



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: «Перспективы товарного разведения атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, в установках замкнутого водоснабжения»

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

Исполнитель Шаганова Лариса Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат педагогических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Позднякова Альбина Искандаровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент
(подпись)
(ученая степень, ученое звание)
Королькова Светлана Витальевна
(фамилия, имя, отчество)

«__» июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| Глава 1. АТЛАНТИЧЕСКАЯ ТРЕСКА <i>Gadus morhua</i> , Linnaeus, 1758, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА | 6 |
| 1.1. Биологические и экологические особенности атлантической трески | 7 |
| 1.1.1. Систематика, внешнее строение | 7 |
| 1.1.2. Внутреннее строение | 9 |
| 1.1.3. Распространение в природе | 12 |
| 1.1.4. Питание, поведение, репродукция | 13 |
| 1.2. Возможности производства атлантической трески в индустриальном рыбоводстве | 14 |
| 1.2.1. Промышленное разведение молоди | 15 |
| 1.2.2. Выращивание товарной рыбы | 16 |
| Выводы по главе 1 | 18 |
| Глава 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ТОВАРНОГО РАЗВЕДЕНИЯ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ <i>Gadus morhua</i> , Linnaeus, 1758, В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ | 19 |
| 2.1. Технологические особенности | 20 |
| 2.1.1. Описание установки замкнутого водоснабжения | 22 |
| 2.1.2. Кормление, плотность посадки, регулирование популяции | 25 |
| 2.1.3. Контроль качества воды, борьба с болезнями | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2. Экономическая целесообразность | 32 |
| 2.2.1. Мировой опыт выращивания атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения | 34 |
| 2.2.2. Оценка рынка сбыта и затрат на производство | 37 |
| Выводы по главе 2 | 43 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 45 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 47 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В настоящее время аквакультура признаётся основополагающим элементом рыбной отрасли, её роль продиктована необходимостью поддержания баланса между снабжением населения необходимыми продуктами питания и задачей сохранения естественной океанической флоры и фауны. Ввиду ускоряющегося исчезновения многочисленных морских видов из-за интенсивной деятельности рыболовецких флотов актуализируется потребность в дальнейшем развитии аквакультуры. Особую тревожность вызывает современное положение мирового рыболовства, испытывающего кризис из-за снижения популяций водных организмов, ускоренного соизмеримо с ростом глобальной демографии, из-за чего естественные водные ресурсы не успевают соответствовать возрастающим потребностям общества.

Атлантическая треска является перспективным объектом аквакультуры ввиду потребительской ценности этого вида рыб и экономической целесообразности ее производства. С учетом преимуществ установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) – возможности полного контроля над технологическим процессом, независимости от погодно-климатических условий и других, выращивание атлантической трески с использованием такого технологического оборудования представляет особый интерес для индустриального рыбоводства. Это и обуславливает актуальность нашей работы.

Объект исследования – разведение атлантической трески *Gadus morhua*, *Linnaeus*, 1758, в индустриальном рыбоводстве.

Предмет исследования – перспективы товарного разведения атлантической трески *Gadus morhua*, *Linnaeus*, 1758, в установках замкнутого водоснабжения.

Цель: выявить перспективы товарного разведения атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, в установках замкнутого водоснабжения.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить биологические и экологические особенности атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, как перспективного объекта индустриального рыбоводства;
2. Ознакомиться с возможностями выращивания атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, в индустриальном рыбоводстве;
3. Рассмотреть технологические особенности товарного разведения атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, в установках замкнутого водоснабжения;
4. Изучить мировой опыт выращивания атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения;
5. Оценить экономическую целесообразность выращивания атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, в установках замкнутого водоснабжения.

Практическая значимость данной работы состоит в том, что выявлены перспективы товарного выращивания атлантической трески и обоснована экономическая целесообразность такого производства, что может быть востребовано в рыбохозяйственной деятельности.

Общий объем работы составляет 48 страниц. Работа включает в себя введение, основную часть, представленную двумя главами, выводы к каждой главе, заключение и список литературы. Основной текст работы содержит 3 таблицы, 2 рисунка. Список литературы составляет 25 наименований.

Глава 1. АТЛАНТИЧЕСКАЯ ТРЕСКА *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА

Атлантическая треска (*Gadus morhua*) – самый многочисленный вид из семейства Тресковые. Обитает преимущественно в североатлантических водах. Обширные морские территории, начиная от зон вблизи Бискайского залива и простирающиеся вплоть до холодных акваторий Баренцева моря, стали домом для данного вида. Также её ареал простирается и в западном направлении, охватывая районы от американского побережья штата Северная Каролина до острова Гренландия. Распределение атлантической трески свидетельствует о её значительном размахе в холодных водах Атлантического бассейна.

В холодных акваториях Северного полушария обитают стайные тресковые, предпочитающие температурный диапазон от +2 до +10 градусов Цельсия, что оптимально для поддержания их жизненной активности и стимулирования устойчивого роста. Обычно располагаясь на морских глубинах не более ста метров, эти морские обитатели обладают гибкостью в перемещении и способны осуществлять погружения до 200 м при обусловленных обстоятельствах [13].

Содержащее обилие витаминов, минералов и жирных кислот, мясо трески вместе с икрой и печенью активно используется в пищу человеком как ценный источник питательных веществ. С низким содержанием жиров (всего 0,6 г на 100 г) и высокой протеиновой ценностью (16 г на 100 г), это мясо характеризуется своей рыбной нежностью, бледно-белой окраской и слегка слоистой текстурой, которая отличается умеренным количеством костей и приятным ароматом. Благодаря энергетической ценности всего в 69 ккал на 100 г массы, треска стала основным компонентом для диетического питания, призванного поддерживать здоровый образ жизни [18].

Анализируя вышесказанное, невозможно не отметить, что аквакультура данного вида обладает явным потенциалом благодаря его

высоким рыночным свойствам. Применение УЗВ в отрасли индустриального выращивания атлантической трески, учитывая преимущества этого метода, представляется не только актуальным, но и обещающим направлением для дальнейшего развития аквакультуры.

1.1. Биологические и экологические особенности атлантической трески

1.1.1. Систематика, внешнее строение

Вид Атлантическая треска (*Gadus morhua*) является значительной по размеру рыбой, часто достигает длину в 1,7 м и имеет массу около 40 кг.

Этот водный вид характеризуется крупной головой с широким ртом, на котором расположена выдающаяся верхняя челюсть, а также длинным усиком на подбородке. Чешуя имеет разнообразную окраску, на зеленовато-сером или коричневато-желтом фоне спины можно наблюдать множество мелких пятен схожего оттенка. Боковые части рыб более светлые, и плавно переходят в беловатый или желтоватый колер на животе. Данный вид рыб имеет два спинных и один анальный плавник, разделенные промежутками, при этом хвостовой плавник не обладает выемками. Кроме того, заметной особенностью является четко выраженная светлая боковая линия, проходящая вдоль всего тела и формирующая неглубокую дугу над грудными плавниками. [13]. Внешний вид атлантической трески представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Атлантическая треска *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758

Температурные показатели от 1 до 10 градусов Цельсия создают идеальные условия для жизнедеятельности трески, поскольку холодные воды заставляют рыбу адаптироваться: в таких температурах она стремится

подняться к более теплым поверхностным слоям, где проводит значительное время.

Эта рыба, благодаря своему строению, способна перемещаться между разнообразными водными слоями. Ее социальные привычки и возможность менять глубину дают ей большую гибкость в выборе мест питания и обитания. В роду Треска выделяют четыре разновидности, в том числе недавно классифицированный минтай, они населяют разные акватории.

Наиболее размерный представитель – Атлантическая треска, достигающая двух метров и массы до 95 кг, с брюхом отличительного белобежевого цвета и темной спиной с оттенками зелени, предпочитает прохладные воды Балтийского моря и Гренландии.

Тихоокеанская треска, чьи размеры не превышают 120 см при весе до 23 кг, внешне схожа с атлантической за исключением более объемной головы и обитает в северных районах Тихого океана, включая Берингово, Охотское и Японское моря.

В пределах 77 см в длину и менее значительного веса, Гренландская треска, обычно водится у берегов Гренландии, подтверждая свое происхождение.

Минтай, следующий представитель семейства тресковых, характеризуется стройным телом и предпочитает холодный климат, успешно обитающий в ледяных водах Тихого и Северного океанов. На ранних этапах своего роста этот вид демонстрирует низкий уровень активности и способен переносить крайне низкие температуры, что позволяет ему избегать миграции в более теплые воды южных морей. Обычно длина минтая не превышает 90 см, а его масса редко достигает 4 кг, что дополнительно подчеркивает его физиологические особенности среди подобных видов [17].

У атлантической трески выделяют подвиды: атлантическая; балтийская; беломорская.

