

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»

Булли А.Ф.

## **ИНДУСТРИАЛЬНОЕ РЫБОВОДСТВО**

Конспект лекций  
для студентов направления подготовки 35.03.08  
Водные биоресурсы и аквакультура  
очной и заочной форм обучения

Керчь, 2019 г.

УДК 639.3

Составитель Булли А.Ф., старший преподаватель кафедры «Водные биоресурсы и  
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ» \_\_\_\_\_

Рецензент Кулиш А.В., канд. биол. наук, доцент «Водные биоресурсы и марикультура»  
ФГБОУ ВО «КГМТУ» \_\_\_\_\_

Конспект лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Водные биоресурсы и  
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»

Протокол № 6 от 24.02.2019 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кулиш А.В.

Конспект лекций утвержден и рекомендован к публикации на заседании методической  
комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ»

протокол № 4 от 04.03.19 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Тема 1 История развития, особенности достижения и перспективы индустриального рыбоводства.....	6
Тема 2 Рыбоводные емкости и водный режим в индустриальном рыбоводстве.....	10
Тема 3 Разведение и выращивание холодолюбивых объектов.....	14
Тема 4 Товарное выращивание рыбы в озерах Основные объекты озерного рыбоводства.....	23
Тема 5 Выращивание рыб в морских садках.....	29
Тема 6 Выращивание осетровых рыб в морских садках.....	33
Тема 7 Использование теплых вод водоемов-охладителей ГРЭС, ТЭЦ и АЭС.....	37
Тема 8 Производственные процессы в тепловодном хозяйстве.....	43
Тема 9 Выращивание объектов тепловодного рыбоводства.....	45
Тема 10 Выращивание рыбы в системах с оборотным водообеспечением.....	51
Тема 11 Выращивание рыбы в установках с замкнутой водоподачей.....	56
Тема 12 Индустриальные методы в рыбоводстве.....	60
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	68

## **ВВЕДЕНИЕ**

Обеспечение увеличивающегося населения планеты продуктами питания является одной из сложнейших и насущных проблем современного мира. Одновременно она теснейшим образом переплетается с проблемой охраны окружающей среды.

При общей тенденции к сокращению рыбных запасов в морях и океанах особое значение приобретает аквакультура - разведение рыбы, пищевых беспозвоночных и водорослей в контролируемых условиях.

Уровень развития современной аквакультуры требует внедрения новых методов и способов увеличения рыбопродуктивности хозяйств.

Направление выращивания рыбы в контролируемых условиях, с применением современной рыбоводной техники, комбинированных кормов получило название индустриального рыбоводства.

Краткий курс лекций по дисциплине «Индустриальное рыбоводство» предназначен для студентов по направлению подготовки 35 03 08 «Водные биоресурсы и аквакультура». Он раскрывает теоретический и практический материал относительно интенсивных методов рыбоводства, понимания современных процессов и тенденций развития хозяйственной деятельности в области аквакультуры. Курс нацелен на формирование ключевых компетенций, необходимых для эффективного решения профессиональных задач и организации профессиональной деятельности на основе использования методов индустриального рыборазведения.

Дисциплина «Индустриальное рыбоводство» включает все направления тепловодного и холодноводного промышленного рыбоводства и является основой самостоятельной производственно-технологической деятельности в одной из ключевых областей практической аквакультуры, требующей соответствующих широких профессиональных знаний и практических навыков.

Конспект лекций предназначен для студентов технологического факультета ФГБОУ ВО «КГМТУ» очной и заочной форм обучения. Всего для изучения дисциплины предусмотрено 144 часа, из которых лекции составляют 36 часов, практические занятия - 36 часов, на самостоятельную работу отводится 72 часа.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами теоретических и практических знаний о методах интенсивного выращивания рыб, применяемых в индустриальном рыбоводстве.

### **Задачами дисциплины являются:**

- формирование теоретических знаний об индустриальных методах выращивания товарной рыбы;
- изучение структуры интенсивных озерных, садковых и бассейновых хозяйств;
- формирование знаний о выращивании рыб с использованием теплых вод;
- формирование знаний о выращивании рыб в циркуляционных системах.

## **В результате освоения дисциплины студент должен:**

### **ЗНАТЬ:**

- основы физиологии рыб;
- периоды онтогенеза;
- основы хозяйственной и правовой деятельности на водоемах;
- современное состояние аквакультуры и перспективы ее развития;
- основы искусственного воспроизводства и товарного выращивания гидробионтов;
- весь современный комплекс методов и приемов, обеспечивающих производство рыбы в хозяйствах разного типа;
- технологические процессы разведения и выращивания рыб, влияние этих процессов на окружающую среду;
- профилактические меры борьбы с болезнями;

### **УМЕТЬ:**

- оценивать физиологическое состояние рыб;
- определять этапы и стадии развития проходных и полупроходных рыб, качество икры, спермы, эмбрионов, личинок, молоди, производителей рыб;
- рассчитывать необходимое количество кормов для рыб;
- транспортировать икру, личинок, молодь, производителей рыб;
- находить правильные решения для предупреждения заболеваний рыб и их заболеваний рыб и их;
- применять биотехнику выращивания карпа форели, растительноядных и других рыб;
- определять качественные и количественные биологические показатели рыб и других объектов аквакультуры в норме и патологии;

### **ВЛАДЕТЬ:**

- методами оценки биологических параметров рыб;
- методами выполнения технологических процессов при искусственном воспроизводстве и выращивании гидробионтов;
- методами биологического контроля над объектами выращивания.

## **Тема 1 История развития, особенности достижения и перспективы индустриального рыбоводства**

1.1 Понятие индустриального рыбоводства

1.2 Место индустриального рыбоводства в системе рыбного хозяйства, его формы и перспективы развития

1.3 История развития индустриального рыбоводства

1.4 Основные направления и формы товарного рыбоводства

### **1.1 Понятие индустриального рыбоводства**

Индустриализация — процесс ускоренного социально-экономического перехода от традиционного этапа развития к индустриальному, с преобладанием промышленного производства в экономике. Этот процесс связан с развитием новых технологий.

Индустриальное рыбоводство – это разведение и выращивание рыбы в небольших рыбоводных емкостях (бассейнах, садках, установках оборотного водоснабжения, системах замкнутого водоиспользования, в системах замкнутого водоиспользования) с применением пресной и морской воды, отличающиеся высокой интенсивностью и производительностью.

Индустриальная аквакультура – предполагает использование в рыбоводных хозяйствах теплых вод из систем охлаждения энергетических и производственных предприятий.

Индустриальное производство морских рыб предполагает выращивание товарной рыбы в проточных бассейнах с интенсивным кормлением. Развитие этого метода ограничивают только затраты на строительство рыбоводных хозяйств и питомников по производству посадочного материала и наличие воды необходимого качества.

Отличие по производительности и интенсивности индустриального рыбоводства от традиционных форм (пастбищного и прудового) можно показать на следующем примере. Пастбищное рыбоводство позволяет выращивать до 100 кг/га рыбопродукции, экстенсивная форма прудового рыбоводства – до 1 т/га, интенсивная форма прудового рыбоводства – 10 т и более на 1 га. Методы индустриальной аквакультуры при замкнутом цикле водообеспечения позволяют достигать 500–1000 т/га.

При этом затраты природных ресурсов на 1 кг готовой продукции расходуются следующим образом: при пастбищном методе – 100 м<sup>2</sup> земли и 130 м<sup>3</sup> воды, при традиционном прудовом методе – 10 м<sup>2</sup> земли и 10–20 м<sup>3</sup> воды, при интенсивном прудовом способе – 1 м<sup>2</sup> земли и 5–10 м<sup>3</sup> воды, при индустриальном рыбоводстве – 0,01 м<sup>2</sup> земли и 0,005 м<sup>3</sup> воды.

В настоящее время в России имеется около 50 промышленных рыбоводных ферм с общей площадью водной поверхности около 300 тыс. м<sup>2</sup>. Объем производства до недавнего времени достигал 20 тыс. т рыбы в год при выходе продукции в пределах 20-200 кг/м<sup>2</sup> и более. В настоящее время индустриальные рыбоводные хозяйства производят 12-13 тыс. т товарной рыбы. Основным объектом выращивания пока остается карп, однако все большее внимание уделяется выращиванию более ценным в кулинарном отношении объектам - лососевым (форель), осетровым (стерлядь и ленский осетр) и другим, а также нерыбным объектам.

### **1.2 Место индустриального рыбоводства в системе рыбного хозяйства, его формы и перспективы развития**

Товарная аквакультура (товарное рыбоводство), в том числе марикультура, является видом предпринимательской деятельности, относящейся к сельскохозяйственному производству.

Видами товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) являются: - пастбищная аквакультура; - прудовая аквакультура; - индустриальная аквакультура.

Индустриальное рыбоводство – новое направление рыбного хозяйства, которое имеет широкие перспективы развития. Технология индустриального рыбоводства основывается на выращивании рыбы при высокой плотности посадки путем создания благоприятных условий культивирования, кормления полноценными кормами, механизации и автоматизации всех производственных процессов и получения товарной продукции в течение круглого года.

Выращивание рыбы в рециркуляционных системах происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные емкости. В таком виде система обеспечивает надежный контроль за процессами выращивания и позволяет осуществлять соответствующие мероприятия по оптимизации водной среды. При этом значительное увеличение производства рыбной продукции возможно только благодаря внедрению новых современных технологий, одной из которых является выращивание рыбы в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ). Подобные установки обеспечивают полную независимость производственного процесса от природноклиматических условий и времени года. При этом в 3–6 раз сокращается время выращивания гидробионтов, созревания производителей и формирования маточных стад. Водопотребление уменьшается в 160 раз. Достигается высокая рыбопродукция бассейнов. Замкнутый цикл водообеспечения, позволяет осуществлять круглогодичное выращивание любых видов аквакультуры вне зависимости от климатических условий при одновременном достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне сбережения ресурсов и обеспечения экологической чистоты производственного процесса.

Всесторонняя техническая вооруженность и уровень рыбопродукции позволяют считать индустриальное рыбоводство высшей формой современной пресноводной аквакультуры. Помимо отмеченных общих положений индустриальное рыбоводство обладает такими привлекательными чертами, как высокая концентрация производства на ограниченных площадях, большая производительность труда персонала, занятого на основном производстве, возможность размещения хозяйств вблизи потребителя. Последняя особенность позволяет осуществлять реализацию рыбы в наиболее приемлемой для потребления форме – живой и свежей.

Основными направлениями развития индустриального рыбоводства в России являются: – выращивание холодолюбивых рыб (радужная форель и ее аналоги, сиви и др.) в садках, установленных в водоемах с естественной температурой воды (озера, водохранилища, каналы и др.); – выращивание теплолюбивых рыб в садках, бассейнах, лотках при прямоточной схеме водоснабжения или оборотных и замкнутых системах с использованием теплых вод.

### **1.3 История развития индустриального рыбоводства**

Первые работы по промышленному интенсивному выращиванию рыб в индустриальных условиях проведены на рыбоводной ферме Танаки (Япония), когда в 1954 г. в двух бассейнах общей площадью 62 м<sup>2</sup> получили 8,5 т карпа (Корнеев, 1967), а первое применение садкового метода связано с Камбоджей (1851 г.). Японскими исследователями также впервые удалось получить положительные результаты выращивания карпа в циркуляционных системах. Основы индустриального рыбоводства в России были заложены в 1930-е гг., когда был разработан метод гипофизарных инъекций получения половых продуктов коллективом ученых под руководством Н.Л. Гербильского – заведующего кафедрой ихтиологии ЛГУ и лабораторией рыбоводства Главрыбвода – и его учениками И.А. Баранниковой, Б.Н. Казанским и Г.М. Персовым. Этот метод, прежде всего, применялся при разведении осетровых рыб. В начале 1960-х гг. его стали использовать при разведении растительноядных рыб (белый амур, белый и пестрый толстолобики). При этом ведущей организацией являлась лаборатория акклиматизации ВНИИПРХа под руководством В.К. Виноградова. Затем, уже с середины 1960-х гг., метод гипофизарных инъекций нашел широкое применение при разведении карпа. Дополненный такими технологическими приемами, как отмывка икры, использование для инкубации

аппаратов Вейса, подогрев воды до оптимальной температуры, этот метод получил название заводского. Существенный вклад в разработку метода внесла лаборатория тепловодного рыбоводства ГосНИОРХа в лице А.Г. Конрадта и А.М. Сахарова. Над проблемой отмывки икры карпа работала группа сотрудников кафедры ихтиологии МГУ под руководством С.Г. Соина.

Полициклический метод получения и выращивания посадочного материала карпа, предложенный рядом научных организаций, был впервые реализован на практике в 1985 г. в рыботороварном цехе Верх-Исетского металлургического завода (ВИЗа).

Технология промышленного выращивания тилляпии была налажена в 1980-х гг. на рыбоводном хозяйстве Новолипецкого металлургического завода с помощью сотрудников кафедры рыбоводства ТСХА.

Основы технологии выращивания рыб с использованием теплой воды были заложены коллективами научных сотрудников под руководством заведующего лабораторией тепловодного рыбоводства ВНИИПРХа А.Н. Корнеева и заведующего кафедрой рыбоводства ТСХА Ю.А. Привезенцева. Тепловодное рыбоводство получило последующее существенное развитие в работах сотрудников ГосНИОРХа.

Широкое применение в рыбоводстве «чистого» кислорода началось в 1957 г. на Центральной производственно-акклиматизационной станции при транспортировке водных организмов в полиэтиленовых пакетах и в каннах.

В этой же организации был разработан первый отечественный оксигенатор, который использовался при насыщении кислородом воды, подаваемой в бассейн с живой рыбой, на международной специализированной выставке «Инрыбпром-68». Затем оксигенаторы стали успешно применяться в рыботороварном цехе ВИЗа, где были смонтированы как вертикальный, так и горизонтальный варианты этого оборудования. Теперь оксигенаторы являются обязательным оборудованием почти на всех хозяйствах индустриального типа, в том числе и на тех, где выращивают форель (г. Сходня Московской области). Здесь впервые в 1958 г. создана производственная установка по выращиванию молоди форели при оборотном водоснабжении.

В современных условиях трудно представить индустриальное рыбоводство без развитого кормопроизводства. В разработке искусственных кормов принимали участие многие творческие коллективы, прежде всего таких институтов, как ВНИИПРХ, ГосНИОРХ, УкрНИИРХ, КрасНИИРХ и др.

С 1960 г. начали разрабатывать первые замкнутые системы простого типа по выращиванию лососевых рыб в Калифорнии с постепенным усложнением и совершенствованием типа Штелерматик. В 1978 г. была создана система «Биорек».

Рыбохозяйственный комплекс России на данный момент находится на первой стадии индустриализации.

Важнейшим условием успешной индустриализации является импорт технологий и оборудования. Это выгодный способ получить самые современные разработки, на создание которых за рубежом ушли годы и громадные средства.

Основными направлениями развития индустриального рыбоводства в России являются: – выращивание холодолюбивых рыб (радужная форель и ее аналоги, сиви и др.) в садках, установленных в водоемах с естественной температурой воды (озера, водохранилища, каналы и др.); – выращивание теплолюбивых рыб в садках, бассейнах, лотках при прямоточной схеме водоснабжения или оборотных и замкнутых системах с использованием теплых вод.

#### **1.4 Основные направления и формы товарного рыбоводства**

Все формы индустриальных хозяйств по характеру водообеспечения можно подразделить на три группы: - хозяйства, использующие воду с естественной температурой (холодноводные); - хозяйства, использующие воду с повышенной против естественного уровня температурой (тепловодные); - хозяйства, использующие морскую или солоноватую воду (холодноводные или тепловодные).



**Индустриальная аквакультура.** Индустриальные рыбоводные хозяйства в основном утилизируют тепло воды из систем охлаждения энергетических и производственных предприятий. В настоящее время в России имеется около 50 промышленных рыбоводных ферм с общей площадью водной поверхности около 300 тыс. м<sup>2</sup>. Объем производства до недавнего времени достигал 20 тыс. т рыбы в год при выходе продукции в пределах 20-200 кг/м<sup>2</sup> и более. В настоящее время индустриальные рыбоводные хозяйства производят 12-13 тыс. т товарной рыбы. Основным объектом выращивания пока остается карп, однако все большее внимание уделяется выращиванию более ценным в кулинарном отношении объектам - лососевым (форель), осетровым (стерлядь и ленский осетр) и другим, а также нерыбным объектам.

**Марикультура рыб** подразумевает применение высокоэффективных технологий производства молоди морских рыб в индустриальных условиях и дальнейшее ее использование в качестве посадочного материала для получения товарной продукции различными методами, обеспечивающими реализацию потенциальных возможностей объекта культивирования или его естественного ареала. Перспективными объектами для Черного моря являются камбала-калкан, кефали-лобан, пиленгас и сингиль; для Белого моря - треска.

Среди основных методов выращивания, применяемых в морской аквакультуре, можно выделить искусственное воспроизводство, пастбищное выращивание и индустриальное производство морских рыб.

**Интенсивные озерные рыбоводные хозяйства** – это управляемые хозяйства, в которых обеспечивается непрерывный качественный и количественный рост получаемой рыбопродукции благодаря концентрации производства, полной механизации и частичной автоматизации рыбоводных процессов.

Объектами разведения и выращивания в озерных рыбоводных хозяйствах являются пелядь, сазан (карп), лещ, белый амур, судак, чир, муксун, сиг, омуль, озерный лосось, форель и другие ценные рыбы, приспособленные к жизни в озерах.

При выращивании рыбы в садках не требуется принудительного водообмена и расхода энергии на перекачку воды. Садковые хозяйства размещают в больших по площади (не менее 30-50 га и не более 500-600 га) и глубоких (5-6 м) водоемах с наличием больших резервов местных кормов в виде малоценной рыбы, моллюсков, зоопланктона. Садки устанавливают в защищенных от ветра заливах площадью 50-200 м<sup>2</sup> и глубиной 5-6 м. В хорошо проницаемых садках из капроновой дели даже при плотных посадках рыбы создается такой же физико-химический режим, как и в водоемах, в которых они установлены. Это дает возможность подбирать для разных видов рыб водоемы с благоприятным для них температурным и гидрохимическим режимом, что позволяет расширить, по сравнению с прудами, количество выращиваемых объектов за счет высокоценных рыб.

Например, в водоемах севера и северо-запада Российской Федерации наиболее подходящими объектами для выращивания являются холодноводные виды рыб: радужная форель, пелядь, чудский сиг, американский голец, стальноголовый и озерный пососи и другие виды рыб. Разведение этих рыб в водоемах центральной зоны Российской Федерации возможно лишь при оптимизации температурных условий садков в нижних бьефах плотин гидроэлектростанций, размещении садков на акваториях с течением воды, использовании для садкового выращивания только оптимальных по температуре сезонов года (весеннего и осеннего), использовании зоны температурного скачка в водоемах и др.

В большинстве своем садки, как правило, используют для выполнения одного, иногда двух-трех, звеньев биотехнического процесса. Например, таким звеном может служить выращивание товарной рыбы (форели, бестера, лосося и некоторых других рыб) или мальков и сеголеток рыб, а также нерест фитофильных рыб (судака). В отдельных случаях в садках проводится зимовка рыб.

Практикуют летнее выращивание рыбы в садках в естественных водоемах в сочетании с зимним подращиванием рыб в садках и бассейнах на подогретой воде. При таком комплексе получают особый эффект при выращивании посадочного материала и ремонта холонокровных рыб. Зимнее подращивание на подогретой воде позволяет сохранить мелкий посадочный материал, избежать потерь стандартного посадочного материала и ускорить выращивание производителей.

### Литература [1,3, 10]

#### Вопросы для самоконтроля:

- 1 Назовите структуру рыбного хозяйства России.
- 2 Классификацию рыбоводства в зависимости от степени интенсификации.
- 3 Определение индустриального рыбоводства.
- 4 На чем базируется индустриальное рыбоводство?
- 5 Основные технологические термины и понятия в индустриальном рыбоводстве.
- 6 В какой стране впервые зародились элементы индустриального рыбоводства?
- 7 Где появились первые работы по индустриальному рыбоводству.
- 8 Какие исследования явились предпосылкой развития индустриального рыбоводства в нашей стране?
- 9 Кто основоположник научного подхода в нашей стране.
- 10 Направления развития индустриального рыбоводства.
11. Какая доля рыбной продукции страны приходится на индустриальное рыбоводство?
- 12 Какие социально-экономические условия в нашей стран тормозят развитие индустриального рыбоводства?
- 13 Каковы перспективы развития индустриального рыбоводства?

### Тема 2 Рыбоводные емкости и водный режим в индустриальном рыбоводстве

- 2.1 Системы для содержания рыбы
- 2.2 Влияние абиотических факторов среды при индустриальных методах культивирования рыб
- 2.3 Влияние биотических факторов среды при индустриальных методах культивирования рыб
- 2.4 Качество воды в индустриальном рыбоводном хозяйстве

#### 2.1 Системы для содержания рыбы

**Использование бассейнов для выращивания рыбы.** Бассейн как основная рыбоводная емкость индустриального рыбоводства представляет собой устройство площадью от 1 до 50 м<sup>2</sup> прямоугольной, вытянутой, квадратной или круглой формы со сторонами от 1 х 1 м до 5 х 10 м, глубиной от 0,5 до 1,2 м. Используются также круглые бассейны-силосы диаметром 2-4 м и глубиной 3-6 м. Прямоугольные вытянутые рыбоводные бассейны имеют прямой ток воды, обеспеченный подачей ее в начале бассейна и стоком в противоположном конце по длине бассейна. В квадратные, круглые бассейны и бассейны-силосы вода поступает на любом участке, но сток ее осуществляется непременно в центре бассейна, поэтому вода приобретает круговое вращение.

В проточных бассейнах сток воды отделен вертикальной сетчатой перегородкой или вертикальным двустенным патрубком и цилиндрическим сетчатым ограждением для предупреждения ухода выращиваемых рыб. В квадратных, круглых бассейнах и бассейнах-силосах водосливное отверстие находится в центре и закрывается сетчатой крышкой.

Рыбоводные бассейны могут быть изготовлены из бетона металла, пластмассы и дерева. Однако преимущественное значение приобретают бассейны из пластмассы или стеклоткани армированные металлом

При бассейновом выращивании рыбы применяют высокие плотности посадки (до 400 шт/м<sup>3</sup> для товарного карпа и до 150 шт/м<sup>3</sup> для товарной форели). Кормление рыбы ведется искусственными полноценными кормосмесями. Удаление продуктов жизнедеятельности рыб и остатков кормов осуществляется путем интенсивного водообмена.

**Использование садков для выращивания рыбы.** Для размещения садков используют озера, водохранилища, карьеры, водоемы комплексного назначения и другие водоемы.

Садковые сооружения можно разделить на два типа: стационарные и плавучие. К стационарным относятся сооружения на сваях, шестах, вбитых в дно. Садки располагаются в виде линий, расположенных перпендикулярно берегу. Между двумя линиями садков устраивают деревянный настил, выдерживающий обслуживающий персонал, автомашины, небольшие грузы и кормораздаточные механизмы. Стационарные садковые линии удобны в обслуживании. Их недостатком является быстрая эвтрофикация участка водоема с садковыми линиями, загрязнение водной акватории садковых линий и ухудшение гидрологического режима, что вызывает необходимость периодического перемещения садковых линий на новые участки. При стационарном расположении садков необходим постоянный или слабо изменяемый уровень воды в водоеме и наличие течения.

Плавучие садки являются в настоящее время также широко распространенным типом садковых сооружений. Садки удерживаются на плаву при помощи бочек, труб, пенопластовых блоков, поплавков и других плавучих средств. Каркас садков представляет собой жесткую раму. Для ее изготовления используют металлические и полиэтиленовые трубы диаметром от 10 см, которые удерживают сетную емкость объемом 10-50м<sup>3</sup>. Садки могут быть свободно плавающими, не связанными друг с другом или размещенными группами, линиями для удобства их обслуживания с лодки. Группы садков соединяют между собой подвижно, чтобы избежать деформации каркаса.

Садковые хозяйства должны быть механически и технологически унифицированы. Хорошо зарекомендовала себя серийно выпускаемая садковая линия ЛМ-4, которая предназначена для выращивания товарной рыбы и рыбопосадочного материала на незамерзающей акватории водоемов. Она имеет длину 215м, ширину 14 м, площади садков составляет 1040 м<sup>2</sup>, а площадь одного садка-10м<sup>2</sup>. Корм раздают кормораздатчиком РГК-700, смонтированном на базе шасси Т-16М. Он доставляет гранулированный комбикорм со склада к кормораздатчикам, установленным на садковых линиях.

## **2.2 Влияние абиотических факторов среды при индустриальных методах культивирования рыб**

Роль абиотических факторов среды в жизни рыб огромна.

**Температура воды.** Рыбы находятся в большой зависимости от температуры окружающей среды. У рыб как представителей пойкилотермных животных интенсивность обмена определяется температурой воды. Температурный диапазон жизнедеятельности определяется видовой принадлежностью и закрепляется наследственно и изменяется в течение онтогенеза, но в пределах его может происходить более высокий или низкий обмен веществ.

Изменчивость диапазона температур в течение года определяет кормовые, нерестовые, зимовальные миграции, продолжительность нереста и эмбриогенеза.

**Концентрация кислорода.** Количество потребляемого рыбами кислорода не остается постоянным. Оно меняется с возрастом и находится в зависимости от условий внешней среды. Принято считать, что оптимальный уровень кислорода для рыб соответствует нормальному насыщению воды кислородом при оптимальной температуре. Следовательно, для лососевых рыб оптимальный уровень кислорода для питания и роста (при температуре 16-19°C) составляет 9,4-10,0 мг/л, осетровых рыб (при температуре 20-26 °С) - 8,3-9,2 мг/л, карповых рыб (при температуре 25-30 °С)-7,1-8,4 мг/л.

В случае падения содержания кислорода до критических или пороговых концентраций небольшое количество углекислоты может ускорить у рыб наступление асфиксии.

**Свободная углекислота.** В условиях индустриального рыбоводства повышение количества углекислоты до 5-6 мг/л не оказывает отрицательного влияния на рыбу. Но в определенных условиях при высокой концентрации рыбы в рыбоводных емкостях углекислота как продукт обмена может достигать критической величины. Например, для радужной форели такой концентрацией является 30-35 мг/л, для карпа - 40-45 мг/л.

**Солевой состав воды.** Важную роль в жизнедеятельности организма играет солевой состав воды. Одни виды рыб способны жить только в морской воде, другие — только в пресной. Существует также промежуточная группа, которая приспособилась жить и в пресной, и морской воде. По отношению к солености рыб разделяют на две группы: эвригалинные и стеногалинные. Эвригалинные виды способны выдерживать большие колебания солености. Стеногалинные виды не выдерживают даже незначительных изменений солености воды. Большинство рыб, разводимые в искусственных условиях, являются эвригалинными.

**Водородный показатель.** Активная реакция водородных ионов является одним из важнейших факторов обмена, определяющих плотность посадки рыбы. Значение рН в пределах 6-8 при выращивании рыб не вызывает отрицательных явлений, хотя оптимальный уровень обычно ограничивают величиной 6,5-7,5. В более кислой или щелочной среде рыба хуже использует кислород. При рН ниже 5 или выше 8,5 летальная концентрация кислорода повышается в несколько раз и, наконец, не обеспечивает потребности в кислороде. В пределах этих величин влияние рН может не проявляться на росте рыбы при высоком насыщении воды кислородом.

**Освещенность** имеет большое значение для развития рыб. У многих видов рыб нормальный ход обмена веществ нарушается, если развитие проходит в несвойственных им световых условиях. Так, лососевые рыбы в естественных условиях откладывают икру в нерестовые бугры, где нет освещенности. В связи с этим при инкубации икры на рыбоводных заводах необходимо соблюдать условия близкие к естественным. Освещенность влияет на созревание половых продуктов рыб.

