

Камчатский государственный технический университет

Кафедра рыболовства и аквакультуры

С.С. Григорьев, Н.А. Седова

## **ИНДУСТРИАЛЬНОЕ РЫБОВОДСТВО**

### *Часть 1*

### *Биологические основы и основные направления разведения рыбы промышленными методами*

*Учебное пособие для студентов специальности  
110901 «Водные биоресурсы и аквакультура»  
очной и заочной форм обучения*

Петропавловск-Камчатский  
2008

УДК 639.2(07)  
ББК 47.2  
Г83

Рецензенты:

*Г.Г. Калинина,*  
кандидат биологических наук,  
профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры  
Дальневосточного государственного рыбохозяйственного университета

*А.М. Токранов,*  
кандидат биологических наук,  
заместитель директора по науке Камчатского филиала  
Тихоокеанского института географии ДВО РАН

**Григорьев, Сергей Сергеевич**

Г83      Индустриальное рыбоводство: В 2 ч. Ч. 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: Учебное пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 186 с.

Пособие составлено в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания дисциплины «Индустриальное рыбоводство», входящей в основную образовательную программу подготовки специалистов по специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом КамчатГТУ (протокол № 8 от 18 мая 2007 г.).

**УДК 639.2(07)**  
**ББК 47.2**

© КамчатГТУ, 2008  
© Григорьев С.С., 2008  
© Седова Н.А., 2008

## Содержание

<b>Глава 1. Понятие индустриального рыбоводства, его место в системе рыбного хозяйства и краткая история развития</b> .....	5
Понятие индустриального рыбоводства .....	5
Место индустриального рыбоводства в системе рыбного хозяйства, его формы и перспективы развития .....	7
История развития индустриального рыбоводства .....	12
<b>Глава 2. Влияние абиотических и биотических факторов среды при индустриальных методах культивирования рыб</b> .....	14
Абиотические факторы среды .....	14
Биотические факторы среды .....	22
<b>Глава 3. Рыбоводно-биологическая характеристика объектов индустриального рыбоводства</b> .....	23
Рыбоводно-биологическая характеристика лососевых рыб – основных объектов культивирования индустриальными методами .....	23
Рыбоводно-биологическая характеристика некоторых объектов сигового хозяйства .....	40
Рыбоводно-биологическая характеристика осетрообразных рыб .....	46
Рыбоводно-биологическая характеристика карповых рыб .....	50
Рыбоводно-биологическая характеристика объектов тепловодного индустриального хозяйства .....	55
<b>Глава 4. Садковые хозяйства</b> .....	68
Условия садкового выращивания рыб .....	68
Биотехнология садкового выращивания товарной рыбы в пресноводных водоемах (на примере форели) .....	82
Выращивание рыбы в садках в морских условиях .....	88
Выращивание радужной форели в морских садках .....	93
Выращивание осетровых в морских садках .....	98
<b>Глава 5. Интенсивное озерное хозяйство</b> .....	102
Общая характеристика интенсивных озерных хозяйств .....	102
Разведение и выращивание сиговых рыб индустриальными методами в озерных хозяйствах .....	105

Формирование и содержание ремонтно-маточного стада .....	107
Сбор и инкубация икры .....	112
Выращивание рыбопосадочного материала .....	114
Выращивание товарной рыбы .....	119
Меры профилактики при выращивании сиговых рыб .....	122
<b>Глава 6. Интенсивные форелевые хозяйства .....</b>	<b>124</b>
Общая характеристика интенсивных форелевых хозяйств .....	124
Разведение и выращивание радужной форели в холодноводном индустриальном хозяйстве .....	127
Разведение и выращивание форели Дональдсона .....	176
Разведение и выращивание форели камлоопс .....	178
Литература .....	181

## **ГЛАВА 1. Понятие индустриального рыбоводства, его место в системе рыбного хозяйства и краткая история развития**

### ***Понятие индустриального рыбоводства***

Одной из сложнейших и насущных проблем современного мира является проблема обеспечения увеличивающегося населения планеты продуктами питания. Одновременно она теснейшим образом переплетается с проблемой охраны окружающей среды. Ушедшее тысячелетие завершает эпоху экстенсивной эксплуатации биосферы нашей планеты. При общей тенденции к сокращению рыбных запасов в морях и океанах особое значение приобретает аквакультура, т. е. разведение рыбы, пищевых беспозвоночных и водорослей в контролируемых условиях.

Развитие мировой аквакультуры объективно свидетельствует о неуклонном росте ее удельного веса в общем балансе производства рыбной продукции. Так, если в 1975 г. аквакультура составляла около 11% от общего объема производства рыбопродукции, в 1985 г. – 12%, то к 1999 г. объем производства достиг 28%.

Максимальный уровень развития аквакультуры в нашей стране отмечен в 1990 г., когда было выращено 254,3 тыс. т рыбы. Однако в дальнейшем вследствие целого ряда известных социально-экономических причин производство рыбы сократилось почти в 5 раз.

Увеличение производства рыбы традиционными методами, основанными преимущественно на экстенсивном использовании природных ресурсов, имеет определенные естественные ограничения. Лимитирующими факторами выступают земля, вода и внешняя среда. В связи с этим актуальным является перспективное расширение индустриальных хозяйств, обеспеченных суперинтенсивными технологиями. Последнее особенно касается рыбоводных систем с замкнутым циклом водообеспечения, позволяющих 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.

Современная программа развития рыбного хозяйства России предполагает разработку циркуляционных систем, представляющих в своей основе совершенно иную форму связи между производством и окружающей средой. Выращивание рыбы в рециркуляционных системах происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбо-

водные 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 природно-климатических 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.

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, кормлении полноценными кормами, механизации и автоматизации всех производственных процессов и получении товарной продукции в течение круглого года (Лавровский, 1981; Кудерский, 1999; Канидьев и др, 1979).

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

Положительные результаты разработки технологии выращивания рыбы в УЗВ, существенно превосходящие по уровню эффективности применения традиционных методов, предполагали иной уровень организации процессов, протекающих в замкнутых системах и обеспечивающих получение лучших рыбоводных показателей.

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.

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

Рыбное хозяйство в традиционном понимании означает мероприятия по воспроизводству и разведению рыбы, а также пищевых беспозвоночных и водорослей, т. е. рыбное хозяйство подразумевает аквакультуру. В настоящее время к рыбному хозяйству принято также относить рыбный промысел, что не совсем верно.

Под аквакультурой понимается разведение рыб, пищевых беспозвоночных и водорослей в контролируемых условиях. Аквакультура разделяется на марикультуру (рыб, беспозвоночных и водорослей) и пресноводную аквакультуру (в основном рыбоводство). Последняя включает в себя основные составляющие: нагульное (пастбищное) рыбоводство, прудовое рыбоводство и индустриальное рыбоводство (Багров, 2000). Индустриальное рыбоводство (рис. 1) состоит из озерных, садковых и бассейновых хозяйств, систем с оборотным водообеспечением (СОВ) и установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ).



*Рис. 1. Место индустриального рыбоводства  
в структуре рыбного хозяйства России*

*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. Интенсификация их заключается в концентрации производства, полной механизации и частичной автоматизации рыбоводных процессов.

*Садковые хозяйства* имеют ряд преимуществ перед прудовыми, а именно:

1. Для их создания не требуется длительного времени и больших начальных капитальных вложений.
2. Садки просты по конструкции и изготавливаются из широко применяемых в рыбной промышленности сетематериалов.
3. Постройка и установка садков осуществляется без применения сложных, дорогостоящих агрегатов.
4. Садковые хозяйства не занимают значительных земельных площадей.
5. Не используется первично пресная вода, которая становится в ряде районов все более дефицитной.

*Интенсивные форелевые хозяйства* – высокоинтенсивные хозяйства с концентрированным выращиванием рыбы при обеспечении оптимальных условий окружающей среды. Уровень интенсификации определяется кратностью обмена воды в производственных сооружениях, применяемыми кормосмесями и методами кормления, долей ручного труда, методами выращивания различных возрастных групп форели и другими биотехническими приемами.

*Бассейновые хозяйства* имеют следующие преимущества:

1. Высокая плотность посадки благодаря интенсивному водообмену.
2. Компактное размещение бассейнов, экономия земельного фонда.
3. Возможность применения оборотного водоснабжения.
4. Постоянный визуальный контроль за выращиваемой рыбой, ее состоянием.
5. Хорошая промываемость, а следовательно, слабое накопление илов, более легкая очистка.
6. Отсутствие застойных зон.
7. Минимальные потери от хищников и рыбоядных рыб.
8. Благоприятные условия механизации и автоматизации облова и кормления.

*Хозяйства СОВ* – системы с оборотным водоснабжением, использующие для очистки воды специальные биологические пруды.

*Хозяйства УЗВ* – установки с замкнутым циклом водообеспечения с полностью регулируемым режимом разведения и выращивания рыбы.



Особенностью развития аквакультуры и особенно ее высших форм при индустриальных методах выращивания является ослабление пресса природных факторов на успешность производства товарной продукции.

В прудовом рыбоводстве путем кормления искусственно приготовленными кормами существенно увеличивается объем рыбопродукции, но трудность самоочищения значительно ограничивает рыбопродуктивность прудов. Воздействие это существенно упрощается при индустриальных методах ведения рыбоводного хозяйства.

При садковом и бассейновом вариантах выращивания в зоне содержания рыбы создаются оптимальные для нее условия среды с помощью естественной или искусственно создаваемой проточности. При бассейновом варианте и содержании рыбы в замкнутых системах водоснабжение осуществляется по оборотной или замкнутой схеме. Благодаря указанным приемам плотность посадки рыбы в садки, бассейны и другие емкости резко возрастает по сравнению с прудами, в связи с чем на несколько порядков увеличивается выход рыбы с единицы площади или объема рыбоводных сооружений.

В общем случае при индустриальных методах выращивания удовлетворение таких жизненных потребностей рыбы, как температурный и кислородный режимы, качество водной среды обеспечивается не естественным, а искусственным функционированием водных экосистем. В индустриальных хозяйствах все потребности рыбы удовлетворяются соответствующими инженерными (техническими) системами: чистота воды обеспечивается системой фильтров, ее качество – блоком водоподготовки, включающим терморегуляцию, оксигенацию, очистку от органических загрязнений и т. д. В итоге вода в индустриальных установках выполняет лишь такую технологическую функцию, как вынос из зоны обитания рыб различных твердых и растворенных загрязнений и доставку в эту зону тепла и кислорода. Сама вода не производит продукцию, как это наблюдается в прудовых и озерных условиях.

Таким образом, индустриальная аквакультура оказывается автономным хозяйством, независимым по отношению к процессам, с которыми связано продуцирование рыбы в естественных или частично измененных водных экосистемах. На практике оказывается, что многие функции водных экосистем успешно выполняются специализированным оборудованием, которое работает, как правило, значительно эффективнее и тем самым обеспечивает предельно высокие показатели выхода рыбной продукции из рыбоводных сооружений. 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.

Для индустриальных хозяйств, питающихся теплой водой, характерна такая черта, как *независимость от климата*. Рыбхозы, использующие теплые воды электростанций (ТЭС и АЭС) и промышленных предприятий, а также геотермальные воды, могут размещаться в любом регионе страны при наличии источников воды с повышенными (против естественных) температурами. Эта черта тепловодной формы индустриального рыбоводства делает его особенно перспективным в условиях России, на большей части территории которой климатический фактор не способствует развитию обычных форм товарного рыбоводства. Кроме того, при использовании теплых вод появляется возможность *выращивать различные теплолюбивые виды рыб*, отличающиеся не только повышенной продуктивностью, но и высокими потребительскими качествами.

Все формы индустриальных хозяйств по характеру водообеспечения можно подразделить на три группы:

1. Хозяйства, использующие воду с естественной температурой (холодноводные).
2. Хозяйства, использующие воду с повышенной против естественного уровня температурой (тепловодные).
3. Хозяйства, использующие морскую или солоноватую воду (холодноводные или тепловодные).

Индустриальные хозяйства могут работать по проточной, оборотной и замкнутой схемам водоснабжения.

Количество товарной продукции, производимой индустриальными методами, пока составляет существенно малую часть по сравнению с прудовым способом и не отражает реальных перспектив этого направления рыбного хозяйства, но это следует рассматривать как временное явление.

Несмотря на перспективность индустриального рыбоводства, в России оно имеет пока небольшое значение, что обусловлено в прошлом прежде всего консервативностью подходов к оценке долговременных тенденций развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах. Следует ожидать, что в условиях рынка все-таки произойдет переоценка ценностей и акцентов и индустриальное рыбоводство сможет развиваться повышенными темпами, займет подобающее ему место в общих объемах производства пресноводной рыбной продукции.

Сдерживание его развития исходило из предпосылки, что народу необходимо было производить дешевую столовую рыбу (карпа), а производство ценных и деликатесных рыб (форели, сига, осетры, канальный сом и др.) искусственно сдерживалось. В настоящее время таких ограничений нет, но на первое место выступают ограничения экономики, которые и сдерживают развитие столь необходимого направления рыбоводства.

Основными направлениями развития индустриального рыбоводства в России являются:

- выращивание холодолюбивых рыб (радужная форель и ее аналоги, сига 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.

Можно выделить следующие пути повышения эффективности работы индустриальных хозяйств:

1. Формирование и содержание племенных маточных стад.
2. Повышение выживаемости рыб разного возраста.
3. Разработка и применение высокоэффективных гранулированных кормов.
4. Получение в ранние сроки посадочного материала для прудовых и пастбищных хозяйств.
5. Круглогодичное разведение и использование полицикла.
6. Введение в сферу производства новых высокопродуктивных объектов рыбоводства.
7. Развитие декоративного рыбоводства.
8. Круглогодичная реализация товарной продукции и выращивание дорогостоящих деликатесных рыб.