Иногда встречающаяся в Балтийском море, в том числе в его Финском заливе, балтийская разновидность трески отличается от атлантического вида

более скромными размерами, ее максимальная зарегистрированная длина составляет чуть менее метра. Что касается беломорской трески, ее ареал обитания охватывает не только Белое море, но и Двинский, и Онежский заливы, при этом эта рыба редко превышает 60 см в длину. Особи атлантической трески, проживающие в морских водах от штата Северная Каролина (США) до ледяных просторов Гренландии, в среднем достигают 50–80 см, а в отдельных случаях их размах тела может равняться двум метрам [17].

1.1.2. Внутреннее строение

Внешние органы чувств. Атлантическая треска, ведущая активный образ жизни, имеет сложные системы для восприятия окружающей среды. У неё хорошо развиты зрение, слух, сеймосенсорные механизмы, обоняние, вкус и общая химическая чувствительность. Хотя эти рыбы не способны различать цвета, они могут отличать светлые объекты от темных. Они имеют возможность улавливать звуки в диапазоне от десятков до сотен герц и даже выше.

У трески не выявлено специализированных тепловых рецепторов, однако это компенсируется широким спектром вкусовых и обонятельных рецепторов. Эти рецепторы, располагающиеся по всему телу — в ротовой полости, на губах, жабрах, глотке и даже плавниках — помогают треске в поиске пищи. Высокая чувствительность к изменениям химического состава воды, включая pH и уровень солей, обусловлена присутствием волокон, которые реагируют на колебания этих показателей. Данные волокна находятся в лицевых и спинных нервах.

Треска также крайне восприимчива к обонятельным стимулам как синтетического (аминокислоты), так и натурального (метаболиты, феромоны) происхождения, что связано с их рецепторами в обонятельной полости. Эту связь демонстрируют клетки обонятельного эпителия, оказывающие влияние на миграционное поведение и нерест [6].

Нервная система. Атлантическая треска, принадлежащая к костистым рыбам, обладает характерной структурой центральной и периферической нервной системы, аналогичной этому классу гидробионтов. Разделы головного мозга рыб состоят из переднего мозга, промежуточного мозга, среднего мозга, продолговатого мозга, и мозжечка. Продолговатый мозг переходит в спинной.

Взаимосвязь между картиной мира, улавливаемой органами чувств, и физическими движениями имеет приоритетное значение, где средний мозг у трески осуществляет преобразование визуальной информации, а мозжечок скоординирован с моторикой. Высокая подвижность этих рыб напрямую зависит от степени развития их мозжечка. Однако, с точки зрения более сложных функций мозга, передний мозг у рыб эволюционно развился менее выраженно, выполняя только обонятельные функции и не имея деления на полушария, в отличие от более высокоорганизованных позвонковых.

Звуковая ориентация, осязание, элементы дыхательной и пищеварительной систем, а также кровообращение контролируются продолговатым мозгом. Ключевые железы, такие как эпифиз и гипофиз, расположенные в промежуточном мозге, регулируют физиологические процессы организма и оказывают влияние на функционирование всех органов [6].

Вегетативная часть нервной системы, назначение которой — модуляция функций внутренних органов, гладких мышечных волокон, желез внешней и внутренней секреции, также взаимодействует с кровеносными и лимфатическими системами. Размножение, выделение, дыхание и пищеварение находятся под регулированием ВНС, освобождая соматическую нервную систему от контроля над скелетной мускулатурой. Ганглии, нейроны которых оказывают влияние на периферии тела, расположены строго вдоль позвоночника. Эти ганглии, связанные со спинным мозгом и внутренними органами, способствуют интеграции вегетативной и центральной нервных систем.

В области периферической нервной системы у тресковых рыб наблюдается нехватка глубоких исследований. Координация движения соматических мышц, свойственная низшим позвоночным, управляетя спинными структурами. Нервные волокна трески, отвечающие за автономное регулирование органов, представляют собой парасимпатические и симпатические пути. Афферентные волокна, доставляющие сигналы в головной мозг, проходят через хвостовой отдел спинного мозга, проникая в сегменты 25–28 [6].

Минутный объем сердца у трески обратно пропорционален массе тела и составляет 24–32 мл/ (мин*кг) при частоте сердечных сокращений от 20 до 43 раз в минуту. В вентральной аорте зафиксировано кровяное давление в 33, а в дорсальной его показатель меньше – 19 мм 11Т.ст.

Далее, исходя из океанической температурной шкалы и солености, поведение дыхательной системы трески обладает адаптивностью. Оптимальная температура воды, лежащая в диапазоне 2–4°C и содержанием соли 34 процента, способствует дыхательной активности от 16 до 18 раз в минуту. При этом рост температуры способствует возрастанию частоты респираторного процесса [6].

1.1.3. Распространение в природе

Исследования, проводимые на протяжении более ста лет, показывают, что атлантическая треска формирует географические популяции в своем ареале. Эти популяции обладают уникальными особенностями роста, размножения и миграционных паттернов, характерными только для них.

Представители баренцевоморско-норвежской трески выбирают Лофотенские острова на юго-восточной стороне Норвежского моря как места для размножения. В марте и апреле глубокие воды служат районами для выметывания икры, которая затем уносится течениями на восток. Большинство икринок в конечном итоге попадает в Баренцево море [1].

Мальки, движущиеся на восток, к июлю добираются до Кольского меридиана, а к сентябрю до восточной части Баренцева моря.

В пределах двух лет молодая треска существует с малой активностью, предпочитая донный образ жизни. Их миграция наступает с трехлетнего возраста, когда начинается движение в сторону северо-восточных направлений по течению – летом и юго-западных направлений против течения – зимой.

Когда треска в Баренцевом море достигает 8–10 лет, она готова к размножению. В сентябре она завершает процесс откорма, собирается в группы и направляется к Лофотенским островам. В пути треска редко кормится, используя запасы жира, которые хранятся в печени. За свою долгую жизнь (20–25 лет) норвежско-баренцевоморская треска успевает выполнить несколько миграций с запада на восток и обратно. Однако существуют некоторые группы прибрежной трески, которые не мигрируют и размножаются на месте обитания.

Исландско-гренландская треска также имеет обширную область нагула, а нерест осуществляется у берегов Исландии.

Балтийская треска обитает в более низкой солености, чем другие представители вида. Она нерестится над впадинами Балтийского моря [1].

1.1.4. Питание, поведение, репродукция

Gadus morhua – вид с очень разнообразным рационом питания. Среди рациона присутствует и планктон и рыбы средних размеров. Такие рыбы как сайка, сельдь, корюшка, килька и мойва наиболее любимы треской.

До 3х лет основу питания составляют маленькие ракообразные и планктон. Затем рыба начинает проявлять свою хищность и питаться более крупными гидробионтами.

Треска готова к размножению по достижению ей размеров 40–45 см. Самцы созревают быстрее. В основном половозрелость определяется

наступлением возраста 7–10 лет и длинной 80–90 см. Но есть и исключения, когда готовность к размножению наступает только к 14 годам [13].

Когда сентябрь и октябрь подходят к концу, атлантическая треска завершает свой этап откорма и начинает свой путь к Лофотенским островам. В течение 5–6 месяцев она преодолевает 1500 км, передвигаясь со скоростью 7–8 км в сутки. В восточных акваториях Норвегии, где треска выбирает места для нереста на глубинах от 20 до 150 метров, температура воды колеблется от 0,4 до 3,5°C. Период нереста продолжается с февраля по июнь.

Икрометание у трески порционное. Самка способна выметать до 8 порций икры, но чаще всего это 2–3 порции за нерест. Нерестится самка на протяжении 1,5–2 месяцев. Плодовитость трески 0,6 до 9,3 млн. икринок на одну самку. Треска – это один из самых плодовитых видов рыб. Икринки имеют форму шара диаметром 1,2–1,5 мм.

После того как самец оплодотворяет икринки, они всплывают на поверхность и уносятся с течением в северо-восточном направлении. Вылупление наступает на 25–36 день при температуре воды 4–6°C. Развитие эмбриона напрямую зависит от температуры воды. Чем выше температура, тем быстрее наступает вылупление личинки.

Размеры предличинок трески от 2,5 до 5,2 мм. Желточный мешок рассасывается, когда личинка достигает размеров 4,8–5,2 мм. Питаться личинка начинает на 5–6 день. Рост у личинок очень стремительный. Через 3 месяца длина составляет 30–40 мм, через 5 месяцев – 70–90 мм [13].

1.2. Возможности производства атлантической трески в индустриальном рыбоводстве

Индустриальное рыбоводство представляет собой активно развивающуюся сферу товарного рыбоводства. В этой области используются небольшие водоемы, такие как циркуляционные системы, сетчатые вольеры и бетонные резервуары для воды. Данная отрасль выделяется высокой продуктивностью, что достигается благодаря концентрации рыб на

ограниченной территории и созданию оптимальных условий для их размножения.

Производство этого типа рыбы является актуальным и экономически оправданным, поскольку для её разведения используется то же оборудование, что и для лосося, что исключает необходимость создания новых машин. Кроме того, это связано с высокой плодовитостью, быстрым ростом и великолепной способностью адаптироваться к разным условиям.

Выделяют два подхода к разведению трески: это промышленное разведение молоди и коммерческое выращивание рыбы. Оба этих метода предполагают создание искусственных условий для размножения.