### **2.3 Влияние биотических факторов среды при индустриальных методах культивирования рыб**

Биотическими факторами, влияющими на эффективность выращивания рыбы и других гидробионтов в индустриальных условиях, могут быть следующие:- монокультура; - поликультура (осетры, бестеры, радужная форель, судак, щука, молодь карпа); - каннибализм; - конкуренция в питании и сфере обитания (поверхность воды, толща воды, придонные слои, заросли жесткой и мягкой растительности); - плотность посадки, от которой зависит конечная масса карпа и других рыб; - кормление (естественные, искусственные, тестообразные и гранулированные корма, воздействие на питание рыб зоопланктона, фитопланктона); - жизнестойкость; - размерно-весовая структура стада; - пищевые взаимоотношения, сортировка; - добавочные рыбы; - совместное выращивание карпа с белым толстолобиком и белым амуром;- враги рыб – хищные рыбы, животные (норка, ондатра), птицы и пр.;- болезни и паразитизм (диплостомоз, аргулез, ихтиофтириоз и др.).

Таким образом, зная условия существования выращиваемых гидробионтов и их биотические взаимоотношения, можно успешно управлять биологическими процессами в рыбохозяйственных водоемах и повышать их рыбопродуктивность.

## **2.4 Качество воды в индустриальном рыбоводном хозяйстве**

Вода для индустриального рыбоводного предприятия может поступать с поверхностных и подземных источников.

**Подземная вода** обычно свободна от загрязнений, но может нести токсичные для рыб вещества, например, метан или сероводород.

Существует три вида подземных источников - родники, почвенно-грунтовые воды и скважины.

Родники обладают всеми преимуществами, свойственными грунтовым источникам, и дают воду высокого качества с относительно постоянной температурой. Однако в родниках обычно содержится мало растворенного кислорода. К тому же дебит родников обычно невелик.

Почвенно-грунтовые воды достаточно обильны лишь в некоторых районах России. Они содержат мало кислорода и для подачи ее необходимы насосы. Для получения почвенно-грунтовых вод нужно вскрывать почву в местах концентрации этих вод неглубоко от поверхности. Обычно дебит этих вод невелик.

Скважина и колодец могут дать необходимое количество воды, но для получения ее следует использовать насосы. Вода скважины содержит обычно сероводород и очень мало кислорода. Поэтому необходимо предусматривать устройства для улучшения газового состава воды. Колодец обычно обладает ограниченным дебитом воды.

Родниковая и скважинная вода наиболее пригодны для индустриального рыбоводства. Она обладают такими качествами, как чистота, постоянство расхода.

**Вода поверхностных источников** - рек, озер, ручьев несет с собой некоторое количество органических и минеральных веществ и нуждается в фильтрации и очистке. Поверхностные водоисточники нередко насыщены загрязняющими веществами различной природы - удобрениями, смываемыми с полей, химическими веществами различной природы, промышленными и коммунальными стоками. Многие загрязнители являются источником жизнедеятельности синезеленых водорослей, доминирующих в экосистемах. Эти водоросли выделяют химические вещества фенольного ряда, которые отрицательно влияют на качество воды.

### **Литература [1-3, 5, 6]**

#### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1 На какие показатели оказывают влияние абиотические факторы при индустриальном методе выращивания рыбы?
- 2 Перечислите основные абиотические факторы среды.
- 3 Назовите минеральные элементы, играющие важную роль в жизнедеятельности рыб.
- 4 Назовите главные биотические факторы. Как они влияют на выращиваемую рыбу?
- 5 Влияние температуры на жизнедеятельность организма рыб.
- 6 Влияние газового режима на эффективность выращивания рыб.
- 7 Зависимость жизнедеятельности организма рыб от солевого состава воды.
- 8 Влияние освещенности, уровня и течения воды на протекание основных биологических процессов у рыб.

### Тема 3 Разведение и выращивание холодолюбивых объектов

- 3.1 Основные объекты разведения и выращивания холодноводного рыбоводства
- 3.2 Производственные процессы в холодноводном рыбоводстве
- 3.3 Водообмен, требования к качеству и количеству воды
- 3.4 Содержание производителей. структура маточного стада
- 3.5 Получение потомства
- 3.6 Выдерживание и подращивание личинок
- 3.7 Товарное выращивание форели

#### 3.1 Основные объекты разведения и выращивания холодноводного рыбоводства

**Лососевые рыбы.** Атлантический лосось *Salmo salar* Linnaeus На нерест заходит в реки. Нерестилища семги располагаются в верхних и средних течениях реки на порожистых участках, обычно на перекатах, прилегающих к берегу. По характеру питания и гидрологическому режиму нерестилища разделяют на два типа: нерестилища с ключевым питанием, высокой температурой воды зимой (1—3°C), кратковременным ледовым покровом и нерестилища бесключевые, с температурой воды зимой около 0°C и устойчивым ледовым покровом.

В вырытую хвостом неглубокую, но длинную канавку самка семги откладывает от 6 до 26 тысяч икринок диаметром 5—6 миллиметров, которые оплодотворяет самец семги. После этого кладка забрасывается песком и галькой. По окончании нереста лосося, который может продолжаться до 14 дней, рыбы скатываются вниз по течению. Мальки начинают появляться лишь к концу зимы, растут довольно медленно, к годовалому возрасту достигают всего 12-15 см в длину. На нерестилищах первого типа выход молоди из нерестовых бугров осуществляется раньше, но молодь растет медленнее, чем на нерестилищах второго типа.

В отличие от тихоокеанских лососей, которые нерестятся лишь один раз, атлантические лососи могут возвращаться на нерест несколько раз. И все же большинство особей нерестятся не более 1-2 раз.

Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) - рыба холодных, быстротекущих горных ручьев с крупнопесчаным или каменистым дном. Родиной радужной форели является Северная Америка. Обитает в широком температурном диапазоне - от 0 до 30 °С. Оптимальная температура воды 10-15°C. В Россию радужная форель была завезена из Германии в 1890 г.

По характеру питания - эврифаг. Питается бокоплавами, моллюсками, личинками стрекоз, водными жуками, головастиками и др., взрослые рыбы - хищники. Половая зрелость наступает в возрасте 3-4 лет. Созревание на юге (Абхазия) происходит в январе-феврале, в более северных районах (Ленинградская область) - в конце апреля - мае и начале июня.

По типу икрометания форель является полициклической рыбой, по способу кладки икры - литофилом. Плодовитость составляет 1500- 2000 икринок на 1 кг массы самки.

Длительность эмбрионального периода развития при температуре воды 1,5°C – 95-100 сут, при 14°C – 26 сут, при 4-8 °C - 70-60 сут.

Радужная форель хорошо растет и в тепловодных прудах с благоприятным температурным режимом. Сеголетки форели достигают массы 15-20 г, двухлетки - 150-250 г. При выращивании в прудовых хозяйствах, бассейнах и садках используют комбикорма.

**Форель Дональдсона** (*Oncorhynchus mykiss* Donaldson Walbaum) – результат длительной селекционной работы, проведенной профессором Л.Р. Дональдсоном, которому удалось вывести быстрорастущую, высокопродуктивную форму радужной форели с большой индивидуальной плодовитостью. Завезена в Россию из Японии в 1988 г.

Самки достигают половой зрелости обычно в двухлетнем возрасте при массе 2 кг, самцы – на первом году при массе 0,5–1 кг. Рабочая плодовитость самок обычно составляет не менее 2 тыс. икринок на 1 кг массы тела. Икра крупная, довольно чувствительная к механическим воздействиям. Самки склонны к перезреванию. При равномерном температурном режиме в течение года и без резких спадов в осеннезимний период возможно двухразовое созревание самок.

Форель Дональдсона нормально живет и развивается в диапазоне температур от 4 до 23°C. Главное преимущество этой формы форели – высокая продуктивность при быстром темпе роста. В первый год выращивания ее масса достигает 30–500 г, во второй – от 5 г до 2 кг, в третий – от 2 до 4,5 кг.

Форель камлоопс Инкубация икры проходит при температуре 6–12°C. Растет на 10–20% быстрее, чем местная радужная форель. Для созревания ей необходимо 3800–4000 градусодней или несколько меньше, чем для радужной форели. Имеет более мелкую икру, но большую рабочую плодовитость. Созревания овоцитов при температуре ниже 3°C не происходит. При низкой температуре воды (менее 6°C) отмечается высокая смертность эмбрионов и замедленный рост мальков, поэтому рентабельное культивирование возможно при зимних температурах воды 6–10°C.

Форель камлоопс из-за раннего нереста может достигать товарной массы 150–200 г уже в первом полугодии, в то время как обычная радужная форель такой массы достигает лишь к концу года. Обычно период выращивания до массы столовой рыбы у форели камлоопс составляет 10–18, а у местной 17–24 мес. Форель камлоопс успешно культивируется во многих форелевых хозяйствах.

В октябре средняя масса сеголетков форели камлоопс может достигнуть 80 г, а радужной – только 30–50 г. Это позволяет реализовать форель камлоопс товарной массы уже в августе, если зимняя температура составляла 3–5°C, и в марте, если температура воды зимой сохранялась в пределах 10–14°C.

Радужная форель достигает товарной кондиции при этих условиях в октябре–ноябре и в июне. Одновременное выращивание форели камлоопс и радужной форели в одном хозяйстве позволяет существенно экономить ресурсы и материалы.

Ручьевая форель (*Salmo trutta morpha fario* Linnaeus) – речная форма кумжи, постоянно живет в пресной воде. Распространена в бассейнах Белого, Балтийского, Черного, Каспийского, Аральского и Средиземного морей. Акклиматизирована в Южной Африке, Австралии, Новой Зеландии. Питается личинками насекомых, бокоплавами, мелкой рыбой.

Половая зрелость наступает в возрасте 3–4 лет. Плодовитость самки составляет 2–4 тыс. шт. икринок (диаметр икринки 5 мм). Нерест происходит, преимущественно, в октябре–ноябре при температуре воды 6–8°C. Самки откладывают икру на крупный песок и гальку. Инкубационный период длится 130 суток при средней температуре воды 4°C.

При выращивании в прудах сеголетки форели достигают массы 15–20 г, двухлетки – 125–170 г, трехлетки – 250–300 г. В прудах не нерестится.

#### **Сиговые.**

Европейская ряпушка (*Coregonus albula* Linne) и **рипус** (*Coregonus albula morpha* Linne) распространены в бассейне Белого, Баренцева и Балтийского морей, в озерах Карелии, Новгородской, Псковской, Тверской областей, Белоруссии, Литвы, Латвии, в некоторых озерах Сибири (рис. 6). Акклиматизированы в озерах Урала. Холодолобивые рыбы, предпочитают водоемы с температурой воды не выше 16–17 °C. По характеру питания – планктофаги.

Половая зрелость у ряпушки наступает в возрасте 2 лет, у рипуса – 2–3 лет. Абсолютная плодовитость в зависимости от возраста и размера самок ряпушки колеблется от 0,8 до 20 тыс. икринок, у рипуса – от 2 до 5–7 тыс. икринок. Рабочая плодовитость у ряпушки 1–11 тыс. шт. икринок, у рипуса – 3–20 тыс. шт. икринок. Нерест ряпушки проходит осенью при температуре воды 0,2–6 °C. Рипус нерестится при температуре воды 2–6 °C. Рыбы по месту кладки икры

относятся к литофилам, в прудах не нерестятся. Половы клетки у них получают искусственным путем.

Продолжительность развития эмбрионов при температуре 0,2-6°C составляет 130-80 сут. Сеголетки ряпушки при выращивании в прудах достигают массы 40-60 г, сеголетки рипуса - 70-90 г. На втором году рипус имеет массу 150-200 г.

Пелядь (*Coregonus peled Gmelin*)- озерно-речная рыба. Распространена от реки Мезени на западе до Колымы на востоке. Пищей является в основном зоопланктон. Озерная крупная пелядь имеет длину 40- 50 см и массу 1,5-2 кг

Половой зрелости речная форма пеляди достигает на 4-5-м году жизни, озерная - на 3-4-м году. Абсолютная плодовитость колеблется от 25 до 105 тыс. икринок. Рабочая плодовитость составляет 5-25 тыс. икринок. В прудовых условиях плодовитость самок массой 400-500 г в возрасте трех лет составляет 25 тыс. икринок. Нерест происходит осенью, с конца ноября по декабрь при температуре воды 0,4- 20°C. Рыбы откладывают икру на песок и гальку. Продолжительность развития при температуре 0,2-6 °С составляет 128-63 сут. Диаметр икринки 1,2- 1,5 мм. Личиночный период длится 8-10 сут. при температуре 10-12 °С.

При выращивании в прудах совместно с карпом сеголетки пеляди достигают массы 44-120 г, двухлетки - 400-500 г.

Чир (*Coregonus nasus Pall*) - быстрорастущая озерно-речная рыба. Распространен от реки Печоры до реки Анадырь, а также в водах Северной Америки. Завезен в озера Новгородской, Ленинградской областей.

Бентофаг, в пищу использует донных ракообразных. Половозрелым становится на седьмом году жизни. Абсолютная плодовитость составляет 34-135, рабочая - 17-35 тыс. икринок, диаметр икринок 4 мм. Нерест проходит в октябре-ноябре при температуре воды 0,2-2°C. Субстратом для кладки икры являются песок, камни, галька. Продолжительность инкубационного периода 150-160 сут, при температуре 6°C - 73 сут.

**Чудской сиг** (*Coregonus lavaretus maraenoides Polyakov*) распространен в Чудском озере. Акклиматизирован в озерах Свердловской, Челябинской, Ленинградской областей, Украины, Белоруссии, Азербайджана.. Для питания использует бентос в глубоководных частях озер и водохранилищ. Половая зрелость в Чудском озере наступает на 5-6-м году жизни, на Урале - на 4-м году. В условиях прудов Украины сиг созревает в возрасте 2 лет. Средняя масса на 4-5-м году жизни у самок достигает 1,3 кг, у самцов - 1,03 кг. Рыба является литофилом, абсолютная плодовитость колеблется от 16 до 82 тыс. икринок, рабочая плодовитость - от 9 до 82 тыс. икринок. Нерестится осенью, в октябре-ноябре при температуре 0,2-4,0°C, нерест единовременный.

Продолжительность инкубационного периода развития при температуре 0,2 - 6°C составляет 128 - 63 суток. Длительность рассасывания желточного мешка 6 - 7 сут.

При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 70-90 г, двухлетки - 300-400 г. Продуктивность выростных прудов составляет 250 кг/га при средней массе сеголетков 15-20 г. Продуктивность нагульных прудов по двухлеткам сига составляет 50 кг/га.

### **3.2 Производственные процессы в холодноводном рыбоводстве**

Производственные процессы в прудовом хозяйстве зависят от его назначения (специализации) и сводятся к выращиванию рыбопосадочного материала и товарной рыбы. Это комплекс биотехнических мероприятий, который необходимо осуществлять в процессе производства рыбы; подбор наиболее продуктивных видов, пород рыб, создание маточного стада, посадка производителей на нерест, получение потомства и выращивание его, содержание рыбы в зимовальных, механизация трудоемких процессов и комплексная интенсификация.

В соответствии с временем года необходимо осветить работы, связанные с подготовкой прудов для нереста и выращивания рыбы, разгрузкой зимовальников, зарыблением нерестовых



и нагульных прудов весной, охраной прудов и контролем за ростом рыбы летом, удобрением прудов и кормлением рыбы; спуском воды и выловом рыбы из прудов, посадкой рыбопосадочного материала на зимовку осенью и наблюдением за зимовальными прудами, борьбу с заморами зимой, а также выращиванием товарной рыбы на второе лето.

### **3.3 Водообмен, требования к качеству и количеству воды**

Подготовка воды для использования в форелевом хозяйстве зависит от качества ее в источнике водоснабжения. Среди разнообразных источников можно выделить два типа: подземные (ключи, родники, почвенно-грунтовые воды, артезианские скважины) и поверхностные (реки, ручьи, озера, другие поверхностные водоисточники). В форелеводстве для обеспечения работы инкубационных и мальковых цехов используют преимущественно подземные источники, в особенности ключи и родники, с относительно стабильной температурой воды. Однако, они бывают бедны кислородом, иногда содержат повышенное количество углекислоты и железа. Поверхностные источники приносят большое количество взвесей, имеют значительные суточные и сезонные колебания температуры, кислорода и углекислоты.

Форель - реофильная, требовательная к температуре, содержанию растворенного в воде кислорода и количеству взвешенных веществ рыба. При ее выращивании вода должна отвечать определенным требованиям.

В период инкубации икры наиболее трудноуправляемым фактором является температура воды. В северных регионах России, как правило, требуется подогрев воды, что возможно при оборотном водоиспользовании. После каждого цикла вода проходит очистку, стерилизуется, стабилизируется по газовому и температурному режимам и используется снова.

Для очистки от механических взвесей применяют отстойники и фильтры с песчано-галечным наполнителем. В качестве наполнителя используют также щебень, ракушечник, керамзит, известняк. Для аэрации воды используют каскадные решетки, на которые с помощью насосов подается обратная вода, и небольшие аэраторы. При использовании подземных вод или воды из артезианских скважин обычно возникает необходимость очищать ее от окисей железа. Это достигается путем пропускания воды через пруды-аэраторы или бассейны аэраторы, после чего выпавшие в осадок окислы железа задерживаются при прохождении через механические фильтры. Фильтр должен периодически промываться обратным током воды.

### **3.4 Содержание производителей, структура маточного стада**

Для нагула производителей используют бассейны площадью 150-500 м<sup>2</sup>. Маточное стадо форели должно состоять из самок массой от 1 до 3,5 кг и самцов массой не более 2,5 кг. Соотношение самок и самцов в стаде в промышленных хозяйствах – до 1:5–1:10. Резерв самок должен составлять 50 %, самцов – 10 %. Маточное стадо необходимо обновлять ежегодно на 25-30 %. Найдено, что для выращивания 100 т товарной форели необходимо иметь 1 т производителей.

Плотность посадки производителей и старшей ремонтной группы зависит от качества воды, гидрологических условий и состава корма. В нормальных условиях содержания плотность посадки производителей массой 2-3 кг составляет 1 шт. на 3 м<sup>2</sup>, массой 1-2 кг – до 1-2 шт/м<sup>2</sup>. Плотность посадки ремонтной группы при средней массе рыб 400-600 г составляет до 10 шт/м<sup>2</sup>.

**Кормить производителей** и ремонтное стадо нужно разнообразно, легкоусвояемым и питательным кормом. Основу тестообразного рациона может составлять говяжья селезенка или нежирная сорная рыба с добавками продуктов животного и растительного происхождения, витаминов и антибиотиков. Количество корма в сутки составляет 2-4 % от массы тела производителей).

Для кормления ремонтно-маточного стада используют и сухие гранулированные корма РГМ-8П или РГМ-8ПК (табл.22).

Контрольные обловы и взвешивания следует проводить 1 раз в месяц. Прирост ремонтного стада и 4-5-летних производителей за сезон должен быть не менее 500 г, рыб старшего возраста – до 400 г.

Преднерестовый период, необходимо обеспечить благоприятные условия содержания, и в первую очередь хорошую проточность и полноценное питание.

В этот период корм нужно задавать из расчета 0,5-1,5 % массы тела производителей 2 раза в сутки. Особям ремонтной группы корм задают из расчета 2-3 % массы тела по 1-2 раза в день. Необходимо регулярно наблюдать за температурным и газовым режимами. Желательно использовать сухие гранулированные корма РГМ-5В, РГМ-8П, РГМ-8ПК, АК-1ФРМ, АК-2ФРМ.

. Кормление прекращают за 2 сут до сортировки рыб и получения от них половых продуктов. На второй день после нереста возобновляют кормление производителей.

### **3.5 Получение потомства**

Подбор производителей по возрасту, качеству половых продуктов оказывает большое влияние на оплодотворяемость икры, жизнестойкость потомства, особенно в эмбриональный и постэмбриональный периоды жизни. Наиболее качественную икру получают от самок радужной форели, форели Дональдсона и форели камлоопс в возрасте 4-6 лет, молоки – от самцов в возрасте 3-4 лет. Менее качественные половые продукты наблюдаются у впервые нерестующих особей и старых производителей.

Доброкачественные молоки имеют белый цвет и густую консистенцию. Водянистые или сывороточные, а также с примесью крови и слизи молоки использовать нельзя. Подвижность сперматозоидов должна быть не менее 12 с. Самцы в процессе нереста могут быть использованы неоднократно (до 6 раз) с интервалом 4-6 сут. (не менее 30-40 градусо-дней).

Для визуального контроля за качеством икры и спермы целесообразно применять отдельный метод сбора половых продуктов. Икру и сперму от каждого производителя отцеживают в отдельный сосуд, затем их смешивают в общей емкости. Тем самым достигается более тщательный контроль за качеством икры и спермы и исключают возможность попадания в партию недоброкачественной икры или оплодотворение икры плохими молоками.

**Сбор икры и спермы.** Икру и сперму у производителей получают путем отцеживания с применением анестезирующих веществ.

Икру отцеживают в сухой эмалированный или пластмассовый сосуд с марлевой салфеткой. В один сосуд собирают икру от 5-10 рыб с таким расчетом, чтобы икра занимала не более 2/3 емкости. Затем икру осеменяют спермой не менее 3 самцов, которую отцеживают непосредственно на икру или вначале в отдельные сухие стаканчики (бюксы), предварительно убедившись в ее хорошем качестве. Время отцеживания икры и спермы до их смешивания не должно превышать 5-10 мин.

Икру и сперму осторожно, но тщательно перемешивают пучком перьев или рукой, затем приливают воду или оплодотворяющий раствор и сразу же перемешивают. В этот момент и происходит процесс оплодотворения- проникновение сперматозоида в икринку через микропиле .

Отмытую икру сливают в тазы и оставляют в них в течение 2-3 ч для завершения процесса ее набухания. При отсутствии проточной воды периодически (через 20-30 мин) заменяют воду в тазах. При наличии водопровода воду через резиновый шланг подают на дно емкости с икрой. Набухание икры следует проводить при рассеянном свете в затемненном помещении и в полном покое. В результате набухания объем икринки увеличивается на 15-20 %, а масса – на 16 %. Удобно проводить набухание в двойных тазиках, вкладываемых один в другой. Внутренний сосуд имеет перфорированное дно.

**Инкубация икры.** Ее осуществляют в специальных инкубационных аппаратах, которые делят на 2 группы – горизонтального (лоткового) и вертикального типов.

У аппаратов горизонтального типа рамки с икрой расположены последовательно в горизонтальной плоскости, вертикального типа – в вертикальной плоскости.

Учет закладываемой на инкубацию икры проводят весовым и объемным способом. Более удобным является объемный способ. Икру мерной емкостью раскладывают на инкубационные рамки аппаратов горизонтального типа в 1-2 слоя, а в вертикальных – в 5-25 слоев. После размещения икры еще раз окончательно отбирают погибшие икринки, проводят профилактическую обработку икры купанием в растворе формалина в концентрации 1:2000 при экспозиции 10 мин или раствором хлорамина в концентрации 1:30 000 при экспозиции 10 мин.

В инкубационные аппараты должна постоянно поступать чистая, отстоянная (фильтрованная) вода требуемой температуры (6-12<sup>0</sup>С), не содержащая взвесей, которые осаждаваясь на икру затрудняют ее дыхание.

Инкубация икры должна проходить в темноте, поэтому инкубационные аппараты закрывают крышками, окрашивают в темный цвет, затемняют помещение. Все рыбоводные операции (отбор икры, промывка, загрузка и др.) должны проводиться при слабой освещенности.

В период инкубации проверяют оплодотворяемость икры. Оплодотворенную икру от неоплодотворенной можно отличить на стадии дробления зародышевого диска, т.е. на 1-3 сут после оплодотворения. Неоплодотворенная икра имеет расплывчатый плоский зародышевый диск, неясно выраженные борозды дробления. Можно на стадии, характеризующейся началом пульсации сердца и обособления хвостовой части зародыша (через 90 – 110 градусо-дней при оптимальной температуре)

Продолжительность инкубации икры находится в прямой зависимости от температуры воды: 101 день при 3,2<sup>0</sup>С, 75 – 4,8, 44 – 7,5, 29 – 10,3, 27 – 11,5, 25 – 12, 21 – 14,5 и 18 дней при 15,5<sup>0</sup>С.

Для предупреждения поражения икры сапролегнией необходимо в процессе инкубации проводить периодические профилактические ванны в течение 10 мин формалином (1:2000), хлорамином (1:30 000) или малахитовым зеленым (1:150 000). Обрабатывать икру следует на второй день после закладки ее на инкубацию, а с момента начала пигментации глаз – 1-2 раза в неделю. Хорошо зарекомендовал себя метод обеззараживания воды с помощью бактерицидных установок, особенно при оборотном и циркуляционном использовании воды.

### **3.6 Выдерживание и подращивание личинок**

**Выращивание личинок.** Продолжительность вылупления предличинок (свободных эмбрионов) при 8-12<sup>0</sup>С составляет 5-7 сут. Длина и масса их зависят от режима инкубации икры и в основном от размера икринок. Длина личинок составляет от 10 до 19 мм, масса – от 50 до 120 мг.

Вылупление может проходить в инкубационных аппаратах или бассейнах. Бассейны могут быть квадратными размерами 1х1х0,4 и 2х2х0,5 м – ИЦА-1 и ИЦА-2, а также прямоугольными с соотношением боковых сторон 1:4 – 1:8, площадью до 8 м<sup>2</sup>. Уровень воды в них должен быть в начале подращивания 0,1-0,2 м.

Выдерживают предличинок при плотности посадки 10 тыс./м<sup>2</sup>(максимально до 30 тыс.шт./м<sup>2</sup>) и расходе воды 0,7-0,9 л/мин на 1 тыс. эмбрионов при температуре воды 12-14<sup>0</sup>С. Личинки вначале обладают отрицательным фототаксисом, поэтому лотки и бассейны закрывают крышками. Они очень чувствительны к недостатку кислорода, поэтому требуется поддерживать 100 %-ное его насыщение.

Через 5-7 суток покоя личинки начинают группироваться вдоль бортов, в углах лотка (бассейна), образуя многослойные скопления (период тактильной чувствительности), которые ухудшают условия дыхания и могут привести к гибели нижележащих личинок.

Период выдерживания длится в зависимости от температуры воды до 15-25 суток. К

концу этого времени желточный мешок уменьшается на 2/3 своей первоначальной величины, личинки темнеют, начинают активно перемещаться по дну емкости. К этому времени у личинок уже полностью сформированы парные плавники, плавниковая кайма сохраняется только у анального плавника, появляется поисковая способность, глаза становятся подвижными.

При появлении у личинок плавательных движений, т.е. когда они начинают концентрироваться на вытоке, необходимо начинать их подкармливать мелким зоопланктоном в необходимых количествах (корм должен находиться постоянно в лотках или бассейнах). Вначале потребление пищи крайне незначительно, и чтобы избежать его потери, на вытоке устанавливают сетчатые уловители.

Через 2-3 дня после начала кормления можно приучать личинок к искусственной пище: смеси яичного желтка и сухого молока, приготовленной в виде эмульсии или мелких частиц; крупки гранулированной смеси, селезенки (пульпы), помещаемой на сетке вблизи притока воды. К этому времени у личинок уже выработан рефлекс на плавающий корм, частицы искусственного корма они охотно потребляют. Постепенная смена кормов исключает голодание личинок, как это наблюдается при резкой смене одного корма другим, пока молодь не привыкнет к новому корму. К моменту полной резорбции желточного мешка личинок кормят только искусственными кормосмесями, которые остаются неизменными до конца выращивания посадочного материала.

Выращивание мальков проводят при плотности посадки 10 тыс. шт/м<sup>2</sup>, уровне воды 0,2-0,25 м, расходе воды 1,2-1,9 л/мин на 1 тыс. личинок (4,9-7,7 л/мин на 1 кг массы личинок). Полный водообмен в лотках и бассейнах должен осуществляться за 10-15 мин.