Учитывая довольно холодный климат России, большее распространение могут получить холодноводные индустриальные хозяйства с культивированием радужной форели и сигов (муксун, чир, пелядь, пыжьян и др.), особенно в водоемах севера и северо-запада европейской части, которые приближены к вероятным внешним рынкам, где можно будет успешно реализовывать в первую очередь сиговых рыб.

Таким образом, индустриальное рыбоводство страны (садковые, бассейновые, комбинированные, СОВ и УЗВ) имеет большие перспективы при решении вопросов, связанных с качеством кормов, стабилизацией цен на энергоносители, повышением жизненного уровня населения.

Индустриальное рыбоводство имеет большие перспективы развития. Предполагается, что объем товарной продукции индустриального рыбоводства в ближайшее десятилетие составит около 30 тыс. т в год.

## *История развития индустриального рыбоводства*

Возникновение и развитие индустриального рыбоводства стало возможным благодаря научным достижениям ученых разных институтов и технического прогресса – создания технологий и технических средств, выпускаемых фабричными и заводскими методами. Творческое сотрудничество биологов и инженеров обеспечило развитие нового направления аквакультуры.

Первые работы по промышленному интенсивному выращиванию рыб в индустриальных условиях проведены на рыбоводной ферме Та-наки (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.). Японским исследователям 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 рыботоварном цехе Верх-Исетского металлургического завода (ВИЗа).

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

Основы технологии выращивания рыб с применением 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 рыбопитомном 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.

Проблемами культивирования живых кормов длительное время занималась лаборатория ВНИИПРХ под руководством И.Б. Богатовой. Первое довольно эффективное хозяйство по производству артемии на территории бывшего Союза создано Е.Е. Гусевым.

Сотрудником кафедры рыбоводства ТСХА В.В. Лавровским (1981) разработан способ кормления с использованием авто- и аэрокормушек.

С 1960 г. начали разрабатывать первые замкнутые системы простого типа по выращиванию лососевых рыб в Калифорнии с постепенным усложнением и совершенствованием типа Штелерматик (Канидьев, Гриневский, 1977; Киселев, 1997). В 1978 г. была создана система Биорек (Эстония), установка ВНИИПРХ – СПИАГУ (1984–1986), установка ВИЗ РКУ-240 (1979–1982).

Элементы и системы индустриального рыбоводства разрабатывались и разрабатываются за рубежом, где техническое оснащение рыбопитомных цехов отвечает самым современным требованиям.

#### *Контрольные вопросы*

1. Назовите структуру рыбного хозяйства России.

2. В какой стране впервые зародились элементы индустриального рыбоводства?
3. Какие исследования явились предпосылкой развития индустриального рыбоводства в нашей стране?
4. Какая доля рыбной продукции страны приходится на индустриальное рыбоводство?
5. Какие социально-экономические условия в нашей стране тормозят развитие индустриального рыбоводства?
6. Каковы перспективы развития индустриального рыбоводства?

## **ГЛАВА 2. Влияние абиотических и биотических факторов среды при индустриальных методах культивирования рыб**

### *Абиотические факторы среды*

Физико-химические свойства воды определяют эффективность выращивания водных организмов, так как они являются первичноводными животными и протекание всех жизненных функций зависит от состояния водной среды. Поэтому вода по своему составу в емкостях для выращивания должна отвечать нормам, которые обеспечивают сохранность вида, плодовитость и качество потомства, способствуют проявлению потенциальных возможностей роста и не создают условий развития различных заболеваний (Поляков, 1950; Алекин, 1953; Правила ..., 1975; Акимова и др., 1980; Ведемейер и др., 1981; Алабастер, Ллойд, 1984; Грищенко и др., 1999).

Весь комплекс факторов внешней среды можно разделить на две группы: абиотические и биотические. К абиотическим факторам среды, влияющим на эффективность выращивания рыбы в индустриальных условиях, относятся следующие:

- температурный режим;
- кислородный режим;
- водообмен;
- загрязнение;
- связь с воздушной средой;
- освещенность;
- прозрачность.

*Температура воды* – один из универсальных и определяющих экологических факторов среды. Так как рыбы и другие культивируемые беспозвоночные – пойкилотермные организмы, то их активность зависит от температуры воды. По отношению к температуре воды эти

организмы могут быть эвритермные и stenothermные.

Для форели, как и для других рыб, оптимальная температура зависит от возраста: для икры – 6...12,5°C; личинок, мальков – 10...14°C; сеголетков, годовиков – 14...16°C; товарной рыбы – 14...18°C. Пороговая температура составляет около –0,1°C, летальная –26°C. Для карпа оптимальная температура – 23...27°C, критическая – 0,5°C. Для форели благоприятные температуры колеблются от 12 до 16°C, допустимые – от 8 до 18°C. Если температура ниже 8°C, то молодь хуже питается и хуже усваивает корма; при температуре 18–20°C и более возникает трудность поддержания газового режима, кислорода и активизация болезней. Оптимальная температура для взрослого карпа составляет 22–24°C, для молоди – 25...27°C. Для зимующего карпа критическая температура составляет 0,5°C. От температуры воды зависят сроки созревания, нереста, продолжительность жизни. Например, для карпа предельный срок жизни составляет на Кубе 8 лет, в России – 20 лет.

*Растворенный в воде кислород (O<sub>2</sub>).* Его содержание тесно связано с температурой воды. Он растворяется в 28 раз труднее, чем углекислый газ, и в 2 раза труднее, чем азот. В солоноватой и морской воде он растворяется меньше, чем в пресной. Оптимальные значения кислорода для выращивания водных организмов составляют 7–11 мг/л. Чем моложе рыба, тем больше ей требуется растворенного кислорода. Для форели массой до 50 г необходимо 500–600 мг O<sub>2</sub> кг/ч, а для форели массой 100–200 г требуется 400–500 мг O<sub>2</sub> кг/ч.

Содержание растворенного кислорода может колебаться в широких пределах в зависимости от вида рыбы и различия потребности в нем. Например, для карпа оптимальное содержание растворенного кислорода на водоподаче составляет 7 мг/л (80% насыщения), на вытоке – 4 мг/л (40% насыщения), а для форели соответственно 9–11 и 5 мг/л.

Водная растительность днем выделяет молекулярный кислород в процессе фотосинтеза. От содержания O<sub>2</sub> зависит скорость эмбрионального развития. Содержание кислорода для форели может достигать 300–350%, тем не менее не следует допускать его превышения более 200–250%, а также не следует допускать резкого повышения температуры воды.

Пересыщение воды воздухом, точнее, азотом является одним из факторов, способствующих возникновению газопузырькового заболевания у рыб. Для молоди лососевых летальными являются следующие величины насыщения воды азотом: 103–104% нормального насыщения воды – для личинок с желточным мешком и мальков; 105–113% – для сеголетков, 118% – для взрослых рыб. Такая ситуация часто создается при выращивании рыбы на отработанных водах ГРЭС, ТЭС и АЭС, а также при механическом водоснабжении, когда появляется возмож-

ность подсоса воздуха в закрытом трубопроводе.

*Озон (O<sub>3</sub>).* Бактерицидные свойства озона были установлены еще в конце XIX в. Озон широко применяется при обеззараживании питьевой воды. Он представляет собой аллотропическое видоизменение кислорода. При обычных условиях это голубовато-фиолетовый газ, в жидком состоянии – темно-синего цвета, в твердом – черного. При определенных условиях озон взрывоопасен. Растворимость его в воде выше, чем у кислорода. Молекула озона крайне неустойчива и легко разлагается с выделением энергии. Озон обладает высоким окислительным потенциалом и легкостью диффузии через клеточные оболочки микробов. Он окисляет органическое вещество микробной клетки, приводя ее к гибели. Спорообразующие бактерии более устойчивы к воздействию озона. Последний губительно действует на гидробионты. Водоросли гибнут при концентрации озона 0,5–1,0 мг/л, моллюски – при 3,0 мг/л. Для полной гибели циклопов, олигохет, дафний и коловраток достаточно 2 мг/л. Для обеззараживания воды достаточно 0,5–4 мг/л O<sub>3</sub>. Чем более мутная вода, тем больше нужно расходовать озона. Он улучшает вкус воды, снижает ее цветность и уничтожает запах. Подача озона после биологического фильтра обеспечивает окисление аммония и нитритов.

Озон при концентрации 15 мг/л полностью уничтожает за 15 с бактерии и вирусы и окисляет значительное количество органических веществ, а также снижает концентрацию железа.

*Углекислота, двуокись углерода, свободный диоксид (CO<sub>2</sub>).* Биопродуктивность водоема зависит от наличия двуокиси углерода. В большей концентрации углекислый газ ядовит для рыб. Содержание CO<sub>2</sub> уже в концентрации 30 мг/л вызывает аритмию и угнетенное дыхание, 50–80 мг/л – нарушение равновесия, 107 мг/л – плавание на боку. Гемоглобин связывает большое количество CO<sub>2</sub>, что приводит к резкому уменьшению концентрации O<sub>2</sub>. Рыбы начинают задыхаться даже в насыщенной кислородом воде.

В природных водах углекислота содержится в трех формах: 1) в свободном состоянии в виде газа, растворенного в воде (двуокись углерода); 2) в виде ионов HCO<sub>3</sub> (гидрокарбонат ионов); 3) в виде ионов CO<sub>3</sub> (карбонат-ионов).

При избытке CO<sub>2</sub> рыба гибнет с прижатыми жаберными крышками, а при недостатке O<sub>2</sub> – с оттопыренными. Концентрация CO<sub>2</sub> может резко повыситься во время паводка, весной, летом и осенью во время дождей.

Содержание углекислоты оказывает существенное влияние на жизнедеятельность рыб (табл. 1).

*Соленость и содержание минеральных солей.* Под соленостью понимают общее количество минеральных веществ, растворенных в 1 кг морской воды, которое выражают в граммах на килограмм или в ты-



сячных долях, обозначают как  $S$  и выражают в промилле (‰). Соленость затруднительно определить химическим путем, поэтому ее определяют через весовую концентрацию хлора в воде:  $S\text{‰} = 1,80655 (Cl)$ . Пресные воды содержат 1 г/л, солоноватые – 1–15 г/л, соленые – 15–40 г/л минеральных солей.

Таблица 1

### Влияние углекислоты на жизнедеятельность рыб

Виды рыб	Концентрация CO <sub>2</sub> , мг/л		
	Учащенное дыхание	Нарушенное равновесие	Боковое или спинное плавание
Радужная форель	36	50	100–147
Карп	50–73	202	257
Линь	110–123	385	440

Форель способна покрыть потребности в минеральных веществах из окружающей воды. Для нее лучше жесткая вода, чем мягкая. С возрастом концентрация солей может быть большей. Молодь хорошо растет при 3–6‰, неплохо переносит 9‰. Соленость в количестве 12–15‰ для двухлетней форели уже является нормальной. При массе 100 г и более форель хорошо переносит соленость 30–35‰.

В жизни рыб и других гидробионтов большую роль играют Ca, P, K, Fe, Si, Na, Mg, Mn, Cu, Co и др. Из солей важное значение имеют соли угольной кислоты (бикарбонаты и карбонаты), а также соляной (хлориды), фосфорной (фосфаты), серной (сульфаты), азотной (нитраты) и других кислот. Источниками поступления микроэлементов в рыбу являются вода, растительность, естественный и искусственный корма.

*Активная реакция среды* – рН (водородный показатель рН) является показателем концентрации ионов водорода в воде и определяет среду: кислую, нейтральную или щелочную. Его название происходит от английского слова *power* (р) и химического знака ионов водорода (H).

Для карпа допустимые значения рН находятся в пределах 4,5–10,8. Критическое значение рН для форели составляет 9,2. Весной при резком возрастании щелочности до 9 наблюдается гибель рыб. Летом жизнедеятельность растений (элодея, рдест гребенчатый, синезеленые и нитчатые водоросли) повышает значение рН. Негашеная известь, соли меди и гербициды нейтрализуют кислую среду. Водородный показатель существенно зависит от содержания Ca в воде. Нейтральное содержание рН равно 7, благоприятные условия содержания рН – 6,5–8, критические значения ниже 6 и выше 8. Жесткая вода стабилизирует рН. Величина рН определяет токсичность многих биологически активных веществ.

Кислые воды болот, гуминовые вещества препятствуют эффектив-

ному выращиванию рыбы. Приток талой воды резко меняет активность среды и вызывает массовые отходы рыбы. Для карпа предел выживания составляет 4,3–10,8, для ручьевой форели – 4,5–9, для радужной – 9,2. При высоком значении рН повышается ядовитое воздействие аммиака.

*Течение* – носитель кислорода, удаляет продукты метаболизма (обмена), остатки корма, экскременты. Течение равномерно распределяет корм. В лотках скорость течения не превышает 2–3 см/с. Крупная форель может преодолевать течение до 20 м/с. Известно, что большая скорость вызывает повышенный водообмен и ухудшает рыбоводно-экономические показатели. Поэтому необходимо создавать умеренное течение. Обычно течение в емкостях для выращивания не должно быть выше 0,5 м/с.

*Водообмен.* От степени водообмена зависит рыбопродуктивность и рыбопродукция водоема и рыбоводной емкости. При лучшем водообмене, как правило, объемы рыбопродукции увеличиваются.

*Жесткость* зависит от наличия солей Са и Mg. За единицу жесткости принят градус жесткости: 1 немецкий градус 1°Н = 10 мг Са в 1 л воды; 1 французский градус 1°Ф = 10 мг СаСО<sub>3</sub>; 1 английский градус 1°А = 10 мг СаСО<sub>3</sub> в 700 г воды, или 14,3 мг/л СаСО<sub>3</sub>. Жесткость бывает кальциевой и магниевой, а суммарная – общей жесткостью. Карбонатная жесткость (СаСО<sub>3</sub>) – известь характеризует концентрацию кальция и магния, а бикарбонатная (СаСО<sub>3</sub>)<sub>2</sub> хорошо растворяется в воде до 900 мг/л, или до 50°. Жесткость, остающаяся в воде после кипячения, называется постоянной и выражается в мг-экв./л: 1 мг экв./л Са = 20,04 мг; 1 мг-экв./л Mg = 12,16 мг. Карбонатная жесткость составляет 70–80% от общей жесткости. По степени жесткости воду делят на 6 классов (табл. 2).