Впервые искусственное выращивание трески осуществил норвежский биолог Г.О. Сарс, что впоследствии привело к созданию норвежской инкубационной станции для икры и работам по получению молоди трески в 1882 году.

С тех пор выращиванием трески в Норвегии занимаются на постоянной основе, непрерывно улучшая технологию производства.

Объем выращенной трески в 2003 году составлял примерно 2000 т., в 2007 году количество произведенной трески выросло до 11 000 т [13].

В России наиболее перспективными территориями для производства трески были признаны морские губы побережья Мурманской области.

1.2.1. Промышленное разведение молоди

Производительный цикл разведения молоди трески начинается в конце февраля, когда рыба готовится к нересту. Рыбаки используют тралы для вылова производителей как в прибрежных районах, так и в открытом море. Выбираемая рыба должна отвечать следующим требованиям: достижение половой зрелости (что определяется по размерам) и отсутствие заметных кожных заболеваний и повреждений.

Атлантическая треска, имеющая высокую степень адаптивности, готова к выметыванию икры уже через одну – две недели содержания в

бассейнах. Бассейны, в которых содержатся производители, имеют разные объемы от 14 м³ до 175 м³.

Оплодотворенную икру собирают и инкубируют 2–3 недели.

Также распространен метод, когда рыбу вылавливают с конца лета до середины осени и помещают в бассейны, придерживаясь плотности 4–5 представителей на 1 м³. Кормят треску мясом рыб.

Существует множество методов для разведения личинок. Исследовательское и экспериментальное выращивание осуществляется в микрокосмах – системах объемом до 1 м³.

При применении этого способа необходимо регулярно контролировать качество воды и обеспечивать личинок питанием. Личинки кормятся коловратками. В таких условиях до метаморфозы выживает 15% личинок. Если целью разведения личинок является промышленное производство, то применяются мезокосмы – бассейны и садки объемом до 104 м³. В этом случае для кормления используется планктон, и выживаемость составляет 10–15%.

Следующий способ – выращивание личинок в морских прудах. Пруды ограждаются от моря дамбами. В таком случае до метаморфоза доживают 50% личинок. Питаются личинки представленным в пруду фитопланктоном. Когда естественный корм заканчивается, малькам постепенно начинают вводить гранулированный корм, который поступает с помощью специальных автоматических кормушек [13].

1.2.2. Выращивание товарной рыбы

На данный момент в России не осуществляется выращивание товарной трески. Однако еще в 2003 году недалеко от поселка Ура-Губа была создана рыбоводная ферма для исследований, связанных с выращиванием трески в садках.

Страны Северной Европы, в частности Норвегия уже давно активно практикует искусственное подращивание данного вида.

Норвежская компания Codfarmers, полностью интегрированное предприятие, которое специализируется на выведении и выращивании рыбы, а также осуществляет ее переработку и продажу.

Основанная как Gadus AS в 2003 году, компания Codfarmers начала одной из первых в Норвегии заниматься выращиванием трески и на данный момент лидирует среди компаний занимающихся этой деятельностью. В 2006 году компания взрастила 6 поколений трески. В 2007 году объём производства составил 2 000 тонн, а на 2008 год план составлял 4 000 тонн. Планировалось, что в последующие годы производство будет расти [22].

Расположенные на Крайнем Севере в пределах Норвегии, неподалеку от Полярного круга, аквакультурные комплексы активно занимаются разведением трески. Область эта привлекает диких рыб из Баренцева моря, которые ежегодно совершают миграцию сюда для того, чтобы отнереститься. Температурный режим водных глубин в этом месте подходит идеально для данных целей: температура колеблется от 5⁰С весной до 11⁰С осенью. Глубокие фьорды этой зоны имеют уникальное свойство, поддерживаемое периодическими приливами и отливами, – они генерируют постоянные течения, обеспечивающие бесперебойный приток чистой воды, насыщенной кислородом, что существенно для воспроизведения трески. Знаковым для региона является Skjetnes – местность, где установлена самая обширная в своем роде морская ферма по выращиванию трески, признанная крупнейшей во всем мире [22].

В октябре 2023 года наблюдается стабильный рост объемов экспортируемой норвежской аквакультурной трески. Согласно данным, около 44% от общего объема экспортированной рыбы, что составляет 890 тонн, составляют свежая треска, выращенная на фермах. Экономическая стоимость этого объема достигает 52 миллиона норвежских крон, что соответствует 431 миллиону российских рублей или 484 рубля за килограмм [9].

Увеличение интереса к фермерской рыбе обусловлено стабильной ценой, которая не зависит от времени года. Важным фактором также является высокая оценка вкусовых качеств именно фермерской трески. Мясо этой рыбы имеет более плотную текстуру по сравнению с дикой. Фермерская рыба поступает к покупателям свежей благодаря хорошо налаженной логистике у предприятий, занимающихся её разведением. Компания Codfarmers, упомянутая ранее, может доставить свежие партии в течение 48 часов после улова [9].

Таким образом, потребительские качества атлантической трески, опыт и экономическая целесообразность ее выращивания в индустриальном рыбоводстве обусловливают значение этого вида рыб как перспективного объекта аквакультуры.

Выводы по главе 1

1. Атлантическая треска – самый многочисленный вид из семейства тресковых, в природе занимает довольно большой ареал. Этот вид рыб отличается хорошими адаптивными способностями, интенсивным ростом, высокой плодовитостью.

Атлантическая треска характеризуется выдающимися питательными свойствами: ее мясо отличается идеальным соотношением белков, жиров и углеводов при сравнительно низком содержании калорий, богато витаминами, минералами и ненасыщенными жирными кислотами; печень и икра этой рыбы особенно ценные. Все эти качества делают атлантическую треску важным ресурсом для промышленного рыболовства.

2. На сегодняшний день атлантическая треска не является широко распространенной в сфере рыбоводства. В России пока не налажено производство трески в коммерческих масштабах. Однако успешный международный опыт разведения, подращивания и товарного выращивания этой рыбы в контролируемых условиях демонстрирует экономическую оправданность активного внедрения атлантической трески в рыбоводческие технологические процессы.

Потребительские качества атлантической трески, мировой опыт и экономическая целесообразность ее выращивания в индустриальном рыбоводстве обусловливают значение этого вида рыб как перспективного объекта аквакультуры.

Глава 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ТОВАРНОГО РАЗВЕДЕНИЯ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аквакультура, развивающаяся на индустриальной основе, претерпевает трансформации, связанные с экологическими факторами и ресурсоемкостью процессов. Традиционно, земля, как фундамент аквакультуры, играет центральную роль в рыбоводных прудах, обуславливая биохимическую устойчивость среды. Затраты воды для производства рыбы здесь довольно существенные — объем может достигать до 30 тыс. м³ на тонну рыбы. Однако в индустриальных бассейнах и садках, где рыбу выращивают в более высоких концентрациях (свыше 100 кг на м³), эти естественные аспекты утрачивают значимость.

Ограниченные природные ресурсы, в частности вода и качество среды обитания, становятся барьерами на пути увеличения объемов выращиваемой рыбы. Это требует дополнительной очистки воды перед ее возвратом в природные водоемы, учитывая высокую плотность выращиваемых организмов.

Ключевым достижением в области промышленной аквакультуры стало внедрение технологий с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). УЗВ-системы значительно снижают воздействие ограничивающих факторов, таких как доступность земли, воды и экологические условия. После использования вода очищается и насыщается кислородом, прежде чем снова поступить в систему. Такой метод позволяет акцентировать внимание на важнейшем аспекте — качестве корма, который влияет на здоровье и производительность рыбных популяций [15].

2.1. Технологические особенности

Выращивание атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) является сложным и высокотехнологичным процессом, который требует внимательного планирования, строгого контроля и соблюдения специфических условий. Вот несколько технологических аспектов, которые важно учитывать при разведении трески в УЗВ:

– выбор вида и породы трески. Перед началом выращивания необходимо выбрать подходящий вид и породу трески, учитывая их требования к условиям содержания, питанию и другим параметрам;

– создание оптимальных условий содержания. В УЗВ необходимо обеспечить оптимальные условия для роста и развития трески, включая температуру, освещение, уровень кислорода и качество воды. Для этого используются различные системы контроля и автоматизации;

– контроль за параметрами воды: необходимо регулярно проводить контроль качества воды, измеряя такие параметры, как температура, pH, содержание кислорода, аммиака, нитратов и других веществ. Это позволяет своевременно реагировать на изменения и предотвращать возможные проблемы.

– плотность посадки. Плотность посадки трески должна соответствовать её размеру и возрасту. Слишком высокая плотность посадки может привести к стрессу у рыб и снижению их иммунитета.