В период подращивания оптимальной является температура воды 14-16<sup>0</sup>С, содержание кислорода должно быть не менее 7 мг/л на вытоке. В начальный период подращивания молодь отрицательно относится к свету, поэтому бассейны следует затенять до половины со стороны водоподачи. Это вынуждает личинок перемещаться к стоку, где лучшие условия водообмена и проточности и у них быстрее вырабатывается положительный реотаксис.

При рассасывании желточного мешка (20-25 % его первоначальной величины) личинки начинают плавать, не опускаясь на дно. Через 30-40 сут после вылупления у личинок появляется положительный фототаксис и затемнения не требуется.

После перехода исключительно на внешний корм наступает мальковый период развития (появляется чешуя на теле). К этому времени молодь форели приобретает характерную для форели окраску. Молодь, подращиваемую в лотках инкубационных аппаратов, следует перевести в прямоугольные (до 8 м<sup>2</sup>) или квадратные (1 x 1 x 0,4 и 2 x 2 x 0,5 м) бассейны с центральным стоком и круговым движением воды. Уровень воды в бассейнах поддерживают с помощью уровенных стаканов высотой 0,4 м, расход воды – до 3,5 л/мин на 1 тыс. мальков. Плотность посадки при выращивании мальков до массы 1,0-1,5 г не должна превышать 10 тыс. шт/м<sup>2</sup>, более 1,0 г – не более 3 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Водообмен в бассейнах поддерживают равным 10-15 мин. Требования к гидрохимическому и температурному режимам остаются такими же, как и при выдерживании личинок.

Молодь регулярно кормят, следят за чистотой рыбоводных емкостей, проводят профилактические мероприятия, контролируют темп роста путем контрольных обловов и взвешиваний через каждые 10 сут.

Первую сортировку молоди форели проводят при достижении ею массы в среднем 0,5-1 г. Сортировку осуществляют с помощью сортировального ящика на 2 размерные группы: массой до 1 г и более 1 г. Рассортированную молодь учитывают весовым методом, определяют среднюю массу и размещают в подготовленные чистые бассейны или пруды. При сортировке проводят профилактическую обработку форели.

Для кормления молоди используют гранулированные стартовые корма РГМ-6М, АК-1ФС, АК-:6ММ и пастообразные кормосмеси (на основе говяжьей селезенки). Ежедневно проводят контроль за поедаемостью кормов.

### **Выращивание сеголетков.**

Перед посадкой мальков в бассейны и выростные пруды последние тщательно подготавливают: дезинфицируют, промывают, сушат, проверяют систему подачи и сброса воды, устанавливают решетки для предупреждения ухода молоди из бассейна.

Площадь бассейнов равна от 4 до 30 м<sup>2</sup>. Соотношение сторон в прямоугольном бассейне от 1:4 до 1:10. Глубина бассейнов до 1 м при уровне воды 0,8 м. Размер квадратных бассейнов 2x2 м, диаметр бассейнов силосного типа – до 3,2 м, высота 4-6 м. Площадь прудов не должна превышать 300 м<sup>2</sup>. Глубина их равна 1,5 м при среднем уровне воды 0,8-1,3 м.

Плотность посадки мальков в бассейны составляет 1,5 тыс. шт./м<sup>2</sup> (2,0 тыс. шт./м<sup>3</sup>) при уровне воды 0,8 м. Расход воды можно устанавливать в пределах 35-50 л/мин на 1 тыс. сеголетков. Расход воды можно создавать с учетом смены воды в емкости за 10-15 мин. В прудах плотность посадки мальков форели может колебаться от 100 до 600 шт./м<sup>2</sup> в зависимости от температуры воды, уровня водообмена и конечной массы сеголетков.

После зарыбления садков и бассейнов мальками устанавливают постоянное дежурство и контроль за регулярным кормлением, гидрохимическим режимом, темпом роста, проведением профилактических и лечебных мероприятий, поддержанием чистоты в бассейнах и прудах. Контроль за ростом молоди осуществляют 1 раз в декаду. Рыбоводные бассейны ежедневно очищают от погибших рыб. По мере загрязнения бассейны моют. Обычно эту операцию приурочивают к сортировке форели. Ежедневно удаляют накопившуюся грязь у вытока. Оберегают молодь от хищников (птиц, норок, крыс, змей).

В целях предотвращения каннибализма сортировку молоди осуществляют 1 раз в месяц с помощью различных сортировальных устройств и не менее чем на 2 размерные группы.

### **3.7 Товарное выращивание форели**

**Выращивание годовиков.** В октябре-ноябре проводят полный облов бассейнов и прудов. Сеголетков просчитывают, взвешивают, проводят через антипаразитарные ванны и размещают на зимнее выращивание. Биотехника зимнего содержания определяется температурным режимом. Очень важно за зимний период получить прирост индивидуальной массы тела годовиков, поэтому температура воды должна быть не менее 2-3<sup>0</sup>С. При такой температуре плотность посадки сеголетков в бассейны должна быть 500-1000 шт./м<sup>2</sup> (625-1250 шт./м<sup>3</sup>) или около 10 кг/м<sup>3</sup>. В бассейны нужно подавать от 0,2 (при 3<sup>0</sup>С) до 0,6 л/мин (при 10<sup>0</sup>С) воды на 1 кг рыбы. В прудах с уровнем воды 1,0-1,2 м при 1-часовом водообмене плотность посадки должна быть 200-250 шт./м<sup>2</sup>, или 4-5 кг/м<sup>2</sup>.

Кормить форель при температуре воды 2-3<sup>0</sup>С и выше нужно регулярно, при более низких температурах – 2-3 раза в неделю.

В период зимнего содержания необходимо следить за чистотой бассейнов, степенью покрытия льдом прудов, системой водоснабжения и гидротехническими сооружениями, регулярно проверять параметры среды.

**Выращивание товарной рыбы.** Товарную рыбу выращивают в бассейнах, прудах и сетчатых садках. В тепловодных хозяйствах индустриального типа форель выращивают в бассейнах площадью до 200 м<sup>2</sup>. Площадь круглых и квадратных бассейнов равна от 4 до 16 м<sup>2</sup>, высота 1 м с центральным стоком и свободно регулируемым уровнем. Диаметр бассейнов силосного типа до 3-4 м, высота 4-6 м. Площадь прудов (бассейнов) обычно не превышает 500 м<sup>2</sup>, глубина 1,5 м с уровнем воды 1 м.

Бассейны, пруды и садки для выращивания товарной форели должны быть тщательно подготовлены - вычищены, вымыты и продезинфицированы в соответствии с требуемыми нормами. Весь посадочный материал должен быть обработан антипаразитарными средствами и рассортирован на размерные группы.

**При выращивании товарной форели в бассейнах** устанавливается постоянная плотность посадки для всех размерных групп с учетом смертности и конечной массы товарной

рыбы. Это позволяет избежать уменьшения плотности посадки в процессе товарного выращивания и обходиться без резервирования бассейнов. При уровне воды 0,8 м плотность посадки составляет 300-350 шт./м<sup>3</sup>. При этом (в условиях оптимальной температуры воды) следует подавать 250-300 л/мин воды на 1 тыс. рыб или 0,9 – 1,3 л/мин на 1 кг рыбы. Смена воды должна осуществляться через каждые 10-15 мин. При изменении температуры воды за пределы оптимума (14 – 18<sup>0</sup>) соответствующим образом изменяется интенсивность водообмена. Производительность бассейнов при указанных условиях составляет до 75 кг/м<sup>3</sup> рыбы средней массой 0,2 кг.

Воду, поступившую в бассейны, аэрируют. Для этого можно использовать гидропневматические установки (эрлифты), трубчато-решетчатые каскадные установки, аэраторы валкового, струйного и фонтанирующего типов.

Для обеспечения быстрого прироста рыб целесообразно содержать в бассейне 50 кг/м<sup>3</sup> рыбы, непрерывно поставляя туда посадочный материал и отлавливая крупную форель.

Кормление осуществляют гранулированным кормом РГМ-5В и РГМ-8В (крошимость корма не должна превышать 5 %). Частота кормления – не менее 4 раз в сутки с помощью различных кормораздатчиков (ИКД, "Рефлекс" и др.). Применение кормораздатчиков снижает размерно-весовую дифференциацию форели повышает темп роста в среднем на 8 %. Кормовой коэффициент составляет 1,5 единицы. Кормление осуществляют на протяжении всей недели без выходных дней.

Чистку бассейнов от остатков корма и экскрементов рыб проводят регулярно. Чистка обязательна при окончательном спуске и облове, а также в период проведения сортировки рыбы и ее размещении с меньшими плотностями. При этом используются мобильные электронасосы.

Сортировку рыбы проводят не менее 4 раз в год при помощи сортировальных устройств различной конструкции. Тщательная сортировка в начале выращивания позволяет избежать промежуточной сортировки, экономит труд рабочих и рыбоводов. Сортировка в конце товарного выращивания предусматривает разделение рыбы на 2 группы: форель массой 200 г и более считается товарной и поступает в реализацию, а меньшей массы оставляют на доращивание и фиксируют в документах как переходящий остаток.

**Выращивании товарной форели в садках.** Садки для выращивания товарной форели устанавливаются группами, вытянутыми в две параллельные линии таким образом, чтобы оставались открытыми не менее 2 сторон садка. Между спаренными линиями садков следует сохранять расстояние не менее 3 м. В зависимости от установки садков обслуживание их происходит с лодки или примыкающего к берегу настила. В садках при температуре воды не выше 20<sup>0</sup>С и содержании кислорода не менее 7 мг/л рекомендуется плотность посадки в пределах 100-250 шт./м<sup>3</sup> (в зависимости от массы посадочного материала и предполагаемой конечной массы двухлетков).

Годовиков кормят гранулированными комбикормами РГМ-5В и РГМ-8М или аналогичными комбикормами иных рецептов пастообразными кормами, в основном, на основе фарша из рыбы (50-60 % состава корма), 2-7 раз в день, причем форель меньшей массы кормят чаще, чем более крупных рыб. Затраты гранулированного корма не должны превышать 2,0 кг, пастообразного 4-5 кг на 1 кг прироста форели. Количество корма определяют по специальным кормовым таблицам ВНИИПРХ. Для контроля над темпом роста форели и уточнения суточной нормы кормления контрольные обловы проводят через 2 недели, во время которых осуществляют профилактическую обработку рыбы в солевых ваннах.

Облов рыбы проводят осенью, при понижении температуры до 5 °С. Его проводят постепенно с учетом возможностей реализации форели или сразу, если в хозяйстве имеются садки для содержания рыбы. Освободившиеся пруды и бассейны тщательно моют, дезинфицируют, готовят к новому технологическому циклу. Форель, не достигшую товарной

массы, вновь помещают в бассейны и продолжают выращивать. Количество таких нестандартных двухлетков не должно превышать 5 % общего количества. При реализации форели нужно определять среднюю индивидуальную массу рыбы весовым методом (2-3 определения из каждого пруда, бассейна) и общее количество выращенной рыбы.

При соблюдении требуемых норм биотехники за 120-150 дней выращивания масса двухлетков достигает 200-250 г, рыбопродуктивность в бассейнах - 50-75 кг/м<sup>3</sup>, в прудах-20-35 кг/м<sup>3</sup> и в садках - 30-50 кг/м<sup>3</sup>. Отход не должен превышать 10 %.

**Рекомендуемая литература:** [1,2, 10, 13].

#### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Назовите коренные места обитания радужной форели и стальноголового лосося.
- 2 Основные породы радужной форели.
- 3 Назовите типы холодноводных хозяйств.
- 4 Условия инкубации икры.
- 5 Устройство инкубационных аппаратов.
- 6 Выдерживание и подращивание личинок форели.
- 7 Выдерживание мальков и сеголетков форели.
- 8 Зимнее выращивание сеголетков и двухлетков форели.
- 9 Профилактическая обработка икры и рыб на разных этапах рыбоводного процесса.

### **Тема 4 Товарное выращивание рыбы в озерах**

- 4.1 Озерное рыбоводство
- 4.2 Формирование и содержание ремонтно-маточного стада
- 4.3 Отбор половых продуктов, семенение, инкубация икры
- 4.4 Выращивание рыбопосадочного материала
- 4.5 Выращивание товарной рыбы в озерах

#### **4.1 Озерное рыбоводство**

Озера имеют огромное рыбохозяйственное значение. Они являются источником снабжения населения страны высококачественной рыбной продукцией. На европейской части России озера расположены на севере и северо-западе: в Республике Карелия, Республике Коми, Ленинградской, Псковской, Новгородской областях, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Общая площадь зеркала озера Российской Федерации составляет 12 783,2 тыс. га.

Основными промысловыми рыбами озер России являются представители семейств лососевых, осетровых, корюшковых, карповых, окуневых, щуковых и других.

Объектами разведения и выращивания в озерных рыбоводных хозяйствах являются пелядь, сазан (каarp), лещ, белый амур, судак, чир, муксун, сиг, омуль, озерный лосось, форель и другие ценные рыбы, приспособленные к жизни в озерах. Наиболее перспективными для рыбоводства в озерах являются сиговые рыбы

В озерном рыбоводстве ученые выделяют четыре зоны: 1 - сиговая, 2 - сигово-карповая, 3 - карпово-сиговая и 4 - карповая. За основу деления озерного рыбоводства на определенные зоны, как и в сельском хозяйстве, принимается агроклиматический показатель - сумма эффективных температур вегетационного сезона выше 10°C. Это позволяет для сравнения темпа роста выращиваемых рыб, использовать температурно-временной коэффициент, представляющий собой отношение суммы градусодней к приросту массы рыбы.

Основные объекты, выращиваемые в товарных озерных хозяйствах можно разделить на пять основных групп: планктоноядные (пелядь, ряпушка, байкальский омуль), бентосоядные (каarp, пыжьян, чир, чукучан, линь), растительноядные (толстолобики, белый амур), хищные (щука, форель, судак, угорь) и рыбы со смешанным характером питания (муksун, карась, хариус, чудской сиг).

Выращивание товарной рыбы является конечным этапом технологического цикла озерного рыбоводства. Товарных рыб выращивают в поликультуре, чтобы полностью использовать кормовые ресурсы озера.

Рыбная продукция озерных хозяйств с каждым годом увеличивает свою часть в общем объеме аквакультуры России, особенно в производстве рыб семейства лососевых.

В маточных водоемах биомасса зоопланктона летом должна быть 3-7 г/м<sup>3</sup>, а биомасса зообентоса – 10-40 г/м<sup>2</sup>. В питомных озерах оптимальная биомасса зоопланктона летом – 5-10 г/м<sup>3</sup>, биомасса зообентоса – не менее 15 г/м<sup>2</sup>. В нагульных озерах биомасса зоопланктона летом должна составлять 4-8 г/м<sup>3</sup>, биомасса зообентоса – 15-40 г/м<sup>2</sup>.

Подготовка озер к созданию товарных рыбных хозяйств включает техническую, химическую и биологическую мелиорацию. К мероприятиям технической мелиорации относятся строительство гидротехнических сооружений, очистка ложа и берегов, расчистка и углубление ключей, ручьев, снабжающих озера водой, дноуглубительные работы.

#### **4.2 Формирование и содержание ремонтно-маточного стада**

Для формирования и содержания маточного поголовья рационально использовать систему озер, выращивая в одних озерах ремонтное стадо, а рядом в других – производителей сигов. На 100 га маточных озер необходимо иметь 30 га озер для ремонтной группы рыб. Плотность посадки трехлетков и производителей в маточном озере составляет около 140 шт./га. Промысловый возврат от посадки зрелых производителей, использованных ранее для рыбоводных целей, достигает примерно 70 %.

В условиях, когда производители не могут созреть в озере при тех или иных условиях, их отлавливают неводами и помещают на дозревание в садки. Вылов и перевозку их следует проводить не позднее, чем за один месяц до начала нереста. Отлов обычно начинают при понижении температуры воды до 10<sup>0</sup>С и заканчивают при наступлении ледостава.

Производителей выдерживают обычно в земляных русловых садках шириной до 6 м и глубиной до 1,5 м. Вода, поступающая в садки должна быть гидрокарбонатно-кальциевого класса с минерализацией не более 300 мг/л и активной реакцией среды 6,0-6,9.

Сиги при температуре воды 3-4<sup>0</sup>С концентрируются в садках в верхнем слое до 60 шт./м<sup>3</sup>. Для равномерности распределения их разгораживают шандорами по отсекам, а затем проводят осмотр и разделяют по полу, помещая самок в верхние отсеки, а самцов – в нижние.

Для предотвращения развития гриба сапролегнии на 2-3 сутки после отсадки производителей обрабатывают в растворе малахитового зеленого из расчета 5 г на 2 м<sup>3</sup> воды. При этом объем воды в садке уменьшают на 30-50 % и определяют оставшийся объем воды. Раствор малахитового зеленого готовят в отдельной емкости и равномерно разливают по всей поверхности садка, тщательно контролируя полноту растворения химикалия. Проточность садка существенно уменьшают. Продолжительность экспозиции составляет 25-30 мин. Затем восстанавливают водообмен и поднимают уровень в садке до прежней отметки.

Осмотр производителей проводят при температуре воды 3<sup>0</sup>С. Массовое созревание сигов проходит при температуре воды 0,2-0,3<sup>0</sup>С.

При индустриальном методе выращивания производителей сиговых в садках на искусственных кормах созревание самок пеляди наступает в возрасте 2+ при средней массе 360-400 г, самок муксуна и чира - в четырех - пятилетнем возрасте при средней массе



соответственно у муксуна 1200-2000 г, у чира 1700-3000 г. Маточное стадо производителей должно состоять из самок и самцов у пеляди в возрасте 3-7 лет, у муксуна и чира - в возрасте 4-8 лет. Соотношение самок и самцов в маточном стаде одного возраста должно составлять 3:2. Самцы в нерестовой кампании используются многократно.

Для трех - пятилетних самок сигов, выращиваемых в садках на искусственных кормах, установлена положительная зависимость между массой тела и такими признаками, как плодовитость, упитанность, экстерьер рыб и размеры икринок. Следовательно, при формировании маточного стада из старших возрастов (2+ - 4+) необходимо отбирать сигов большей массы, которые имеют повышенную плодовитость, лучшую упитанность и хорошее качество икры. Показатели роста, экстерьера, репродуктивности и физиологического состояния сиговых должны служить критериями при формировании первичного стада этих видов в индустриальных условиях.

При индустриальном методе выращивания маточного поголовья разработаны нормативы для разного возраста производителей .

#### **4.3 Отбор половых продуктов, семенение, инкубация икры**

При снижении температуры воды в садках до 3°C проводят осмотр самок. Зрелых самок переносят в рыбоводное помещение, где от них отцеживают икру.

Массовое созревание самок наступает обычно в первой половине декабря при температуре воды 0,2-0,3°C. Икру и молоки следует брать только от производителей с текучими половыми продуктами. У зрелых самок при слабом надавливании на брюшко вытекает икра из генитального отверстия вместе с полостной жидкостью ровной струей. У зрелых самцов при нажатии на брюшко молоки вытекают из генитального отверстия также без следов крови. В хозяйственный таз емкостью 5-8 л отцеживают икру от 3-5 самок (в зависимости от рабочей плодовитости), добавляют молоки от 3-4 самцов, икру и молоки тщательно перемешивают.

Икру оставляют в покое на 4-5 мин., затем добавляют воду, смесь икры и молок тщательно перемешивают. Затем икру промывают в большом количестве воды. Процесс промывания икры продолжается 40 мин., за это время воду в тазу меняют 25-30 раз, медленно наливая ее, и сливая по стенке таза, икра освобождается от клейкости, затем ее оставляют в воде для набухания от полутора до шести часов. В это время икра должна находиться в покое. Оболочка икры сиговых достигает высокой прочности через 7-14 ч. После набухания икру раскладывают на рамки, обтянутые мелкой капроновой или металлической сеткой с размером ячеей 1,0-1,5 мм, укладывают одну на другую в виде стопки, которую устанавливают в специальных транспортных ящиках..

При необходимости транспортирования это нужно сделать в первые 2 дня после набухания. Продолжительность перевозки не должна превышать 10-12 ч. Если икру предстоит перевозить в течении 2-3 сут., то сделать это можно на стадии морулы, которая при температуре 2-5 °C наступает через 3-5 сут. после оплодотворения. В этот период икра хорошо переносит колебания кислородного и температурного режима и механические воздействия. Перевозка икры с места сбора в инкубатор должна быть закончена к концу стадии дробления бластодиска. При температуре 2-5°C икра достигает этой стадии через 7-10 сут. (примерно через 500-700 градусодней).

Учет икры ведут объемным и весовым способами. При объемном способе икру измеряют специальными мерными кружками или мерными цилиндрами вместимостью 0,25-0,5 л. Затем мензуркой берут 10-20 см<sup>3</sup> икры и определяют количество икринок в 1 см<sup>3</sup>. Такие пробы берут трижды, после чего определяют среднее число икринок в 1 см<sup>3</sup>. Полученную величину умножают на 1000, что показывает количество икры в 1 л.

Доставленную икру после адаптации к температуре и учета загружают в аппараты Вейса (тыс. шт.) для : ряпушки, рипуса – до 900, пеляди – 800, сигов –чудского, лудоги, пыжьяна – до 300, омуля байкальского – до 300, чира, муксуна, нельмы –200.

В процессе инкубации расход воды в аппаратах регулируют. В начале инкубации (3 дня) и в конце вылупления расход составляет 0,05 л/с (3 л/мин). В период отбора уменьшают до 0,04 л/с (2,2 л/мин). Температура воды в период инкубации поддерживается 0,2-0,8°С.

Первый отбор мертвой икры проводят в интервале 10-20 сут. развития (обрастание 1/3 бластодермой желтка – закладка нервной борозды). Отбору подлежит поврежденная икра, неоплодотворенная и аномальная в развитии – белого цвета. Неоплодотворенная икра составляет 8-16%. Общий отход икры за период инкубации может достигать 50 %.

Затем отход икры наблюдается на стадии гастрюляции и особенно на стадии замыкания бластопора. В это время не допускают перемешивания икры в аппарате. Икру из аппарата отсасывают сифоном

Для дезинфекции икры в случае появления очагов сапролегнии ее промывают в контрольных аппаратах раствором малахитового зеленого 1:180000 или формалином в концентрации 1:2000.

Для инкубации икры сиговых рыб. используют чистую низко- или среднеминерализованную воду карбонатного класса без взвесей ила, песка, не загрязненную сточными водами и нефтепродуктами. В период инкубации проводят 3-4 раза полный химический анализ воды.

При инкубации икры ее необходимо периодически обрабатывать раствором малахитового зеленого в течение 20-30 мин. при концентрации раствора 1:200000. Колебания температуры воды в инкубационный период не должны превышать 0,2-0,8°С. Сумма среднесуточных температур за время инкубации составляет 160-180 °С. При таких условиях эмбриональное развитие длится 130-150 сут. При правильном уходе отход икры сиговых рыб дополнительно к количеству неоплодотворенной и погибшей при сборе и транспортировке в норме составляет: для чира - 25 %., озерной пеляди – 15 %., речной пеляди – 12 % и сибирской ряпушки – 8 %.

Вылупление эмбрионов может происходить на разных стадиях: раннее, массовое и позднее. Неблагоприятное воздействие факторов среды на последних стадиях развития может вызвать раннее вылупление.

Массовое вылупление эмбрионов чира наблюдается при весеннем повышении температуры воды до 3-4°С, муксуна – до 4-6, пеляди до 6-8°С. При нормальных условиях инкубации икры, полученной от производителей хорошего качества, количество дефектных эмбрионов обычно составляет 0,5-4,0 %.

#### **4.4 Выращивание рыбопосадочного материала**

Массовое вылупление личинок обычно проходит на протяжении 7-10 дней при температуре воды 3,5-7,0°С. Вначале вылупляются эмбрионы чира, затем речной пеляди, муксуна, пыжьяна и озерной пеляди (до середины мая).

После вылупления эмбрионы поднимаются в верхние слои аппарата Вейса и по желобу с током воды выносятся в уловитель и там концентрируются. По мере накопления личинок отчерпывают ведром и переносят в непроточный отстойник, где оболочки икры оседают на дно и их оттуда отбирают сифоном. Личинок затем помещают в лотки для выдерживания и подращивания.

Выдерживание личинок проводят также в сетчатых садках из газа № 13-17 при постоянной проточности и температуре воды 1-2°С для чира и муксуна, и 4-8°С для пеляди и ряпушки. Плотность выдерживания свободных эмбрионов и проточность зависят от температуры воды и содержания в ней растворенного кислорода (10-14 мг/л). Вода в лотки и бассейны для выдерживания личинок подается снизу, но при верхнем сливе. Вода должна быть

чистой, без механической взвеси и пузырьков воздуха. Освещение лотков должно быть обязательно равномерным.

Выдерживание продолжается до перехода свободных эмбрионов на внешнее питание (до момента рассасывания желточного мешка и перехода в стадию личинки). Обычно этот процесс длится 3-4 дня, но при пониженной температуре воды этот период удлиняется. Поэтому надо поддерживать температуру воды 8-10°C, содержащую до 300-400 экз/л зоопланктеров.

В настоящее время получают посадочный материал выращенный на искусственных кормах ЛС-81 и МС-84 рецептуры ГосНИОРХ, что позволяет за 5 мес.(май-сентябрь) получать молодь массой 12-18 г (табл. 4). В этом случае после вылупления из икры 1-2 суточных эмбрионов переводят в бассейны шведского типа размером 2 x 2 м или пластиковые лотки ейского типа – 4,2 x 0,7 м. Слой воды в это время не превышает 0,25 м. Бассейны и лотки должны быть размещены в освещенном помещении. На ночь освещение выключают. На вытоке из лотка обязательно оборудуют фонарь из мельничного сита. По мере роста личинок производят смену мельничного сита на более редкое (вначале № 11, а затем № 7). При массе мальков 0,3 г фонари заменяют на решетки из металлической сетки с ячейей 2 мм, а затем на 4-8 мм. Максимальный расход воды в бассейне или лотке не превышает 0,6 л/с.

Оптимальная температура воды для роста молоди сиговых рыб на искусственных кормах составляет 14-18°C. Для личинок сиговых до 1 г оптимальная температура равна 18°C, а для молоди массой 3-5 г – 17°C. При выращивании ведут постоянный тщательный контроль за чистотой в бассейнах, поддерживают оптимальную температуру воды и содержание растворенного кислорода.

Личинок и мальков сигов кормят кормом МС-84. Срок хранения корма МС-84 не должен превышать 2 мес. При истекании срока хранения корм перед скармливанием опрыскивают водным раствором витамина С (аскорбиновая кислота). Отсутствие этого витамина вызывает у молоди авитаминоз. Витамин С является естественным антиокислителем и повышает сохранность в кормах витаминов А Е. Для опрыскивания 2 кг гранул растворяют 1 г витамина С в 100-160 мл.

После размещения личинок в садки, спустя 1-2 ч, их начинают кормить. Удобно для этих целей использовать кормораздатчики различной конструкции. В начальный период интервал кормления составляет 2-5 мин (при температуре воды 8-13°C). При массе молоди 50-100 мг и температуре воды 14-16°C интервал кормления увеличивают более 5 мин. Молодь массой 3 г кормят с интервалом 10 мин. Применение автокормушек позволяет достигать кормового коэффициента 1, кормление вручную увеличивает его до 1,5-2,0.

Суточные дозы корма на протяжении всего периода выращивания корректируют в зависимости от массы молоди и температуры воды, проводя регулярный контроль за количеством корма и размерами его частиц.

На протяжении всего сезона выращивания осуществляют постоянный контроль за ростом, выживаемостью молоди и кормовыми коэффициентами. Учет отхода ведется ежедневно. Контрольные обловы проводят при массе рыб до 1 г – через 5 суток, 1-7 г – через 7 суток, 7-20 г – через 10 суток.