Таблица 2

#### Характеристика воды в зависимости от жесткости

Жесткость общая, мг-экв./л	Градус жесткости, °Н	Характеристика воды
До 1,4	До 4	Очень мягкая
1,5–3,0	4–8	Мягкая
3,1–4,3	8–12	Средняя жесткость
4,4–6,4	12–18	Довольно жесткая
6,5–10,7	18–20	Жесткая
10,8	30	Очень жесткая

Повышение жесткости воды на 2–4°Н можно добиться добавлением известняка, мела, мрамора. Более эффективно действует добавление хлористого кальция и магния.

*Освещенность.* Радужная форель не любит прямого солнечного света, но она боится его меньше, чем ручьевая форель. С возрастом у

нее наблюдается отрицательный фототаксис.

Прямые солнечные лучи способны вызывать ожоги тела у мальков, поэтому лучше, когда выращивание идет при рассеянном, ослабленном свете. Свет и фиолетовые лучи губительны для икры лососевых, желтые и оранжевые лучи безвредны. От длительности светового дня в сильной степени зависят сроки полового созревания форели. Карпы-годовики менее активны в сумерки и на рассвете, т. е. при слабой освещенности.

*Прозрачность* обусловлена цветом и мутностью воды. Хорошо, когда бассейны, заполненные водой, просматриваются до дна. В садках должна быть достаточно прозрачная вода, так как форель при питании ориентируется в основном с помощью зрения. При выращивании карпа прозрачная вода – признак малопродуктивности пруда.

*Мутность. Взвешенные вещества.* Превышение нормы взвешенных веществ приводит к гибели рыб, замедлению роста, снижению устойчивости к заболеваниям, отрицательному воздействию на развитие икры и личинок, изменяет естественные движения рыб, снижает обеспеченность пищей. За норму количества взвешенных веществ принимается 25 мг/л и ниже. При 400 мг/л поведение рыбы изменяется и возникают проблемы с рыболовством. Для осаждения мутности иногда применяют коагулянты.

По содержанию взвешенных веществ и окрашенных гумусовых соединений различают высокомутные и высокоцветные воды. Для карпового водоема прозрачные воды являются признаком малопродуктивности.

*Органические вещества.* Количество их должно быть ограничено. В притекающей воде расход  $\text{KMnO}_4$  не должен быть более 20 мг, а БПК (биологическое потребление кислорода) – не более 10 мг/л. Особую опасность представляют азотистые соединения, которые несут остатки корма, продукты обмена веществ.

Токсичен недиссоциированный свободный аммиак ( $\text{NH}_3$ ), который выделяется при гидролитическом расщеплении конечного продукта распада белковых веществ – аминокислот, с возрастанием pH его токсичность усиливается. Лучше, если содержание  $\text{NH}_3$  не превышает 0,01 мг/л, а для мальков – 0,006 мг/л. Для обезвреживания его пропускают через известковые и гравийные фильтры. Продукты распада  $\text{NH}_3$  – нитраты являются конечными продуктами окисления азота и в умеренных количествах не оказывают вредного воздействия.

*Аммиак ( $\text{NH}_3$ ).* Присутствие аммиака всегда свидетельствует о загрязнении воды азотсодержащими веществами и о происхождении гнилостных процессов. Рыба выделяет его через жабры. Рост карпа останавливается при содержании 0,06 мг  $\text{NH}_3$ /л, которое задерживает рост молоди карпа. Имеется две формы аммиака: ионизированный аммиак ( $\text{NH}_3$ ) нетоксичен, неионизированный аммиак ( $\text{NH}_4$ ) токсичен. Он оказывает токсиче-

ское действие, которое резко усиливается при повышении рН. Допустимая концентрация аммиака составляет 0,1 мг/л, а для солей аммония – 0,5 мг/л. Форель гибнет при концентрации аммиака 0,3–0,4 мг/л. Для снижения концентрации аммиака применяют биофильтры.

*Аммоний* ( $\text{NH}_4$ ) – наиболее токсичная форма из всех соединений неорганического азота. Он образуется в результате минерализации органических веществ гетеротрофными бактериями, а также как побочный продукт азотистого обмена гидробионтов. Считалось, что только аммиак ( $\text{NH}_3$ ) может проникать в ткани. Теперь показано, что обе эти формы способны проникать в ткани.

*Нитриты* ( $\text{NO}_2$ ) накапливаются при повышенном уровне аммиака, могут вызывать окисление двухвалентного железа гемоглобина крови в трехвалентное железо метгемоглобина, неспособного переносить кислород. При этом кровь приобретает коричневатый цвет. Для лососевых порог токсичности нитритов колеблется от 0,1 до 1 мг. При хорошей аэрации нитриты окисляются до нитратов. В морских и солоноватых водах нитриты не опасны для рыб, а в пресной воде даже в малых количествах очень опасны.

*Нитраты* ( $\text{NO}_3$ ) – продукты окисления нитритов, являются более стойкими соединениями. Нитраты становятся токсичными при концентрации 100–300 мг/л. Они способствуют развитию водорослей и паразитарных циклов. В природных водах их содержание может колебаться в зависимости от времени года от 1 до 15 мг/л и более. В пресной воде они в 2000 раз менее токсичны для чавычи и радужной форели, чем нитриты. В солоноватой воде нитраты более токсичны.

*Фосфаты*. Обычно их количество мало – 0,1 мг/л. Наличие их способствует развитию водорослей.

*Железо*. Патогенность железа зависит от формы и состояния. В подземных водах преобладает закисное железо. Часто в двухвалентной форме растворено в кислой и бедной кислородом (артезианской) воде. При аэрации железо выпадает в виде хлопьев, превращаясь в трехвалентное – гидроокись. Закисное железо создает благоприятные условия для развития железобактерий, которые развиваются в громадных количествах, забивая просвет в водоподающих трубах. Оно забивает у мальков жабры, способствуя их массовой гибели. Его содержание не должно превышать 1 мг/л. Для закисного железа ПДК составляет 0,1 мг/л, для окисного – не более 0,9 мг/л.

*Хлор*. Содержание его даже в количестве 0,1–0,2 мг/л при температуре 10–14°C вызывает через короткое время гибель молоди. В воде замкнутых установок не должно быть более 0,01 мг/л хлора. Форель, кижуч, канальный сом очень чувствительны к воздействию хлора. Карп относительно устойчив.

*Сероводород* ( $\text{H}_2\text{S}$ ) недопустим в прудах, в поступающей воде.

Главным источником  $H_2S$  и сульфидов в поверхностных водах являются восстановительные процессы, протекающие при бактериальном разложении и биологических окислениях органических веществ, поступающих в водоем со сточными водами. Обычно сероводород не содержится в воде и быстро окисляется кислородом. Наличие его в воде свидетельствует о сильном загрязнении. Пересыщение воды азотом и кислородом вызывает газопузырьковое заболевание.

*Щелочность* определяется расходом  $HCl$  на титрование: 1 мл увеличиваем в 2 раза и получаем 2 мг-экв./л. Для определения количества  $Ca$  это число умножаем на 28 и получаем  $2 \times 28 = 56$  мг-экв./л. На 1 га пруда глубиной 1 м при щелочности 2 мг-экв./л. в воде растворяется 560 кг извести ( $2 \cdot 28 \cdot 100$ ). Повышение щелочности усиливает гибель икры в период инкубации. Вновь построенные бассейны из бетона (цемента) должны быть хорошо промыты, иначе в них будет повышенная щелочность воды.

*Токсические вещества* ( $C1$ ,  $Zn$ ,  $Cu$ ,  $Hg$  и др.). ПДК для них составляет 0,01 мг/л. Сульфат меди ( $CuSO_4$ ) вызывает повреждение жабр и гиперемия уже при содержании 5 мг/л. Он убивает зоопланктон, беспозвоночных, грибы, водоросли и простейшие организмы.

*Нефтепродукты* недопустимы в рыбоводных емкостях. Если они не оказывают прямого воздействия на рыбу или других гидробионтов, то придают специфический запах их мясу. Привкус обнаруживается уже при содержании нефти и керосина в концентрации 0,01–0,02 мг/л.

*Минеральные масла.* Дизельное, моторное и другие масла образуют пленку, оседают на дно. Разрушение их бактериями происходит очень медленно. Пленка затрудняет потребление кислорода, загрязняет кожный покров, забивает жабры. При попадании в кишечник минеральные масла нарушают его функционирование. Неприятный привкус масел создают ароматические углеводороды, входящие в состав этих масел. Для устранения привкуса необходимо передержать рыбу в проточной воде не менее двух суток.

*Синтетические поверхностно-активные вещества* (СПАВ) попадают с бытовыми промышленными и сельскохозяйственными сточными водами. Они нарушают слизистую оболочку жабр рыб, что способствует развитию патогенных организмов и снижению сопротивляемости рыбы, а также нарушают работу органов равновесия и обоняния. Рыбы начинают плавать на боку.

*Хлорорганические пестициды* применяют в сельском хозяйстве в качестве инсектицидов, аскарицидов, фумигантов в борьбе с вредителями зерновых, овощных и полевых культур, лесонасаждений и плодовых деревьев. Они являются производными хлормногоядерных углеводородов (ДДТ), циклопарафинов и др., очень стойки к воздействию температуры, солнца и влаги, способны накапливаться в организмах,

причем продукты их распада могут быть более ядовиты.

### ***Биотические факторы среды***

Рыбы в водоеме вступают с другими гидробионтами в различные отношения. Они возникают как между представителями одного вида (внутривидовые связи) или разных видов (межвидовые взаимосвязи), так и между рыбами и представителями других систематических групп. Многообразные связи образуются при питании (симбиоз или конкуренция, хищник и жертва, паразит и хозяин и т. д.), защите от врагов (образование стай, защита потомства).

Биотические и абиотические связи обитателей водоема тесно переплетаются между собой, в результате чего вырабатывается единство организма со средой обитания: стая (косяк), скопление (временная группировка рыб), стадо (популяция) – локальная самовоспроизводящаяся группа рыб одного вида.

Биотическими факторами, влияющими на эффективность выращивания рыбы и других гидробионтов в промышленных условиях, могут быть следующие:

- 1) монокультура;
- 2) поликультура (осетры, бестеры, радужная форель, судак, щука, молодь карпа);
- 3) каннибализм;
- 4) конкуренция в питании и сфере обитания (поверхность воды, толща воды, придонные слои, заросли жесткой и мягкой растительности);
- 5) плотность посадки, от которой зависит конечная масса карпа. Золотой карась и серебряный карась, колюшка не должны быть в пруду, так как они являются в питании конкурентами карпа;
- 6) кормление (естественные, искусственные, тестообразные и гранулированные корма, воздействие на питание рыб зоопланктона, фитопланктона, nekтона, перифитона, детрита и бентоса);
- 7) жизнестойкость;
- 8) размерно-весовая структура стада;
- 9) пищевые взаимоотношения, сортировка;
- 10) добавочные рыбы. Дополнительное подсаживание мелких щук, судаков и окуней для разрядки мелкой сорной рыбы. Выращивание добавочных рыб, уток, гусей и др. Совместное выращивание карпа с линем, серебряным карасем, пелядью, рипусом, чудским сигом, щукой, сомом, радужной форелью, осетрами;
- 11) привлечение воздушного корма;
- 12) враги рыб – хищные рыбы, животные (норка, ондатра), птицы и пр.;
- 13) 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.

*Контрольные вопросы*

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?

### **ГЛАВА 3. Рыбоводно-биологическая характеристика объектов индустриального рыбоводства**

#### ***Рыбоводно-биологическая характеристика лососевых рыб – основных объектов культивирования индустриальными методами***

Сегодня одним из самых распространенных объектов мирового рыбоводства является радужная форель, которая интенсивно культивируется во многих странах мира. В естественных условиях она обитает в холодных и прозрачных пресноводных водоемах, но хорошо растет и в обычных водоемах (как пресноводных, так и солоновато-водных и морских) с незагрязненной водой и достаточным содержанием кислорода.

Радужная форель широко культивируется благодаря своим рыбоводным качествам: она хорошо приспособляется к искусственным условиям содержания и усваивает искусственные корма, обладает высоким (по сравнению с другими лососевыми рыбами) темпом роста при значительной плотности посадки, что является результатом многолетней селекции и отбора по этим и некоторым другим признакам. Потенция роста форели хорошо проявляется в первые три года жизни. В дальнейшем скорость роста замедляется.

Собственно радужная форель составляла основу отечественного форелеводства на протяжении более столетнего периода его развития. В последние годы породный состав существенно расширился за счет внедрения импортированных форм радужной форели (форель камлоопс,

форель Дональдсона, стальноголовый лосось, золотая форель и др.)

В связи с этим возникает необходимость сохранить чистоту линий и разновидностей, которые являются генетическим фондом форели, живой коллекцией, представляющей большой научный и практический интерес для дальнейшего развития отечественного форелеводства.

На основе современных исследований и анализа митохондриальной ДНК ученые пришли к выводу, что радужную форель следует отнести к тихоокеанским лососям рода *Oncorhynchus*, а не к атлантическим лососям рода *Salmo*. Было показано, что радужная форель является таким же биологическим видом, как и камчатская форель микижа. Поэтому ей было присвоено название *mykiss* вместо широко употребляемого ранее *gairdneri*. Изменение названия подтверждено съездом ихтиологов в 1988 г. и принято как международное. Таким образом, все формы радужной форели рекомендовано называть *Oncorhynchus mykiss*. Однако отечественные исследователи относят радужную форель к роду *Parasalmo* (Павлов и др., 2001; Савваитова и др., 1973; Титарев, 2005а, б).