– кормление. Рацион трески должен быть сбалансированным и разнообразным, чтобы обеспечить её рост и развитие без проблем со здоровьем. Необходимо следить за количеством корма и предлагать различные виды кормов, включая сухие, живые и растительные;

– очистка и дезинфекция. Система УЗВ должна быть оснащена эффективными системами очистки и дезинфекции, чтобы предотвратить накопление загрязнений и распространение болезней;

– мониторинг и контроль. Необходимо проводить регулярные наблюдения за рыбами, отслеживая их здоровье, поведение и рост. При

необходимости следует вносить корректизы в режим кормления, условия содержания и другие параметры;

- автоматизация процессов. Современные УЗВ оснащены автоматическими системами контроля и управления, что позволяет оптимизировать процессы и снизить трудозатраты;
- управление отходами. В УЗВ образуется большое количество отходов, таких как остатки корма, экскременты и другие органические вещества. Необходимо разработать систему их сбора, обработки и утилизации, чтобы избежать загрязнения воды и окружающей среды;
- обучение и подготовка персонала. Выращивание трески в УЗВ требует квалифицированного персонала, способного управлять сложными системами и обеспечивать надлежащий уход за рыбой. Обучение и подготовка специалистов являются важными аспектами успешного производства [11].

Основные принципы устройства УЗВ заключаются в следующем:

1. В бассейны, в которых находится рыба, постоянно поступают вода и корма;
2. Вместе с продуктами жизнедеятельности гидробионтов вода выводится из бассейнов;
3. Вода отфильтровывается с помощью механического, озонового и биологического фильтра;
4. Затем вода оказывается в бассейне-сумматоре;
5. В бассейн-сумматор также поступает подпиточная вода из внешнего источника, которая также подвергается очистке;
6. Вода из сумматора насыщается кислородом;
7. Затем вода после очистки УФ-фильтром и доведения до нужной температуры направляется в бассейн с рыбой.

В практике рыбоводства применяются разнообразные виды УЗВ, каждый из которых специализирован для решения определенных задач и обладает уникальной конфигурацией. Выделяются четыре ключевых типа

УЗВ: для инкубации, для коммерческого выращивания, полные циклы, а также установки для временного содержания и транспортировки рыбы [11].

В инкубационном оборудовании процесс охватывает этап от оплодотворенной икры до получения мальков, достигающих веса от 10 до 50г.

Следующий тип, наиболее популярный среди УЗВ – товарный. В таких установках рыба выращивается от малька до товарных размеров.

Установки замкнутого водоснабжения полного цикла совмещают в себе предыдущие два типа, что позволяет контролировать полный процесс от получения и оплодотворения икры до получения товарной рыбы.

Также существуют УЗВ, которые не используются для выращивания рыбы. Такие установки используют для передержки или транспортировки рыбы.

2.1.1. Описание установки замкнутого водоснабжения

Закрытые водоснабжающие системы для аквакультуры созданы для разведения водных организмов в тщательно контролируемых условиях. Эти системы работают по принципу рециркуляции воды, которая проходит через этапы очистки, образуя замкнутый водный цикл.

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) обычно состоят из следующих элементов: ёмкостей, в которых содержаться рыбы, приспособлений для отчистки и насыщения воды кислородом, автоматических кормушек, а также приборов, которые позволяют контролировать качество воды. Если такие приборы сигнализируют о неподобающем качестве воды, вводится блок водоподготовки. Схема УЗВ представлена на рисунке 2 [11].

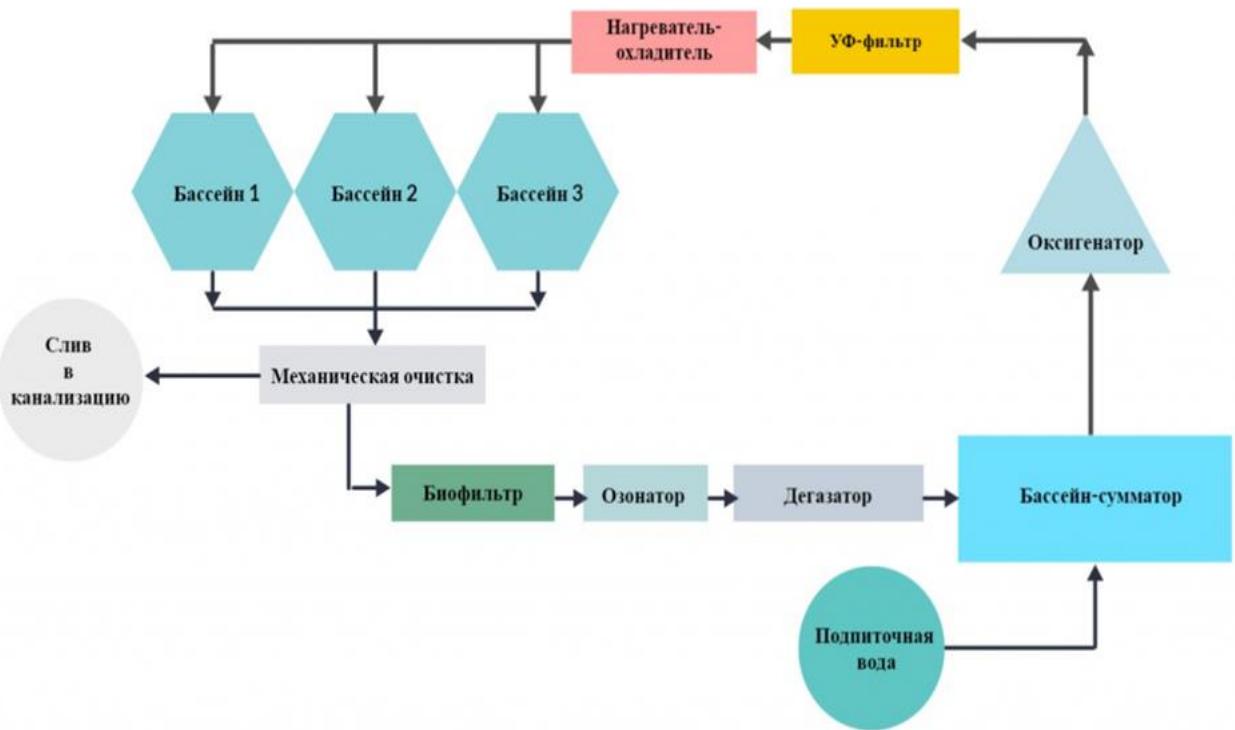


Рисунок 2. Схема УЗВ

Рассмотрим подробнее элементы установки замкнутого водоснабжения.

Бассейны. Один из основополагающих элементов. В них находится рыба или вода во время промежуточных этапов отчистки. Они могут быть как круглыми, овальными так и прямоугольными. Обычно изготовлены из бетона, полипропилена, ПХВ-пленки или стеклопластика

Трубы и насосы. С целью поддержания непрерывной циркуляции воды, ее фильтрации и обогащения кислородом применяются соответствующие насосные системы и трубы, а также воздуходувы.

Фильтры для механической отчистки. Барабанные фильтры нередко применяют в системах УЗВ как эффективный механизм для удаления органических включений из жидкости. Такие устройства предназначены для аккуратной фильтрации воды, используемой в УЗВ, пропуская её сквозь микросито с порами от 60 до 200 мкм. Этот процесс позволяет задерживать твёрдые частицы, после чего они, вместе с избыточной водой, удаляются в систему сточных вод. Альтернативные решения для механической очистки

представляют собой гидроциклоны и тонкослойные отстойники, которые также находят применение на производствах, где требуется детальная очистка жидких сред от примесей.

Биофильтры. Узел для биологической очистки объектов УЗВ, способствует удалению азотистых и фосфорсодержащих соединений, испускаемых водными организмами в ходе биотической активности.

Система ультрафиолетовой обработки. Данный модуль служит для обеззараживания воды при помощи ультрафиолетовых излучений. Могут быть погружными (для обеззараживания воды в отдельной ёмкости) и проточными.

Озонатор. Данный блок служит дополнительным этапом очищения воды при помощи озонатора.

Оксигенатор. Модуль, с помощью которого вода насыщается кислородом. Различают напорные и безнапорные. Самый распространённый вид – конусообразный оксигенатор, в котором вода протекает сверху вниз и соприкасается с кислородом, который поступает под давлением.

Аэратор. Аналог оксигенатора, блок также предназначен для насыщения воды кислородом из окружающего воздуха и удаления нежелательных газов. Наиболее популярный – аэрационная колонна. Другой вариант – эрлифты, узлы, которые устанавливаются в резервуары с рыбой. В них вода по трубе поднимается снизу вверх с помощью давления воздуха или кислорода и возвращается обратно в емкости.

Дегазатор. Данный блок предназначен для отчистки воды от углекислого газа.

Бассейн-сумматор. Это ёмкость, в которую попадает отчищенная оборотная и подпиточная вода, смешивается и поступает в оксигенатор и УФ-фильтр.

Насос подпиточной воды. Используются для подачи в УЗВ воды из внешней среды.

Нагреватель/охладитель. Позволяют поддерживать температуру воды в рамках заданных параметров.

Автоматика. Под этим понятием подразумеваются различные устройства, которые позволяют получить данные о гидрохимических характеристиках воды. Они сигнализируют об отклонениях от заданных норм. А так же сюда входят источники питания на случай аварийных ситуаций [3].