Полноценным кормом для личинок сиговых являются науплии ракообразных и декапсулированные яйца рачка артемии салины, которые вводят в рацион в первые дни кормления, а затем на 4-5 сутки – корм МС-84 или крошку корма ЭКВИЗО при температуре 8-10°C. Далее личинок при традиционным методе выращивания перевозят в питомный водоем в полиэтиленовых пакетах по 50 тыс. шт. в каждом. личинок чира, муксуна, пыжьяна, омуля, нельмы, чудского сига и по 80-100 тыс. шт. пеляди, ряпушки и рипуса

Плотность посадки в пакет регулируют в зависимости от продолжительности транспортировки. Применяют эталонный способ подсчета. Обычно соотношение объемов воды и кислорода в пакете составляет 1:3. Лучшая продолжительность транспортировки составляет

12 ч при температуре 6-8°C. Нормативный отход не должен превышать 3 %.

Личинок в водоем заселяют в местах, защищенных от волнобоя или подальше от береговой зоны. Проведенное зарыбление оформляется актом. Зарыбление подрощенными личинками всегда гарантирует больший успех.

В 35-40 дневном возрасте у сиговых заканчивается личиночный период и начинается мальковый. Отход за личиночный период достигает 10-30 %. При подращивании только на естественных кормах отход снижается в 2-3 раза.

Сеголетки в бассейнах и садках достигли к осени средней массы: пелядь и чир – 18-20 г, муксун – 19-20 г, нельма – 20-21 г, сиг-лудога – 17-18 г, волховский сиг – 16-17, чудской сиг – 13-14 г при среднемесячной температуре воды (12-18°C). Выживаемость от посадки личинок составила –56-65 %. При подращивании личинок на теплых сбросных водах масса сеголетков достигала 35-40 г.

Применение искусственных кормов позволило предприятиям Росрыбхоза вырастить в бассейнах и садках более 10 млн. мальков сиговых (пеляди, омуль, муксун, волховский сиг, нельма и др.), которые были выпущены в озера Ленинградской, Свердловской, Вологодской, Новгородской, Псковской областей и Красноярского края.

Молодь сигов, выращенная на искусственных кормах, уверенно можно использовать для зарыбления естественных водоемов, так как она в первые же часы начинает активно потреблять зоопланктон и зообентос.

Найдено, что выход молоди сигов в сильной степени зависит от стартовой массы личинок при зарыблении. Поэтому питомные озера следует зарыблять в конце мая – начале июня личинками массой не менее 200 мг.

#### **4.5 Выращивание товарной рыбы в озерах**

Отраденского озерного рыбозавода показало, что для получения товарной рыбы масса сеголетков сиговых рыб при посадке в нагульные озера с естественным составом ихтиофауны должна быть не менее 20-25 г. Это способствует выживанию молоди под воздействием хищников, и быстрому достижению рыбой товарной массы. При выпуске на нагул в озера сеголетков хищных рыб (судака, нельмы) в первой половине лета, когда они переходят на хищный образ жизни, масса молоди может быть небольшой - 3-5 г.

**Методы выращивания товарной рыбы.** Товарных сиговых в незаморных озерах выращивают тремя методами: циклический, поточный и садковый.

**Садковый метод** осуществляют в малых незаморных озерах, в которых имеется возможность устанавливать садки различной конструкции на глубинах более 6 м при летней температуре воды не выше 17-18°C. Обеспечение оптимального температурного и газового режимов позволяет выращивать в садках лососей, форелей и сиговых рыб. Выращивание карпа, канального сома, толстолобиков и других теплолюбивых видов возможно при наличии в озере сброса теплых вод ГРЭС, ТЭС и АЭС.

Товарную массу у сигов обычно получают за два года. Пищей для сигов служит зоопланктон, проникающий через ячеи садка и искусственные кормовые смеси. Плотность посадки сигов весной в садках составляет 20-25 шт./м<sup>3</sup>. Годовики сигов активно потребляют искусственные корма – влажные гранулы, приготовленные из фарша малоценных рыб. Двухлетки к осени достигают массы 180-200 г, а трехлетки – 400-500 г.

Своеобразие режима заморных озер, когда в них в зимний период наблюдается резкий дефицит в воде растворенного кислорода и все рыбы погибают, остаются только караси и ротаны, кормовые естественные ресурсы остаются неиспользованными, заставляет применять в них своеобразную технологию выращивания, организуя продуктивные и экономически оправданные нагульные хозяйства.

По первой схеме в озера карасевого типа при значительных отложениях ила и зарослями

макрофитов площадью до 15-20 % вселяют годовиков пеляди, карпа и других быстрорастущих рыб сразу же после вскрытия озер от льда (конец апреля - начало мая). При наличии аэратора или потокообразователя уже в марте их устанавливают на участках озер или неспускных прудов с песчаным дном и в созданную полынью выпускают годовиков. Раннее зарыбление позволяет получить значительно большую продукцию к осени. Общая плотность посадки набора поликультуры составляет 300-700 годовиков на 1 га. Продукция двухлетков при осенне-зимнем облове составляет 70-400 кг/га за одно лето нагула.

По второй схеме выращивают на карасевых озерах заморного типа при слое ила до 1 м и зарослей высшей водной растительности около 10 %. Такие озера зарыбляют личинками по той же схеме, как и при выращивании товарных сеголетков. Плотность посадки сиговых при этом на 30-50 % больше с учетом отхода за два предстоящих нагульных периода.

Для обеспечения выживания сеголетков в начале зимы подключаются аэраторы, в зоне действия которых создаются комфортные зоны, где концентрируется пелядь, и другие сиговые, активно питаются. Аэрация озер весь зимний период позволяет раньше начать кормовой сезон перезимовавших годовиков.

Товарные сеголетки пеляди должны к концу вегетационного периода достигать массы не менее 100 г, двухлетки - 250-400 г. В озерах со средней глубиной 5-10 м хороший темп роста у пеляди наблюдается с июня по август, т. е. в период наиболее интенсивного развития зоопланктона. Максимум накормленности пеляди наблюдается при температуре воды 15-16°C.

Трехлетки пеляди при нормальных условиях нагула, достигают массы 450-650 г. При разреженной плотности посадки, или в высококормных озерах - 1700 г. Чир, и гибрид пеляди с чиром превосходит по темпу роста пелядь на 20-30 %. Муксун в первые два года имеет примерно такой же темп роста, как пелядь, в дальнейшем превосходит ее.

**Рекомендуемая литература:** [1,2, 6, 9,10,13]

#### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Назовите типы холодноводных хозяйств..
- 2 Основные виды сиговых рыб.
- 3 Особенности индустриального озерного рыбоводства
- 4 Условия содержания личинок сиговых рыб
- 5 Температура воды при выдерживании и подращивании личинок форели
- 6 Содержание ремонтно-маточных стад сиговых рыб
- 7 Условия инкубации икры сиговых рыб.
- 8 Кормление мальков и сеголетков форели.
- 9 Зимнее выращивание сеголетков и двухлетков форели.
- 10 Профилактическая обработка икры ..

### **Тема 5 Выращивание рыб в морских садках.**

- 5.1 Выращивание рыбы в садках в морских условиях
- 5.2 Выращивание атлантического лосося в морских садках

#### **5.1 Выращивание рыбы в садках в морских условиях.**

Разведение атлантического лосося в России также насчитывает более чем столетнюю историю. С самого начала оно было обусловлено постепенным снижением уловов, отмеченным рядом промыслово-ихтиологических экспедиций как на Северо-Западе, так и на Севере. Наибольшие опасения вызывало уменьшение численности атлантического лосося в реках бассейна Балтийского моря, и в этом же регионе начались первые рыбоводные работы. В 1852 г. лосося уже разводили и выпускали в больших количествах в Чудское озеро с целью

акклиматизации. Попытки разведения лосося на р. Неве относятся к 1881 г., в р. Лугу в течение 16 лет выпускали в среднем по 400 тыс. мальков атлантического лосося.

Современное состояние запасов атлантического лосося во многих реках, где этот ценный вид встречается, характеризуется как напряжённое. Первые шаги по созданию системы управления запасами лосося, были сделаны в 30-х годах XX столетия с учреждением государственных бассейновых рыбохозяйственных управлений. С этого времени организуется промысел, учет промысловой статистики, сбор биологических данных. В проекте федеральной целевой программы «Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах» первоочередными задачами числится увеличение ресурсной базы рыболовства путем искусственного воспроизводства водных биоресурсов. Более того, указывается, что без дополнительного увеличения мощности рыбоводных заводов достичь необходимого запаса водных биологических ресурсов в водоемах не удастся.

Новая садковая технология, которая в настоящее время во многом усовершенствуется исследователями из Нью-Хэмпширского университета, позволяет выращивать рыбу и моллюсков в полностью замкнутых садках, размещенных под водой на глубине девяти-десяти метров, где нет волн и воздействия от проходящих мимо судов. По словам исследователей, поскольку садки размещены на большой глубине, где имеются мощные подводные течения, отходы океанского рыбоводческого хозяйства и другие загрязнители не могут достичь вредных концентраций, как это происходит в более спокойных заливах и прибрежных водах, что делает такое хозяйство более жизнеспособным. Прочные садки считаются достаточно хорошо защищенными от "бегства" рыб, а уход за ними и их мониторинг осуществляются с помощью автоматических питающих бакенов, что обеспечивает высокую экономическую эффективность.

## **5.2 Выращивание атлантического лосося в морских садках**

Очень значительные изменения роли лосося в жизни человека связаны с его культивированием. Из предмета роскоши он стремительно превращается, а во многих развитых странах уже превратился, в повседневную пищу. И происходит это благодаря интенсивному развитию марикультуры атлантического лосося. Меньше чем за год выращивания в морских садках лосось из 20-ти сантиметровой смолты превращается в 4-5 килограммовую рыбку. Больше всего лосося выращивают в Норвегии и в Чили - странах, имеющих большую береговую линию и оптимальные условия для роста лососей. Уже сейчас в морских садках живет более 99% всех атлантических лососей и больше 60% всех лососей вообще. Хотя это уже совсем не те лососи, которые встречаются в реках - это гибриды нескольких диких популяций, прошедшие через интенсивный искусственный отбор.

В Норвегии культивируют атлантического лосося и радужную форель в небольших, 1,2— 3,5 гектара, отгороженных участках моря. Известное в стране рыбное хозяйство Велейкелло ежегодно поставяет 400—600 тонн лосося. Оно находится между островами и с обеих сторон ограждено дамбами, которые представляют собой бетонные опоры с алюминиевыми шипами. Глубина в огражденном участке до трех-четырех метров и более, зарыбляют его молодь лосося. Рыбу кормят влажным гранулированным кормом, близким по составу к естественной пище лосося, но с добавлением витаминов. Для интенсификации водообмена применяют специальные мотопомпы. Содержание кислорода в воде постоянно контролируется.

. На данный момент плавучие приспособления как садки для лососевых пород рыб из металлической рулонной сетки, обеспеченной неопреновыми поплавками и полиэтиленовыми цилиндрами, выпускают фирмы Англии, Шотландии, США, Японии, Норвегии, Канады. Уплотненные полистирольной пенкой шести-десятиугольные конструкции садков могут раскладываться и складываться, обладают отличной противощтормовой надежной защитой и

оснащены электронными устройствами управляемые дистанционно, они позволяют при приближающемся шторме с берега притопить садок на любую глубину.

Хорошие показатели садкового рыбоводства во многом зависят от кормления. Качество специальных кормов определяют прежде всего соотношением основных питательных веществ: жиров, протеинов, минеральных солей, углеводов, биологически активных веществ (ферментов, гормонов, витаминов) и незаменимых аминокислот. В корма при садковом выращивании рыб вводят дрожжи, жмых, соевый шрот и муку из злаков, обрат, сухое обезжиренное молоко, а также компоненты, богатые белками и углеводами. Все как на хорошей животноводческой ферме, но есть одна интересная особенность. Если

Для молодежи разработаны стартовые корма, для годовиков и товарных рыб — так называемые продукционные. Корм всегда должен быть точно сбалансирован не только по содержанию основных компонентов: белков, жиров, безазотистых веществ, но и по аминокислотному содержанию. Главное же правило при садковом выращивании рыб — ежедневное непрерывное кормление их без разгрузочных дней

### **Технология искусственного разведения атлантического лосося**

Производителей лосося выдерживают до полного созревания в садках различной конструкции при хорошем водообмене и возможности быстрого и полного облова. При приближении сроков нереста, когда температура воды снижается до 8-7 градусов, русловые садки облавливают, самок и самцов помещают отдельно в деревянные реечные садки первой категории или в различные бассейны площадью 2-10 м<sup>2</sup> (желательно с центральным стоком), где всех производителей через каждые 4-5 суток проверяют на созревание. Рыб, близких к V стадии зрелости половых продуктов, пересаживают в садки или бассейны второй категории, где определяют степень созревания через каждые 1-2 суток, чтобы не допустить перезревания половых продуктов, особенно икры.

Икру и сперму от созревших рыб получают путем отцеживания. Осеменение икры производят сухим способом. Затем икру осторожно промывают от остатков спермы и полостной жидкости до полного исчезновения клейкости. Промытую икру помещают под ток воды для набухания. Общая длительность набухания 4-6 ч.

После набухания икру раскладывают на рамы, с ячейей 3 x 20 или 4 x 20 мм, и помещают в инкубационные аппараты в виде желобов, длиной 2-3 м, шириной 0,3-0,4 м и высотой 0,2-0,25 м. Рамы устанавливают в аппаратах по 4 шт. на разных уровнях (лесенкой) с небольшим уклоном в сторону подачи воды.

После размещения икры аппараты плотно закрывают крышками, окна в инкубационном цехе занавешивают темными шторами. В течение всего периода инкубации икры регулируют подачу воды, следят за развитием икры.

Эмбриональный период развития длится у атлантического лосося 7-8 месяцев. Освободившиеся от оболочек зародыши в течение 10-12 суток проходят этап пассивного состояния, характеризующийся эндогенным питанием и малой подвижностью. В возрасте 10-15 суток свободные эмбрионы начинают активно двигаться, поворачиваться спинками вверх и постепенно образуют скопления в форме веера, ориентируясь головами в одну сторону. У них появляются светобоязнь (отрицательный фототаксис), положительная реакция на ток воды. Отдельные наиболее развитые особи начинают подниматься к поверхности воды, заглатывать воздух, которым заполняется плавательный пузырь. В этот период наблюдается интенсивное развитие пигментации. Тело темнеет и приобретает оливковый цвет с зеленоватым или коричневатым оттенком. Скопления пигментных клеток образуют поперечные пятна, характерные для молодежи атлантического лосося. Появление таких пятен является одним из наиболее четких признаков, характеризующих превращение свободных зародышей в личинок и готовность их к переходу на экзогенное питание.

Личинки атлантического лосося с трудом приучаются к захвату кормовых частиц, поэтому этот период считается одним из самых трудных в рыбоводном процессе. Важным

условием для начала питания личинок лосося задаваемой пищей являются устойчивое повышение температуры воды до 10-12<sup>0</sup>С и освещенность в цехе около 100 люкс. Личинок начинают постепенно приучать к свету, снимают шторы с окон, затем раздвигают крышки на аппаратах, оставляя закрытой часть площади у вытока. Начинать приучать личинок к корму нужно, когда остаток желтка составляет 20-40 % первоначального объема. При этом следует учитывать присущий им инстинкт подражания и содержать личинок при плотности не менее 10 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Для закрепления пищевого рефлекса необходимо строго соблюдать установленный распорядок (очередность обслуживания аппаратов, подачу дополнительных световых сигналов и т. д.).

Выращивание на рыбоводных предприятиях молоди атлантического лосося - самое длительное и одно из наиболее трудоемких звеньев технологического цикла. В подавляющем большинстве случаев мальки-пестрятки находятся под рыбоводным контролем от начала формирования до смолтификации не менее двух лет. На рыбоводных заводах молодь атлантического лосося выращивают в условиях уплотненных посадок в бассейнах квадратной формы с закругленными краями нецентральной стоком или в прямоточных канавах типа форелевых.

Корма для молоди лосося должны быть полноценными и содержать все необходимые аминокислоты, в том числе и незаменимые, различные минеральные вещества, микроэлементы и витамины. Хорошо зарекомендовали себя гранулированные корма, используемые для кормления молоди разного возраста (табл. 2).

На некоторых лососевых заводах молодь кормят кормосмесями, основу которых составляют следующие компоненты, говяжья селезенка, рыбный фарш, рыбная, мясокостная, кровяная и водорослевая мука, свежемороженая икра морских рыб фосфатиды и другие компоненты.

Молодь атлантического лосося наиболее охотно поедает корма, находящиеся на поверхности или в толще воды. Корма, попавшие на дно бассейна, молодь практически не поедаются, а только загрязняют воду. Чтобы корма не загрязняли воду, необходимо их давать небольшими порциями несколько раз в день. Для раздачи кормов нужно использовать специальные кормораздатчики с автоматическим регулированием выдачи корма. В процессе кормления необходимо строго соблюдать соответствие размеров молоди и задаваемого ей гранулированного корма. Если размер гранул не годится для данной молоди, то ухудшаются биологические и экономические показатели, а также увеличивается кормовой коэффициент.

К концу речного периода жизни у молоди осуществляется подготовка организма к существованию в совершенно иной среде - морской соленой воде. Как и у всех проходных лососевых рыб, у атлантического лосося катадромная миграция к местам нагула в море происходит после смолтификации, являющейся одной из важнейших адаптацией, способствующей за счет повышения выживаемости потомства сохранению вида. Внешним проявлением смолтификации является изменение окраски и экстерьера молоди. Темные поперечные полосы на поверхности тела в результате развития гуаниновой пигментации постепенно исчезают, и рыбы приобретают серебристый цвет. Степень серебрения молоди, обитающей в разных реках, отличается. Так, из рек, впадающих в море с высокой соленостью, мигрируют лососи с серебристой окраской, а из рек, впадающих в опресненные участки морей, могут мигрировать серебристые пестрятки с разной степенью серебрения. Во время катадромной миграции смолты атлантического лосося в большом количестве уничтожаются рыбацкими птицами (чайками, крохальями) и хищными рыбами (кумжой, щукой, треской и др.). Для повышения эффективности работы лососевых заводов нужно строго следить за температурным режимом в период эмбрионального развития и выращивания личинок и мальков. Применение переменного температурного режима позволяет резко увеличить и стабилизировать выживаемость личинок до 60-70% вместо обычных 30-50%, удлинить вегетационный период сеголетков с 80 до 120 сут. Средняя масса сеголетков. К осени



оказывается в 1,5-2 раза выше, чем при обычных температурных условиях. Хорошие результаты получаются при выращивании молоди атлантического лосося на отработанных теплых водах ГРЭС. Использование этих вод позволило выращивать рыб в течение года что имеет особенно важное значение для рыбоводных заводов, расположенных в северных районах, где молодь семги на первом году жизни растет в течение 2,5-3 месяцев, средняя масса сеголетков не превышает 1,5-2 г, двухлетков-12-15 г. Использование теплых вод позволяет увеличивать в весенний период прирост массы тела рыб на 40-50 % при нормальном морфофизиологическом состоянии и высокой выживаемости. Специалистами разработана методика ускоренного выращивания молоди, основанная на регулировании температуры воды, что особенно важно в весенний и осенний периоды выращивания.

**Рекомендуемая литература:** [2-6,11, 13]

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Типы морских садков для выращивания рыбы.
- 2 Какие типы хозяйств включает в себя морское рыбководство.
- 3 Что такое пастбищное морское рыбководство?
- 4 Почему морское рыбководство в садках наиболее перспективная отрасль марикультуры.
- 5 Из каких основных этапов складывается культивирование форели в садках.
- 6 Перечислите и кратко охарактеризуйте основные биотехнические приемы культивирования атлантического лосося.
- 7 Какие представители рыб являются основными объектами культивирования в морских садках?
- 8 Структура морских рыбководных хозяйств.
- 9 Пути интенсификации товарного выращивания рыб в морской воде.
- 10 Кормление осетровых при выращивании их в садках с морской водой.
- 11 Особенности биотехники выращивания осетровых рыб в морских садках.

## **Тема 6 Выращивание осетровых рыб в морских садках,**

- 6.1 Биотехника выращивания осетровых в морских садках.
- 6.2 Выращивание осетровых в морских садках

### **6.1 Биотехника выращивания осетровых в морских садках.**

В морских садковых хозяйствах для выращивания осетровых рыб имеется садковый комплекс (мальковые, выростные и нагульные садки), расположенный в береговой зоне, и прудовый комплекс, расположенный на берегу, в который входят пруды для выращивания молоди, карантинные и зимовальные пруды. Кормовой цех, склад кормов и холодильник строятся по тому же типу, что и на лососевых садковых хозяйствах. Хозяйства имеют также склады для хранения оборудования, инвентаря и материалов, навесы с вешалами для хранения и сушки садков и сетематериалов, механическую мастерскую и площадки для ремонта и монтажа садков, а также пирс для швартовки обслуживающих хозяйство катеров и моторных лодок, гараж для автотранспорта. При хозяйстве имеются административно-хозяйственный корпус и лаборатория, оснащенная оборудованием и приборами для контроля за состоянием рыб, качеством воды и кормов

Молодь массой 2-7 г выращивают в небольших садках (2x1,5x1,5 м), состоящих из деревянной рамы, обтянутой металлической (2-3 мм) или капроновой (4-5 мм) сеткой. Эти садки лучше размещать в пруду. Подросшую молодь бестера массой 8-10 г можно

пересаживать в выростные садки (5х3х2 м), сшитые из мелкоячейной капроновой дели (5-8 мм), которые, как и нагульные, устанавливают в бухте. Нагульные садки для выращивания товарных рыб изготавливают из капронового сетного полотна с размером ячеей 6,5-10 мм. Размеры садков 60 м<sup>2</sup> (15х4 м) или 75 м<sup>2</sup> (15х5 м) при глубине 2,5-3 м. Их размещают на участках с глубинами 3-4 м, плотным грунтом на расстоянии 300-800 м от берега. Садки сверху закрывают крышкой для защиты рыб от чаек и сильных подъемов воды, в результате которых рыба может уйти из садка, тогда когда он полностью погружен в воду. Корм в садки подают через сетной рукав, вшитый в крышку.

Весной после распаления льда в бухте устанавливают проволочную раму и забивают гундеры, к которым крепятся садки. Сетные садки навешивают непосредственно перед доставкой рыб из зимовалов.

Если осетровых выращивают в закрытых бухтах и заливах, где нет сильного волнобоя, можно применять плавающие садки, например, как при выращивании форели. Плавающие садки удобнее в обслуживании, они подвижны, и поэтому под садками не накапливаются остатки пищи и экскременты рыб, как это происходит при использовании стационарных садков.

Рост и выживаемость молоди бестера и белуги в садках зависят от качества посадочного материала, температурного и ветрового режимов, регулярности кормления, состава кормов и т. д. При благоприятных условиях сеголетки к осени достигают масса 100 г и более, но темп роста значительно варьирует - от 70 г в холодный год, до 120 г в теплый.

При выращивании молоди осетровых особое внимание нужно уделять повышению ее выживаемости. В морских условиях отход молоди зависит от ряда причин, среди которых важнейшими являются: неблагоприятные температурный и ветровой режимы, угнетенное состояние завезенного посадочного материала, неосвоенность объекта выращивания (неумение и неосторожность в обращении с молодько бестера при перевозке, посадке, взятии анализов и др.), неудачная конструкция садков или неправильная их установка, некачественный корм, нарушение режима кормления, превышение плотности посадки и др.

Осетровые рыболовные хозяйства в настоящее время выпускают молодь массой 2,5-3 г, т. е. малоподготовленную для выращивания в морских условиях. При шторме такая молодь не может противостоять волне, прижимается к стенкам садка, травмируется и погибает. Только при исключительно благоприятных погодных условиях, когда в течение первого месяца выращивания отсутствуют штормовые ветры и устанавливается благоприятный температурный режим, выращивание такой молоди может дать положительные результаты. Однако такие условия складываются редко, и поэтому для морских садков желательно использовать молодь массой 5-10 г. Молодь должна быть выращена в бассейнах и приучена к искусственному корму. Для выращивания молоди массой 5 г и более используют садки из дели с ячейей 5-6,5 мм, обеспечивающие хороший водообмен и меньшее обрастание, чем дель с ячейей 3,6 мм, которую применяют при содержании молоди массой 3,5-3 г. Так как молодь осетровых легко травмируется, следует проявлять особую осторожность при отборе и перевозках рыбы. Проводить контрольные обловы и пересаживать молодь следует только до кормления. Для защиты садков и выращиваемых рыб от воздействия штормовых волн необходимо садковые хозяйства оградить плавучими волноломами.

На зимовку осетровых переводят в пресноводные зимовальные пруды. Оставлять садки на зимний период в прибрежной зоне нельзя из-за сильных ветров и неустойчивого ледового режима.

В зимнее время бестера содержат в зимовальных прудах, похожих на пруды, предназначенные для зимовки карпа, однако этих рыб можно содержать и в непроточных прудах, оборудованных аэраторами. В зимний период рыб можно не кормить. При хорошем содержании рыб в зимовальных прудах и своевременной их разгрузке снижение массы за зимний период не превышает 5 %. Если при повышении температуры до 8-10°C рыб еще не

вынули из зимовальных прудов, то они резко худеют, что в свою очередь приводит к увеличенному отходу. При зимней подкормке в размере 0,5-1 % массы рыбы можно достичь увеличения массы рыб почти на 30%. Рыбы, питавшиеся зимой искусственным кормом, быстрее привыкают к нему в весенне-летний период.

Перезимовавших годовиков бестера или белуги пересаживают для товарного выращивания в садки площадью 60-80 м<sup>2</sup> из дели с ячейёй 6,5-12 мм. Сезон выращивания длится с апреля по октябрь.

С установлением температуры воды 7-10°C в размещенные в море садки привозят в брезентовых чанах годовиков рыб длиной 25-30 см и массой 70-100 г. Норма посадки в садки 15-20 шт./м<sup>2</sup>. При регулярном кормлении бестер в южных районах достигает массы, 700-800 г, а некоторые рыбы-11-1,5 кг. Выживаемость рыб составляет 90 %. Часть рыб, не достигших товарной массы, отсаживают на зимовку и затем выращивают в садках еще сезон. К концу третьего лета такие рыбы имеют массу 2-8 кг. В северных районах страны сеголетки бестера имеют массу 40-60 г, двухлетки - 200-280 г, и товарной массы бестер здесь достигает за три сезона выращивания.

## **6.2 Выращивание осетровых рыб в морских садках**

Осетровые рыбоводные хозяйства в настоящее время выпускают молодь массой 2,5-3 г, т. е. малоподготовленную для выращивания в морских условиях. При шторме такая молодь не может противостоять волне, прижимается к стенкам садка, травмируется и погибает. Только при исключительно благоприятных погодных условиях, когда в течение первого месяца выращивания отсутствуют штормовые ветры и устанавливается благоприятный температурный режим, выращивание такой молоди может дать положительные результаты. Однако подобные условия складываются редко, и поэтому для морских садков желательно использовать молодь массой 5-10 г. Молодь должна быть выращена в бассейнах и приучена к искусственному корму.

Объектами товарного морского осетроводства являются бестер и белуга. Это эвритермные рыбы. Бестер может жить при температуре воды от 0,5 до 30 и даже 35°C. Оптимальной для него является температура 18-25°C. Бестер – пластичный объект, легко приспособляющийся к обитанию в солоноватых озерах и морских заливах. При выращивании бестера и белуги в морской воде мелкую молодь менее 2-3 г можно сразу без предварительной акклимации помещать в соленую воду с соленостью 4-5‰. При более высокой солености (7-8‰) необходима 5-6-часовая акклимация рыб. Молодь массой 6-15 г выживает при солености 11-12‰. Молодь массой 40-50 г переносит соленость, равную 15‰, однако при солености 20‰ погибает в течение суток.

Молодь белуги массой 5-6 г при адаптации в течение двух недель хорошо переносит соленость 17‰. В морских садковых хозяйствах для выращивания осетровых рыб устанавливают мальковые, выростные и нагульные садки.