**Радужная форель** (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Является традиционной формой культивирования во всех странах мира – самым распространенным рыбоводным объектом (рис. 2).

Взрослая радужная форель имеет вдоль боковой линии широкую радужную полосу от фиолетового до ярко-оранжевого цвета. Полоса особенно выделяется в период нереста у самцов. Тело покрыто многочисленными темными пятнышками, заходящими на плавники. Однако свойственные ручьевой форели красные и оранжевые пятна отсутствуют. Радужная форель имеет более удлиненное тело и более выемчатый хвостовой плавник. Ее родственные формы – стальноголовый лосось и микижа.

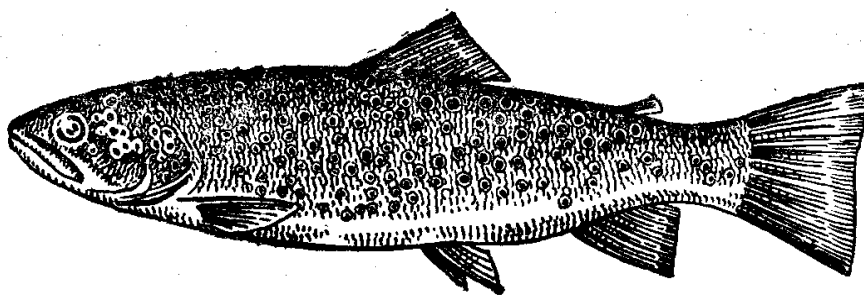


Рис. 2. Радужная форель

Родиной радужной форели является Северная Америка. В 1880 г. она завезена в Европу, а затем, примерно в 1895 г., в Россию.

Благодаря большой пластичности своего организма применительно к внешним условиям, способности активно потреблять корм, давать



высокие приросты массы тела, отменному вкусу радужная форель получила заслуженное признание рыбоводов и является основным объектом форелеводства во всем мире.

Оптимальная температура для развития ее икры составляет 6–12°C, для содержания личинок и мальков – 14–16°C, для взрослой форели – 14–18°C. Предельные температуры выживания в пресной воде колеблются в пределах 0,1–30°C. В соленой воде форель может выжить и при минусовой температуре. Оптимальная температура в соленой воде составляет от 8 до 20°C. Нормальная жизнедеятельность форели протекает при 90–100% насыщения воды растворенным кислородом, т. е. при содержании его в количестве не менее 7–8 мг/л. Содержание кислорода в количестве 3,5–6 мг/л действует на форель угнетающе. При содержании кислорода 1,2–1,3 мг/л она погибает. Активная реакция среды (рН) должна быть близкой к нейтральной и не выходить за пределы 6,5–8,5.

Весьма своеобразно форель реагирует на свет: она не выносит яркого солнечного освещения, прячется в тень, под камни, коряги, уходит в глубокие места. Наиболее активна форель в пасмурные, облачные дни, в вечерние и утренние часы. В отличие от других открытопузырных рыб она постоянно держится ближе к поверхности воды, так как наполнение плавательного пузыря воздухом у нее осуществляется только путем захвата его из атмосферы. Поэтому в замкнутых садках, целиком погруженных в воду, а также зимой в сплошь замерзающих водоемах она не может жить.

Взрослая радужная форель способна выносить океаническую соленость в пределах 35‰. Рыба с товарной массой 250–500 г хорошо себя чувствует при 20–30‰. Личинки выдерживают соленость 5–8‰, мальки-сеголетки – 12–18‰, годовики – 20–25‰.

При пересадке в воду значительно большей солености форель желательно акклиматизировать. Пересадку форели из пресной воды в соленую рекомендуется проводить весной в марте-апреле и осенью в сентябре-ноябре. В условиях Черного моря (максимальная соленость – 18‰) необходимость акклиматизации форели не возникает. Выращивание сеголетков в море можно вести начиная с массы 5 г.

Выращивание радужной форели в морской воде способствует усилению обмена веществ и ускорению темпа роста. В морской воде у форели интенсифицируется белковый обмен в связи с глубокой морфологической перестройкой организма, включающей прежде всего смену гиперосмотического типа осморегуляции на гипоосмотический при переводе из пресной воды в соленую, где форель благодаря осмотическим процессам усваивает жизненно необходимые ионы и микроэлементы, активизирующие деятельность ферментативной системы. Выращивание форели перспективно в штормоустойчивых садках в прибрежной зоне Черного моря в осенний, зимний и весенний перио-

ды. Радужная форель может созревать в условиях морской воды.

При соблюдении технологии разведения и выращивания в условиях оптимального температурного режима и высокого содержания растворенного кислорода радужная форель за 12–14 месяцев может достигать средней массы тела в пределах 150–250 г. При этом суммарная годовая продукция может составлять 150–200 кг. В течение первого года жизни она способна набрать 1 кг, второго – 1,5–2,0 кг, третьего – более 2,5 кг. Максимальная масса зафиксирована на отметке 23 кг.

Половой зрелости радужная форель обычно достигает на 3–4 году жизни. Общая продолжительность жизни составляет 11 лет. Сроки нереста в зависимости от температурного режима водоема существенно колеблются. Хотя обычно нерест приурочен к весеннему времени, но повышение температурного режима воды может вызвать нерест в осенне-зимнее и даже летнее время. Имеются породы форели, нерестящиеся круглый год.

Рабочая плодовитость самки составляет 1,5–9 тыс. икринок (в среднем 2 тыс. шт). Цвет икринок при искусственном разведении обычно желтовато-оранжевый, в естественных условиях – ярко-оранжево-красный. Диаметр икринок составляет 3–6 мм, а их масса колеблется от 40 до 125 мг. Длительность инкубационного периода значительно зависит от температуры воды (в среднем 30–45 суток, или 360–400 градусо-дней).

После рассасывания желточного мешка на 50–70% от начальной величины личинки поднимаются в толщу воды, начинают активно питаться и плавать. Длительность рассасывания желточного мешка находится в прямой зависимости от температуры воды и может продолжаться 10–40 суток (обычно 7–8 суток).

В первый год жизни масса радужной форели может достигать 10–1000 г, на второй год – 1,5 кг, на третий год – 1–2,5 кг. Темп роста тесно связан с температурой воды, степенью насыщения воды растворенным кислородом и полноценностью применяемых кормов. Наибольший рост отмечен при оптимальной температуре 16–18°C, наибольшая масса тела – 30–50 кг.

Радужная форель представляет большой хозяйственный интерес как объект фермерского рыбоводства и как добавочная рыба при разведении карпа в прудах с более холодной водой. Во многих странах она выращивается в садках, прудах и бассейнах, а также выпускается для пастбищного нагула в небольшие реки и озера для промышленного и спортивного рыболовства.

Качество мяса форели очень высокое, поэтому она повсеместно используется для диетического питания.

**Форель Дональдсона** (*Oncorhynchus mykiss Donaldson Walbaum*). Отселекционированная высокоплодовитая, быстрорастущая форма радужной форели. В Россию завезена в 1982 г. из США. Культивируется в хозяйствах Эстонии, Калининградской области, Чернореченском форелевом хозяйстве (Абхазия) и ряде других хозяйств. При благоприятных условиях среды значительно опережает по скорости роста местную популяцию радужной форели. В первый год жизни может достигать массы от 0,03 до 1 кг, во второй – от 0,5 до 2 кг, в третий – от 2 до 4,5 кг. Плодовитость одной самки может составлять более 20 тыс. икринок. Нерест в зависимости от температуры воды при содержании производителей может проходить в декабре–марте.

Оптимальная температура воды при инкубации икры составляет 8–12°C. Активно потребляет как гранулированный, так и пастообразный корм. При разведении и выращивании требует более аккуратного, щадящего отношения. При несоблюдении этих условий может наблюдаться повышенный отход икры, молоди и даже производителей. Обладает мясом высокого качества.

Работы по селекции форели Дональдсона начаты Л.Р. Дональдсоном в 1932 г. Исходной формой послужила форель из местного ручья, которая в 4 года имела массу тела 450–700 г, плодовитость 500–1000 икринок. После 40 лет работы методом семейной селекции форель стала созревать в 2 года при массе 2–3 кг. Ее средняя рабочая плодовитость составляла 5–7 тыс. икринок, а плодовитость трехлетков колебалась от 5 до 12 тыс. шт, т. е. в 10 раз больше. Отселекционированная форель уже на первом году жизни достигала массы тела 400–500 г, а в 21 месяц – 5 кг.

**Форель камлопс** (*Oncorhynchus mykiss kamloops Jordan*). Глубоководная форма радужной форели, обитающая в реках и озерах Британской Колумбии (Канада) (рис. 3). В Россию завезена в 1982 г. Созревает в возрасте 2–3 года, но доля созревших рыб меньше, чем у радужной форели. Характерное отличие – ранний осенний нерест (август – октябрь), который начинается на 2–3 месяца раньше, чем у радужной форели. Этот признак хорошо наследуется. Значительная часть самцов созревает на третьем году жизни, а у самок в этом возрасте стерильность достигает 50%. Лучшее качество половых продуктов отмечено у 2–3-летних самцов и 4-летних самок.



Рис. 3. Внешний вид форели 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 от 6 до 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 месяца.

Комбинированное выращивание и разведение форели камлоопс совместно с местной радужной форелью позволяет, сохраняя общий объем производимой продукции, использовать в два раза меньше инкубационных аппаратов и другого рыбоводного оборудования в питомном цехе.

Форель камлоопс успешно культивируется во многих форелевых хозяйствах.

**Стальноголовый лосось** (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Рыба рек тихоокеанского побережья США. Ареал распространения совпадает с радужной форелью. В Россию завезен икрой в 1965 г. из штата Орегон (США). Половозрелое стадо стальноголового лосося впервые сформировано в Абхазии.

Проходная хищная рыба, образует много жилых разновидностей. Обитает в тех же местах, где и радужная форель. Не уступает по скорости роста радужной форели, переносит воду температурой до 28°C.

Имеет типичную форелевидную форму тела. Верхняя челюсть заходит за задний край глаза. Размер головы небольшой. Хвостовой плавник слегка вогнут. Чешуя мелкая. Окраска зависит от условий обитания. Спина сверху обычно серо-коричневая, а брюшко серебристо-белое с четкой радужной полосой на боку вдоль тела. Самцы во

время нереста бывают ярко-серебристого цвета. Достигает длины 1,2 м и массы 16,3 кг (максимальная масса – 23,6 кг).

Нерест наблюдается в конце зимы или весной. Живет в тех же условиях, что форель и кумжа, но более устойчив к высокой температуре и небольшому загрязнению. Обладает более высоким темпом роста при хороших условиях питания. В искусственных условиях при разведении трудноотличим от обычной радужной форели, хотя имеет четкие морфологические отличия: у него больше жаберных лучей. Грудные, брюшные и хвостовой плавники более короткие. Отличается также от радужной форели количеством позвонков.

Различают три формы стальноголового лосося: 1) радужная форель, которая населяет маленькие ручьи и речки; 2) озерная форма, живущая в холодных глубоководных озерах; 3) мигрирующая форма, выходящая в море на откорм. Питается насекомыми и их личинками, ракообразными, при недостатке последних потребляет мелкую рыбу.

Наряду с радужной форелью является объектом искусственного разведения и выращивания, ценится как объект спортивного рыболовства.

**Калифорнийская золотая форель** (*Oncorhynchus mykiss aguabonita* Jordan, 1893). Является одним из подвигов радужной форели и обладает рядом отличительных признаков относительно мексиканской и обычной радужной форели. Имеется еще ряд разновидностей золотой форели с нечеткими систематическими признаками.

Золотую форель впервые описал Д. Джордан в 1882 г., а затем подробно – Б. Эверманн в 1905 г. С 1939 г. существует запрет на ее экспорт из США.

Изучение происхождения, систематики, морфометрии, биологии и экологии золотой форели занимались многие исследователи США. Это изучение продолжается и в настоящее время. Ее видовое название «аквабонита» (исп.) обозначает «прекрасная вода». В Россию золотая форель привезена в 1996 г.

Она отличается от всех радужных форелей яркой золотистой окраской, которая существенно изменяется в зависимости от экологии мест обитания. На первом году жизни у нее обычно преобладают серебристо-серые и лимонно-золотистые тона. Вдоль всего тела имеются 8–14 коричневато-серых поперечных пятен. На спинной части тела отмечаются черные пятнышки, большей частью сосредоточенные в хвостовой части. Плавники полупрозрачные, с белыми кончиками. Наиболее ярко окраска проявляется в нерестовый период. Окраска тела контролируется генетически и является полудоминантной.

Золотая форель легко скрещивается в природе, образуя жизнеспособных гибридов с радужной форелью и лососем Кларка. Гибриды

приобретают в основном светло-золотистую окраску и обладают ярко выраженным гетерозисом. Ее родственные формы – лосось (форель) Кларка и радужная форель. Золотая форель является эндемиком верхнего бассейна р. Керн, речек, ручьев и озер альпийского плато Сьерры-Невады штата Калифорния в США. В настоящее время расселена и обитает более чем в 300 озерах и многих ручьях протяженностью около 1,5 тыс. км в 13 округах 9 штатов США. В России культивируется в Кабардино-Балкарии и Хакасии.

Золотая форель – холодолюбивая рыба альпийских рек и озер, адаптированная к низким температурам воды, высокому содержанию растворенного кислорода. Предпочитает затененные места. Оптимальная температура воды при искусственном выращивании составляет 14–16°C. Может обитать при температуре 1–25°C.

Нерест ее в коренных местах обитания зависит от высоты местности над уровнем моря, суровости зимнего периода, температуры водоемного источника и в зависимости от гидрологического режима водоема может проходить в марте – августе. Начинается нерест при температуре 1,1°C, но в основном проходит при температуре 7,3°C. Максимальная нерестовая активность наблюдается во второй половине дня в яркие солнечные дни при температуре воды 16–18°C. Зрелые самцы отмечаются уже при достижении длины тела 10–13 см. Самки массой 300–700 г откладывают 320–1100 икринок, из которых половозрелого состояния достигают только 2% потомства.