Использование систем замкнутого водоснабжения (УЗВ) предоставляет новые возможности для аквакультуры, позволяя развивать рыбное хозяйство в местах, где отсутствует доступ к природным водным источникам. Этот метод содействует не только росту объемов производства рыбы с высокой продуктивностью, но и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

Тем не менее, при анализе таких систем важно учитывать и их значительные недостатки. Первоначальные вложения в оборудование и материалы оказываются довольно значительными, что требует серьезных финансовых затрат. Кроме того, необходимость в регулярном техническом обслуживании и постоянном ремонте оборудования создает определенные требования к его эксплуатации. Более того, высокая плотность рыбьего населения увеличивает риск распространения заболеваний внутри данной системы, что обуславливает дополнительные обязательства по контролю за состоянием здоровья этих организмов.

2.1.2. Кормление, плотность посадки, регулирование популяции

Кормление рыб в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) — это один из важных аспектов успешного выращивания рыб. В УЗВ необходимо обеспечить рыб сбалансированным и разнообразным рационом, который будет способствовать их росту, развитию и здоровью.

Основные принципы кормления рыб в УЗВ:

1. Баланс нутриентов. Комплексное присутствие всех важных пищевых элементов, таких как белки, жиры, витамины, минералы и углеводы в

рационе, закладывает основу для здорового роста и развития рыб, предотвращая потенциальные проблемы со здоровьем.

2. Контроль за количеством корма. Важно отслеживать объём корма, чтобы избежать его избытка у аквакультурных организмов. Чрезмерное количество пищи может негативно сказаться на состоянии водной среды и уменьшить качество продукции, которая выращивается [11].

3. Разнообразие кормов. Для полноценного питания атлантической трески следует вводить в их рацион множество типов кормов. Это подразумевает, что ценным будет не только использование сухих кормов, но и натуральных, например, мойвы, а также растительных продуктов.

При выборе корма для рыб в УЗВ следует обращать внимание на следующие факторы:

- Вид рыб. Потребности в питательных веществах могут значительно различаться; например, хищные виды требуют более богатого белками рациона по сравнению с травоядными.

- Размер рыб. Также следует учитывать возраст рыбы: новорожденные особи требуют больше корма и его частота должна увеличиваться. Объем корма необходимо корректировать в зависимости от физических размеров рыб.

- Температура воды. Температурный режим в водоемах оказывает прямое влияние на обмен веществ: при повышении температуры увеличивается и потребность в пище.

- Плотность посадки. Чем больше рыб находится в одном объеме воды, тем чаще их нужно кормить. Рекомендуемая плотность для выращивания трески в УЗВ составляет 10-20 кг/м³. Важно отметить, что этот показатель может изменяться в зависимости от специфических условий культуры.

Комбинированные корма разнообразны: есть стартовые, ростовые, продукционные, репродуктивные и корма специального назначения. Предназначенные для поддержания жизнедеятельности рыбных личинок и мальков весом не более 5 г, стартовые корма богаты белками, липидами и

легкоусвояемой энергией. Чтобы обеспечить здоровое развитие и поддержать физиологический баланс выращиваемой рыбы, требуются ростовые корма, способствующие интенсивному росту молоди и аккумуляции питательных элементов с энергией в их организмах. В то время как для взрослых особей, продвигающихся в товарном направлении, используют производственные корма, содержащие животные компоненты в уменьшенных количествах по причине замены части рыбной муки альтернативными ингредиентами, что отличает их от насыщенности стартовых кормов [3].

Анализ физического состояния рыб является надежным показателем правильности подбора корма. Положительные результаты их здоровья и активного поведения указывают на верно подобранный рацион. В то же время, угнетенное состояние обитателей водоема и наличие признаков болезни требуют немедленного пересмотра и изменения состава корма. Регулярное и внимательное наблюдение за маринованными особями становится основой для определения их идеального питания.

Важно помнить, что при кормлении рыб в УЗВ имеет первостепенное значение обеспечение минимального уровня загрязнения водоема. Следует обращать внимание на применение исключительно высокопитательных кормов, быстро усваиваемых живыми организмами, и строго регулировать их объемы, предоставляемые рыбному населению.

Плотность посадки – это количество особей трески, которое можно содержать в одном объеме воды. Этот показатель зависит от следующих факторов:

- Размер трески. Взрослые особи большего размера занимают пространство в большем объеме, нежели их менее крупные собратья.
- Потребность в кислороде. Для поддержки своих жизненных функций треска стремится к адекватному уровню насыщения кислородом. Высокие показатели плотности популяции могут стать причиной уменьшения концентрации этого газа в водной среде.

- Качество воды. Увеличение численности особей рыб на единицу объема способствует ухудшению качества водной среды за счет аккумуляции отходов.
- Регулирование популяции атлантической трески в УЗВ осуществляется через контроль размножения и выращивания молоди. Для этого применяются следующие методы:
 - Разделение по полу. Треску мужского и женского пола размещают в разные среды обитания с целью пресечения процессов их несанкционированного размножения;
 - Отбор производителей. Избираются исключительно особи, отличающиеся хорошим здоровьем и высокой продуктивностью, в целях размножения. [25].

2.1.3. Контроль качества воды, борьба с болезнями

Установка замкнутого водоснабжения (УЗВ) представляет собой систему, в которой вода циркулирует по кругу и подвергается очистке. Контроль качества воды является ключевым аспектом успешного функционирования УЗВ. Он включает в себя мониторинг следующих параметров:

- Температура. Разные виды рыб требуют точного соблюдения температурных условий, характерных для их естественной среды обитания. При разведении аквакультурных организмов стабильность температуры окружающей среды играет решающую роль в успешном разведении. Обеспечение и поддержание определенного температурного диапазона, специфичного для данного вида, должно оставаться в пределах, подходящих для этих биологических организмов;
- pH: Уровень pH должен быть в диапазоне 6,5–8,5 для большинства видов рыб, в том числе и атлантической трески. Изменение параметров водной среды за пределами установленных граничных значений часто

становится причиной стрессовых состояний у рыб, последствием которых является ухудшение механизмов иммунной защиты;

– аммиак и нитриты. Продукты жизнедеятельности рыб, не подвергшиеся надлежащей очистке, могут накапливаться в водной среде. Высокая концентрация аммиака и нитритов, достигая определённых значений, способна оказывать вредное влияние на здоровье рыб.;

– нитраты. Нитраты образуются в процессе нитрификации и также могут накапливаться при недостаточной очистке воды. Высокие концентрации нитратов могут вызывать стресс у рыб;

– растворённый кислород. В водной среде, для поддержания жизнеспособности организмов, критична адекватная концентрация растворённого кислорода. Гипоксические состояния, обусловленные скучным насыщением кислородом, чрезвычайно опасны и могут привести к массовой убыли водных обитателей;

– общая жёсткость и щёлочность. Для поддержания устойчивого уровня pH, следует регулировать данные характеристики в строго ограниченных рамках;

– солёность. В зависимости от вида рыб, выращиваемых в УЗВ, может потребоваться контроль солёности воды. Так для атлантической трески привычна соленость 20-24% [12].

Микробиологические показатели. Постоянный контроль микробиологических показателей, таких как общее количество бактерий и наличие патогенных микроорганизмов, помогает предотвратить распространение болезней.

Для того чтобы избежать накопления загрязняющих веществ, следует внедрять регулярную очистку и дезинфекцию систем замкнутого водоснабжения (УЗВ). Это является неотъемлемой частью использования различных методов контроля качества воды, включая постоянные измерения с помощью датчиков и выполнение аналитических задач в лабораторных условиях.

В таблице 1 указаны нормы качества воды при выращивании рыбы в УЗВ.

Таблица 1.
Нормы качества воды при выращивании рыбы в УЗВ

| Показатели | ОСТ для поступающей воды | Технологические нормы | Кратковременно допустимые значения |
|--|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Взвешенные вещества, мг/л | до 10 | до 30 | – |
| Нитраты, мг/л | 2–3 | до 60 | 100 |
| Нитриты, мг/л | до 0,02 | до 0,1–0,2 | до 1 |
| Аммонийный азот, мг/л | до 1,0 | 2–4 | до 10 |
| Аммиак свободный, мг/л | до 0,05 | до 0,05 | до 0,1 |
| Водородный показатель pH | 6,8–7,2 | 6,8–7,2 | 6,5–8,5 |
| Окисляемость бихроматная, мг О/л | до 30 | 20–60 | 70–100 |
| Окисляемость перманганатная, мг О/л | до 10 | 10–15 | до 40 |
| Кислород на выходе из рыбоводных бассейнов, мг О/л | – | 5–12 | 2–3 |
| Кислород на выходе из биофильтра, мг О/л | – | 4–8 | не менее 2 |

Борьба с заболеваниями рыб в УЗВ. Заболевания рыб в УЗВ могут вызываться различными причинами, включая вирусы, бактерии, паразитов и несоответствующие условия содержания. Для их предотвращения используются такие методы, как профилактика, контроль за транспортировкой икры и рыб, вакцинация и лечение.

Профилактика. Поддержание надлежащих условий содержания, включая температуру, pH, качество воды и плотность рыбы, способствует уменьшению вероятности появления заболеваний.