Для выращивания молоди бестера массой 5 г и более используют садки из дели с ячейёй 5-6,5 мм, обеспечивающие хороший водообмен и меньшее обрастание, чем дель с ячейёй 3,6 мм, которую применяют при содержании молоди массой 3-3,5 г. Так как молодь осетровых легко травмируется, следует проявлять особую осторожность при отборе и

перевозках рыбы. Проводить контрольные обловы и пересаживать молодь следует только до кормления.

На зимовку осетровых переводят в пресноводные зимовальные пруды. Оставлять садки на зимний период в прибрежной зоне нельзя из-за сильных ветров и неустойчивого ледового режима.

В зимнее время бестера содержат в зимовальных прудах, похожих на пруды, предназначенные для зимовки карпа. Однако этих рыб можно содержать и в непроточных прудах, оборудованных аэрационными агрегатами. В зимний период рыб можно не кормить.

При хорошем содержании рыб в зимовальных прудах и своевременной их разгрузке снижение массы за зимний период не превышает 5%. Если при повышении температуры до 8–10°C рыб еще не вынули из зимовальных прудов, то они резко худеют, что, в свою очередь, приводит к увеличенному отходу. При зимней подкормке в размере 0,5–1% массы рыбы можно достичь увеличения массы рыб почти на 30%. Рыбы, питавшиеся искусственным кормом, быстрее привыкают к нему в весенне-летний период.

Перезимовавших годовиков бестера или белуги пересаживают для товарного выращивания в садки площадью 60–80 м<sup>2</sup> из дели с ячеей 6,5–12 мм. Сезон выращивания длится с апреля по октябрь.

С установлением температуры воды 7–10°C в размещенные в море садки перевозят в брезентовых чанах годовиков рыб длиной 25–30 см и массой 70–100 г. Норма посадки в садки составляет 15–20 шт/м<sup>2</sup>.

При регулярном кормлении бестер в южных районах достигает массы 700–800 г, а некоторые рыбы – 1–1,5 кг. Выживаемость рыб составляет 90%.

Часть рыб, не достигших товарной массы, отсаживают на зимовку и затем выращивают в садках еще сезон. К концу третьего лета такие рыбы имеют массу 2–3 кг.

В северных районах страны сеголетки бестера имеют массу 40–60 г, двухлетки – 200–280 г. Здесь бестер достигает товарной массы за три сезона выращивания.

Молодь белуги массой 2–7 г выращивают в небольших садках (2 x 1,5 x 1,5 м) с ячеей до 4–5 мм. Подрощенную до 8–10 г молодь пересаживают в выростные садки (5 x 3 x 2 м), сшитые из капроновой дели с ячеей 5–8 мм. Площадь нагульных садков – 60 м<sup>2</sup> (15 x 4 м) или 75 м<sup>2</sup> (15 x 5 м) при глубине 2,5–3,0 м.

Выростные и нагульные садки размещают над глубинами 3–4 м на расстоянии 300–800 м от берега. Сверху садки закрывают сеткой-крышкой для защиты рыбы от чаек. Весной сетные садки крепят к гундерам, забитым в дно залива. В закрытых бухтах и заливах применяют плавающие садки. В качестве посадочного материала для товарных садковых морских хозяйств используют молодь белуги, выращенную на рыбоводных осетровых заводах при кормлении искусственными кормами.

Перед пересадкой в садки молодь выдерживают в течение нескольких дней в садках в небольших прудах, каналах или бассейнах.

Молодь белуги помещают в морские садки при слабом ветре летом в предутренние часы. Перевозят ее в небольших сетных или брезентовых садках, установленных в лодке, наполненных на 40–50 см водой. Зарыбление осуществляют молодь массой более 3 г. Молодь массой менее 3 г дорастивают в береговых установках. После зарыбления садков состояние молоди контролируют ежедневно в течение первой недели, затем каждые 5–10 суток. Молодь осетровых держится на дне садка или вблизи дна, поэтому расчет плотности посадки проводят на площадь садка. Оптимальная плотность посадки для рыб массой 5–10 г составляет 30–50 шт/м<sup>2</sup>. В этом случае сеголетки к концу сезона достигают массы 70–120 г при выживаемости 70%.

Зимнее содержание осетровых осуществляют в пресноводных прудах. Товарное выращивание осетровых продолжают с апреля по октябрь при плотности посадки 15–20 шт/м<sup>2</sup>. В южных районах бестер при регулярном кормлении достигает массы 700–800 г. Максимальная масса составляет 1–1,5 кг при выживаемости 90%. Часть рыбы, не достигшей товарной массы, снова отсаживают на зимовку и продолжают выращивание в течение еще одного сезона. Плотность посадки двухгодовиков массой 300–500 г составляет 10 шт/м<sup>2</sup>.

Конечная рыбопродуктивность может достигать 5–10 кг/м<sup>2</sup>. Для кормления осетровых применяют корма животного происхождения на основе рыбного фарша. Молодь кормят три-четыре раза, товарную рыбу – два раза в сутки. Суточный рацион для молоди массой до 1 г составляет 10%, массой до 50 г – 5–7 %, массой более 50 г – не более 3–5 % массы тела рыбы.

При выращивании товарного осетра в садках суточные нормы гранулированного корма должны быть увеличены вдвое, так как в садках происходит более высокая потеря кормов.

При ручном кормлении частота раздачи корма молоди не превышает 10–12 раз в светлое время суток, при использовании кормораздатчика – до 24 раз в сутки. Товарную рыбу следует кормить не менее четырех раз в сутки, при применении кормораздатчиков – до 10–12 раз в сутки.

**Рекомендуемая литература:** [2, 5, 6, 11]

**Вопросы для самоконтроля:**

2. Каковы требования к размещению садковых хозяйств в водоеме?
3. Назовите типы садковых хозяйств.
4. В чем заключаются недостатки при эксплуатации стационарных садков?
5. Кормление осетровых при выращивании их в садках с морской водой.
6. Каковы конструктивные отличия пресноводных и морских садков?
7. От каких факторов зависит плотность посадки в садках?
8. Назовите виды рыб, культивируемых в садках.
9. Какое воздействие оказывает на состояние водоема размещение садкового хозяйства?
10. Какое минимальное расстояние должно быть между нижним краем садка и дном водоема?
11. Какие факторы ограничивают выращивание рыбы в садках?
12. Особенности биотехники выращивания осетровых рыб в морских садках. осетроводствых рыб.

**Тема 7 Использование теплых вод водоемов охладителей ГРЭС, ТЭЦ и АЭС**

**7.1 Тепловодное индустриальное хозяйство.**

Использование теплых вод водоемов- тепловых и атомных охладителей

**7.2 Условия разведения и выращивания рыбы в тепловодных индустриальных хозяйствах**

**7.1 Тепловодное индустриальное хозяйство.**

На территории многих стран в силу природно-климатических условий внедряется использование теплых вод для индустриального выращивания рыбы. Виды теплых вод подразделяют на геотермальные и сбросные. В основе такой классификации лежит вид источника теплой воды.

Температура геотермальной воды достигает 28°C. В большинстве скважин, минерализация воды позволяет использовать ее в рыбоводных целях. Построено значительное количество ТЭС, «отработанная» вода которых поступает в естественные или искусственные водоемы. Ее температура может превышать 40°C.

Вода любого из этих источников нашла практическое применение в тепличных хозяйствах, рыбхозах.

Изначально теплая вода позволила рыбоводам перейти к принципиально новому способу получения рыбной продукции. Речь идет о индустриальном рыбоводстве.

**Геотермальные воды**

В плане использования таких вод пионером является Япония. Первым источником для рыбоводства этой страны стал ручей вулканической природы. В ручей установили два деревянных садка площадью 62 м<sup>2</sup>. Было выращено 8,5 т рыбы. Смена воды в садках происходила за 4 мин, а плотность посадки составляла 230 экз/м<sup>2</sup>. В кормовой смеси 60 %

составляли корма животного происхождения. Такие воды начали использоваться в обычных прудовых рыбхозах, не имеющих доступа к прочим источникам воды. Один из недостатков геотермальных вод – быстрая потеря тепловой энергии в зимовальных водоемах. Температура воды в них не опускается ниже пяти градусов. Ее хватает для эффективной подкормки рыб. За зимний период прирост массы у рыб достигает 40 % и более.

Кислородный режим зимовальных прудов постоянно находится на оптимальном уровне. Даже в сильные морозы примерно четвертая часть пруда не замерзает. Небольшая соленость геотермальных вод благоприятно воздействует на рыбу. Рыба практически свободна от накожных паразитов.

### **Водоемы - охладители тепловых и атомных электростанций**

У большинства тепловых электростанций для охлаждения агрегатов имеются водохранилища – водоемы-охладители. Эти водоемы можно использовать как нагульные площади для выращивания товарной рыбы. Водоемы-охладители могут быть трех видов – речные, озерные и наливные.

Речные водохранилища устраивают на реках путем перекрытия русла плотиной. Озерные водохранилища создают на базе естественных озер. Наливные водохранилища делают обычно вне реки или озера путем насыпи дамб на понижениях рельефа с последующим наполнением полученной емкости из ближайших водоисточников.

Рыбопродуктивность водоемов-охладителей (каarp и растительноядные рыбы) зависит от гидрологических и рыбоводных особенностей этих водоемов, то есть от площади, глубины, возрастаемости, и колеблется от 25 до 100 кг на 1 га.

### **Использование водоемов-охладителей**

Создание садковых хозяйств на тепловых водах не требует больших капитальных вложений, отвода земли. В них можно выращивать форель, пелядь, карпа и многих других рыб.

Это совершенно новый подход к широкому развитию прудового рыбоводства, в котором заложен неисчерпаемый резерв увеличения производства рыбы, особенно для центральных и северных районов страны, где вегетационный период для нормативного питания и роста рыбы составляет 2-3 мес в году. За это время в большинстве хозяйств двухлетки карпа не достигают стандартной массы.

При организации промышленного рыбоводства на водоемах-охладителях предусматривают: подготовку ложа существующих водоемов; строительство рыбоудерживающих сооружений на водотоках для предотвращения ухода рыбы из водоемов; устройство объектов береговой базы (причалы, навесы для инвентаря и орудий лова, склады и другие подсобные здания и сооружения); приобретение флота и орудий лова.

Лов рыбы в водоемах-охладителях осуществляют рыболовецкими бригадами, объединенными в административном отношении близлежащей рыбохозяйственной организацией.

Тепловые электростанции – это источники нескольких видов вод: - котловой и тепловой -сбросной.

Первая подвергается химической обработке. По многим показателям котловая вода схожа с таковой дистиллированной. В «водной» структуре ТЭС на ее долю приходится порядка 8 %. Подогретую воду сбрасывают в водоемы-охладители или естественные водоемы. Эту воду используют для выращивания рыбы в садковых хозяйствах, бассейновых хозяйствах, энергобиоконкомплексках, рыбопитомниках для выращивания производителей.

Площади подобных водоемов – 31-7100 га. В сравнении с обычными прудами характеризуются более длительным периодом оптимальной для рыб температуры воды. Вегетационный период удлиняется на 90-120 дней. В них кормовая база значительно выше по сравнению с прудами. Варианты использования водоемов-охладителей: - прудовый, - озерный, - садковый.

Небольшие охладители применяют в качестве нагульных прудов для летнего выращивания товарной рыбы. Отличительная особенность охладителей – невозможность их осеннего осушения. Вылов рыбы производят активными орудиями лова с максимальным удалением их биомассы.

Весной вновь проводят зарыбление охладителей. Плотность посадки рассчитывают исходя из естественной кормовой базы. Применение мер интенсификации (кормление рыбы, удобрение) может привести к усиленному развитию фитопланктона, загрязнению водоема растворимой органикой. Рыбопродуктивность малых охладителей достигает 600 кг/га и более в зависимости от климатической зоны расположения электростанции. Кормовую базу используют поликультурой рыб. При организации рыбного хозяйства на малых охладителях учитывают, чтобы температура воды в придонных слоях не была выше 25°C.

Кормовую базу желательно использовать комплексом ценных видов рыб. Особенно важно выращивание растительноядных рыб, за счет которых происходит снижение объема фитопланктона и высшей водной растительности. В отличие от малых охладителей и больших отлавливают только годовой прирост биомассы рыб. Рыбопитомники для ускоренного выращивания производителей. В прудовых хозяйствах карп становится половозрелым на 3-5 году жизни в зависимости от климатических условий.

### **Рыбоводство на теплых водах**

Биологическая среда, которая создается в водоемах-охладителях тепловых электростанций, обеспечивает благоприятные условия для жизнедеятельности карпа - основного вида - рыбы прудового рыбоводства. Он интенсивно питается при температуре воды от 20 до 29°C. При этом, употребляемая карпом пища хорошо усваивается и обеспечивает ему наибольший темп роста. Положительные результаты выращивания карпа на небольших площадях при высокой плотности посадки с использованием теплых вод впервые получены в Японии. Успешно ведутся работы в этом направлении и в других странах.

В нашей стране опыт садкового выращивания карпа на искусственных кормах впервые был проведен в 1963 г. научными сотрудниками ВНИИ прудового рыбного хозяйства (ныне ВНПО по рыбоводству) в г. Электрогорске Московской области на базе отработанных теплых вод ГРЭС. Затем в конце 60-х годов на этой базе с 1 м<sup>2</sup> сетчатого садка получили до 150-200 кг товарного карпа. Это в сотни раз больше, чем в обычных прудовых хозяйствах. Данные исследования показали, что биологическая среда, создающаяся в водоемах-охладителях при тепловых электростанциях, благоприятна для прудового рыбоводства.

В настоящее время в стране организовано немало рыбоводных хозяйств, использующих отработанные теплые воды энергетических объектов и промышленных предприятий. К ним относятся тепловодные рыбоводные хозяйства Канаковское и др. Они работают на высокоиндустриальной основе, многие производственные процессы здесь механизированы.

### **Использование теплых вод водоемов-охладителей тепловых и атомных**

Использование сбросных теплых вод энергетических объектов является одним из наиболее эффективных методов индустриального рыбоводства. В то же время реализация потенциальных возможностей этого направления предъявляет особые требования к объектам культивирования, от которых требуется высокий темп роста при оптимальных температурах, хорошее использование кормов, высокая тактичность воспроизводительной системы и жизнестойкость молоди при культивировании в хозяйствах индустриального типа.

Получение потомства рыб осуществляется в рыбопитомниках, являющихся составной частью рыбохозяйственных комплексов при ТЭЦ или АЭС. Именно они обеспечивают зарыбление водоемов-охладителей, а так же садковых и бассейновых товарных рыбоводных хозяйств на теплых водах, прудовых, озерных рыбоводных хозяйств и водохранилищ.

Питомники на теплых водах могут быть прудового, садкового, бассейнового и комбинированного типов. Одним их основных лимитирующих факторов развития товарного рыбоводства является отсутствие достаточного количества кондиционного посадочного

материала. Поэтому использование теплых вод в целях воспроизводства посадочного материала представляется одной из основных задач современного индустриального рыбоводства. Использование теплых вод в рыбопитомниках позволяет без специального подогрева обеспечить созревание маточного стада, нормальную инкубацию икры, выдерживание, а затем и подращивание личинок. Такие рыбопитомники могут быть созданы на базе ТЭЦ и АЭС, имеющих прямоточную или оборотную систему охлаждения, а так же не геотермальных источниках. Когда постоянно поддерживающийся температурный режим сокращает период наступления половой зрелости рыб в 2 раза и обеспечивает возможность получения молоди в ранние календарные сроки. Последующее выращивание такой ранней молоди в прудах позволяет за счет удлинения вегетационного периода в 2 раза увеличить среднюю массу выращиваемого посадочного материала, либо при сохранении средней стандартной массы в 2 раза увеличить рыбопродуктивность выростных прудов.

Темпы роста рыбы в таких хозяйствах выше, чем в обычных прудовых. Концентрация рыбы на единицу площади водоема, а также производство ее на одного работника достигают высоких показателей.

Перспективным является использование водоемов-охладителей для нагула растительных рыб в летний период и форели - в зимний.

Создание садковых хозяйств не требует больших капиталовложений, материальных и трудовых ресурсов. Они наиболее просты по изготовлению, монтажу и эксплуатации и в то же время быстро дают экономический эффект.

В передовых хозяйствах страны с 1 м<sup>2</sup> площади садка получают по 100-130 кг товарного карпа в летний период и до 40-50 кг товарной форели - в осенне-зимний. Это составляет 1000-1300 т товарного карпа и 400-500 т товарной форели с 1 га садковой площади. А средняя рыбопродуктивность прудов в обычных карповых хозяйствах составляет в целом по стране немногим более 10 ц/га.

Хороших результатов в садковых хозяйствах можно добиться благодаря увеличению плотности посадки годовиков карпа на единицу производственной площади (200-250 шт/м<sup>2</sup> рыбы массой 40-50 г), а также применением интенсивного многократного кормления рыб высокобелковыми кормами.

Использование водоемов-охладителей теплоэлектростанций, температура воды в которых на 8-12°С выше, чем в обычных водоемах, позволяет выращивать крупный посадочный материал и товарную рыбу в значительно более короткие сроки, чем в прудовых хозяйствах, особенно это относится к растительным рыбам. При оптимальной температуре воды в течение всего года можно многократно выращивать товарную рыбу на собственном посадочном материале.

Преимущества нового метода налицо. На перспективу должно планироваться строительство рыбхозов нового типа с рыбопродуктивностью 50 ц/га и более, основанных, как и в животноводстве, на принципе "стойлового" выращивания рыбы. Новый метод заключается в усиленном и многократном кормлении рыб специальными смесями со стимуляторами роста на небольших площадях с высокими плотностями посадки при обеспечении необходимого гидрохимического и других режимов для нормальной жизнедеятельности рыб.

Опыт передовых садковых хозяйств показывает, что садковые линии желательно устанавливать в местах, защищенных от воздействия ветров и волн. Для улучшения гидрохимического режима рыбы расстояние между дном водоема и дном садков должно быть не менее 1 м. При строительстве садковых комплексов и баз рекомендуется использовать конструкции из труб, разработанные проектной конторой Укрглаврыбхоза Минрыбхоза СССР.

Теплые воды, сбрасываемые в водоемы-охладители тепловыми электростанциями и другими природными источниками, сами по себе являются стимуляторами роста для тепловодных рыб и особенно карпа, амура и толстолобика. Те же самые площади в зимнее



время при понижении температуры воды в садках могут быть использованы для выращивания форели.

Производители растительноядных рыб в условиях пруда также имеют длительный период наступления половозрелости. В условиях теплых вод происходит их ускоренное созревание. Особо важным является получение производителей у растительноядных рыб в 1-2-й рыбоводных зонах. Ускоренное получение производителей способствует формированию маточного поголовья в прудовых хозяйствах.

## **7.2 Условия разведения и выращивания рыбы в тепловодных промышленных хозяйствах**

**Живорыбные заводы** – наиболее перспективный способ использования теплых вод ТЭС, который может быть применен при любой системе водоснабжения электростанции независимо от ее географического расположения. Завод представляет собой систему бассейнов, в которых выращивают товарную рыбу (каarp, форель) при уплотненных посадках, большой проточности теплой воды и интенсивном кормлении искусственными кормами.

Живорыбные заводы могут быть закрытого типа, то есть в помещении (например, Конаковский завод), и открытого типа. Но лучше строить заводы только открытого типа, так как они в зимний период используют сбросное тепло при незначительной теплоотдаче, а также более экономичны в строительстве.

С учетом технологии выращивания рыбы и промышленных методов строительства проектируют железобетонные бассейны различных размеров и глубиной до 1,5 м. Общая площадь бассейнов зависит от количества циркуляционной воды и колеблется от 0,5 до 3-4 га. Для размещения завода со всеми вспомогательными службами участок земли должен превышать площадь бассейнов в 6-8 раз и составлять от 5 до 25 га (при выращивании такого же количества рыбы в рыбхозах обычного типа требуется земли в 80-100 раз больше).

Бассейны размещают параллельными рядами по 14-26 штук, между которыми делают проходы для обслуживания рыб. Теплую воду в зависимости от рельефа местности подают на живорыбный завод из сбросных коммуникаций ТЭС самотеком или с помощью насосной станции. Потребное для рыбозавода количество воды определяют из расчета 2 л/с на 1 ц рыбы.

При температуре воды выше 23°C и продолжительности выращивания четыре месяца карп нагуливает массу 0,5 кг, при продолжительности выращивания семь-восемь месяцев 50% рыбы достигают живой массы 0,5 кг и 50% - 1 кг. Если температурный режим дает возможность выращивать карпа в течение 12 месяцев, что возможно только при электростанциях с градирнями, то живорыбный завод может работать в два цикла – четыре и восемь месяцев.

Выход товарного карпа с 1 м<sup>2</sup> бассейна в год при выращивании 4, 8 и 12 месяцев может составлять соответственно 100, 200 и 300 кг. Кроме карпа зимой при низких температурах воды в тех же бассейнах дополнительно можно выращивать по 30-50 кг форели на 1 м<sup>2</sup>. Зарыбление бассейнов производят весной годовиками, осенью – сеголетками. Конструкция бассейнов обеспечивает отстой экскрементов с остатками корма и слив верхнего слоя осветленной воды.

Осветленная вода аэрируется и возвращается в сбросные коммуникации электростанции или подается в систему водоснабжения живорыбного завода для повторного использования.

Выпавшие на дно бассейнов осадки через донное отверстие периодически сбрасываются в канализационный коллектор завода и подаются на специальные очистные сооружения или очистные сооружения ТЭС. Наиболее трудоемкие процессы – кормление и облов товарной рыбы - механизуются. Раздача корма осуществляется до 8 раз в сутки. Экономическими расчетами установлено, что раздача кормов пневмотранспортером целесообразна только в крупных рыбных хозяйствах, начиная с площади бассейнов более 5 тыс.м<sup>2</sup>. В хозяйствах с меньшими площадями бассейнов рекомендуется малая механизация – автокары, ленточные транспортеры и др. Единовременное хранение кормов предусматривается в силосных бункерах.

Для административно-управленческого и хозяйственного персонала завода строятся блок технических служб и вспомогательные помещения. Преимущество живорыбных заводов по сравнению с прудовыми рыбоводными хозяйствами заключается в следующем: независимость от климатических и гидрологических условий в сочетании с оптимальными температурными условиями в течение длительного периода; отсутствие сезонности в работе; получение товарной продукции в течение всего года; максимальное приближение рыбопродукции к месту потребления; отсутствие необходимости в отчуждении больших земельных участков; возможность максимальной механизации всех производственных процессов выращивания рыбы.

**Садковые хозяйства** состоят из береговой базы и системы сетчатых садков, в которых товарная рыба выращивается в теплой воде (23-33°C) при уплотненных посадках и интенсивном кормлении. Садки размещают в водоемах-охладителях тепловых электростанций, в районе сброса теплой воды с оптимальными температурными условиями.

В каждом отдельном случае расположение садков необходимо увязывать с особенностями температурного режима прудов-охладителей. Поэтому типы садков - передвижных или стационарных - определяют на основании данных изменения температуры воды в водоеме в течение периода выращивания рыбы.

По рекомендации ВНИИПРХа, размеры одного садка приняты: длина - 3,5 м, ширина - 1,6, высота - 2, глубина - 1,5 м. Для строительства садков применяют капроновую неводную мелкоячеистую дель или металлическую сетку. В хозяйствах широко распространена сетка из нержавеющей стали с ячейей 10x10 мм.

Плавать садков обеспечивают поплавами из пенопласта или понтонами. Садки к эстакаде или понтонам крепят с помощью специальных приспособлений. Передвижные понтоны закрепляют на месте якорями. Садки устанавливают с промежутками в продольном и поперечном направлениях для поддержания в них нужного газового и санитарного режима. Эстакады стационарного типа собирают из железобетонных конструкций. Понтоны плавающих садковых хозяйств изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием. Общая площадь садков зависит от размера водоема-охладителя, местных условий и колеблется от 0,05 до 1,5 га. В сетчатых садках товарного карпа выращивают в теплое время года в течение четырех - восьми месяцев с температурой воды выше 23°C.

При теплом периоде четыре-пять месяцев карпа выращивают до живой массы 0,5 кг с выходом 150 кг на 1 м<sup>2</sup>, в период семь-восемь месяцев - до массы 0,5 кг (50%) и до 1 кг (50%) с выходом 225 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Осенью садки зарыбляют сеголетками. Зимой, когда температура отработавшей воды не опускается ниже 16-18°C, в садках можно получать форель с выходом 20-25 кг на 1 м<sup>2</sup> за пять месяцев. Трудоемкие работы - кормление и облов рыбы - механизированы по принципу, принятому на живорыбных заводах.

В состав береговой базы входят комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающих механизацию трудоемких процессов, а также здания и коммуникации, соответствующие мощности хозяйства.

Садковые хозяйства рентабельны, если годовой выход товарной рыбы составляет не менее 500 ц.

Необходимо отметить основные положительные и отрицательные стороны передвижных и стационарных типов сетчатых садковых хозяйств. Положительным для передвижных садковых хозяйств является возможность перебазирования их в желаемую зону водоема в зависимости от температурного режима в нем, что невозможно для стационарных хозяйств.

К недостаткам передвижных садковых хозяйств относятся: большая подверженность волновому воздействию; затруднения в обслуживании при перебазировании; сложность и громоздкость садковых хозяйств; дополнительные материальные и трудовые затраты,

связанные с перебазированием. В стационарных садковых хозяйствах эти недостатки отсутствуют.

**Рекомендуемая литература:** [2,3, 10-12]

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Что определяет биологическую продуктивность водоемов охладителей?
- 2 Что определяет гидрохимический состав воды в водоемах-охладителях?
- 3 Какие особенности газового режима наблюдаются в водоемах-охладителях?
- 4 От чего зависит видовой состав и численность гидробионтов в водоемах-охладителях?
- 5 Каковы особенности разведения и выращивания рыбы на тепловодных хозяйствах.
- 6 Значение водорослей в тепловодных экосистемах.
- 7 Что определяет видовой состав и развитие зоопланктона в водоемах-охладителях?
- 8 Какие требования предъявляют к объектам культивирования на теплых водах?
- 9 Методы получения потомства рыб с использованием теплых вод

**Тема 8 Производственные процессы в тепловодном хозяйстве**

**Рыбоводные хозяйства на отработанных теплых водах ТЭС и ГРЭС**

Одним из новых направлений промышленного рыбоводства является выращивание рыбы с использованием отработанных вод тепловых электростанций. Основной объект рыбоводства - теплолюбивый карп. Наиболее благоприятная для его роста температура воды 23-33°C. Такая температура воды в центральной зоне нашей страны наблюдается лишь в июле и августе. За эти два месяца прирост живой массы карпа достигает 70% от среднегодового. Применение при выращивании карпа отработанных вод ТЭС и ГРЭС дает возможность продлить вегетационный период до четырех – семи месяцев и создать оптимальный температурный режим, обеспечивающий высокий прирост массы рыбы.

В России существуют, проектируются и строятся мощные тепловые электростанции, причем на многих из них имеются возможности для выращивания рыбы на отработанных теплых водах.

**Основные производственные процессы в садковых тепловодных хозяйствах:** - бонитировка и инвентаризация производителей;

- подготовка маточного стада карпа к нересту;
- преднерестовое содержание производителей;
- проведение нерестовой кампании;
- метод получения потомства ;
- осеменение и обесклеивание икры;
- инкубация икры и выдерживание личинок;
- подращивание личинок; - выращивания сеголетков;
- зимнее содержание карповых рыб;
- биотехника выращивания товарных двухлетков.

**Кормление рыбы.** Для нормального роста и развития рыбе необходимо определенное количество и соотношение основных питательных веществ. Протеин (с набором незаменимых аминокислот), жир, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные вещества должны находиться в составе корма в соответствии с потребностью рыб. Причем потребность рыб меняется в зависимости от возраста, размера, температуры воды и других факторов внешней среды. С определением потребности в незаменимых аминокислотах

лососевых, карповых и некоторых других рыб стало возможным оптимизировать состав протеина в корме.