Самка строит небольшое гнездо и после откладывания икры засыпает его гравием. Нерест происходит при соотношении 1 : 5. Всегда наблюдается преобладание самцов и их соперничество. Нерест происходит обычно при температуре воды 15°C и может продолжаться даже при температуре 21°C.

Половозрелости золотая форель обычно достигает на 3–4 году жизни. Всего за весь период жизни (6–7 лет) она нерестует три раза. В природе может достигать массы 5 кг. При культивировании в промышленных условиях сеголетки могут достигать массы 50–70, годовики – 90–113 и двухлетки – 300–700 г. Активно потребляет тестообразные и гранулированные корма. Обладает яркой золотистой окраской. Золотая форель – слабоконкурентоспособная рыба.

В 1998 г. были начаты работы по созданию породы радужной форели «адлерская янтарная». Исходным материалом послужила икра радужной форели мутантной окраски с Чегемского рыбного завода.

**Форель радужная Адлер (*Oncorhynchus mykiss* W.).** Порода выведена путем отбора особей желательного генотипа. Работы начаты в 1975 г. В хозяйстве-оригинаторе средняя масса четырехгодовалых самок составляла 2328, самцов – 2227 г.; индекс прогонистости – от

3,6–4,2 до 4,2–4,5. Масса икринки – 72,8 мг, рабочая плодовитость – 4428 шт, индекс репродуктивности – 144–170 г. Выживаемость эмбрионов составляла 75–93%. Получена скрещиванием форели Дональдсона и стальноголового лосося.

Форель Адлер зарегистрирована в 1997 г. в Госреестр селекционных достижений. Средняя продолжительность нереста – 73 сут. Самки созревают в ноябре. Рабочая плодовитость – 2990–6225 икринок, средняя масса икринки – 44–98,4 мг. Объем эякулята – 8,6–17,1 мл. Товарной продукции (200–250 г) достигают к концу первого года или к началу второго года выращивания – это на 2–2,5 месяца раньше, чем при выращивании местной радужной форели.

В 1991 г. с созданием Федерального селекционного генетического центра России (ФСГЦР) начаты работы по созданию многоотводочной породы ропшинской форели, которая будет иметь трехотводочную структуру:

- 1) росталь (ропшинский стальноголовый лосось);
- 2) рофор (местная ропшинская форель);
- 3) родон (ропшинский Дональдсон).

**Форель радужная Рофор** (*Oncorhynchus mykiss* W.). При создании породы радужной форели Рофор основная задача заключалась в достижении пластичности, которая позволяла разводить ее в рыбоводных хозяйствах разных типов, а также успешно использовать эту породу в качестве исходного селекционного материала при создании новых пород радужной форели.

Ропшинская порода форели Рофор создавалась около 50 лет и обладает высокой плодовитостью и выживаемостью, хорошим темпом роста. В условиях холодноводных хозяйств Северо-Запада России 4-годовалые производители форели Рофор 10-го поколения селекции обладают средней массой тела около 2 кг и плодовитостью 4300 икринок. Выход товарной продукции на одну самку достигает 420 кг порционной рыбы.

В 1948 г. в г. Ропшу была завезена из Германии (из хозяйства «Марсель») икра радужной форели. Из этой икры было выращено 9,5 тыс. шт двухлеток, а к 1952 г. было создано маточное стадо форели из 2500 особей. Это стадо явилось основой создания ропшинской породы радужной форели Рофор.

Порода получена от скрещивания самок местной популяции радужной форели (г. Ропша, Ленинградская обл.) и самцов, выращенных из икры радужной форели, завезенной из Дании, методом массового отбора на ранних этапах и индивидуального отбора с оценкой производителей по качеству потомства в дальнейшем. Включена в Госреестр в 1999 г. Обладает высокой плодовитостью, выживаемостью и хорошим темпом роста. Характеризуется высокой приспособленностью

к условиям холодноводных садковых (озерных) хозяйств.

**Форель радужная Росталь** (*Oncorhynchus mykiss* W.). Основная задача при создании радужной форели Росталь заключалась в получении высоких показателей роста, выживаемости и продуктивности в условиях холодноводных хозяйств с преимущественно ключевым водоснабжением.

Порода форели Росталь создавалась методом индивидуального отбора и семейной селекции на протяжении 25 лет. В условиях холодноводных хозяйств Северо-Запада России (среднегодовая температура воды – 6–8°C) 4-годовалые производители форели Росталь VI поколения селекции имеют среднюю массу тела 2,5 кг и рабочую плодовитость 5,5 тыс. икринок. Выход товарной продукции на одну самку достигает в 2-летнем цикле производства 900 кг.

**Кумжа** (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758). Кумжа (рис. 4) – проходная рыба. Она входит в реки Европы от Пиренейского полуострова на юге до Печоры на севере. Обитает она и в Белом, Балтийском, Черном, Аральском морях. В Америке кумжа акклиматизирована. Крайний западный пункт ее естественного распространения – Исландия.



Рис. 4. Кумжа

Обычные размеры кумжи – длина до 30–70 см и масса 1–5 кг, но бывает и до 12–13 кг. Это ценная промысловая рыба. Она может нереститься в верховьях рек, но иногда нерест проходит в мелких притоках, низовьях и холодноводных озерах. Кумжа более привязана к пресной воде и, по-видимому, не совершает в море больших миграций, придерживаясь предустьевых районов. Желудки пойманных в море кумж содержали мелкую рыбу (песчанку, молодь сельди и корюшки, колюшку), крупных ракообразных. Замечено, что идущая на нерест кумжа продолжает питаться, хотя и менее интенсивно. Молодь кумжи проводит в пресной воде от 3 до 7 лет. Кумжа бассейна Балтийского моря покидает пресную воду на второй или третий год жизни. Скатывается в море при длине в 20 см. За четыре года морской жизни кумжа достига-



ет длины 50–60 см. Растет медленнее, чем семга. На зимовку кумжа поднимается из моря в реки. У нее отмечены яровые и озимые формы.

Кумжа, обитающая в Черном и Азовском морях, образует особый подвид – черноморский лосось (*Salmo trutta labrax* Pall.), отличающийся от типичной формы большим числом жаберных тычинок и высоким хвостовым стеблем. Окраска черноморского лосося различна. Иногда черные пятна, характерные для кумжи, могут совсем отсутствовать. Этот подвид в последнее время стал довольно редок. В реки черноморского побережья он входит на нерест весной (конец апреля – начало мая), а в районе Сухуми, начиная с февраля, нерест происходит зимой. Черноморская кумжа крупнее типичной (обычно масса составляет 7 кг, редко – до 24 кг).

По-видимому, когда Каспийское море было соединено с Азовским, в него проникла кумжа, образовав со временем новый подвид – каспийский лосось (*Salmo trutta caspius*). Отличается более низким хвостовым стеблем. Это, по-видимому, самый крупный лосось Европы: известны случаи поимки рыб массой 33 и даже 51 кг. По строению зародыша и числу хромосом каспийский лосось является сильно отклонившейся формой кумжи.

Каспийский лосось входит для нереста в реки главным образом западного берега – больше всего его в р. Куре, реже в Тереке, Араксе, Ленкоранке. В крупнейшую реку Каспия – Волгу он входит единичными экземплярами. Изменение характера стока Волги практически стало причиной полного исчезновения волжского стада. Сейчас лишь в Куре имеется нерестовое стадо, которое может служить объектом промысла. Каспийского лосося разводят на ряде рыбоводных заводов искусственным путем.

У каспийского лосося также имеются яровые и озимые формы. Яровая форма входит в Куру в октябре с почти зрелыми половыми продуктами, поднимается по реке относительно невысоко и нерестится в том же году. Это сравнительно мелкий лосось (до 12 кг). Крупная озимая форма идет на нерест с ноября по февраль (чаще в декабре–январе). Половые продукты у нее развиты слабо, средняя масса составляет не более 15 кг, и поднимается она очень высоко, до истоков Арагви. Сейчас, когда плотины гидроэлектростанций преградили лосося путь в Арагви, он нерестится в бассейне рек Алазани и Храмы. От 8 до 11 месяцев озимые лосося созревают в реке. Молодь живет в реке до двух лет. Сходные сезонные формы обнаружены и у лососей, входящих в другие реки (Самур, Терек).

Кумжа более привязана к пресной воде, чем семга. Везде, где имеется проходная форма, а также там, где она в период более холодного климата существовала, имеются озерные и ручьевые формы кумжи, со-

зревающие не выходя в море. Их называют форелями.

Является ценным перспективным объектом холодноводного рыбоводства.

**Ручьевая форель** (*Salmo trutta morpha fario* Linnaeus, 1758). На теле и спинном плавнике имеются черные и красные пятнышки. Как правило, красные пятнышки окаймлены светлым ободком. Окраска сильно варьирует от темной до светлой. Зубы на рукоятке сошника в два ряда, сохраняются всю жизнь. Боковая линия содержит 115–132 чешуйки.

Распространена в Западной Европе от Мурманского побережья и Исландии до Средиземного моря: в горных речках и ручьях высотой до 1500 м над уровнем моря, а также на Балканском полуострове, в Малой Азии, Марокко, Алжире, Иране (у Тегерана). Нет ручьевой форели в Японии и Америке (здесь ручьевой форелью называют гольца *Salvelinus*).

В России обитает в ручьях Кольского полуострова, в бассейнах Балтийского, Белого, Каспийского (Волга, Урал), Черного и Азовского морей (реки Крыма, Кубань, Днестр, Березина). В Печоре, в реках Сибири и на Дальнем Востоке отсутствует.

Все так называемые форели представляют (по Л.С. Бергу) ту или иную форму *S. trutta* и ее подвидов, отрезанную от моря и приспособившуюся к жизни в речках и ручьях.

Ручьевая форель – типично холодноводная рыба, живущая преимущественно в горных речках и ручьях, а также в равнинных речках с песчано-галечным грунтом, холодной чистой водой, богатой кислородом.

Нерест происходит с сентября по март, преимущественно в октябре–ноябре, при температуре воды ниже 6–8°C, на мелководных участках с быстрым течением, на каменисто-галечном грунте. Самки закапывают икру в грунт. Форель часто поднимается для нереста в верховья речек и ручьев.

Плодовитость составляет в среднем 200–1500 икринок (1–2 тыс. икринок на 1 кг массы рыбы). Икра оранжевого цвета, диаметр икринки – 4–6,5 мм. Развитие икры длится до 200 дней при температуре воды 1–2°C и до 65 дней при температуре 6–7°C. Вылупившиеся личинки имеют длину 2–2,5 см, снабжены большим желточным мешком, который рассасывается через 20 суток.

Ручьевая форель живет до 12 лет и достигает (в исключительных случаях) массы 10–12 кг. Обычная длина – 25–37,5 см, масса – 0,2–0,8 кг, реже 1–2 кг.

Половая зрелость наступает на третьем-четвертом году жизни.

При благоприятных условиях ручьевая форель за два года достигает 500 г массы: в малопродуктивных водоемах в возрасте 3–4 года она имеет массу всего 80–90 г. В прудовом хозяйстве «полупорционная» форель ве-

сом 130–170 г на естественном корме выращивается на вторую-третью осень; «порционная», весом около 350 г, – на третью-четвертую осень.

Молодь питается мелкими ракообразными и личинками насекомых, взрослые – личинками насекомых, поденками, личинками стрекоз, хириномидами, гаммарусами, мелкими моллюсками, падающими в воду насекомыми, икрой (часто собственной), рыбой (бычками-подкаменщиками, гольяном), головастиками, лягушками и даже мелкими млекопитающими (грызунами). В питании конкурентами форели являются хариус, гольян, подуст, бычок-подкаменщик. Врагами являются налим и хариус, которые поедают икру на нерестилищах. Молодь форели пожирает щука.

Ловится в естественных водоемах, искусственно разводится для спортивного интереса в речках и ручьях, является также объектом прудового хозяйства. В качестве объекта спортивного рыболовства форель усиленно разводится в Западной Европе.

Прудовые форелевые хозяйства, занимающиеся разведением и выращиванием ручьевой форели, находятся в Ленинградской области, Краснодарском крае и Западной Украине.

Ручьевая форель давно акклиматизирована в Южной Африке, Австралии, Тасмании, Новой Зеландии.

**Арктический голец** *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758). Обладает чрезвычайно мелкой чешуей, плотно прилегающей к телу, с первого взгляда совсем незаметной (рис. 5). Верхняя челюсть у взрослых особей несколько заходит за глаз. Передние лучи грудных, брюшных и анального плавников белые. Число продольных рядов чешуй между боковой линией и жировым плавником – 17 (у семги – 13, у кумжи – 15). Боковая линия – 130–140. Жаберных тычинок – 18–30. Жаберных лучей обычно 10–12. Пилорических придатков – 30–44; DIII–IV – 8–11, AIII–IV – 7–9, PI – 12–14, VI – 7–9.



Рис. 5. Арктический голец

Ближайшими родственными формами являются озерные формы голецов, или палии, – мальма (*S. malma*) в бассейне Тихого океана, за-

тем благородные лососи (*Salmo*).

Распространен циркумполярно: Гренландия, Исландия, Северная Норвегия (севернее 65° с. ш.), остров Медвежий, Шпицберген, Новая Земля, побережье Сибири, арктическая Канада, Гудзонов залив. К северу доходит до 82° с. ш. В Тихом океане заменяется тихоокеанским гольцом, или мальмой (*Salvelinus malma*).

Озерные формы гольцов, или палии, распространены в озерах Финляндии, Швеции, Южной Норвегии, Альпийских гор, Англии, Ирландии, Шотландии, Оркнейских и Шетландских островов, Исландии. В России – в озерах Кольского полуострова, Карелии, Онежском и Ладожском, озерах Северной Сибири и в бассейне Байкала.

