ресурс]. URL:[https://studref.com/688152/agropromyshlennost/industrialnoe\\_rybovodstvo?](https://studref.com/688152/agropromyshlennost/industrialnoe_rybovodstvo?ysclid=lj2up4tc8p135868935)ysclid=lj2up4tc8p135868935 (дата обращения 15.05.2023).



12. Карачёв Р.А., Власов В.А., Лабенец А.В. и др. Использование пространственного изолирования при садковом выращивании рыбы в поликультуре. Москва, 2008.

13 Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода. Москва: Издательство ВНИРО, 1998. 342 с.

14. Крюков В.И., Зарубин А.В. Рыбоводство. Садковое выращивание форели в Центральной России. Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. Орёл: Автограф, 2011. 300с.

15. Львов Ю. Б. Плотность посадки разных видов рыб в поликультуре // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия: рыбное хозяйство, 2017. С. 74 – 79.

16. Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. Учебник. Изд. 1 изд. Москва, 2022. 400.с

17. Никольский Г.В. Частная ихтиология. Учебное пособие. М.: Государственное издательство «Советская наука», 1950. 428 с.

18. ООО «Акватория». Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://vottakryba.com/> (дата обращения 25.05.2023).

19. Павлов Д.С., Савваитова К.А., Кузищин К.В. и др. Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. Москва : Научный мир, 2001. 200 с.

20. Промысловые рыбы России. В двух томах / Под ред. Гриценко О.Ф. , Котляра А.Н. и Котенёва Б.Н. Москва : изд-во ВНИРО, 2006. Т. 1. 656 с.

21. Проскуренко И. В. Замкнутые рыбоводные установки. Москва : ВНИРО, 2003. 152 с.

22. Савваитова К.А., Максимов В.А., Мина М.В. и др. Камчатские благородные лососи. Воронеж. Издательство ВГУ, 1973. 120 с.

23. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство. Москва : Мир, 2004. 456 с.

24. Результаты обследования озера Высокинское [Электронный ресурс] // Балтийский фонд природы – Официальный сайт. URL: <https://bfm.org.ru/publikatsii/ozero-vysokinskoe/> (дата обращения 25.05.2023).

25. Рыбоводство. Аквакультура. Марикультура. [Электронный ресурс]. URL: <http://arktifiksh.com/index.php/vyrashchivanie-ryby/449-polikultura> (дата обращения 15.05.2023).

26. Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб: на примере радужной форели. Москва : Агропромиздат, 1990. 156 с.

27. *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) [Salmonidae] [Электронный ресурс]. URL: [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en\\_rainbowtrout.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_rainbowtrout.htm) (дата обращения 15.05.2023).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

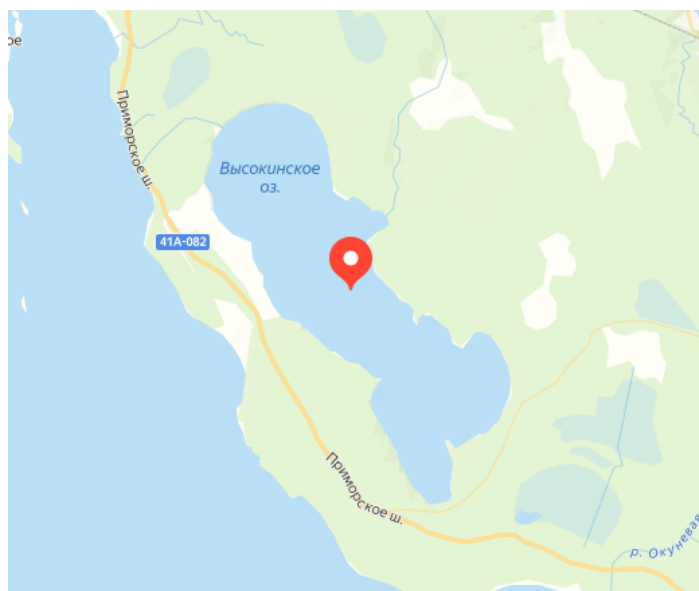
### Приложение 1

Форель радужная – *Oncorhynchus mykiss irideus*  
Семейство Лососевые – Salmonidae



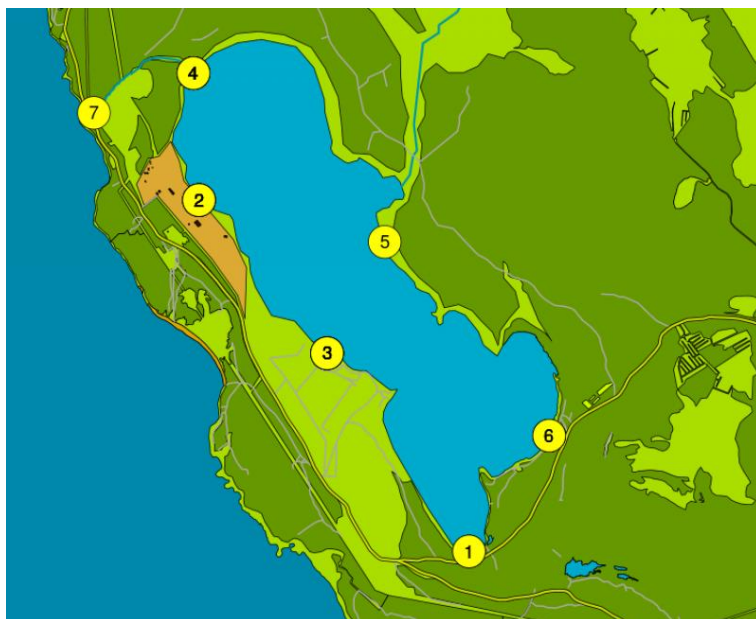
### Приложение 2

Озеро Высокинское на карте



## Приложение 3

Места взятия проб для оценки загрязнения озера Высокинское



## Приложение 4

Плавучие садки