Организация рыбоводных хозяйств при тепловых электростанциях имеет ряд преимуществ по сравнению с прудовыми хозяйствами. При оптимальных температурах, примени кормов, сбалансированных по аминокислотному составу и обогащенных витаминами, карп дает нормальный прирост массы при практическом отсутствии естественной пищи.

При этом требуются минимальные земельные площади по сравнению с прудовыми хозяйствами обычного типа, создаются условия для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и роста производительности труда.

При выращивании рыбы на отработанных водах тепловых электростанций решающее значение имеют три основных фактора, определяющих как биотехническую сторону процесса выращивания, так и характер технико-экономических решений. температурный режим и количество отработанной воды, наличие полноценных кормов экономичной рецептуры, обеспечение оптимального санитарно-гидрохимического режима водной среды.

В процессе опытного выращивания рыб разработаны рецепты кормосмесей для них, накоплен опыт организации производственного процесса. На основании выполненных работ ВНИИПРХ разработал биотехнику выращивания товарного карпа в сетчатых садках на водоемах-охладителях тепловых электростанций.

На отработанных водах Конаковской ГРЭС построен производственный живорыбный завод закрытого типа мощностью 3600 ц товарной рыбы в год; закончено строительство завода открытого типа при Киевской ТЭЦ-5 мощностью 15 тыс. ц рыбы в год.

В настоящее время срок использования теплых вод тепловых электростанций для выращивания рыбы может колебаться от четырех до двенадцати месяцев (живорыбные заводы, садковые хозяйства, водоемы-охладители).

#### **Рекомендуемая литература: [2,3, 10-12]**

#### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Что является основой биотехнологии выращивания карпа на теплых водах?
- 2 Полициклическая технологическая схема индустриального рыбоводного хозяйства.
- 3 Особенности нормирования кормления карпа при выращивании на теплых водах.
- 4 Разведение на теплых водах растительноядных рыб.
- 5 Получение и выращивание молоди растительноядных рыб с использованием теплых вод.
- 6 Растительноядные как рыбы-мелиораторы в водоемах-охладителях.
- 7 Поликультура рыб в водоемах-охладителях.
- 8 Назовите особенности разведения и выращивания рыбы на тепловодных хозяйствах.
- 9 Перечислите основные производственные процессы процессы в тепловодном хозяйстве
- 10 Какие требования предъявляют к объектам культивирования на теплых водах?
- 11 Методы получения потомства рыб с использованием теплых вод

## **Тема 9 Выращивание объектов тепловодного рыбоводства**

9.1 Разведение и выращивание карпа индустриальными методами на теплых водах ГРЭС, ТЭЦ и АЭС

9.2 Лососевые рыбы на теплых водах

### **9.1 Разведение и выращивание карпа индустриальными методами на теплых водах ГРЭС, ТЭЦ и АЭС**

Карп является основным объектом выращивания на теплых водах. Этому способствуют его биологические особенности, такие как широкая эврибионтность, высокая плодовитость, способность давать хороший прирост в условиях плотных посадок на дешевых кормах, устойчивость к температурным, гидрохимическим и санитарным условиям, порционность нереста при отсутствии сезонности размножения.

Формирование маточного стада карпа при выращивании на теплых водах проходит по обычной технологии.

Для воспроизводства отбирают рыб из товарных двухлетков массой не более 800-1200 г. Этим особям содержат при относительно невысоких плотностях посадки (20-40 шт./м<sup>2</sup>) и обильном кормлении. В индустриальных хозяйствах самки карпов созревают в возрасте 2 года при средней массе 1-2 кг. Самцы становятся половозрелыми на первом году жизни при массе 500 г и более. В зависимости от типа хозяйств для содержания производителей используют сетчатые садки или бассейны. В садки с ячейей 20-25 мм помещают по 12-15 производителей на 1 м<sup>3</sup>, или до 30 кг/м<sup>3</sup>. При содержании в бассейнах плотность посадки производителей составляет 30 кг/м<sup>3</sup> при расходе воды не менее 0,04 л/с на 1 кг массы рыбы.

Соотношение самок и самцов в стаде должно составлять 3:1 при 100 %-ном резерве производителей. Самок и самцов содержат отдельно. В садковых хозяйствах в преднерестовый период самок пересаживают в специальные бассейны на берегу, чтобы исключить контакт с "дикими" самцами, обитающими в водоеме-охладителе.

Порционность нереста при отсутствии сезонности размножения карпа позволяет получать потомство от производителей, выращенных на теплых водах, в любое время года при регулировании температуры воды, в том числе в ранние сроки – в январе-марте. Для дозревания производителей достаточно кратковременное (5-15 сут.) выдерживание при температуре 18-20<sup>0</sup>С.

Проведение нереста в январе-феврале дает возможность круглогодично получать молодь, так как, помимо нереста в обычные сроки, зависящие от температуры поступающей технологической воды ТЭС, можно проводить нерест в летнее и осеннее время, резервируя производителей карпа в холодной воде, или осуществлять повторный нерест при содержании их в оптимальных температурных условиях.

Многократность проведения нереста в течение года позволяет перейти к принципиально новой технологии индустриального рыбоводства, которая получила название полициклической. Полициклическость осуществляется как за счет последовательного нереста разных групп производителей при одноразовом нересте каждой особи в течение года, так и за счет многократного использования одной и той же особи.

Наиболее полно эта технология реализована в установке с замкнутым циклом водоиспользования, а также в бассейновых комплексах с прямоточным водоснабжением от источников теплой воды с постоянной в течение года температурой воды

При раннем получении личинок производителей пересаживают из садков или бассейнов в проточные лотки, эмалированные ванны и квадратные бассейны, в которые подает. В течение первых суток температура воды должна достигать 18-20<sup>0</sup> С. При этой температуре

производителей выдерживают до 5 сут. Резкие температурные колебания в этот период недопустимы, так как могут вызвать перезревание икры.

Без подогрева воды получение ранней молоди карпа начинают при устойчивой среднесуточной температуре воды не ниже 17<sup>0</sup>С, обычно во 2-3-й декаде апреля. Нерест должен завершаться до повышения температуры воды более 23<sup>0</sup>С. В противном случае происходят быстрое перезревание икры и ухудшение ее рыбоводно-биологических показателей.

В первую очередь половые продукты получают от более старших, повторно созревающих производителей, затем используют для нереста молодых самок, которые обычно созревают позднее и дают вполне доброкачественную икру.

Если необходим резерв производителей для более позднего нереста, например, до 2-й декады мая, то самок и самцов отсаживают в емкости, куда подают воду с температурой не выше 14-15<sup>0</sup> С.

Половые продукты у карпа получают заводским способом. После проведения гипофизарных инъекций самки становятся текучими при температуре воды 17-19<sup>0</sup>С через 20-24 час, при 20-22<sup>0</sup>С – через 12-16 час. Индивидуальные колебания скорости созреваания после гипофизарных инъекций довольно значительные, однако они соответствуют нормам в обычных условиях. Самцам не делают гипофизарных инъекций, так как в этом нет необходимости (они зрелые практически весь год).

Первую проверку самок проводят за 2-3 час до ожидаемого срока, последующие – через 1,5-2 час. Появление прозрачных икринок при легком сдавливании брюшка свидетельствует о необходимости начала сбора икры.

Икру получают методом отцеживания, собирают в таз емкостью 5-6 л. Получение икры и все последующие операции проводят в закрытом помещении с температурой воздуха 18-20<sup>0</sup> С.

Сперму от нескольких самцов заготавливают до получения икры, собирая в стеклянные бюксы, и хранят ее в холодильнике в течение 12 ч, не допуская промораживания. Перед оплодотворением проверяют активность сперматозоидов.

Количество самок, отдавших икру при заводском методе, должно быть не менее 70 %. Причинами "бесплодия" самок являются тромбообразование и жировое перерождение гонад, возникшее из-за нарушений в режиме содержания производителей. Поэтому следует исключить колебания температуры воды и стрессовые ситуации. Лучше работать с молодыми производителями, поскольку у старших групп репродукционная способность хуже. Рыбоводно-технологические нормативы по формированию и содержанию производителей и ремонта представлены в табл. 1.

Инкубируют икру в аппаратах Вейса при температуре 20-22<sup>0</sup>С в течение 2-3 сут. В каждый аппарат загружают по 300 г икры. В этих же аппаратах происходит вылупление предличинок, которые током воды выносятся и попадают в приемник личинок – лоток ЛПЛ, вмещающий 1 млн предличинок. При температуре воды 22-23<sup>0</sup>С предличинки находятся в прикрепленном состоянии в течение 1-2 сут. Субстратом для прикрепления служат куски марли или чистой газовой ткани, которые размещают в лотке на поперечных рамках на расстоянии 50-60 см друг от друга.

В хозяйствах с нестабильным температурным режимом лучше использовать комбинированный метод выращивания посадочного материала карпа с использованием лотков, прудов, садков на разных этапах выращивания его. При этом подращивание карпа до массы 1-2 г осуществляется сначала в лотках и бассейнах, а затем в бассейнах, садках и прудах рыбоводных хозяйств на теплых водах или обычных хозяйств.

При бассейновом методе подращивания молоди наибольший эффект может быть получен при выполнении следующих требований: использование воды определенной температуры, с необходимым содержанием кислорода и других гидрохимических показателей, соответствие плотности посадки молоди уровню водообмена; использование рыбоводного оборудования, необходимого для данного возраста рыбы; обеспечение системами водоподачи и

сброса воды; хороших гидрохимических и санитарных условий в рыбоводной емкости; наличие полноценных кормов; строгое соблюдение режима кормления.

В рыбоводных емкостях распределение воды должно быть равномерным как по площади, так и по объему. В первые пять дней личинок необходимо оберегать от прямого механического воздействия струй, создавая рассеиватели или гасители потока. Водосливные устройства должны обеспечивать равномерный сток воды, обладать достаточной поверхностью, препятствующей притягиванию личинок в зону стока и их выносу из рыбоводных емкостей. Интенсивный водообмен в емкостях должен сочетаться с удовлетворительным гидравлическим режимом без длительного воздействия слишком больших скоростей потока, ведущих к гибели личинки.

В бассейнах и лотках так называемые фонари из газовой ткани, ограждающие водосливную трубу или сетки, отделяющие продуктивную зону в силосах от непродуктивной, должны быть съемными и легко заменяемыми. Для личинок массой 1-50 мг используют газовую ткань № 17-19 К, массой от 50 до 300 мг - № 11 К, более 300 мг - № 7-5 К. "Фонарь" крепят под сливным отверстием или надевают на трубу, если она находится внутри лотка, таким образом, чтобы полностью исключить возможность ухода личинок. Для этого применяют прокладки из резины, поролона или других уплотняющих материалов.

Ранняя молодь очень чувствительна к изменениям внешней среды, ухудшение качества которой влечет снижение темпа роста и повышает ее отходы. В поступающей воде не должно быть более 0,75 мг/л аммонийного азота и 0,03 мг/л свободного аммиака. При инкубации икры количество азота должно быть меньше 106-107%, а при выращивании личинок – 110%. От избытка извести освобождаются путем отстоя воды на многоступенчатых фильтрах (керамзитовые, песчано-гравийные, песчано-керамзитовые). Количество растворенных газов уменьшают путем барботажа в дегазаторах. Стабилизацию температуры воды осуществляют подогревом или охлаждением.

Для выращивания помещают личинок в возрасте 2-3 сут. при плотности посадки 50-100 тыс. личинок на 1 м<sup>3</sup> воды. Глубина слоя воды должна быть не более 15-20 см.

В процессе выращивания личинок и мальков необходимо следить за чистотой емкостей, удалять образующийся на дне осадок и остатки корма. Чистят лотки 2-3 раза в сутки сифоном с щелевидной насадкой. Стенки и дно лотка необходимо протирать поролоновой губкой.

Кормить личинок начинают сразу же после перехода их на внешнее питание. Им дают искусственный корм и на ранних этапах (до 5-10-дневного возраста) науплиусов артемия салина. Соотношение искусственного и живого кормов в первые дни может быть 1:1. Затем количество живого корма постепенно уменьшают.

Молодь до 10-дневного возраста кормят круглосуточно с интервалом в 15-20 мин. Затем промежуток между кормлениями увеличивают до 30-40 мин. Личинки берут корм только в толще воды: осевший корм они не потребляют. При достижении массы 7-10 мг личинки самостоятельно берут корм и активно собираются к местам кормления.

В период подращивания молоди необходимо контролировать развитие ее и поедаемость корма. Этап подращивания может завершаться по достижении рыбами массы 50, 200-300 или 1000 мг. Уже при массе молоди 50 мг ее можно пересаживать из лотков в садки или пруды, однако лучше это делать при массе ее 1 г.

При пересадке необходимо понижать уровень воды в лотках и бассейнах, вылавливать молодь, взвешивать, просчитывать, сортировать ее, а затем пересаживать в бассейны или пруды для дальнейшего выращивания.

Сортировку молоди карпа на 2-3 размерные группы осуществляют с помощью сортировочного ящика. Молодь, не достигшую массы 1 г, оставляют на доращивание в лотках или бассейнах.

Сеголетков в тепловодных хозяйствах выращивают в бассейнах площадью не менее 10 м<sup>2</sup> при уровне воды 0,5-1 м, плотности посадки молоди массой 1-2 г не менее 1 тыс. шт/м<sup>3</sup>.

Кормят сеголетков гранулированным кормом 12-80. При достижении сеголетками массы 20 г можно заменить его кормом РГМ-8В

Суточная норма кормления при оптимальной температуре воды должна составлять 4-7 % массы тела

Хорошо зарекомендовал себя при выращивании сеголетков плавающий (экструдированный) комбикорм. Его дают рыбам массой от 10 до 200 г. Суточную норму корма раздают равными порциями на протяжении 16-17 ч светлого периода суток с периодичностью 0,5-1,0 ч. Начиная с массы сеголетков 10 г, число кормлений можно сократить до 10. При использовании автоматических кормораздатчиков кормление карпа организуют с 5 до 23 ч с перерывом между кормлениями в 15 мин. В период выращивания сеголетков ежедневно контролируют поедаемость корма, следят за чистотой рыбоводных емкостей и темпом роста (1 раз в декаду).

Зимнее содержание карпа в тепловодных хозяйствах начинается при понижении температуры воды до 18-17<sup>0</sup>С, отмеченное в октябре-ноябре, и завершается в апреле-начале мая до наступления оптимальных для роста рыб температур. Садки и бассейны зарыбляют сеголетками, полученными и выращенными в хозяйстве на теплых водоемах или завезенными из прудовых хозяйств.

Сеголетки карпа в первые дни после завоза, особенно из прудовых хозяйств, проявляют беспокойство: активно перемещаются вдоль стенок, часто выпрыгивают из садков и бассейнов. Во избежание их гибели садки необходимо в первые 3-5 дней закрывать крышками или делью. Бассейны также закрывают делью в зоне водоподдачи.

Зимой карпа содержат в тех же садках и бассейнах, в которых выращивают его в летний период, при плотности посадки до 1000 шт./м<sup>3</sup>.

При более высокой, чем в естественных водоемах, температуре важно организовать рациональное кормление карпа. Оно эффективно при температуре воды выше 8<sup>0</sup>С. При более низкой температуре потребляемый корм в связи со слабой усвояемостью не восполняет энергетических затрат рыбы. Наиболее эффективным при температуре воды 11-12<sup>0</sup>С и выше является корм, состоящий из растительных ингредиентов с добавлением фосфатидов (в %): прудовый комбикорм – 74, льняной жмых и шрот – 10, дрожжи – 5, фосфатиды – 10, рыбий жир – 1. При температуре воды 11-12<sup>0</sup>С и выше целесообразно использовать гранулированный корм с высоким содержанием протеина (РГМ-8В, 16-80 и др.), при более низких температурах можно применять корм, используемый в прудовых хозяйствах (110-1, К-111-1)

Во избежание потерь корма садки необходимо оборудовать кормушками, площадь которых должна занимать не менее 30 % площади садка. Кормушки размещают на уровне 10-15 см от дна, так как зимой карп держится в нижних слоях воды. Карпа в садках и бассейнах можно также кормить с помощью кормораздатчиков. Корм задают не более 8 раз в сутки в светлое время и контролируют его поедаемость.

При температуре выше 16<sup>0</sup>С годовиков карпа приучают брать корм "слету". Этот рефлекс на корм необходим при дальнейшем выращивании товарного карпа в тепловодных хозяйствах для сокращения потерь корма.

Годовиков выращивают в тех же бассейнах и садках. Размер ячеек деля (металлической сетки) садка должен быть 12-20 мм. Расход воды с учетом максимального прироста к концу выращивания должен быть не менее 0,02 л/с на 1 кг массы рыбы. При полной смене воды 4 раза в 1 ч и средней массе годовиков 50 г плотность посадки в бассейны составляет 250-300 шт./м<sup>2</sup>, в садки – 250 шт./м<sup>3</sup>,

Летом необходимо контролировать водообмен. Недопустимо скопление грязи в бассейнах и садках, а также обрастание садков. Следует контролировать температуру воды.

Кормление осуществляют ежедневно. Даже кратковременные перерывы в кормлении приводят к замедлению роста. Хорошо зарекомендовали себя экструдированные (плавающие) корма. В тепловодных хозяйствах сочетают использование тонущего и плавающего кормов, при



этом потребление плавающего корма служит показателем пищевой активности карпа. Если корм не поедается карпом, то нужно изменить технологию кормления, проверить состояние рыбы и уточнить суточный рацион. Суточную норму рассчитывают в зависимости от массы рыбы и температуры воды.

Выращивание товарного карпа. Технология выращивания товарного карпа в садках и бассейнах на теплых водах широко освоена в промышленных хозяйствах различной формы собственности (Корнеев, 1982; Конрадт, Сахаров, 1977; Сулимов, Крупкин, 1979). Разработаны конструкции садков и типовых садковых линий (ЛМ-4), различных бассейнов.

Это позволило достигать не только нормативных показателей выхода товарной рыбы – 120 кг/м<sup>2</sup> в садках и 135 кг/м<sup>2</sup> в бассейнах, но и превышать их. Например в рыбхозе при Беловской ГРЭС достигали 170 кг/м<sup>2</sup>, при Курской АЭС в бассейнах—до 205 кг/м<sup>2</sup> (Сахаров, 1987; Марков, 1989). Более экономично выращивали рыбу в садках и более дорогую в бассейн.

Совершенствование биотехники получения товарного карпа, базирующейся на использовании полноценных кормов и научно обоснованных режимов кормления, позволяло выращивать в тепловодных рыбхозах товарных сеголетков массой 550-560 г с выходом рыбопродукции 150-190 кг/м<sup>2</sup>. При этом более дешевую рыбу выращивали в садках и более дорогую в бассейнах, особенно при оборотной и замкнутой системах водоснабжения. Были созданы рыбоводные участки на ряде металлургических (Верх-Исетский, Челябинский, Западно-Сибирский, Новолипецкий) и машиностроительных заводах (Калужский турбинный, Ижорский и др.), многих тепловых и атомных электростанциях (Сормовская ТЭЦ, Автозаводская ТЭЦ, Заинская ГРЭС, Рефтинская ГРЭС, Курская АЭС) и т.д. Некоторые нормативы выращивания товарного карпа в бассейнах приведены в таблице 63.

За 6 мес. выращивания (май-октябрь) при средней температуре в конце сезона 16-21<sup>0</sup>С, а в течение 3-4 мес. –25-27<sup>0</sup>С прирост 2-летков наименьшей массой 50 г составит 900-1100 %, т.е. рыба достигнет товарной массы 500-600 г. При низкой температуре прирост составляет (в %) : май – 7-9, июнь – 17-19, июль – 29-31, август – 17-19, сентябрь – 8-10.

## **9.2 Лососевые рыбы на теплых водах**

Оптимальная температура для роста 14-18<sup>0</sup>С. В прудовых хозяйствах такие температуры держаться 2-3 мес. в вегетационный период. В бывшем СССР разработаны биотехнологии выращивания форели. В результате был разработан принципиально новый метод садкового выращивания форели. Была показана большая перспектива зимнего выращивания форели. Опытные работы показали, что на теплых водах за зимний период сеголетки форели давали прирост 29,2%, а рыба в прудах увеличивала массу на 11%. В садках на теплой воде форель растет в 26 раз быстрее. Зимой форель выращивают ниже 23<sup>0</sup>С. Сезонная смена объектов выращивания (летом – карп, зимой – форель) дает возможность более эффективного использования производственных мощностей.

Благоприятные сроки роста форели в водоемах с естественным температурным режимом (окончание) и наступление благоприятных для ее роста температур в водоемах – охладителях совпадают. Все это сокращает время получения товарной продукции. При использовании сеголетков массой 10-20 г товарную форель можно выращивать за один год.

Во всем остальном биотехнология выращивания форели на теплых водах практически не отличается от традиционной технологии, поскольку выращивание проводится при оптимальных температурах. Температуры выше 20<sup>0</sup>С замедляют рост форели и ухудшают использование ею кормов.

Выращивание форели на ТЭЦ сентябрь – май. По своему назначению, конструктивному и технологическому оснащению все форелевые хозяйства подразделяются на несколько типов:

1 Нагульно-садковые хозяйства

2 Комбинированные хозяйства с зимним выращиванием форели на теплых водах

3 Полносистемные форелевые хозяйства с регулируемым температурным режимом.

4 Нагульные хозяйства

Предназначены для выращивания товарной форели либо крупного посадочного материала за счет активного зимнего роста форели при благоприятном температурном режиме. Для этих целей используется посадочный материал массой не ниже 10 г. Зарыбление более мелкими сеголетками позволяет вырастить крупный посадочный материал для прудовых и садковых хозяйств средней штучной массы 30-50 г.

Комбинированные форелевые хозяйства

На них за 2 года получают крупную форель, которая идет на изготовление различных деликатесных изделий. На этих хозяйствах происходит сочетание традиционной технологии с зимним выращиванием на теплых водах и с последующим переводом весной в замкнутые хозяйства. Такой метод повысил товарное производство в ряде зарубежных стран.

Полносистемные хозяйства с регулируемым температурным режимом

– это наиболее эффективная форма использования сбросных теплых вод в форелеводстве. Именно эта форма позволяет наиболее полно обеспечить оптимизацию воспроизводства и выращивания форели на всех этапах. Наряду с теплой водой необходимо наличие мощного холодного водоисточника, а так же системы контроля температуры воды, которая поступает в различные технологические циклы. Для размножения форели обычно используют самок в возрасте 3-5 лет со средней массой от 0,7 до 2,5 кг. И самцов 2-4 года, 0,5-1,5 кг. Производителей содержат в бассейнах 15м<sup>2</sup>, глубиной до 1м. 10 экз/м<sup>2</sup>. При хорошем водообмене. Созревание производителей происходит с ноября по март. В зависимости от температурного режима и условий содержания. За 1,5 месяца до нереста самцов отделяют, за 2 недели перестают кормить, контроль за ходом созревания производителей проводят по обычной технологии. Для инкубации икры обычно используют аппараты вертикального типа ИМ или ИВТ. Выращивают молодь в аппаратах Шведского типа или квадратных бассейнах. Товарную форель выращивают на теплых водах в сетчатых садках с ячейей 5-10 мм и обычные размеры садков 4Х3Х3 м (карповые садки), установленные на понтонных линиях. Садки для выращивания мальков форели до штучной массы 4-5 г изготавливают из капроновой дели с ячейей 3,6 – 4 мм. Глубина 1,5 м, площадь 11,3 м<sup>2</sup>, а полезный объем 17 м<sup>3</sup>.

Для форели полноценное кормление является так же решающим условием для успешного выращивания. Разработано достаточно много разновидностей полноценных гранулированных кормов: РГ-2М - мальки, РГВ-5В, РГВ-8В – товарная форель. В состав таких кормов входят: мука рыбная, мясокостная кровяная, сухое молоко, дрожжи гидролизные, шрот соевый и подсолнечниковый, мука пшеничная сенная, водорослевая, масло растительное, премикс, протеин, жир, углеводы. Кормят форель не менее 10 раз в сутки в светлое время. Величина суточного рациона зависит от качества корма, от массы рыбы и от температуры воды. При температуре 14-18°С и постоянном водообмене (смена воды за 10 мин.) обеспечивается товарный выход продукции от 60-75 кг/м<sup>2</sup>.

**Рекомендуемая литература:** [2,3, 10-12]

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Технология выращивания товарного карпа в садках и бассейнах на теплых водах.
- 2 Особенности разведения на теплых водах карпа
- 3 Полициклическое получение молоди карпа.
- 4 Растительные как рыбы-мелиораторы в водоемах-охладителях.
- 5 Технология выращивания содержание маточных стад.
- 6 Канальный сомик – перспективный объект культивирования на теплых водах.
- 7 Особенности выращивания угря на теплых водах.
- 8.Технология выращивания форели на теплых водах

## Тема 10 Выращивание рыбы в системах с оборотным водообеспечением.

### 10.1 Выращивание молоди радужной форели при оборотной системе водоснабжения

#### 10.1 Выращивание молоди радужной форели при оборотной системе водоснабжения

Увеличение потребления воды промышленными, сельскохозяйственными и коммунальными предприятиями и исчерпание чистых водоисточников вынуждает прибегать к использованию оборотного водоснабжения в рыбоводстве становится все более актуальной. Дефицит пресной воды прежде всего ощущается в такой водоемкой отрасли рыбоводства, как форелеводство, где для получения 60-100 кг продукции затрачивается около 1 л/с воды. Вода, особенно высокого качества, необходима для инкубации икры, выдерживания личинок и подращивания молоди радужной форели до 3-5 г, тогда как сеголетки и двухлетки форели хорошо растут даже в карповых прудах и эвтрофных водохранилищах и озерах. Для питомной части форелевого хозяйства требуется около 20 % общего количества воды, а при применении оборотного водоснабжения - только 2,5-5%. Отсюда следует, что применение систем оборотного водоснабжения (СОВ) перспективно для форелевых питомников, где может быть получена максимальная отдача.

Некоторые форелевые хозяйства испытывают серьезные затруднения в работе в связи с малой мощностью водоисточников, наличием в воде вредных для рыб соединений железа или сероводорода, загрязнением ее минеральными взвешьями, иногда молодь плохо растет из-за низкой температуры воды. В ряде хозяйств такие паразитарные заболевания, как ихтиофтириоз или диплостомоз, приводят к значительным отходам молоди.

В подмосковном форелевом хозяйстве (построено в 1958 г.) из-за загрязнения поверхностного водоисточника – головного пруда (площадь, 5 га) промышленными и сельскохозяйственными стоками, высоких температур воды (до 28°C) в летнее время, массового распространения ихтиофтириоза и диплостомоза молодь форели слепла и в массе погибала. Хозяйство работало на трехлетнем обороте. Артезианские скважины, введенные в действие в 1973 и 1974 гг. дали воду непригодную для выращивания форели – с высоким содержанием железа и сероводорода и с низкой температурой воды (8°C). В 1975 г. по проекту кафедры прудового рыбоводства ТСХА во главе с В.В. Лавровским была разработана и создана система оборотного водоснабжения инкубационно-малькового цеха из артезианских скважин с очисткой оборотной воды в биологических прудах-отстойниках. Вся молодь форели в хозяйстве подращивалась в этой системе до средней массы 3-5 г (Лавровский, 1976б; Бутусова, 1985).

Устройство системы оборотного водоснабжения показано на рис.10.1. Обе артезианские скважины одновременно включаются только в самые жаркие летние дни. Обычно систему оборотного водоснабжения обслуживает одна скважина, подающая на градирню 25 л/с воды. Вода на градирне, разбрызгиваясь, падает с пятиметровой высоты и насыщается кислородом.