Это типичная холодноводная проходная рыба, весьма характерная для арктической области, размножающаяся в пресных водах, но высоко по рекам не поднимающаяся.

Нерест происходит осенью, в сентябре–ноябре, в реках (на Новой Земле и Шпицбергене – в озерах). Плодовитость гольца колеблется от 3 до 21 тыс. икринок.

Икра донная, диаметром до 5 мм. В сентябре мальки достигают длины 2,5–8,5 см (на Новой Земле). Первые два-четыре года молодь проводит в пресных водоемах.

В озере Даватчан (бассейн реки Олекмы) в Забайкалье обнаружена карликовая (до 20 см) бентосоядная форма гольца *Salvelinus alpinus*, резко отличающаяся от двух ранее описанных из этого озера форм – крупной рыбацкой и мелкой, питающейся планктоном и воздушными насекомыми (Алексеев, Пичугин, 1998).

Обычная длина – 30–50 см, вес – 0,3–1,5 кг. Достигает длины 88 (иногда до 100) см и массы 16 кг. Живет до 11–12 лет.

Половая зрелость наступает на шестом-седьмом году жизни.

Пищу взрослых гольцов составляет молодь тресковых (на западном побережье Новой Земли), мойва, песчанка, керчаки, отчасти ракообразные, черви, личинки Chironomidae (мотыль) и др. Молодь в пресных водах питается личинкам Chironomidae, комарами и мухами («воздушное питание»), подурами, ракообразными (Copepoda и др.)

К конкурентам относятся кумжа, озерная форель и некоторые другие лососевые. Чайки-бургомистры являются врагами, вылавливающими на озерах Новой Земли гольцов из-под льда.

Взрослые гольцы живут в море, откуда заходят в низовья рек для нереста и зимовки. На материке голец входит в реки в июле–августе, на островах (Медвежий, Шпицберген, Новая Земля) – в августе–сентябре, а скат из озер и рек в море наблюдается в июне–июле.

Голец имеет местное промысловое значение. В промысловом количестве встречается на Новой Земле, в Чешской губе и низовьях реки

Кары, а также в низовьях сибирских рек (Обь, Енисей, Лена). В более или менее значительном количестве добывался на Новой Земле и в Карельской губе. Вылавливают его ставными неводами, в любительском рыболовстве – спиннингом.

Может играть определенную роль при искусственном разведении и зарыблении местных водоемов.

**Микижа** *Oncorhynchus mykiss* (Walb.). Американские ихтиологи относят микижу (рис. 6), тихоокеанских благородных лососей и форелей к роду *Oncorhynchus* (общепринятое международное название). Некоторые отечественные исследователи полагают неправомерным отнесение микижи к тихоокеанским лососям и относят ее, тихоокеанских благородных лососей и форелей по азиатскому и американскому континентам к роду *Parasalmo* (Савваитова и др., 1973; Павлов и др., 2001; Федоров, Шейко, 2000).



Рис. 6. Камчатская микижа

Микижа упоминалась в качестве возможного объекта форелеводства А.Н. Елеонским в 1936 г. и С.И. Куренковым в 1963 г. Уверенность в успехе ее внедрения появилась с доказательством того, что стальноголовый лосось и радужная форель являются ее ближайшими родственниками. Таким образом, камчатская микижа может стать не менее ценным объектом рыбоводства и акклиматизации, чем стальноголовый лосось и радужная форель (Титарев, 2005а).

Микижа обитает в реках и озерах Камчатки. В зависимости от биологических свойств делится на проходную, пресноводную и жилую. Проходная, в свою очередь, подразделяется на типично проходную и прибрежную. У проходной образуется карликовая форма.

Пресноводная делится еще на речную эстуарную, речную и озерную (Савваитова и др., 1973). Для разведения в хозяйствах рекомендуется микижа рек Западной Камчатки.

Проходная микижа достигает длины 96 см. Идет на нерест в сентябре–ноябре с незрелыми половыми продуктами. Нерест проходит весной в апреле–мае подо льдом. Молодь живет в реке 1–3 года, скатывается в море в мае–июне. Взрослые рыбы в пресной воде не питаются.

Обычные размеры пресноводной микижи составляют 35–45, редко до 75 см. На теле имеются черные пятна. Ярко-красная малиновая по-

лоса наблюдается по бокам и на жаберной крышке. Нерест проходит в апреле–июне при температуре воды 2,7–8,1°C. Часть рыбы нерестится осенью и зимой. Ход начинается с конца августа, а завершается подо льдом в ноябре–декабре.

Найдено, что микижа отличается повышенной жизнестойкостью по сравнению с радужной форелью и стальноголовым лососем. Ее культивировали в форелевом хозяйстве «Ропша» (Ленинградская область), в Латвии и Казахстане (Титарев, 2005а).

Икру микижи возможно инкубировать при солености 5–6‰, при этом снижается поражение сапролегнией и увеличивается процент выхода предличинок. При солености 10‰ выживает даже подо льдом.

В России микижа в основном распространена в водоемах полуострова Камчатка. Единично встречается в водоемах материкового побережья Охотского моря, в Амурском лимане к югу от устья Амура и на Командорских островах, а также на острове Большой Шантар.

Пресноводная форма обитает повсеместно на Камчатке, но максимальной численности достигает в водоемах восточного побережья, также имеющих тундровое питание (Савваитова и др., 1973). Реликтовая популяция обитает на Шантарских островах. В целом вид имеет амфипацифическое распространение. В Америке он известен от Аляски до Калифорнии.

У пресноводной микижи на спине и боках тела до боковой линии многочисленные х-образные темные пятнышки. Они есть и на хвостовом стебле ниже боковой линии, иногда на боках за головой в передней части тела. Также имеются круглые черные пятна на голове. Много темных пятнышек на спинном, жировом и хвостовом плавниках. Жировой плавник не всегда окаймлен черной полосой. Грудные, брюшные и анальный плавники – розовые или ярко-красные, наружные лучи – белые. Расположены на боках тела вдоль боковой линии и на жаберных крышках.

Проходная форма (камчатская семга) встречается в тундровых реках западного побережья Камчатки и в небольшом количестве, вероятно, заходит в некоторые реки восточного побережья Камчатки.

Проходная форма – стройная рыба с относительно небольшой головой и высоким хвостовым стеблем. Пресноводная микижа имеет форелеподобное вальковатое и более высокое тело. Верхняя челюсть у обеих форм довольно массивная, однако не всегда заходит за задний край глаза или, как обычно, направлена вниз под углом и не параллельна ему. Хвостовой плавник прямой или слабовеямчатый.

Половой диморфизм наиболее резко проявляется в пропорциях головы, длине челюстей, ширине нижней челюсти, наибольшей высоте и толщине, величине выроста на нижней и верхней челюстях. У самцов они больше. Особенно резко различия между полами выражены во

время нереста.

У проходной форели выше боковой линии разбросаны немногочисленные темные пятна. Есть они на спинном, жировом и хвостовом плавниках, особенно многочисленны на хвостовом стебле, есть ниже боковой линии. Вдоль боковой линии имеется бледно-розовая, не всегда заметная полоса; жаберные крышки розоватые. Их окраска становится интенсивнее в период нереста. У некоторых рыб розовыми бывают нижняя челюсть и грудные, брюшные и анальный плавники.

Микижа в камчатских реках практически всеядна, но в разных реках или даже в разных участках рек состав ее пищи неодинаков. В относительно небольших реках основу питания микижи составляют беспозвоночные – личинки и имаго амфибиотических насекомых, жуки, бабочки и др., в меньшей степени рыба (молодь тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*, трехиглая корюшка *Gasterosteus aculeatus*, молодь гольцов *Salvelinus* и корюшки *Osmerus sp.*). Отличительной чертой питания камчатской микижи является высокое потребление ею мелких наземных млекопитающих – мышевидных грызунов.

Исследования сотрудников МГУ показали, что микижа обладает всеми теми положительными биологическими свойствами, которые определяли успех хозяйственного освоения *S. gairdneri* (*O. mykiss* W.): раннее созревание, быстрый рост и большая экологическая пластичность, проявляющаяся в наличии жилой и проходной форм, в способности жилой формы обитать как в реках, так и в озерах, в разделении проходной формы на группы типично проходных, прибрежных и жилых особей.

Возможно, микижа в меньшей степени будет подвержена тем заболеваниям, которые наблюдаются у радужной форели. Близость микижи к стальноголовому лососю и лососю Кларка открывает широкие перспективы для гибридизации. Можно надеяться, что потомство от скрещивания микижи с американскими лососями не только окажется плодовитым, но и обнаружит гибридную мощь – гетерозис (Савваитова и др., 1973).

**Сахалинский таймень** *Hucho perryi* (Brevoort, 1856). По сравнению с обычным тайменем имеет крупную чешую. Окраска рыб в море серебристая, в реке – с красноватым оттенком. На боках тела имеется 5–8 светло-малиновых поперечных полос. Крупная рыба: более 1 м длины и 25–30 кг веса.

Проходная рыба. Заходит в реки Сахалина и Южного Приморья. Эвригалинная. Известна в солоновато-водных озерах. Нерест проходит в низовьях быстротекущих рек в мае–июне при температуре 8–12°C, на перекатах, на глубине 0,3–1 м. Икру зарывает в гнездо. Инкубационный период длится около 1 месяца. Взрослые рыбы после нереста не

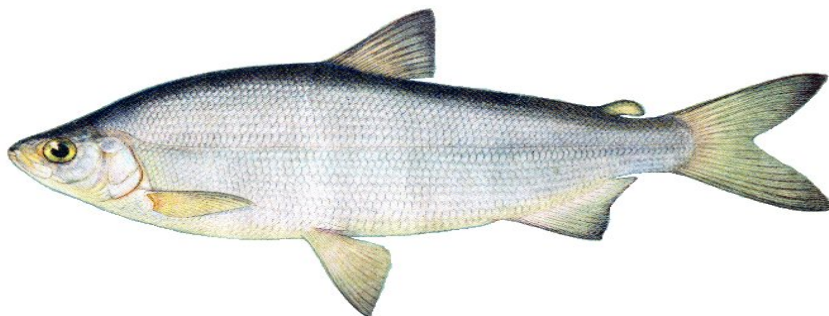
погибают. Молодь проводит в реках 2–3 года. Питается сначала личинками и взрослыми насекомыми, в дальнейшем рыбой (малоротая корюшка, колюшка и др.). Объект местного промысла.

Этим не исчерпывается перечень холодноводных объектов, которые могут быть культивированы в промышленных условиях.



## ***Рыбоводно-биологическая характеристика некоторых объектов сигового хозяйства***

**Пелядь** (*Coregonus peled* (Gmelin)). Пелядь – планктоноядная рыба, хотя может быть зоопланктофагом и даже хищником. В садках может питаться гранулами (крошкой). Относится к ценным объектам промысла в водоемах Крайнего Севера и Сибири. Естественный ее ареал – от Мезени до Колымы. Имеются полупроходная форма пеляди, совершающая длительные нерестовые миграции, и озерная форма, живущая в замкнутом водоеме. С середины 50-х гг. пелядь как перспективный объект рыбоводства была акклиматизирована в водоемах Северо-Запада России (Головков, Кузьмин, 1963). Разводят ее также в Финляндии, Польше, Германии, Прибалтике и Белоруссии. Благодаря своей высокой экологической пластичности она адаптировалась в озерах и водохранилищах разных климатических зон центральной и южной частей России. Пелядь выдерживает понижение кислорода в воде до 2,5–3,0 мг/л. Выживает при 0,06 мг/л. Температурные границы ее обитания находятся в пределах 0,1–25°C (оптимум – 15–18°). Масса производителей достигает 2–3 кг (рис. 7). Половая зрелость наступает в возрасте от трех до шести лет. Средняя плодовитость озерной формы пеляди составляет 20–25, а речной – 30–40 тыс. шт икринок. Абсолютная плодовитость колеблется от 29 до 105 тыс. шт. Срок нереста – с октября по декабрь.



*Рис. 7. Пелядь*

В Ропше было создано племенное маточное стадо пеляди, отличающееся повышенной плодовитостью – 35 тыс. шт (Андряшева, 1986). Личинки пеляди вылупляются весной (конец апреля–начало мая) и первые дни держатся у поверхности, питаются мелкими формами фито- и зоопланктона. Обычно молодь и взрослые рыбы питаются зоопланктоном. При недостатке планктонных ракообразных (биомасса менее 2 мг/л) пелядь легко переходит на питание бентосом (мотыль) и даже фитопланктоном. Темп роста в водоемах колеблется: сеголетки достигают массы 10–15, двухлетки – 25–90, трехлетки – 39–172, четырехлетки – 57–285, пятилетки – 81–480 г, но при благоприятных кор-

мовых условиях двухлетки способны достигать 500, а трехлетки даже 1000 г. В северо-западных областях в озерных питомниках получают до 150 кг/га пеляди.

**Ряпушка** (*Coregonus albula* Linneus – европейская ряпушка; *Coregonus sardinella* Valenciennes – сибирская ряпушка). Широко распространена в озерах и озерно-речных системах бассейнов Балтийского и Белого морей и Северного Ледовитого океана. На западе граница проходит от озер Дании, на востоке – до реки Анадырь (рис. 8).