В области пресечения инфекционных и инвазивных заболеваний в аквакультуре, ассортимент профилактических мероприятий охватывает ихтиопатологическое мониторинг и карантин. Строгая карантинизация продолжительностью не менее тридцати суток играет ключевую роль в запрете проникновения злокачественных микроорганизмов – от вирусов до

паразитов - в установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Завозить рыбу и рыбопосадочный материал разрешается только из хозяйств, в которых нет инфекций.

Контроль за переносом икринок и рыб является ключевым элементом в поддержании их здоровья. Ошибки в этом процессе могут привести к распространению инфекций. В связи с этим, наличие повреждений, снижение выработки слизи, воспаление области ануса и изменения в цвете жабр указывают на необходимость оперативного обследования для выявления признаков заболеваний. Профилактические меры способствуют быстрому обнаружению аномалий в поведении и физиологии, что помогает отделить потенциально зараженных рыб от здоровых особей [10].

Вакцинация: При наличии специфических заболеваний можно использовать вакцинацию для защиты рыб.

Лечение: Если болезнь всё же возникает, необходимо своевременно начать лечение с использованием соответствующих препаратов.

Внедрение медикаментов в аквакультуру требует аккуратного подхода, учитывая множество факторов, влияющих на водные экосистемы, включая обитателей водоемов и процессы биологической фильтрации. При разработке методов дозирования для борьбы с болезнями в замкнутых водных системах ученые сталкиваются с различными сложностями, связанными с изменчивостью таких параметров, как уровень органических веществ, жесткость воды, температурные условия и движение водных потоков. Для успешного применения лекарственных препаратов необходимо наличие значительного опыта их использования в аналогичных условиях.

Фармакотерапия должна проводиться под постоянным и контролируемым наблюдением, чтобы избежать возможного ухудшения состояния рыб и дисбаланса в работе биофильтров. Предписания по лечению, выданные главным ихтиопатологом или экспертом в области рыбных болезней, являются обязательными при появлении любых патологических признаков. Крайне важно строго соблюдать указания по безопасности,

поскольку ошибки в дозировке могут нанести серьезный вред здоровью рыб и эффективности очистительных систем [10].

Дезинфекция: Регулярная дезинфекция системы УЗВ помогает уничтожить патогенные микроорганизмы

2.2. Экономическая целесообразность

Выращивание атлантической трески (*Gadus morhua*) в системах замкнутого водоснабжения (УЗВ) имеет высокий потенциал для успешного бизнеса, если строго следовать установленным параметрам и оптимизировать производственные процессы. Есть ряд специфических аспектов, которым следует уделить особое внимание. [15].

Рыночный спрос. Оценка рыночного спроса на атлантическую треску представляется чрезвычайно важной для предсказания возможного объема сбыта и установления ценового диапазона для реализации продукта.

Затраты на оборудование и материалы. Инвестирование в надёжные системы контроля климата, устройства очищения воды и средства аэрации представляется неотъемлемой частью эксплуатации УЗВ. Помимо первоначального снаряжения, стоит принимать во внимание затраты, связанные с кормежкой животных, потреблением электричества, поставками воды и другими операционными материалами.

Расходы на обслуживание и ремонт. Для гарантирования надёжного функционирования установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), предполагается систематическое проведение технического обслуживания и исправительных мероприятий. Это предполагает планомерное выделение финансовых ресурсов на оплату услуг профессионалов, приобретение необходимых комплектующих и материалов, предназначенных для эксплуатационных нужд.

Стоимость рабочей силы. В ситуации, когда производственная деятельность расширяется и сталкивается с повышенной сложностью, насущной становится необходимость привлечения специализированных

сотрудников, которые будут задействованы в процессах заботы о рыбе и эксплуатации сложных технических систем.

Налоги и сборы. Для развития аквакультуры существенно оценить налоговые задачи и потенциальные преференции либо финансовые поддержки, которые предлагаются государственными или муниципальными структурами.

Конкуренция. Оцените уровень конкуренции на рынке. Возможно, придётся предложить более низкие цены или высокое качество продукции, чтобы привлечь клиентов.

Маркетинг и продвижение. Привлечение клиентов и продвижение товаров требует выверенной стратегии. Тактика, включающая рекламную деятельность и присутствие на тематических выставках, а также специализированных мероприятий, способствует росту объемов продаж.

Планирование и управление. Продуманное регулирование цикла культивирования атлантической трески способствует минимизации рисков и экономически оправданному расходованию ресурсов.

Риски и непредвиденные расходы. Нужно учесть возможные риски, связанные с болезнями рыб, сбоями в работе оборудования, изменениями в законодательстве и другими факторами, которые могут повлиять на бизнес.

В целом, выращивание атлантической трески в УЗВ может быть прибыльным бизнесом при условии тщательного планирования, эффективного управления и учёта всех затрат и рисков. Однако для определения точной экономической целесообразности необходимо провести детальный анализ конкретных условий и возможностей проекта.

2.2.1. Мировой опыт выращивания атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения

Выращивание атлантической трески (*Gadus morhua*) в системах замкнутого водоснабжения (УЗВ) представляет собой относительно новое направление в аквакультуре, которое активно развивается в различных

странах. Треска, являющаяся одним из крупнейших донных рыболовных ресурсов в мировом океане, отличается высоким спросом на международных торговых площадках благодаря популярности своих продуктов.

Норвегия, обладая опытом в ловле атлантической трески и искусстве разведения лосося и форели, привлекла внимание инвесторов к возможностям ее культивирования. Важно отметить, что распространение этой рыбы в Норвегии, где добыча данного вида значительно превышает объемы других стран, сыграло свою роль в ее экономике и маркетинге. Однако, прежде чем говорить о становлении нового устойчивого направления в аквакультуре, необходимо решить ряд сложных задач. [24].

Занимаясь селекционированием трески более двух десятилетий, специалисты, используя генетические ресурсы дикого типа, достигли значительных успехов в адаптации этого вида к условиям аквакультуры. Идеализация репродуктивного процесса у рыб данного вида началась значительно раньше – в эпоху глубокого XIX столетия, тем не менее, эффективные методики для получения икромета у взрослых особей были отложены лишь к завершению 1970-х. Входящий в число мировых лидеров по морскому рыбоводству, Норвегия в 2001 году инвестировала средства в исследовательский проект на базе рыбопромыслового центра в Тромсё, трансформированного позднее в институт Nofima. В ходе этой работы треска становится всё более адаптированной к искусственным условиям выращивания, открывая новые перспективы для аквакультуры.

В начале двадцать первого столетия с появлением первых значительных коммерческих вложений в аквакультуру трески наблюдался всплеск численности искусственно культивируемых личинок: с экзигентного показателя в 2002 году к рекордным 20 миллионам особей в течение 2008 году. Проекты аквакультуры, однако, не были прекращены даже после финансовых кризисов и последовавших банкротств на Западе в 2014 году.

Норвегия является одним из лидеров в области аквакультуры и имеет большой опыт в выращивании атлантической трески. В стране существует

множество предприятий, использующих УЗВ для производства высококачественной продукции. Объем экспорта выращенной на фермах в Норвегии трески продолжает увеличиваться. В октябре 2023-го года на весь объем экспортированной свежей норвежской трески рекордные 44% пришлись на ее аквакультурные виды - 890 тонн на сумму 52 миллиона крон (431 млн рублей / 484 руб./кг) [9].

В области аквакультуры океанологи и специалисты по рыболовству разрабатывают новаторские методы для искусственного разведения трески, адаптированные к специфическим гидрологическим условиям водоёмов Юго-Восточной Балтики. Исходя из принципов экономической и технической эффективности, предлагается внедрение новых технологий в системах замкнутого водоснабжения с использованием морской воды (УЗВ).

Уже зафиксированы значительные достижения в работе таких комплексов. Строительство УЗВ предполагается вести в непосредственной близости к морю, чтобы обеспечить постоянный приток воды и оперативную транспортировку живых товарных рыб и их молоди, добытых в естественных условиях.

На севере Российской Федерации, в Мурманской области, существует инициатива по культивированию порядка 600 тонн трески в год. Климатические и гидрологические условия неуместны для разведения лосося на Кольском полуострове, в связи с чрезмерно низкими температурами водных ресурсов. В контрасте, эти параметры идеально соответствуют потребностям холодолюбивой трески.

Практики аквакультуры предусматривают отлов молоди трески и их последующее выращивание в контролируемых условиях до коммерческих размеров в 1,5–2 кг, что занимает от полутора до двух лет. Результативно, стоимость выращенной в искусственной среде трески вдвое меньше, нежели стоимость рыбы, пойманной в открытом море [9].

Мировой опыт показывает, что выращивание атлантической трески в УЗВ может быть успешным при соблюдении определённых условий и

правильной организации процесса. Однако для достижения высоких результатов необходимо учитывать особенности каждого региона и адаптировать технологию с учетом местных условий.

2.2.2. Оценка рынка сбыта и затрат на производство

Ключевым шагом при старте бизнеса в области рыбоводства является официальная регистрация лица, осуществляющего эту деятельность, в статусе индивидуального предпринимателя или самозанятого.