Большая часть артезианской воды (19,5 л/с) сливается в магистральный канал и служит для охлаждения воды на 1-2°C в производственных нагульных прудах; около 5,5 л/с воды по трубопроводу подается в пруд 4а системы оборотного водоснабжения, а затем последовательно в два другие пруда, где прогревается за счет солнечной энергии до 12-17°C. Биологические пруды отстойники имеют размеры по 500 м<sup>2</sup> и объем по 1000 м<sup>3</sup>. Общая площадь трех биологических прудов составляет 1500 м<sup>2</sup>, а объем – 3000 м<sup>3</sup>. Полный водообмен в них при работе оборотной системы осуществляется за 36 ч, а полная смена свежей воды – за 7 сут. Вода в прудах обогащается кислородом, благодаря фотосинтетической деятельности водорослей, в основном нитчатых и аэрируется аэраторами О-38Б и С-16.

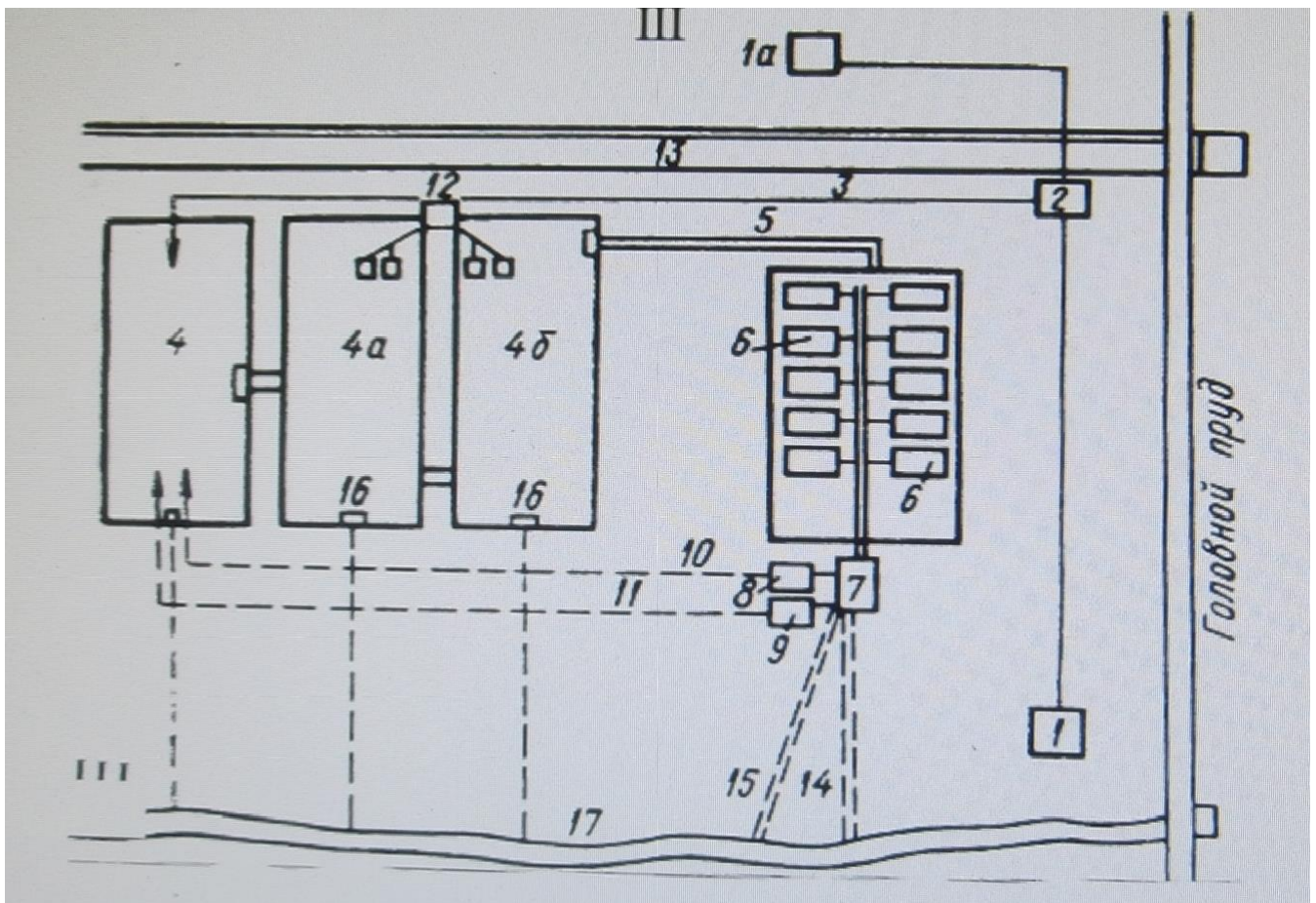


Рис. 10.1 Устройство системы оборотного водоснабжения (СОВ) в подмосковном форелевом хозяйстве «Сходня»

План хозяйства 1 Артезианская скважина, 2 – градирня –аэратор, 3- трубопровод, 4 – пруды –отстойники, 5 –водоподающий канал в цех, 6 – мальковые бассейны, 7 - лоток оборотной воды, 8 – переливная труба для отработанной воды, 9 – аэратор, 10- автоматический сигнализатор уровня режима.

В биологических прудах происходят процессы связывания и выпадения в осадок соединений железа, частично связываются также соединения азота и фосфора – продукты жизнедеятельности рыб и минерализации органических соединений. Таким образом, в оборотной системе соединения железа начинают играть положительную роль, способствуя очистке воды.

Очистка воды в биологических прудах производится кроме СОВ еще после прохождения воды через биофильтр и аэротенки. Пруды стоят последовательно соединенные друг с другом, небольшими по площади 0,5-1,5 га. Они бывают анаэробными, факультативно аэробными и аэробными. Утилизация органического вещества в них происходит за счет деятельности А и В-мезосапробных бактерий, которых в свою очередь потребляют инфузории, коловратки, низшие ракообразные (циклопы, моины, дафнии). Развивающиеся в прудах водоросли активно используют биогены (азот, фосфор), выделяя кислород. Существенная роль в биочистке принадлежит и бентосу (олигохеты, личинки хирономид и др.).

Основную роль в очистке оборотной загрязненной воды играют быстро развивающиеся в прудах водоросли, микроорганизмы, зоопланктон. В прудах выпадают в осадок органические

взвеси – остатки кормов, экскременты. За счет солнечной радиации температура воды в системе увеличивается почти в два раза, поэтому молодь растет гораздо быстрее, чем в обычной родниковой холодной воде. Улучшенная артезианская вода из биологических прудов поступает в мальковые металлические бассейны размером **4x1,4x0,4 м** (площадь – 5 м<sup>2</sup>, объем – 1,1 м<sup>3</sup>). Молодь выращивают при слое воды 20 см, в конце сезона уровень воды повышают до 30 см. В каждый бассейн подается 1,5 л/с воды в начале и до 2,5 л/с в конце выращивания. Полный водообмен осуществляется обычно за 8-10 мин, что позволяет выращивать молодь форели и стальноголового лосося при очень высоких плотностях посадки.

Загрязненная продуктами жизнедеятельности рыб отработанная вода стекает в бетонный водосточный лоток, откуда электронасосом постоянно закачивается в первый биологический пруд (4а) и включается в круговорот.

Артезианская вода в системе используется 4-8 раз, поэтому ее расход в мальковых бассейнах увеличивается от 23 до 45 л/с. В тех случаях, когда в систему подается большее количество воды, ухудшается степень ее биологической очистки. Включение оборотного водоснабжения на полную мощность производят постепенно. Пропускная способность трубопроводов внутри системы должна соответствовать максимальным расходам воды.

Из системы по переливной трубе стекает около 2,5 л/с отработанной воды, около 3 л/с фильтруется через ложе и дамбы биологических прудов. Потери на испарение обычно не велики и не учитываются.

При расходе 45 л/с через биологические пруды протекает за сутки около 3900 м<sup>3</sup> воды. При таких расходах воды фильтры (механические) имели бы очень большую площадь и объем, поэтому от их применения отказались. На притоке и вытоке из биологических прудов устанавливаются только решетки с ячейей 2 и 10 мм для грубой очистки воды от водорослей, лягушек и др.

Благодаря полной изоляции от поверхностного водоисточника, молодь форели в системе практически полностью свободна от ихтиофтириоза и диплостомоза. Выращивание рыбы в прудах-отстойниках запрещено, а проникающие туда моллюски – носители церкарий периодически удаляются сачками вместе с излишней растительностью. Поэтому цикл развития паразитов прерывается. Моллюски новых генераций, появляющихся на свет непосредственно в биологических прудах, не являются источниками заболеваний и не только не приносят вреда, но и участвуют в процессах биологической очистки оборотной воды. В системе все же ежегодно наблюдаются заболевания молоди апиозомозом и триходинозом. Для подавления их применяют 3 – часовые ванны из малахитового зеленого в концентрации 0,2 г/м<sup>3</sup> объема мальковых бассейнов без прекращения проточности. Ванны в зависимости от интенсивности инвазии применяют 2-3 дня подряд. Для профилактики этих заболеваний в бассейны у притока подвешивают ежедневно 4-5 мешочков с поваренной солью, что резко уменьшает воздействие опиозомоза и триходиноза при еженедельном ихтиопатологическим контроле.

Интенсивность заражения молоди форели диплостомозом обычно не превышает 10 %, а экстенсивность - до 0,75 метацеркария на глаз, что является малыми величинами.

Благодаря высокому качеству воды, большой проточности, профилактике заболеваний, молодь в системе оборотного водоснабжения выращивается при очень высоких плотностях посадки – 20 тыс. шт. на бассейн, или 18,2 тыс. шт./м<sup>3</sup>. В опытных бассейнах испытаны плотности 27,3 тыс. шт./м<sup>3</sup>, или 30 тыс. шт. на бассейн, что в 2-3 раза превышает нормативы. Когда молодь достигает средней массы 3 г, а общая ихтиомасса – 60-65 кг, производят уменьшение плотности посадки до 5 тыс. шт. на бассейн.

Продолжительность работы системы оборотного водоснабжения в "Сходне" определяется продолжительностью периода с высокими температурами поверхностной воды. Обычно система эксплуатируется с 15-20 мая до 1 сентября. За период выращивания в системе средняя масса молоди увеличивается с 0,4 до 3 г, а в последние годы – до 5 г. Отход за этот период не превышает 10%. При облове с 1 м<sup>3</sup> бассейнов получают рекордную продукцию – до

75 – 80 кг/м<sup>3</sup>, а в бассейнах с плотностью посадки 30 тыс.шт. – до 95,5 кг/м<sup>3</sup>, или до 116-120 кг с бассейна.

Однако при промышленном выращивании не рекомендуется доводить уровень ихтиомассы выше 60 кг/м<sup>3</sup> при водообмене за 8-10 мин, так как это усложняет уход за молодь, снижает использование ею кормов на прирост, несколько ухудшает ее биохимические и физиологические показатели. Эта система оборотного водоснабжения с отмеченными выше параметрами биологических прудов и уровня водообмена в состоянии обеспечить в условиях средней полосы выращивания 350 тыс. шт. молоди форели или стальноголового лосося общей массой 1750 кг и средней массой по 5 г. Соотношение рабочего объема бассейнов и биологических прудов может составлять 1: 100, а удельный расход воды должен снижаться по мере роста молоди от 0,4 до 5 г от 0,1 л/с на кг до 0,03 – 0,025 л/с-кг. Расход чистой артезианской воды будет соответственно в 4-8 раз ниже.

С середины августа до начала сентября молодь убирают из системы оборотного водоснабжения в обычные выростные пруды, куда вода поступает из головного пруда. Хотя молодь здесь на 100% поражается ихтиофтириозом и диплостомозом, массовых вспышек заболевания и гибели не отмечено. Подрощенная молодь обладает высокой жизнестойкостью и продолжает быстро расти, достигая к ноябрю, в зависимости от погодных условий осени, средней массы от 11 до 18 г (лучшие сеголетки – 40-50 г). Высокий темп роста сохраняется и на втором году жизни, двухлетки достигают средней массы 150 – 200 г. Это позволило хозяйству перейти на двухлетний оборот. Небольшую часть двухлетков-недомерков продают садковым хозяйствам на теплых водах ГРЭС.

Форелевое хозяйство "Сходня", ранее закупавшее посадочный материал, теперь не только полностью обеспечивает свои возросшие потребности, но и реализует его другим хозяйствам (ежегодно 70-100 тыс. сеголетков и годовиков). Ранее убыточное хозяйство практически стало рентабельным. Экономический эффект от внедрения в хозяйстве системы оборотного водоснабжения за четыре года эксплуатации оценивался в 100 тыс. руб.

Система оборотного водоснабжения, несмотря на простоту устройства и эксплуатации, требует повседневного неослабного внимания. Имеющийся в биологических прудах аварийный запас воды (200 м<sup>3</sup>) обеспечивает двухчасовую эксплуатацию системы при выключенных насосах. В случае продолжительной остановки механизмов, например из-за нарушения подачи энергии, в систему может быть подана самотеком вода из головного пруда.

Молодь в бассейнах кормят полноценными тестообразными кормами из селезенки крупного рогатого скота с добавлением рыбной и мясо-костной муки, ржаной муки, рыбьего жира, отсева гранулированного форелевого корма ГосНИОРХ, витаминного премикса. Кормовой коэффициент – около 5,5. Для уменьшения размываемости корма молодь начиная со средней массы 2 г кормят из аэрокормушек, благодаря чему затраты его снижаются на 20%.

Создание первой промышленной системы с оборотным водоснабжением, пригодной для выращивания форели и других видов рыб, заложило основы проектирования новых промышленных СОВ для рыб. Впервые установлена возможность использования для водоснабжения рыбоводных систем очищенных подземных вод.

На основе опыта работы рыбхоза Сходня были созданы питомники с оборотным водоснабжением "Пуща-водица" и "Нитриус" (Украина).

Основные пути повышения рентабельности производства форели в СОВ – сокращение отходов форели на всех этапах выращивания, повышение ее товарной массы, снижение стоимости кормов за счет применения более дешевых компонентов и сокращения потерь кормов.

Пример работы хозяйства "Сходня" свидетельствует о существенных резервах, которые имеются в индустриальном рыбоводстве.

Профилактика и борьба с заболеваниями рыб при выращивании в СОВ

Использование подземных родниковых водоисточников и выращивание молоди от икринки в условиях работы СОВ существенно уменьшает опасность вспышки ряда паразитарных заболеваний (возможно и инфекционных) вследствие изолированности их от источников. Значение же профилактики остается актуальной.

Профилактика заболеваний молоди форели и других рыб состоит в изоляции водотока, прудов-отстойников и выростных бассейнов от поверхностных водоисточников, где имеется культивируемая или дикая рыба. Для проведения рыбоводных операций выделяется свой специальный инвентарь (сачки, носилки, ведра, тазы и др.), которым не пользуются на других прудах хозяйства. При входе в инкубатор размещают дезинфекционный коврик. Обслуживающий персонал соблюдает максимум чистоты. Ежедневно проводят ихтиопатологический контроль за выращиваемой молодью. При отказе от корма и прекращения роста молоди ее тщательно обследуют, выясняя причину.

Борьба с апиозомозом и триходинозом проводится путем проведения ванн из малахитового зеленого (0,15 мг/л) в течение трех часов через 1-2 дня 3-4 ванны. Обработку малахитовым зеленым проводят без прекращения проточности, путем капельной подачи препарата на приток. Количество маточного раствора препарата готовят из расчета обработки воды на протяжении трех часов. После проведения ванн из малахитового зеленого желательно провести ванны из поваренной соли для повышения тонуса молоди (2% - 1 час).

Отключение от подачи воды из головного пруда и артезианской скважины значительно сокращает опасность заражения молоди церкариями диплостомоза, но остается опасность возникновения самостоятельного очага инвазии непосредственно в прудах отстойниках, куда могут проникнуть брюхоногие моллюски.

В прудах - отстойниках категорически запрещается выращивать рыбу, чтобы прервать цикл промежуточным хозяевам.

При проектировании СОВ необходимо предусматривать возможность поочередного отключения прудов-отстойников для последующей обработки моллюскоцидами или спуска и осушения. После промывки пруды вновь включают в систему оборота. В зимний период пруды-отстойники осушают и промораживают (Лавровский, 1981).

В обычных условиях выращивания молодь на ранних этапах развития в сильной степени поражается возбудителем диплостомоза – она слепнет и сильно отстает в росте, часто погибает.

Выращивание молоди в начальный период хотя бы до массы 3 г существенно повышает ее жизнестойкость и обеспечивает более успешное выращивание ее в обычных условиях. Молодь в этих случаях все же поражается диплостомозом и ихтиофтириозом, значительно легче переносит заболевание сохраняя хороший темп роста.

Двухлетки форели, несмотря на 100 % поражение ихтиофтириозом и диплостомозом все же сохранили хороший темп роста и достигли товарной массы 250-300 г.

## **Литература [2, 3, 10, 12]**

### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Каковы причины выращивания рыб приоборотном водоснабжении?
- 2 В чем заключается профилактика с заболеваниями рыб при выращивании в СОВ?
- 3 Назовите преимущества и недостатки выращивания рыб в СОВ.
- 4 Назовите основные сооружения, составляющие СОВ.
- 5 Какие показатели оказывают влияние на основные пути повышения рентабельности производства форели в СОВ?
- 6 Какие водоисточники рекомендуется использовать при выращивание молоди от икринки в условиях работы СОВ?
- 9 Назовите основные сооружения, составляющие СОВ.
- 10 Перечислите принципы очистки отработанной воды в СОВ.



## **Тема 11 Выращивание рыбы в установках с замкнутой водоподачей**

11.1 Преимущества, устройство и принцип работы установок с замкнутым циклом водообеспечения

11.2 Выращивание рыбы в установке с замкнутым циклом водообеспечения «Штелерматик».

11.3 Принципиальная схема выращивания рыбы в УЗВ.

11.4 Выращивание рыбы в установке "Биорек"

11.5 Выращивание тилапий в УЗВ

### **11.1 Преимущества, устройство и принцип работы установок с замкнутым циклом водообеспечения**

*Новым* направлением в индустриальном рыбоводстве становится выращивание рыбы в условиях с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ), представляющее принципиально новую форму связи между производством рыбы и окружающей средой. В УЗВ вода, выходящая из рыбоводных емкостей, проходит очистку, насыщается кислородом и возвращается обратно. При этом лимитирующие факторы производства рыбы утрачивают свое значение. Остается один – корма соответствующего качества.

Выращивание рыбы в УЗВ в отличие от традиционных методов рыбоводства обеспечивает круглогодичное производство, значительную рыбопродуктивность (от 0,3 до 1 т/м<sup>3</sup> в год) при затратах воды от 0,1 до 0,2 тыс.м<sup>3</sup> в год на 1 т, сводит до минимума потери комбикормов, поддается механизации вплоть до полной автоматизации всех процессов, позволяет создавать как крупные рыбоводные комплексы, так и отдельные установки, которые могут быть использованы в условиях любых производств в виде подсобных хозяйств для получения товарной рыбной продукции. Кроме того, производство находится непосредственно в местах потребления, что исключает транспортные расходы на большие расстояния. Именно эти предпосылки вызвали интерес к выращиванию рыбы в УЗВ в последнее время во всем мире.

Следует отметить, что отходы выращивания рыбы из УЗВ можно улавливать и использовать в виде удобрений или дополнительных компонентов корма, а не выбрасывать как обычно в канализацию или в водоемы, что способствует их постоянной эвтрофикации, т.е. открывает путь к безотходному производству продукции. Таким образом, эксплуатация УЗВ открывает путь к *безотходному производству рыбной продукции*.

В УЗВ, как правило, входят: рыбоводные емкости, устройства для очистки и аэрации воды, кормораздатчики, приборы для контроля и управления параметрами качества воды. В случае, когда источник подпитываемой воды не отвечает рыбоводным требованиям, вводится блок водоподготовки.

### **11.2 Выращивание рыбы в установке с замкнутым циклом водообеспечения «Штелерматик»**

Индустриализация и повышение эффективности современного промышленного рыбоводства приводят к созданию циркуляционных замкнутых систем с управляемым технологическим процессом. Такая установка разработана в 1977 г. Тео Штелером и производится западногерманской фирмой «Рейнтехник» (Гринеvский, 1977).

Индустриализация и повышение эффективности современного промышленного рыбоводства приводят к созданию циркуляционных замкнутых систем с управляемым технологическим процессом. Такая установка разработана в 1977 г. Тео Штелером и производится западногерманской фирмой «Рейнтехник» .

Установка представляет собой циркуляционную систему для выращивания карпа, форели, угря или канального сома с подогревом, очисткой и биологическим восстановлением



воды для непрерывного действия. Установка состоит из окислительного бассейна, бассейна-отстойника, 6–8 прямооточных бассейнов для содержания и выращивания рыбы, циркуляционного насоса, компрессора, пульта управления. Площадь, занимаемая установкой, составляет 100–150 м<sup>2</sup>, необходимая высота – 3,0 м, количество циркулирующей воды – 50 м<sup>3</sup>, пополнение – от 1 до 5% объема в день. Производительность установки (в год) – 12 т радужной форели, или 10,2 т угря, или 7,2 т канального сома, или 12 т карпа. При аэрации воды чистым кислородом производительность установки удваивается.

Наиболее перспективным считается использование в качестве блока биологической очистки «Штелерматик» биофильтра, основной особенностью которого является то, что его рабочее тело – биопленка, прикрепленная к наполнителю, благодаря чему объем биофильтра всего в 1,5–2 раза превышает объем рыбоводных емкостей. В мировой практике разработано большое количество разнотипных биофильтров различной производительности. Из зарубежных наиболее удачным является биофильтр западногерманской фирмы «Штелерматик».

### **11.3 Принципиальная схема выращивания рыбы в установке Штелерматик.**

Установка представляет собой циркуляционную систему для выращивания карпа, форели, угря или канального сома с подогревом, очисткой и биологическим восстановлением воды для непрерывного действия. Установка состоит из окислительного бассейна, бассейна-отстойника, 6–8 прямооточных бассейнов для содержания и выращивания рыбы, циркуляционного насоса, компрессора, пульта управления (рис. 11, 12). Площадь, занимаемая установкой, составляет 100–150 м<sup>2</sup>, необходимая высота – 3,0 м, количество циркулирующей воды – 50 м<sup>3</sup>, пополнение – от 1 до 5% объема в день. Производительность установки (в год) – 12 т радужной форели, или 10,2 т угря, или 7,2 т канального сома, или 12 т карпа. При аэрации воды чистым кислородом производительность установки удваивается.

Наиболее перспективным считается использование в качестве блока биологической очистки «Штелерматик» биофильтра, основной особенностью которого является то, что его рабочее тело – биопленка, прикрепленная к наполнителю, благодаря чему объем биофильтра всего в 1,5–2 раза превышает объем рыбоводных емкостей

### **9.4 Выращивание рыбы в установке "Биорек"**

Экспериментальная установка Биорек создана в 1978 г. Она включает следующие основные узлы: шесть бассейнов для выращивания рыбы 3,5 x 1 x 1 м; два циркуляционных насоса; бойлер для подогрева воды; пластинчатый биофильтр; вертикальный отстойник; система аэрации техническим кислородом и сжатым воздухом; компрессор и пульт управления. Оборудование размещается на площади 40 м<sup>2</sup> (общая площадь с вспомогательным оборудованием равна 108 м<sup>2</sup>).

Техническая характеристика системы: объем рециркулирующей воды – 40 м<sup>3</sup>; поступление свежей воды в течение суток составляет 2-10 % объема рециркулирующей воды; предел регулирования температуры 12-28°C с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ ; содержание кислорода в воде на входе при температуре 18°C – 16 мг/л; источником кислорода является автореципиент объемом 420 м<sup>3</sup>. Общая необходимая мощность 15 кВт; биологически активная площадь 470 м<sup>2</sup>; максимальная (достигнутая) ихтиомасса форели 900 кг; объем воды в рыбоводных бассейнах 12 (6x2) м<sup>3</sup>.

Установка работает следующим образом – загрязненная продуктами жизнедеятельности рыб и остатками корма вода из рыбоводных бассейнов стекает в приемный канал и амортизатор-приемник, из которого циркуляционным насосом перекачивается через бойлер в пластинчатый биофильтр, насыщенная органикой вода в биофильтре перемешивается и аэрируется. Барабан с пластинчатым биофильтром, медленно вращаясь, захватывает воздух и погружается в воду. При этом создаются благоприятные условия для жизнедеятельности бактерий, закрепленных с биоактивным илом на пластинах биофильтра. Продукты обмена и

остатки корма перерабатываются бактериями в нетоксичные для рыб соединения. Взвешенные частицы органики и отработавший биоактивный ил удаляются в вертикальном отстойнике. Твердый осадок из нижних слоев периодически удаляется в специальную емкость. Осветленная вода из верхней части отстойника собирается кольцевым лотком и направляется в аэратор, где

содержание кислорода повышается до 14-16 мг/л. В 3 бассейнах системы мальки форели средней массой 12,5 г за 110 суток кормления полноценными гранулированными кормами достигли массы 138 г при нагрузке 300 кг (50 кг/м<sup>3</sup>).

Рыбоводная система размещена в помещении размером 9х12 м, вспомогательное оборудование и лаборатория занимают площадь 9х6 м. Источником водоснабжения установки служат артезианские скважины. В комплекс рыбоводной системы входят 6 бассейнов размером 3,5 х 1х 1 м с общим объемом воды 12 м<sup>3</sup>, циркуляционные насосы, устройство для подогрева воды, очистные сооружения, системы оксигенации и аэрации воды и т.д.

Температура воды в бассейнах поддерживается на уровне 14-17°C. Оснащение бассейнов системой терморегуляции позволяет изменять диапазон температур от 10 до 30°C. Источником кислорода является автореципиент объемом 420 м<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>. Количество используемого кислорода составляет в среднем 0,12 м<sup>3</sup>/ч, но не превышает 0,18 м<sup>3</sup>/ч. Содержание кислорода на входе в рыбоводные бассейны составляет 14-16, на выходе 7,5-9,0 мг/л. Суточный расход свежей воды при эксплуатации установки не более 2-10 % от общего объема циркулирующей воды, потребляемая мощность 10 кВт.

Для очистки загрязненной воды используется блок очистных сооружений, включающий отстойник емкостью 7 м<sup>3</sup> и погружной биофильтр объемом 10 м<sup>3</sup>.

Для кормления рыб используются полноценные гранулированные комбикорма, а также свежая измельченная рыба. За 120-140 дней выращивания масса форели увеличивается с 0,2 до 50 г, а за 1 год форель достигает массы 1 кг.

Средства автоматизации установки позволяют контролировать основные параметры среды при выращивании форели. Установку обслуживают 4 оператора под руководством главного рыбовода.

После работы в Эстонии установки с погружными биофильтрами были также созданы в подсобных хозяйствах НИИ химмаша (г. Свердловск) и Уралмаша (г. Свердловск). Однако через некоторое время в связи с нерентабельностью установка на Уралмаше была демонтирована. В 1985 г. Эстония закупила в ФРГ установку "Штелерматик". Специалистами была проведена доработка технической документации для цеха по производству форели. В 1988 г. строительство цеха завершилось. Предварительные исследования показали, что эксплуатация цехов, оснащенных установкой "Штелерматик" позволит сократить цикл производства форели массой 1,0-1,2 кг на 2 года. Срок окупаемости цеха по выращиванию форели составлял 3-3,5 года.

Посадочный материал форели (начиная с инкубации икры) выращивают в установке "Биорек" емкостью 25 тыс. икринок. Инкубация проходит при температуре 9,5 + 1°C, а со стадии "глазка" – при 12 + 1°C. Выдерживание свободных эмбрионов осуществляется при этой же температуре воды и насыщении воды кислородом до 95 %.

В период подращивания молоди в установке "Биорек" температуру воды поддерживают с помощью терморегулирующего устройства равной 14-17°C.