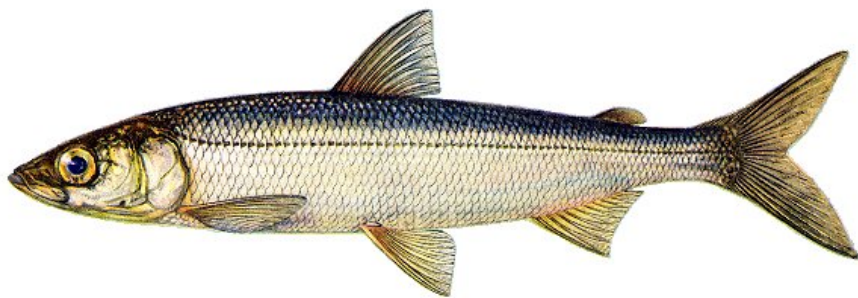


Рис. 8. Ряпушка европейская

Ряпушка предпочитает температуру воды 12–18°C. Половозрелой становится на втором году жизни. Нерест проходит перед самым ледоставом или сразу после него при температуре воды 2–8°C. Плодовитость колеблется от 8 до 20 тыс. икринок, переславской ряпушки – от 21 до 57 тыс. шт. Икра донная, слабосклеивающаяся, диаметром 1,0–1,4 мм, после набухания – 2,0–2,2 мм. Длительность инкубационного периода при температуре воды менее 1,0°C – около 160 суток. Вылупление происходит в апреле–мае. Длина личинок – 5–7 мм, масса – 1–3 мг. Личинки держатся в прибрежных участках и открытой части озера. Питаются мелкими водорослями и коловратками, с возрастом переходят на питание зоопланктоном. Являясь типичным планктонофагом, могут потреблять и ракообразных.

Мелкая ряпушка за 1–2 сезона достигает массы взрослой особи 10–20 г. Крупная – в возрасте сеголетка – имеет массу 8–23 г, двухлетки – 27–163 г, четырехлетки – 150–300 г. При выращивании в поликультуре ряпушка дает 10–15 кг/га рыбопродукции.

**Байкальский омуль** (*Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)). По мнению Ю.С. Решетникова, байкальский омуль является пресноводной формой ледовитоморского арктического омуля, который нерестится в реках бассейна Арктики – от Мезени на западе до Чаунской губы на востоке (рис. 9).

Из всех сиговых рыб омуль населяет наиболее северные районы, переносит соленость до 22‰.

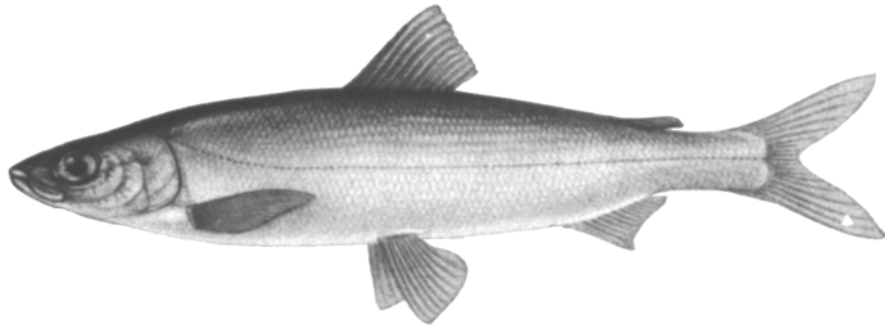


Рис. 9. Байкальский омуль

Озерно-речная стайная рыба. Половозрелым становится на четвертом-шестом году жизни, самцы – на год раньше. Нерест проходит на каменистых, каменисто-песчаных и каменисто-галечных грунтах на глубине 0,3–2 м в воде с низкой минерализацией (21–135 мг/л для малых притоков и 44–1025 мг/л для крупных притоков Байкала). Насыщение воды кислородом составляет 89,5–101,4%, а содержание диоксида – 1,65–5,6 мг/л. В Байкале обитают четыре экологические расы, нерест которых происходит в определенных притоках озера. Нерест проходит в начале октября при температуре воды 4–5°C. Плодовитость байкальского омуля колеблется от 8 до 56 тыс. икринок. Диаметр икры составляет 2,1 мм, цвет соломенный до ярко-оранжевого. Вылупление эмбрионов происходит в апреле–мае. Личинки длиной 12–13 мм скатываются из рек в прибрежные участки озера. Питаются мелкими формами фито- и зоопланктона. Затем через месяц молодь отходит в глубокие районы озера. Взрослые омули питаются крупным зоопланктоном, веслоногими рачками, пелагическими гаммаридами, молодью бычков и голомянок. Омуль не является быстрорастущей рыбой. Сеголетки имеют массу 11–14 г, семилетки – 450–600 г.

**Чир** (*Coregonus nasus* (Pallas)). Полупроходная озерно-речная рыба, является одной из самых ценных рыб среди сиговых. Распространен от Печоры до Анадыря и Пенжи (рис. 10). Его места обитания находятся за Полярным кругом. Нерестует в октябре–ноябре в реках на течении, реже в озерах во время ледостава при температуре воды около 0°C.

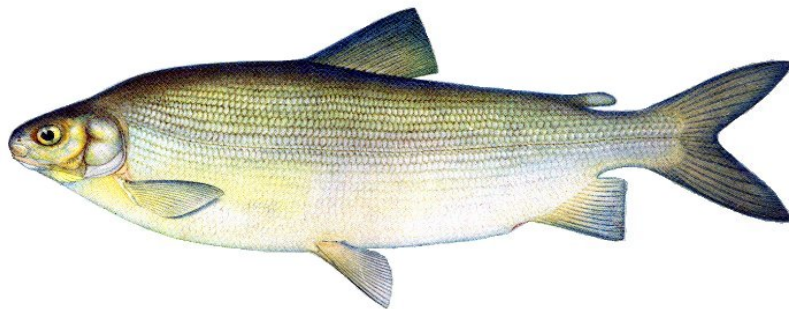


Рис. 10. Чир

Половой зрелости чир достигает на седьмом-восьмом году. Абсолютная плодовитость самок чира составляет 65 тыс. икринок, рабочая плодовитость колеблется в пределах 17–35 тыс. икринок. Впервые искусственное разведение чира стало возможным с 1959 г., когда экспедиция ГосНИОРХа собрала на реке Сыне (приток Малой Оби) и перевезла в Ленинградскую область икру чира (Головков, Крупкин, 1974; Волошенко, 1982).

Высокий темп роста чира отмечался при разведении его в озерах Карелии. В апреле 1965 г. в озеро Кивиламбу было выпущено 40 тыс. личинок (7,7 тыс. шт/га). К осени сеголетки достигли средней массы 59 г. В последующие годы темп роста оставался высоким: двухлетки достигли 600 г, трехлетки – 950 г.

**Пыжьян** (*Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin)). Распространен в бассейне Северного Ледовитого океана от мыса Нордкап до Анадыря. Обычно проходная или полупроходная рыба, обитающая в прибрежных участках морей, откуда выходит для нереста в многочисленные реки. Встречается и жилая форма. Нерест проходит на мелководьях при температуре воды 0,2–0,4°C.

Сроки нереста растянуты со второй половины сентября до конца ноября. Плодовитость колеблется от 4 до 50 тыс. икринок диаметром 1,2 мм. Инкубация продолжается до середины мая. Обычная длина промыслового пыжьяна – 20–40 см, масса – 300–500 г, иногда до 1,6 кг (рис. 11). Половая зрелость наступает на пятом – девятом году жизни. Питается в основном зообентосом, но может использовать зоопланктон. Отношение к качеству воды и температуре аналогично другим сиговым рыбам.

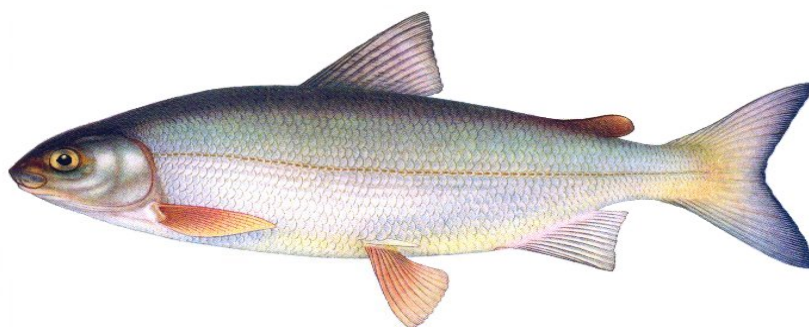


Рис. 11. Пыжьян

Имеется опыт выращивания пыжьяна в поликультуре в озерах Ленинградской и Тюменской областей, где двухлетки его достигают массы 150–200 г. Отмечено специфичное для всех видов сигов при их переселении в более южные районы увеличение темпа роста. В рыбохозяйственном отношении это перспективный вид. Биотехника разведения та же, что и для пеляди.

**Пелчир.** Это гибридная форма между пелядью и чиром. По ряду рыбохозяйственных качеств обладает преимуществами по сравнению с исходными видами. Спектр питания его значительно шире. Пелчир в равной степени использует зоопланктон и зообентос. Темп роста в 1,5–2 раза выше, чем у пеляди. Пелчир более устойчив к заболеванию диплостомозом, чем чир и муксун, а выживаемость его сеголеток при выращивании в озерах и прудах в 4–5 раз выше, чем у чира.

Хорошие результаты при выращивании сеголетков и двухлетков пелчира получены в водоемах Ленинградской, Московской, Курской областей. Рыбопродуктивность озер за счет пелчира повышается на 100–150 кг/га. Вид является очень перспективным в рыбохозяйственном отношении, так как самцы чира, выращенные в озерах и прудах, дают доброкачественную сперму, а выживаемость гибридной икры за время ее инкубации такая же, как у пеляди и других сиговых.

**Муксун** (*Coregonus muksun* (Pallas)). Муксун – полупроходная рыба, является одним из основных объектов промысла на севере Сибири – от Оби до Колымы (рис. 12). Нерестовая миграция вверх по рекам начинается в конце июля и заканчивается в конце октября. Оптимальная температура воды для нереста перед самым ледоставом – не ниже 4°C. Половой зрелости муксун достигает в возрасте 6–7 лет (Колыма), 7–9 (Обь), 9–10 (Енисей), 11–13 лет (Лена). Рабочая плодовитость самок – 25–75 тыс. икринок.

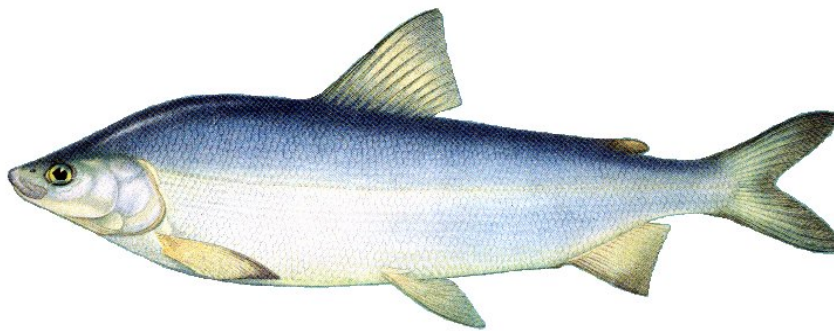


Рис. 12. Муксун

Впервые этот вид для акклиматизационных работ на Печоре, Северной Двине и Финском заливе был рекомендован П.А. Дрягиным в 1953 г. Целесообразность вселения муксуна в водоемы Северо-Запада была биологически обоснована В.Н. Сергеевым в 1967 г. (Титарев, 2005в). В новых условиях выращивания (озерах и прудах) получены высокие показатели по росту, выживаемости и рыбопродукции (Головков, Крупкин, 1974; Волощенко, 1982).

**Чудской сиг** (*Coregonus lavaretus maraenoides* Poljakow). Обитает в Псковском и Чудском озерах, для нереста заходит в озеро Теплое. Хорошо приживается в озерах эвтрофного типа с хорошим кислород-

ным режимом. Нерест проходит в конце ноября – начале декабря на каменистых прибрежных отмелях. Плодовитость составляет 16,5–82,5 тыс. икринок, икра донная. Половая зрелость наступает на пятом году жизни. Питается в равной степени как бентосом, так и планктоном. Крупные рыбы могут потреблять мелкую рыбу (снеток).

Является удобным объектом садкового рыбоводства в северной и западной зонах страны (рис. 13).

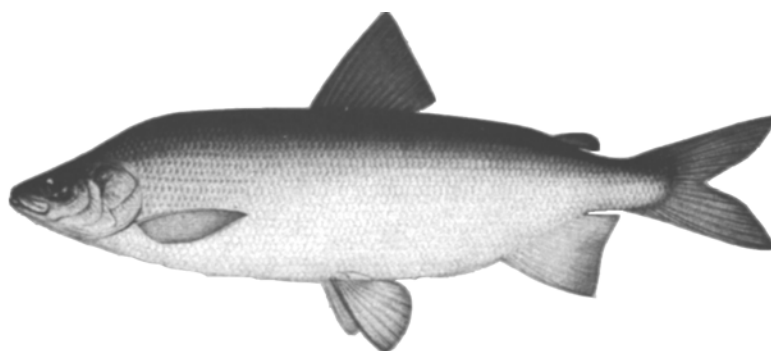


Рис. 13. Сиг чудской

Оптимальная температура – 14–18°C. Содержание кислорода должно быть выше 6 мг/л. Хорошо переносит зимовку подо льдом. Требования к газовому и химическому составу воды, за исключением солевого, такие же, как у форели. Нерест в реках на галечно-песчаном дне. Температура нереста составляет 2–4°C. Хорошо переносит зимовку подо льдом. Зоопланктонофаг. В садках питается гранулированным кормом, а также фаршем из рыб. Товарная масса двухлеток – до 200, четырехлеток – до 500 г.

**Сиг-лудога** (*Coregonus lavaretus ludoga*). Сиг-лудога находит применение в садковом рыбоводстве аналогично чудскому. Как и первый, нерестится при температуре 2–4°C на галечном грунте в прибрежной части озер. Возраст половозрелости составляет 4–5 лет. Оптимальная температура – 14–16°C.

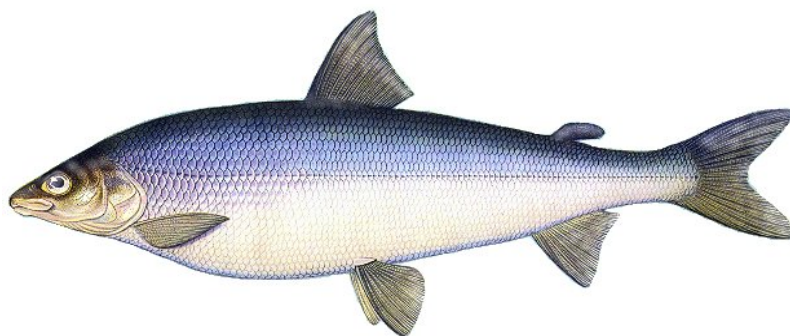


Рис. 14. Сиг-лудога

В остальном похож на чудского сига (рис. 14).