Важным моментом является выбор соответствующего ОКВЭД 03.1 – под кодом, обозначающим конкретно «Рыбоводство». Экономическая часть вопроса заключается в применении упрощенной системы налогообложения с налоговой ставкой, равной 6% от величины дохода, которые предприниматель планирует заявить. Также, чтобы реализовать результаты рыбоводческой деятельности, а именно продажу рыбы, бизнесу предписывается пройти процедуру сертификации в санитарно-эпидемиологической службе, гарантирующую высокое качество продукции.

Для оценки рынка сбыта и затрат на производство атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) необходимо провести детальный анализ спроса и предложения, составить маркетинговый план, включающий ценообразование и планирование производства.

Анализ спроса и предложения. В сфере внимания оказалась текущая потребность рынка в отношении атлантической трески. В ходе анализа была рассмотрена динамика запросов продукции данного рыбного вида. Мое исследование углубилось в изучение предпочтений потребителей, связанных с употреблением этой морепродукции. Значимость экономической перспективы в контексте снабжения рынка треской несомненна, поскольку благодаря уникальному соединению витаминных комплексов, включая А, В1, В2, В6, В9, В12, С, Е, Н и РР, а также эссенциальных полиненасыщенных жирных аминокислот – Омега-3 и Омега-6, треска занимает достойное место в рационе питания, направленном на поддержание здоровья. Рыба содержит

много минеральных веществ, в числе которых калий, кальций, фосфор, натрий и другие важные элементы (медь, фтор, йод, молибден, хром, кобальт, никель, цинк, марганец). В совокупности, они способствуют адекватной функциональности различных органов и систем в теле человека.

Оценить потенциальный объём продаж в зависимости от качества продукции, цены и конкуренции. [23].

Исследование конкурентов. Поскольку культивирование атлантической трески не имеет широкого распространения в нашей стране, проект может быть успешным благодаря отсутствию большой конкуренции. Однако необходимо проанализировать ценовую политику, качество продукции и маркетинговые стратегии имеющихся конкурентов.

Маркетинговый план. Треску можно сбывать прямо с ферм, где находятся УЗВ перекупщикам или небольшими розничными партиями напрямую в магазины. В отдельных случаях, использование рекламных стратегий позволяет дополнительно реализовать рыбу в виде небольших розничных партий.

Использование маркетинговых инструментов, включая размещение рекламных объявлений на информационных стендах, в печатных изданиях и на цифровых платформах, особенно в социальных сетях, помогает привлечь широкий круг потенциальных клиентов. Развитие аккаунтов в социальных сетях создает возможности для малозатратной таргетированной рекламы и формирования базы преданных покупателей. Кроме того, атлантическая треска востребована среди заведений общественного питания, таких как кафе и рестораны, а также в разнообразных продовольственных магазинах – от супермаркетов до гипермаркетов. Рыбная продукция также может быть представлена в ассортименте небольших розничных магазинов, что способствует увеличению объемов повседневных продаж.

Таким образом, многоуровневый подход к сбыту, включающий оптовую и розничную торговлю, социальные медиа и прямые контракты с

предприятиями гарантирует широкий спектр каналов дистрибуции, обеспечивая стабильное наращивание клиентской базы.

Ценообразование. Необходимо установить конкурентоспособные цены на атлантическую треску с учётом затрат, качества и спроса.

Планирование производства. Определить оптимальные объёмы производства в соответствии с рыночным спросом. Рассчитать затраты на оборудование, корма, электроэнергию, воду и другие ресурсы.

Анализ предварительных расчетов показал, что площадь в 120 кв. м является оптимальной для круглогодичной работы теплицы. Строительство данного объекта потребует инвестиций, оцениваемых в 190 тысяч рублей. Также предусмотрены обязательные финансовые расходы в размере 10 тысяч рублей, которые пойдут на легализацию конструкции. Необходимо также учесть оплату труда рабочих, занимающихся установкой теплицы.

В пределах теплицы необходимо реализовать комплексные меры по обустройству поддерживающего оборудования, которое будет оказывать положительное воздействие на микроклимат. Для обеспечения вентиляционного процесса и гарантии адекватного перемещения воздушных потоков требуется вложение в размере 15 000 рублей. Системы обогрева, представленные газовым оборудованием или инфракрасными приборами, потребуют расходов, суммирующихся до 50 000 рублей.

Системы водоснабжения, обеспечиваемые через бурение скважин и их дальнейшее соединение с культивационным пространством, имеют аналогичную стоимость – 50 000 рублей. Установка освещения, а также необходимых проводов и дополнительных материалов обойдется в 25 000 рублей. Автономные электроагрегаты, которые выступают в роли резервного источника при перебоях в электроснабжении, требуют инвестиций в 100 000 рублей. Общие расходы на установку всего оборудования составляют 10 000 рублей.

Внутри теплицы на 120 кв. м 80 м по проекту выделяются под аквакультурные бассейны, достигающие высоты 1,7 м. Их вместимость

суммарного водного объема, выделенного под аквакультурное разведение рыб, достигнет отметки в 120 куб. м. При таком распределении водного пространства, потенциал производства трески может составить вплоть до 6 тонн.

Для эффективного использования УЗВ в тепличных условиях необходимо закупить специализированное оборудование (резервуары для воды, насосы, аэраторы, оксигенаторы и прочее), стоимость которого, включая монтаж, составляет примерно 2 700 000 рублей.

Кроме основного оборудования, потребуется дополнительный инвентарь для ухода за рыбным молодняком. Это включает кормушки, различные ёмкости для транспортировки и инструменты для регулярных работ, что потребует около 350 000 рублей.

Таким образом, общая сумма первоначальных инвестиций составит 3 705 000 рублей. (таблица 2).

Таблица 2

Графа расходов на запуск дела

| № | Наименование | Стоимость в рублях |
|---|----------------------------|--------------------|
| 1 | Регистрация дела | 5 000 |
| 2 | Оборудование | 450 000 |
| 3 | УЗВ | 2 700 000 |
| 4 | Теплица для размещения УЗВ | 200 000 |
| 5 | Инвентарь | 350 000 |
| | Итого: | 3 705 000 |

Ежегодные затраты будут составлять порядка 1 550 000 рублей (таблица 3).

Таблица 3**Ежегодные затраты на производство**

| № | Наименование | Стоимость в рублях |
|---|---------------------|--------------------|
| 1 | Мальки рыб | 200 000 |
| 2 | Корм | 350 000 |
| 3 | Тара | 100 000 |
| 4 | Электроэнергия | 100 000 |
| 5 | Услуги специалистов | 600 000 |
| 6 | Налоги | 150 000 |
| 7 | Реклама | 20 000 |
| 8 | Прочие расходы | 30 000 |
| | ИТОГО | 1 550 000 |

В рамках проекта по разведению рыбы в УЗВ комплекс может поддерживать численность популяции до 6 тонн. Следовательно, планируется, что аналогичное количество продукции будет ежегодно выходить на рынок с использованием промышленных методов, при условии стабильности процессов выращивания.

Прибыль с разведения атлантической трески. Каждый год на площади 120 кв. м планируется получать 6 тонн трески для дальнейшей реализации. 1 кг рыбы стоит 500 рублей. Доход составит $6\ 000 * 500 = 3\ 000\ 000$ рублей.

Ежегодные затраты будут составлять 1 550 000 рублей. Ежегодная прибыль составит $3\ 000\ 000 - 1\ 550\ 000 = 1\ 450\ 000$ рублей. Рентабельность проекта – 48%.

Важно также оценить потенциальные риски, связанные с заболеваниями рыбы, неполадками оборудования, изменениями в законодательных актах и иными факторами, а также разработать стратегии для минимизации этих рисков и поддержания стабильности в производственном процессе. Тем не менее, даже принимая во внимание риски, прибыльность производства останется достаточно высокой.

Таким образом, выращивание атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения экономически целесообразно по следующим причинам:

- экономия площади. Экономия пространства для разведения рыб достигается при использовании УЗВ, ведь они потребляют от 500 до 1000 раз меньше площади, чем традиционные пруды. Секрет эффективности УЗВ кроется в повышенной плотности размещения рыб, что суммировано с идеальными условиями обитания в системе, ускоряет их рост;
- комфортные условия для круглогодичного выращивания. Температурный режим в системах с замкнутым водоснабжением остается неизменным на протяжении всего года. Это приводит к постоянному развитию ихтиофауны;
- быстрый рост. В УЗВ рыба растёт в 2–3 раза быстрее, чем в прудах или естественной среде;
- эффективность кормления в УЗВ заметно выше: расход корма на килограмм прироста уменьшился примерно в 2-3 раза по сравнению с открытыми водоемами. Исследования показывают, что в прудовых условиях половина потребляемого корма не приводит к увеличению массы рыбы, оставаясь неиспользованной. Главной особенностью систем УЗВ является полное использование всего поданного корма для увеличения рыбной биомассы.
- отсутствие болезней у рыб. В установках замкнутого водоснабжения легче контролировать здоровье рыб, осуществляя вовремя профилактические меры и регулируя качество воды;
- стабильность и прогнозируемость. При условии, что проект тщательно продуман, найдены надёжные поставщики, можно быть уверенным, что на выходе получится именно запланированный объем продукции.