Водообмен должен обеспечивать на выходе из бассейна содержание кислорода не менее 7 мг/л, на входе 25 мг/л. При повышении или понижении температуры выращивания на 1°C требуемый расход должен быть увеличен или уменьшен на 5 %.

Режим кормления молоди при выращивании в "Биорек" зависит от массы молоди.

При выращивании в установке «Биорек» рыбоводные бассейны промывают 1 –2 раза в час, понижая уровень воды при этом до 25 см. Максимально получаемая продукция при этом составляла 100 кг/м<sup>3</sup>.

Скорость роста форели в установке зависит от качества кормов и технологии кормления. За основу можно взять следующие сроки выращивания молоди в Биореке.

До массы – 12 г – 75 суток от 12 до 50 г – 65 суток.

Отход равен от малька до 12 г – приблизительно 10 %, от 12 до 50 г – 5 %.

Создание автоматизированной системы оборотного водоснабжения "Биорек-2" имеет большое значение. Такие системы – это прообраз автоматизированных живорыбных заводов будущего, действующих круглосуточно с минимальной затратой чистой воды, не зависящих от климатических и погодных условий.

Таким образом, выращивание рыбы в замкнутых системах непрерывного действия с биологической очисткой воды представляет наиболее интенсивную и перспективную форму производства посадочного материала и товарной рыбы; при регулировании и контроле основных параметров среды имеются большие возможности для экспериментирования в области биологии размножения, экологии, селекции рыб и т.д.

### **11.5 Выращивание тилляпий в УЗВ**

В хозяйствах с регулируемым температурным режимом выращивать тилляпий можно круглый год. Например, на геотермальных водах, но необходимо учитывать химический состав геотермальных вод. Некоторые из них не пригодны для разведения и выращивания. В условиях УЗВ за 4-6 мес выращивания можно получать более 100 кг/м<sup>3</sup> тилляпии.

В условиях замкнутых систем водообеспечения создается благоприятная среда для культивирования тилляпий. Показано, что годовая мощность УЗВ определяется не только созданием благоприятных условий выращивания рыбы и обеспечением кормами высокого качества, но и применяемой технологией производства. Эксплуатация рыбоводной установки в режиме полицикла позволяет повысить ее годовую производительность в 1,5-2 раза по сравнению с двухразовым зарыблением. Использование тилляпий как добавочных рыб с карпом обеспечивает более эффективное потребление кормов. Кормовой коэффициент понижается до 0,2-0,3.

Выращивание в УЗВ проходит благополучно при следующих параметрах состава воды: температура – 25-31<sup>0</sup>С, реакция среды – 6,5-7,5, растворенный кислород – 3-24 мг/л, аммиак – 0,3 мгN/л, нитриты – 0,02 мг/л, нитраты – до 60 мг/л, взвешенные вещества – до 50 мг/л.

В процессе выращивания необходимо ежедневное добавление 1/3 объема свежей воды, поддерживать фотопериод – 12 ч свет, 12 ч – темнота. Освещенность поверхности бассейнов составляет около 600 люкс.

Кормление осуществляют при строгом контроле за качеством кормов. Применение корма с перекисным числом более 0,2 на ранних этапах онтогенеза до дифференцировки пола приводит в последующем к фенотипической инверсии пола у самок и неспособности их к размножению из-за недоразвитости выводящих половых протоков.

В процессе выращивания при достижении рыбой массы 15 г отбирают для дальнейшей работы 95%, поддерживая температуру воды 27-28<sup>0</sup>С. Нагрузка на биофильтр (УЗВ- 10 т/год) составляет 2 т. Кормовой коэффициент корма РГМ-5В при массе 2-100 равен 1,2, при 100-200 – 1,5 и при 200-300 г – 1,5.

Своеобразие биологии тилляпии, ее всеядность и неприхотливость к условиям внешней среды позволяет организовывать выращивание ее в поликультуре с карпом и осетровыми рыбами

Выращивание тилляпии проводят как в моно-, так и поликультуре. Товарной считают рыбу массой 200 г и выше. Растет тилляпия достаточно быстро и при благоприятных условиях среднесуточный прирост составляет 3-5 г. Весь цикл выращивания – от получения личинок до товарной продукции составляет 160-180 сут. Таким образом, в условиях с оборотной системой водоснабжения, в течение года возможно многократное получение продукции.

**Рекомендуемая литература: [2, 3, 10, 12]**

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Методы очистки воды в УЗВ.
- 2 Типы биофильтров.
- 3 Выращивание рыбы в установке с замкнутым циклом водообеспечения «Штелерматик».
- 4 Выращивание рыбы в установке «Биорек».
- 5 Выращивание рыбы в замкнутых установках по круглогодичной или полициклической технологии.

---

**Тема 12 Индустриальные методы в рыбоводстве**

**Интенсификация и техническое обеспечение индустриального рыбоводства**

- 12.1 Применение анестезирующих веществ в индустриальном рыбоводстве
- 12.2 Корма и кормление рыбы в индустриальных условиях
- 12.3 Бонитировка рыб в индустриальных хозяйствах
- 12.4 Механизация и автоматизация производственных процессов в индустриальном рыбоводстве

**12.1 Применение анестезирующих веществ в индустриальном рыбоводстве**

В индустриальном рыбоводстве при разведении и выращивании рыб возникает необходимость различных манипуляций: поимка, просмотр, взвешивание производителей, их бонитировка, инъекцирование, получение половых продуктов, проверка на зрелость и т. п. При этом наблюдается сильное стрессирование рыб, возможна их травматизация, увеличение времени на проведение операции.

Для избежания стресса и побочных явлений применяют анестезирование рыб.

Концентрация анестетика обусловлена видом рыбы, видовой активностью и размерами тела. При более высокой температуре воды действие анестетика более эффективно.

Средства используемых для рыб в качестве анестетиков различаются по своей сути, химической природе и механизму действия.

Многие из анестетиков известны из практической медицины, например снотворные лекарственные препараты. Из них наиболее часто при работе с рыбами используют барбитураты: феноталбитал, веронал, барбитал натрия, мединал и др.

Некоторые вещества из группы местных анестетиков также оказывают на рыбу успокаивающее действие, например новокаин или хлорэтан. Для достижения анестезирующего эффекта рыбоводы применяют некоторые спирты: этиловый, третичный амиловый, третичный бутиловый, изобутиловый.

Наркотизирующее действие на рыб оказывают также пропоксат, пропанидит, менокаин (менотан), уретан, хлоралгидрат, паральдегид и др.

Хинальдин наиболее широко применяется в практике промышленного рыбоводства в нашей стране и за рубежом.

Хинальдин плохо растворяется в воде, но хорошо растворяется в спирте, ацетоне. Соотношение хинальдина и спирта составляет 1 : 10– 1 : 20 (1 : 10000, 1 : 15000). Рыба засыпает через 20 с или 2–3 мин, просыпается через 6 мин. В течение 4–6 дней используется раствор хинальдина в соотношении со спиртом 1 : 10000–1 : 20000. Производительность труда увеличивается на 20–30%.

Другой, наиболее популярный, анестетик – это M.S.-222, или трикаин метансульфонат, или этил-т-аминобензонат метасульфата. В отличие от хинальдина он представляет собой белый порошок без запаха, хорошо растворимый в воде. Его применяют как при

транспортировках, так и при рыбоводных манипуляциях. В последнем случае ориентировочная концентрация равна 70 мг/л. Она может изменяться в зависимости от особенностей вида для более подвижных рыб концентрацию препарата увеличивают. Выпускается голландской фирмой «Sandoz» и другими фирмами по ее лицензии.

Отмечено, что рыбы в большинстве случаев хорошо переносят наркоз, не испытывают вредных последствий. Мутагенного действия анестетиков на рыб также не отмечалось. Чаще всего анестетик вносят из маточного раствора.

Большинство нейротропных препаратов, используемых в рыбоводстве, малотоксичны для человека и теплокровных животных. Однако следует избегать попадания их в организм и при работе с ними следует соблюдать меры предосторожности. Необходимо работать под вытяжкой, оберегать глаза, ротовую полость и открытые участки (тела) кожи.

## **12.2 Корма и кормление рыбы в промышленных условиях**

В хозяйствах промышленного типа – практически 100% продукции за счет кормления. Для правильной организации кормления необходимо определять и уточнять уровень потребности карповых, лососевых, осетровых и других культивируемых рыб в протеине, жире, углеводах, минеральных солях, микро- и макроэлементах, витаминах и биологически активных веществах.

Важной практической задачей является создание и производство в необходимых количествах рецептур стартовых и продукционных комбикормов и методов кормления рыб в условиях промышленного рыбоводства, понижения кормового коэффициента до 1,5–2,5 единиц.

Потребность рыб в основных питательных веществах не остается постоянной и изменяется в зависимости от возраста, размера, половой зрелости, гидрохимических свойств и температуры воды.

Виды кормов. Корма можно подразделить на три группы: растительного, животного и микробного происхождения.

Корма растительного происхождения. К ним относятся злаковые культуры: пшеница, рожь, овес, кукуруза, темные и светлые отруби. Из бобовых используют сою, горох, люпин, вику, штамм чечевицы отходы маслосемянного производства – жмых и шрот, пшеничным зародышевым хлопьям (ПЗХ), которые вводят в состав форелевых кормов. Зародыши пшеницы в виде муки содержат 30–35% протеина, полиненасыщенные жирные кислоты и биологически активные вещества. зародышами в виде витазара – шрота, в котором содержится более высокое содержание минеральных и биологически активных веществ.

Корма животного происхождения. Основным и наиболее важным компонентом комбикормов является рыбная мука, мясокостная мука, кровяная мука, крилевая мука – ценные источники протеина. Мука из переработки птицы. Сухой обрат и обезжиренное молоко – ценные продукты

Корма микробного происхождения.

Дрожжи содержат 44–54% протеина, богаты незаменимыми аминокислотами, 1,5–5% жира, 6–12% минеральных веществ. Они содержат витамины группы В, витамин Р.

Жировые продукты. Набор жиров в кормах для рыб очень ограничен: рыбий жир, китовый, крилевый жир, растительное масло и фосфатиды.

### **Состав комбикормов и методы кормления рыб в промышленных условиях.**

Для кормления карпа были созданы рецепты: Эквизо-1 – для молоди до 50 мг, Эквизо-2 – для молоди до 1 г, РК-С – для молоди до 1–3 г, Старт-1М – для молоди до 100 мг, Старт-2М – для молоди до 1 г (табл. 42).

Корма для мальков должны содержать 45–54% протеина, 2–8% жира, 25–30% углеводов, 1–2% клетчатки и 10–14% золы.

Суточная доза при температуре воды 20–30°C составляет от 50% (при массе 0,03 г) до 3,4% (300–350 г) и до 100% (при 0,003–0,012 г). Частота кормления личинок составляет 10–15 мин.

Для кормления сеголетков карпа в садках и бассейнах ГосНИОРХ рекомендует корма из 19 компонентов. Корма содержат 31–41% протеина, 2,5–4,2% жира, 29–43% безазотистых экстрактивных веществ. Молодь кормят каждый час. При массе 10 г – 10 раз в день. Со снижением температуры частота кормления уменьшается и норма внесения корма ограничивается. Кормят рыбу ежедневно. За 5–6 месяцев карп может достичь массы 800 г.

Кормление лососевых. Для лососевых в России разработаны и освоены промышленностью рецепты для личинок мальков, сеголетков и взрослой форели корма РГМ-6М, РГМ-8М, ЛК-56, ЛК-5П содержат до 16 компонентов: РГМ-6М – для молоди массой до 5 г; ЛК-5С – для личинок и мальков атлантического лосося массой до 2 г; ЛК-5П – для молоди массой от 2 до 30 г; РГМ-8М – для атлантического лосося от личинки до покатника.

Суточная доза кормления должна определяться массой рыб и температурой воды.

Производственные корма также содержат более 20 компонентов: РГМ-5В, РГМ-8В, 114-1, Р-3а, ЛК-5П, РГМ-8В, Р-3а, 114-1 – для форели массой от 30–50 г до товарного размера, ЛК-5 – для лосося массой свыше 30 г. Для производителей форели создан специальный рецепт с поливитаминным премиксом 1% РГМ-8П.

Для сиговых рыб разработаны корма рецептуры ЛС-81 – при массе молоди до 0,5 г; МС-84 – корма при массе молоди 0,05–15 г, РГМ-2МС – при массе до 0,3 г.

Для канального сома разработаны корма СБ-1, СБ-3. При массе молоди до 1 г их кормят 12 раз, 1–15 г – 8 раз, 15–100 г – 6 раз, более 100 г – 3–4 раза в день.

Для осетровых рыб применяют корма рецепта СТ-07, СТ-4А3, БМ-1.

В составе стартовых кормов для бестера должно быть 45–55% протеина, 16–20% жира и 6–12% углеводов.

Величина суточного рациона для бестера массой от 5 до 150 г составляет от 3 до 20% к массе тела, массой от 150 до 1500 г – от 1,5 до 11% (при температуре воды 12–30°C). Частота кормления личинок, мальков и сеголетков – 8–12 раз, более взрослой рыбы – от 4 до 8 раз в день.

Для кормления рыб изготавливают следующие корма: – брикетированные; – сухого и влажного прессования; – экструдированные; – экспандированные; – методом наката; – микрокапсулированные. Наиболее чаще распространен способ сухого прессования. Предъявляемые требования к гранулированным кормам: крошимость не более 5%, водостойкость не менее 10 мин – для крупки и 20 мин – для гранул.

### **12.3 Бонитировка рыб в промышленных хозяйствах**

Цель бонитировки производителей и ремонтного поголовья – определение их племенной ценности путем комплексной оценки с учетом данных инвентаризации, происхождения, телосложения, продуктивности и качества потомства. По данным бонитировки выбраковывают рыб, не отвечающих требованиям данного стада, лучших производителей переводят в племенное ядро основного стада, составляют план подбора производителей, определяют необходимое количество ремонтного поголовья.

Инвентаризацию и бонитировку ремонтного поголовья и стада производителей выполняет рыбовод. При подозрении на заболевание рыб к работе привлекают ихтиопатолога.

Инвентаризацию проводят весной, при облове зимовальных прудов.

Осенью при облове прудов и посадке производителей и ремонтного молодняка на зимовку устанавливают только массу рыб для определения прироста за вегетационный период.

Процесс бонитировки включает следующие технологические операции: 1) разделение производителей по полу; 2) оценка племенного качества рыб и разделение их на классы; 3) индивидуальные измерения рыб.

Пол у самцов определяют обычно по выделению молок при надавливании на брюшко в области генитального отверстия по форме брюшка, строению генитального отверстия, наличию брачной окраски.

Самцы карпов имеют подтянутое брюшко, твердое на ощупь, генитальное отверстие в виде треугольной щели с втянутым сосочком. На жаберной крышке имеется сыпь в виде шероховатых бугорков

У растительноядных рыб можно отличить самцов от самок по наличию шипиков на внутренней поверхности грудных плавников

Самцы канального сомика молок не выделяют. Половым признаком у них является наличие уrogenитального сосочка (отсутствующего у самок) впереди анального плавника.

При сомнительном диагнозе пола рыб либо выбраковывают, либо условно относят к группе самцов.

**Среди самок выделяют три класса.** К первому классу относят лучших, более крупных особей с хорошо развитым брюшком, не имеющих признаков уродств и заболеваний. Таких самок используют в нересте в первую очередь. Рыбы, несколько уступающие самкам первого класса, но характеризующиеся в целом удовлетворительными показателями, а также молодые самки составляют второй класс (резервная группа). К третьему классу относят самок со слабовыраженными вторичными признаками ( сильно отстающих в росте, травмированных и больных рыб, а также очень старые особи. При достаточной численности маточного стада таких рыб выбраковывают.

**Самцов также разделяют на три класса.** К первому классу принадлежат хорошо текущие самцы среднего возраста, выделяющие внешне нормальную сперму и имеющие удовлетворительные показатели массы и экстерьера. Производителей, уступающих по массе и экстерьеру рыбам первого класса, а также плохотекущих и очень молодых (впервые созревающих) самцов относят ко второму (резервному) классу. Третий класс составляют нетекущие самцы, а также сильно отстающие в росте, очень старые и больные рыбы, подлежащие выбраковке.

Ремонтное стадо при бонитировке делят на две группы, одну из которых, соответствующую стандарту, оставляют в стаде, другую выбраковывают.

При анализе данных бонитировки важное значение имеет сравнение с предыдущими годами. Ухудшение экстерьерных показателей у производителей одного и того же стада дает основание для неблагоприятного прогноза результатов предстоящей нерестовой кампании. О неблагоприятном состоянии племенного стада свидетельствует и увеличение коэффициента изменчивости признаков.

#### **12.4 Механизация и автоматизация производственных процессов в индустриальном рыбоводстве**

В современном индустриальном хозяйстве должны быть механизированы следующие производственные процессы: – вылов товарной рыбы и рыбопосадочного материала, их сортировка и учет; – загрузка и выгрузка рыбы в транспортные емкости и зимовальные комплексы; – кормление молоди и взрослой рыбы в бассейнах и садках; – профилактическая обработка и лечение рыбопосадочного материала; – выгрузка рыбы из бассейнов и садков; погрузка ее в транспортные средства; – внутрихозяйственное транспортирование живой рыбы, грузов и погрузочно-разгрузочные работы; – насыщение воды кислородом (аэрация и оксигенация).

Механизация подразделяется на отдельные виды, а именно: – малая механизация – применение инструментов, применение механизмов с приводами (например, лебедки); –

частичная механизация – использование отдельных машин в рабочем процессе (например, подъем рыбы из уловителя); – полная механизация – система машин-подъемников, сортировки, средств транспортировки, автоматических весов; – комплексная механизация – механизация всего рабочего процесса с включением вспомогательных процессов (находится в процессе разработки).

Под автоматизацией понимается применение систем машин с автоматическим регулированием и управлением. Автоматизация может быть следующих видов:– частичная – кормушка с реле времени, которое по заданной программе периодически включает механизмы;– полная – применение автоматизированных систем механизмов; – комплексная (системная с помощью ЭВМ) – объединение производственных процессов с помощью автоматических систем, включая подготовку и управление производством.

Сортировка. Применяют сортировальные агрегаты, ящики, машины «Карп-1» – для сортировки молоди и «Карп-2» – для товарного карпа.

Аэрация воды. В рыбоводных хозяйствах индустриального типа, зимовальных комплексов, живорыбных баз, где рыба содержится при высокой плотности посадки, эффективным является метод оксигенации.

Возможны два варианта подачи оксигенированной воды в бассейны. Первый вариант: вся вода, поступающая к рыбе, пропускается через оксигенатор.

Второй вариант: через оксигенатор пропускается часть воды. Она становится перенасыщенной кислородом, и ее смешивают с другой водой до тех пор, пока содержание растворенного кислорода в смеси не будет оптимальным.

Механизация процессов кормления в рыбоводных хозяйствах различных типов осуществляется в нескольких направлениях. В садках и бассейнах кормление можно механизировать полностью.

Линия раздачи гранулированных кормов в бассейны Н17-ИЕЦ-1 предназначена для автоматизированной по заданной программе выдачи гранулированного корма. Загрузка кормов в пневмокормораздатчики осуществляется с помощью мобильных транспортных средств. Выдача доз корма в бассейны происходит в автоматическом режиме по команде с пульта управления, а в ручном режиме – нажатием кнопки управления. Производительность линии составляет не более 1,2 т/ч, емкость бункера – 40 м<sup>3</sup>, масса корма в пневмокормораздатчике – 10 кг, производительность кормораздатчика – 0,04 т/ч, количество пневмокормораздатчиков – не более 30.

Линия раздачи гранулированных кормов в садки Н17-ИКМ предназначена для приема, хранения и автоматизированной выдачи корма по заданной программе в садки. Линия может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Производительность загрузочного шнека составляет 0,48–3,09 т/ч, канатно-дискового конвейера – 2,2–2,3 т/ч, дозатора – 0,55–0,634 т/ч.

Наряду с автоматическими кормораздатчиками все чаще применяют само- или автокормушки. Последние приводятся в действие самой рыбой и не требуют электрического питания.

В Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА) на кафедре прудового рыбоводства разработана серия маятниковых автокормушек

Автокормушка «Рефлекс Т-1-50» предназначена для выдачи корма по требованию рыб.

Для обслуживания садковых линий на тепловодных хозяйствах выпускается механизированная линия кормления рыбы, в которой рабочим органом являются автокормушки в комплексе с тракторным кормозагрузчиком РГК-700. Один такой кормозагрузчик обслуживает около 200 автокормушек при 2–3-кратной загрузке в день.



## 12.5 Транспортировка спермы, икры, личинок, молоди, товарной рыбы и производителей

Транспортировка рыбы разного возраста может быть как внутривладельческой (до 100 км) – на автомашинах, тракторах, в контейнерах, молочных бидонах, полиэтиленовых пакетах, так и межхозяйственной – в живорыбных автомашинах, живорыбных железнодорожных вагонах и самолетах.

Рыбу перед транспортировкой не кормят в течение 2–3 дней. Желательно провести заранее профилактические ванны. Емкости для перевозки тщательно промывают, дезинфицируют 10–20% раствором хлорной извести. Воду, в которой доставлена рыба, в водоем не сбрасывают. Для перевозки не используют воду из колодцев и из водопровода (хлорированную).

Перевозка спермы.

Сперму рыб помещают в сухие стерильные пробирки, закрывают корковыми пробками, обертывают марлей и ставят в вертикальном положении на мелкобитый лед в термос. В таком состоянии при температуре 0°C сперма форели может находиться до 6 суток, при температуре 5–6°C – до 3 суток. У окуня и ерша при температуре 18–20°C сперма сохраняется до 6 суток, у осетровых при температуре воды 2°C – до 12 суток. В каждую пробирку помещают сперму только от одного самца.

С целью длительного хранения сперму подвергают глубокому замораживанию – криоконсервированию в жидком азоте при температуре – 196°C.

Перевозка икры. Икру перевозят в стадии слабой чувствительности к механическим воздействиям: после оплодотворения и набухания (на протяжении 2–3 суток при длительности в пути 3–4 часа). В специальных пенопластовых контейнерах-ящиках размером 55 × 45 × 50 см икру можно транспортировать в течение 5 суток. Обычно отход за период транспортировки составляет не более 4%.

Перед отправкой икру практикуют помещать на 5 мин в 2% раствор танина. На ввоз икры необходимо иметь разрешение ветеринарной службы района и области.

**Личинок и мальков** массой 1–2 г удобно перевозить в 2–3-слойных полиэтиленовых пакетах длиной 65 см, объемом 40 л (50% воды – 50% кислорода). Пакет загружается в картонную коробку.

Годовиков и взрослую рыбу перевозят в специальных емкостях, установленных на автомашинах. Вода должна занимать все пространство емкости. Необходимо обеспечить правильное соотношение воды и рыбы – оно не должно быть меньше 1 : 10, а по массе – в 10 раз больше (1 : 100).

Живорыбный вагон В-329 предназначен для перевозки молоди и производителей при температуре наружного воздуха от –40°C до +30°C в нем можно транспортировать 12 т рыбы. Длительность транспортировки составляет 4 дня.

Живорыбные автомашины. На базе ЗИЛ-164 монтируется автоцистерна марки АЦЖР-3 (объемом 3 м<sup>3</sup>), а на автомашине ГАЗ-53-А – автоцистерна марки АЦПП-2,8 (объемом 2,8 м<sup>3</sup>). Обе цистерны по своей конструкции незначительно отличаются друг от друга. В них можно перевозить до 800 кг карпа и до 350 кг форели.

Контейнер на отдельном автотягаче КраЗ-258М или КраЗ-221 с прицепом 2МЗАП-5523 грузоподъемностью 20 т. Емкость – 13 м<sup>3</sup>. Масса перевозимой рыбы – 5 т.

При внутривладельческих перевозках на небольшие расстояния используют мототележку С-751 объемом 0,3 м<sup>3</sup>; грузовой мотороллер МГ-150 – объемом 0,27 м<sup>3</sup>; самоходное шасси Т-16М грузоподъемностью 750 кг; трактор ДТ-20; трактор «Беларусь».

Основное количество посадочного материала и объектов акклиматизации перевозится в полиэтиленовых пакетах, которые стали использовать с 1957 г. сотрудники ЦПАУ Главрыбвода.

В нестандартных крупногабаритных пакетах перевозят даже производителей рыб. Обычно пакеты изготавливают из полиэтиленового рукава шириной 50 см и длиной 95 см.

Правила перевозки живой рыбы и оплодотворенной икры. Все вопросы, связанные с ввозом (вывозом) рыбы, оплодотворенной икры, решаются в пределах страны департаментом ветеринарии Минсельхоза РФ.

Завезенных рыб, оплодотворенную икру помещают в цеха инкубации специальных карантинных хозяйств.

Карантинный цех в период инкубации икры и подращивания личинок на протяжении всего периода карантирования должен находиться под постоянным наблюдением ветеринарного врача и периодически подвергаться ветеринарно-санитарному обследованию на наличие инфекционных и инвазионных болезней рыб.

После проведения комплексных исследований решается вопрос о целесообразности дальнейшего карантирования (органами местной ветслужбы.,

### **Литература [2,3, 7, 9-11]**

#### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Для чего применяют анестезирующие вещества в рыбоводстве?
- 2 Как влияют абиотические и биотические факторы среды на кормления рыб?
- 3 Какую роль выполняют специальные добавки в корма?
- 4 Какие мероприятия проводит рыбовод в период бонитировки производителей рыб?
- 5 Перечислите виды механизации и автоматизации в аквакультуре.
- 6 Каковы методы аэрации воды в рыбоводстве?
- 7 Какие виды транспорта применяются при внутривозрастных и межхозяйственных перевозках рыб?
- 8 Какие правила необходимо соблюдать при перевозке рыб?

## Список использованной и рекомендуемой литературы

### Основная

- 1 Мухачев, И.С. Озерное товарное рыбоводство / И.С. Мухачев. - СПб.: Изд. «Лань», 2013. – 400 с.
- 2 Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.Ф. Бахарева. – Астрахань: Изд. ИП Грицай Р.В., 2013. – 312 с.
- 3 Матишов, Г.Г. Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России / Г.Г. Матишов, С.В. Пономарев. – Ростов н/Д.:Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. - 224 с.
- 4 Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – М.: МОРКНИГА, 2013. – 417 с.
- 5 Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Д.И. Иванов. - СПб.: Изд. «Лань», 2013. - 352 с.
- 6 Пономарев, С.В. Лососеводство / С.В. Пономарев. - М.: МОРКНИГА, 2013. - 561 с.
- 7 Гарлов, П.Е. Искусственное воспроизводство рыб / П.Е.Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е.Федоров. - СПб.: Изд. «Лань», 2013. – 256 с.

### Дополнительная литература:

- 8 Власов, В.А. Рыбоводство / В.А. Власов – СПб.: Изд. «Лань», 2010. - 368с.
- 9 Пономарев, С.В. Фермерская аквакультура / С.В. Пономарев, Л.Ю.Лагуткина, И. Ю. Киреева. – М.: ФГНУ П 56 «Росинформагротех», 2007. — 192 с.
- 10 Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. - Петропавловск-Камчатский: Камчат. ГТУ, 2008. – 352 с.
- 11 Козлов, В.И. Аквакультура. / В.И. Козлов, И.А. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин - М.: «Колос» , 2006 – 445с.
- 12 Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство: учебник. / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева– М.: «Колос.», 2006. - 320 с.
- 13 Титарев Е.Ф. Холодноводная аквакультура. Ч. 2. Разведение и выращивание тихоокеанских и атлантического лососей: Учебное пособие / Е.Ф. Титарев // Рыбное. – 2005. – 70 с.

Александр Федорович Булли

**Индустриальное рыбоводство**

Конспект лекций

для студентов направления подготовки 35.03.08

Водные биоресурсы и аквакультура

очной и заочной форм обучения

Тираж \_\_\_\_\_ экз. Подписано к печати \_\_\_\_\_

Заказ № \_\_\_\_\_ Объем 4,65 п. л.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»  
298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82