Экономическая выгода от культивирования атлантической трески в УЗВ неоспорима. Это предприятие, однако, подразумевает вложения

значительных финансовых ресурсов и необходимость глубоких знаний в сфере аквакультуры.

Выводы по главе 2

1. Культивация атлантической трески может осуществляться с применением современных технологий – установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). Это дает возможность не зависеть от погодных условий и особенностей климата региона. Такие системы позволяют точно настраивать ключевые параметры и автоматизировать процессы, что в свою очередь способствует повышению эффективности рыбного хозяйства. Особенность УЗВ заключается в создании стабильного и контролируемого водного ресурса, что крайне важно для успешной аквакультуры и достижения высоких результатов в разведении атлантической трески.

2. Выращивание атлантической трески в УЗВ экономически целесообразно, что показывает опыт зарубежных стран, где рентабельность производства высокая. Это связано, прежде всего, с высокой продуктивностью атлантической трески, поскольку благодаря хорошей адаптивности к различным условиям среды, эта рыба неприхотлива и к тому же обладает высокой продуктивностью.

Расчеты, произведенные нами на модельном примере организации рыбоводческого хозяйства, выполненные с учетом цен и механизмов ценообразования в России, также показали довольно высокую рентабельность производства атлантической трески.

Выращивание атлантической трески в системах замкнутого водоснабжения может быть выгодным по нескольким причинам: экономия пространства для производства, оптимальные условия для разведения рыбы, высокая эффективность кормления, уменьшение вероятности заболеваний среди рыб, а также стабильность и предсказуемость процесса производства.

Экономическая выгода от культивирования атлантической трески в УЗВ неоспорима. Это предприятие, однако, подразумевает вложения

значительных финансовых ресурсов и необходимость глубоких знаний в сфере аквакультуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной ВКР были изучены перспективы товарного производства атлантической трески *Gadus morhua*, Linnaeus, 1758, в установках замкнутого водоснабжения.

Атлантическая треска - является наиболее распространённым представителем семейства тресковых и обитает на обширной территории. Этот рыбный вид славится отличными способностями к адаптации, быстрым ростом и высокой степенью плодовитости.

Атлантическая треска славится своими питательными свойствами: ее мясо отличается оптимальным соотношением белков, жиров и углеводов с низким уровнем калорий, богато витаминами, минералами и ненасыщенными жирными кислотами. Особенно ценными частями рыбы являются печень и икра. Эти факторы делают атлантическую треску важным объектом в промышленном рыбоводстве.

На данный момент атлантическая треска не является широко распространённым видом в аквакультуре. В России пока нет производства товарной трески. В то же время, удачный международный опыт разведения и доращивания этой рыбы в искусственных условиях показывает, что целесообразно интегрировать атлантическую треску в технологии рыбоводческих предприятий.

Пользовательские характеристики атлантической трески, международный опыт и экономическая целесообразность ее разведения в промышленном рыболовстве определяют важность этого вида рыб как многообещающего объекта аквакультуры.

Выращивание атлантической трески становится возможным благодаря внедрению современных систем замкнутого водоснабжения (УЗВ), что устраняет зависимость от климатических факторов и погодных условий региона. Эти установки позволяют точно настраивать ключевые параметры, что способствует автоматизации процессов и, как результат, повышению продуктивности рыбоводства. Основное преимущество УЗВ заключается в

создании стабильного и контролируемого водного ресурса, что крайне важно для успешного ведения аквакультуры и достижения высоких результатов в разведении атлантической трески.

Разведение является прибыльным с экономической точки зрения, что подтверждается практикой других стран, где показатели рентабельности производства очень высоки. Это в значительной степени связано с высокой продуктивностью данной рыбы, так как атлантическая треска в состоянии приспосабливаться к различным условиям, что позволяет ей обходиться без специфических требований и демонстрировать хорошие результаты.

Расчеты, произведенные нами на модельном примере организации рыбоводческого хозяйства, выполненные с учетом цен и механизмов ценообразования в России, также показали довольно высокую рентабельность производства атлантической трески.

Выращивание атлантической трески в установках замкнутого водоснабжения может быть экономически целесообразным по следующим причинам: экономия производственной площади, комфортные условия для выращивания рыбы, эффективность использования кормов, снижение рисков болезней у рыб, стабильность и прогнозируемость производства.

Экономическая привлекательность разведения атлантической трески в условиях замкнутых водоёмов очевидна. Тем не менее, данное предприятие требует значительных финансовых вложений и обширных знаний в области аквакультуры.

В результате нашего исследования все задачи были успешно решены, и цель исследования достигнута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жигин А.В., Мовсесова Н.В. Экономическая оценка создания и эксплуатации замкнутых систем при товарном выращивании некоторых видов рыб // Рыбное хозяйство. 2009. № 2. С. 42 – 44.
2. Как устроена ферма УЗВ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.magazine.fish/publikatsii/akvakultura/kak_ustroena_ferma_uzv/ (дата обращения: 28.05.2025).
3. Культивирование трески [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studopedia.ru/19_272558_kultivirovaniye-treski.html?ysclid=lxq0sbl1fx542544412 (дата обращения: 25.04.2025).
4. Лукин А.А. и др. Перспективы развития аквакультуры в западной части Арктической зоны Российской Федерации // Арктика. Экология и экономика. 2016. № 4 (24). С. 100–108.
5. Матишов Г.Г., Родин А.В. Атлантическая треска. Биология, экология, промысел : научное издание / Российская академия наук, Кольский научный центр ; ред.: Г.Г. Родин. Наука, 1996.
6. Основные узлы УЗВ, их преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cfu.by/blog/osnovnye-uzly-uzv-ikh-preimushchestva-i-nedostatki?ysclid=lxq0miimke48841397> (дата обращения: 28.04.2025).
7. Очистка сточных вод [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5389009/page:6/> (дата обращения: 25.05.2025).
8. Производство аквакультурной трески переживает взрывной рост [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.рыбоводы.рф/news/68-foreign/631-piksha15> (дата обращения: 18.04.2025).
9. Профилактические мероприятия в бассейнах, в системах УЗВ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studopedia.org/13-50576.html> (дата обращения: 23.04.2025).

10. Разведение и выращивание рыбы в установках с замкнутым циклом водообеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9248007/page:24/> (дата обращения: 26.04.2025).

11. Рыба треска [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rybatskii.ru/treska/ryba-treska#treska-atlanticheskaya/> (дата обращения: 13.04.2025).

12. Рыбные объекты марикультуры северных морей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://poznayka.org/s103412t1.html> (дата обращения: 14.05.2025).

13. Спиридов В., Мокиевский В. Просто треска. [Электронный ресурс] https://wsbs-msu.ru/res/DictionaryAttachment/437/DOC_FILENAME/В_Спиридов%20и%20В_Мокиевский%202004%20Просто%20Треска.pdf (дата обращения: 14.05.2025).

14. Способ доращивания трески в прибрежных районах западного и восточного Мурмана [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2297138C2_20070420 (дата обращения: 15.05.2025).

15. Технология разведения и выращивания рыб в установках с замкнутым циклом водообеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2983267/page:48/> (дата обращения: 13.05.2025).

16. Треска [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://fish-info.ru/interesting/?ELEMENT_ID=125640&ysclid=lxq0jcvawr561624449 (дата обращения: 02.04.2025).

17. Треска - образ жизни, среда обитания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://givotniymir.ru/treska-ryba-obraz-zhizni-i-sreda-obitaniya-ryby-treski/> (дата обращения: 22.05.2025).

18. Треска — польза и вред для здоровья, состав и калорийность рыбы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20210217/treska-1597919431.html> (дата обращения: 03.05.2025).

19. Трескообразные [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--90aipoeect8e.xn--p1ai/akvakultura/ryby-i-ryboobraznye/treskoobraznye/> (дата обращения: 03.04.2025).

20.Хайновский К.Б. Основы аквакультуры: учебное пособие. Калининград : КГТУ, 2017. С. 23 – 30.

21. Хрусталев Е.И., Курапова Т.М., Гончаренок О.Е. Корма и кормление в аквакультуре : учебник по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура». Москва, 2017. С. 94– 105.

22.Шестое поколение культивированной трески подтвердило реальность рыночной стратегии компании codfarmers [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/shestoe-pokolenie-kultivirovannoy-treski-podtverdilo-realnost-rynochnoy-strategii-kompanii-codfarmers/ (дата обращения: 15.04.2025).

23. Пономарев С.В., Ю.Н Грозеску., А.А Бахарева Индустриальное рыбоводство. Учебник, 2-е изд., испр. и доп. 2013г. С. 175–207.

24. А.Ю. Медведев., Н.В. Волгина., С.Н.Тресницкий Технологические и биологические аспекты выращивания рыб в установках замкнутого водоснабжения. Научно-пр.пособие 2023г. С. 28–40.

25. Хрусталев Е.И, Курапова Т.М. Гончаренок О.Е., Учебник: Корма и кормление в аквакультуре. 2017г. С. 29-36.