### ***Рыбоводно-биологическая характеристика осетрообразных рыб***

Высокая адаптационная пластичность осетрообразных рыб, позволяющая им обитать в различных экологических условиях естественных водоемов, является основой для развития новой отрасли рыбоводства – товарного осетроводства. Из осетрообразных рыб хозяйственное значение имеют семейства осетровых и веслоносовых (рис. 15).

Семейство осетровых (Acipenseridae) содержит четыре рода: ложные лопатоносы (*Pseudoscaphirhynchus*), лопатоносы (*Scaphirhynchus*), белуги (*Huso*), осетры (*Acipenser*). В водоемах нашей страны обитает несколько видов осетровых. Все они бентофаги или хищники. Большое хозяйственное значение имеют род белуги (*Huso huso*) и осетры (*A. guldenstadtii* – русский осетр, *A. stellatus* – севрюга, *A. medirostris* – сахалинский осетр, *A. baerii* Brant – сибирский осетр, *A. chrencki* Brandt – амурский осетр, *A. ruthenus* – стерлядь). Проводятся работы по воспроизводству и выращиванию калуги (*Huso dauricus*).

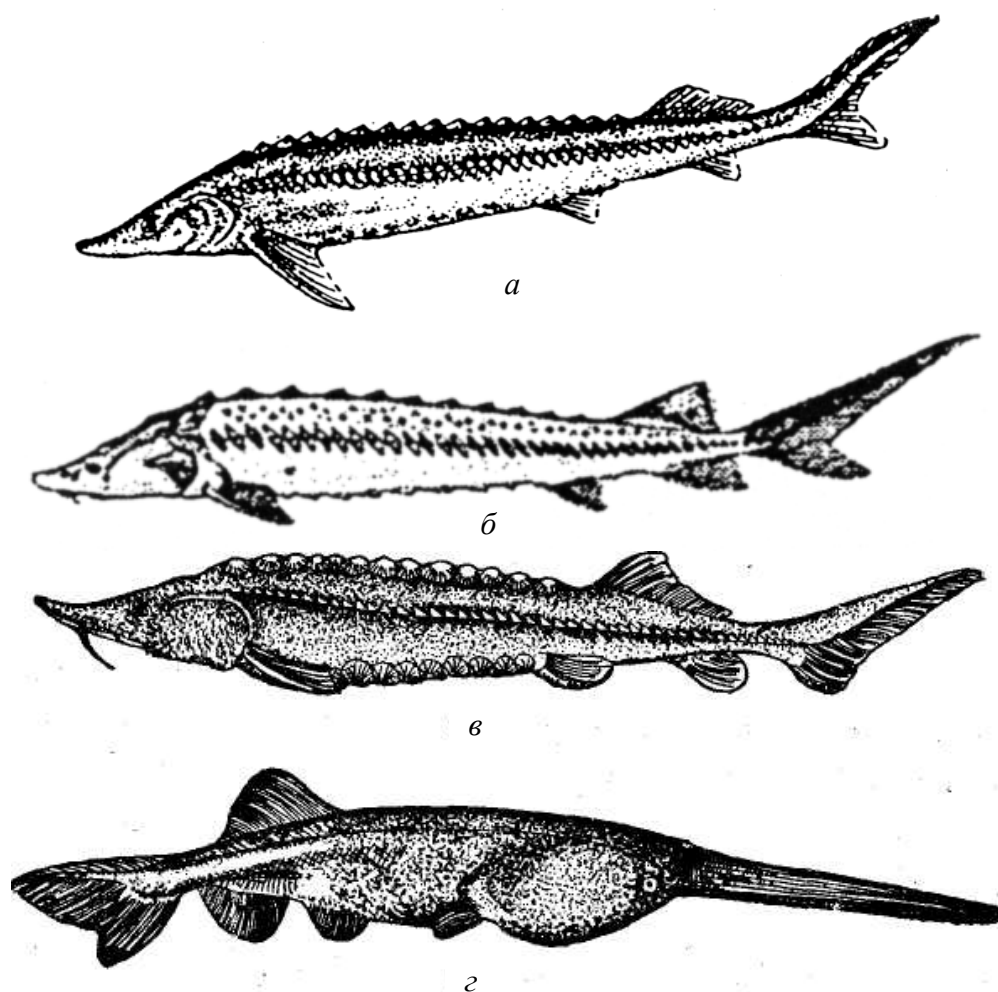


Рис. 15. Основные объекты промышленного рыбоводства из отряда осетрообразных: а – стерлядь; б – ленский осетр; в – бестер; г – веслонос

В недалеком прошлом (1977 г.) уловы осетровых только в Волго-Каспийском районе достигали 27 тыс. т, а в 1999 г. они составили лишь 0,6 тыс. т. Основная добыча проходила в Каспийском и Азовском морях. В последнее время в результате антропогенной нагрузки резко сократилась численность осетровых. При предельно низком вылове в Волге объем браконьерской добычи в 11 раз превышает его. Заводское воспроизводство остается единственным источником формирования маточного поголовья и сохранения биологического разнообразия осетровых (Амбросимова, Васильева, 1999).

В качестве объектов индустриального рыбоводства из осетровых широко используют бестера, реже – стерлядь и сибирского (ленского) осетра. Перспективным объектом является веслонос.

**Стерлядь** (*Acipenser ruthenus* Linne). Пресноводная рыба, распространенная в бассейнах Каспийского, Черного, меньше – Балтийского морей, в реках Севера, особенно в Северной Двине; в сибирских реках: Оби, Енисее, Иртыше. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 3–7 лет, самки – 5–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет от 3,9 до 137,6 тыс. икринок, рабочая – 30 тыс. икринок. Нерест происходит весной с конца апреля до июня при температуре воды от 7–10° до 20°С. Литофил. Икра клейкая, диаметром 1,9–2 мм. Инкубационный период длится 4–5 суток. Желток у предличинок рассасывается в зависимости от температуры в течение 6–10 суток. Пищу стерляди составляют водные личинки насекомых.

При выращивании в прудах, богатых естественной пищей и с хорошим кислородным режимом, стерлядь достигает половой зрелости, но не нерестится. Зрелые половые продукты у производителей стерляди можно получить путем гипофизарных инъекций.

При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 15 г и более, товарные двухлетки – 250–300 г. Стерлядь можно выращивать совместно с растительноядными рыбами и карпом, а также в монокультуре.

**Бестер** (гибрид белуги и стерляди). Перспективный объект для разведения и выращивания в условиях индустриального рыбоводства, обладает большими потенциальными возможностями роста, унаследованными от родителей. Создание плодовитого межродового гибрида осетровых, отличающегося высоким темпом роста, открыло новые перспективы для интенсивного выращивания осетровых. Благодаря сочетанию свойств проходной белуги с пресноводной стерлядью гибрид отличается широким диапазоном экологической приспособляемости. Он хорошо переносит условия как пресных, так и солоноватых водоемов.

Бестер унаследовал от белуги хищные инстинкты, быстрый рост и высокие пищевые потребности, лежащие в основе сравнительно легкого приучения его к неживым кормам (рыбному фаршу). От стерляди



бестер унаследовал способность к раннему половому созреванию. Самцы стерляди созревают в возрасте 3–4 лет, самки – 6–8 лет, тогда как самцы белуги достигают половой зрелости в 12, самки – в 16 лет.

За первое лето масса гибридов достигает 50–100 г. Двухлетки весят 800 г и более. При выращивании в прудах совместно с карпом стандартная масса сеголетков составляет 25–30 г, двухлетков – 450–500 г. Бестер хорошо растет в пресных водоемах и в солоноватой воде, обладает повышенной выносливостью, приспособленностью к широкому диапазону условий внешней среды. Интенсивный рост его наблюдается при температуре воды 20–25°C. Молодь, сеголетки и двухлетки гибрида питаются планктоном и бентосом, в основном тендипедами, а в более старшем возрасте гибрид питается рыбой.

От стерляди гибриды унаследовали раннее половое созревание: самцы созревают в возрастет трех–семи лет, самки – шести–восьми лет. Рабочая плодовитость самок составляет 200–800 тыс. шт икринок. Зрелых производителей получают путем гипофизарных инъекций весной при температуре 9–10°C. Инкубационный период развития эмбриона длится 9 суток при температуре воды 10–12°C. Полное рассасывание желточного мешка происходит за 6–10 суток.

Бестер не только хорошо растет, но и созревает в условиях пресноводных водоемов. Выращивают бестера в водоемах разного типа при различных температурах. Нецелесообразно его выращивание в северных районах, где при низких температурах воды рост гибрида сильно замедляется. Получены положительные результаты при садковом выращивании бестера в солоноватых водах, где рыбопродукция составила 7 кг/м<sup>2</sup>. В основе разработки вопросов, связанных с биотехникой товарного осетроводства, большое значение приобретают исследования по разработке кормовых рационов. В опытах по кормлению молоди бестера зоопланктоном, олигохетами и одновременно зоопланктоном и олигохетами в отношении 1 : 1 наибольший среднесуточный прирост массы тела оказался при кормлении смешанным рационом. В питании двухлеток бестера доминирующее место занимают бентические организмы. При слабом развитии в прудах донной фауны и интенсивном выращивании бестера необходимо использовать дополнительные корма животного происхождения. Перевод молоди рыб на искусственный корм следует проводить постепенно. Перевод бестера на искусственные корма с постепенным сокращением доли живых кормов повышает его выживаемость.

Совместно с бестером в нагульных прудах южных районов рекомендуется выращивать растительноядных рыб, а в средней полосе и северных районах – пелядь и рипуса.

Бестер – основной объект товарного осетроводства. Рыбопродуктивность по сеголеткам бестера доходит до 1,5 т/га, по двухлеткам – до 10 т/га, по трехлеткам – до 15 т/га.

**Ленский (сибирский) осетр** (*Acipenser baeri* Brandt). Пресноводная рыба, обитающая в реке Лена, больших миграций не совершает. Имеет широкий спектр питания: личинки насекомых, моллюски, черви, рыба. Питается круглый год. Половой зрелости достигает в возрасте 10–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет от 16 до 110 тыс. икринок. Нерест проходит в июне–июле при температуре воды 14–18°C. Икру откладывает на каменисто-галечный грунт на течении. В искусственных условиях самцы становятся половозрелыми в возрасте 3–4 лет, самки – 6–7 лет. В настоящее время созданы маточные стада на теплых водах Конаковского рыбзавода (Тверская область), на Волгореченском (Костромская область) и Нарвском (Эстонская ССР) рыбзаводах.

Сеголетки ленского осетра при выращивании в прудах с естественным термическим режимом достигают массы 7–75 г, в теплых водах – 100 г. В садках Пяловского водохранилища (Московская область) пятигодовики имели массу 2 кг. В прудах Калининградской области четырехгодовики достигали массы 1–2 кг.

**Веслонос** *Polyodon spathula* Walb. (сем. *Polyodontidae*). Крупная, быстрорастущая рыба, завезенная в СССР в 1974 г. из США. Веслонос – пресноводный вид. В Северной Америке он населяет бассейны рек Миссисипи и Алабамы, Миссисипи и Миссури, а также озера, связанные с Миссисипи, и другие реки, впадающие в Мексиканский залив. Веслонос – быстрорастущая рыба, достигающая длины более 2 м и массы свыше 70 кг. Половозрелым становится в возрасте 7–10 лет. Половой диморфизм выражен у веслоноса слабо.

Этот вид перспективен для акклиматизации в водоемах, богатых зоопланктоном, а также для прудового товарного выращивания в поликультуре с другими видами рыб. Веслоносы показали себя эвритермными организмами. В Московской области двухлетки достигают массы более 1,2 кг. Это свидетельствует о том, что потенциальный ареал веслоноса в нашей стране может быть весьма широким. В 1984 г. в нашей стране впервые было получено потомство веслоноса.

Веслонос – единственный среди осетрообразных планктофаг. Его питание осуществляется через систему многочисленных длинных жаберных тычинок путем пассивной фильтрации корма из воды, поступающей к жабрам при напорной вентиляции. По спектру питания близок к пестрому толстолобику. Наряду с фильтрацией пищи веслонос способен и к активному захвату кормовых объектов (например, мелкой рыбы), что существенно расширяет спектр его питания.

Половой зрелости самцы достигают в возрасте 7–14 лет, самки – 6 лет. Миграция к местам нереста наблюдается при температуре воды 10–11°C. Нерест происходит в апреле–мае на участках рек с сильным течением и галечным грунтом на глубине 2–12 м при температуре воды

13–16°C. Икра откладывается на песчано-галечниковый грунт. Длительность эмбрионального развития при температуре воды 14–24°C составляет 170–260 ч.

При выращивании в прудах Краснодарского края сеголетки веслоноса достигали массы 670 г, двухлетки – 3–4 кг, пятилетки – 7–8 кг. В Московской области двухлетки веслоноса имели массу 0,9 кг, семилетки – 6,5 кг. При выращивании в прудах веслонос достигает половой зрелости и может быть использован для искусственного разведения. Впервые в мировой практике рыбоводства было получено потомство от производителей веслоноса, выращенных в прудах.

Мясо и икра веслоноса обладают отличным вкусом. При выращивании в прудах в поликультуре с растительноядными рыбами и буффало в достаточно жестких условиях веслонос обнаружил высокую потенцию роста: сеголетки достигают массы от 150 до 900 г, двухлетки – 2,5–3,0 кг, трехлетки – 4,0–5,0 кг, пятилетки – до 8,5 кг (Виноградов, Ерохина, 1999).

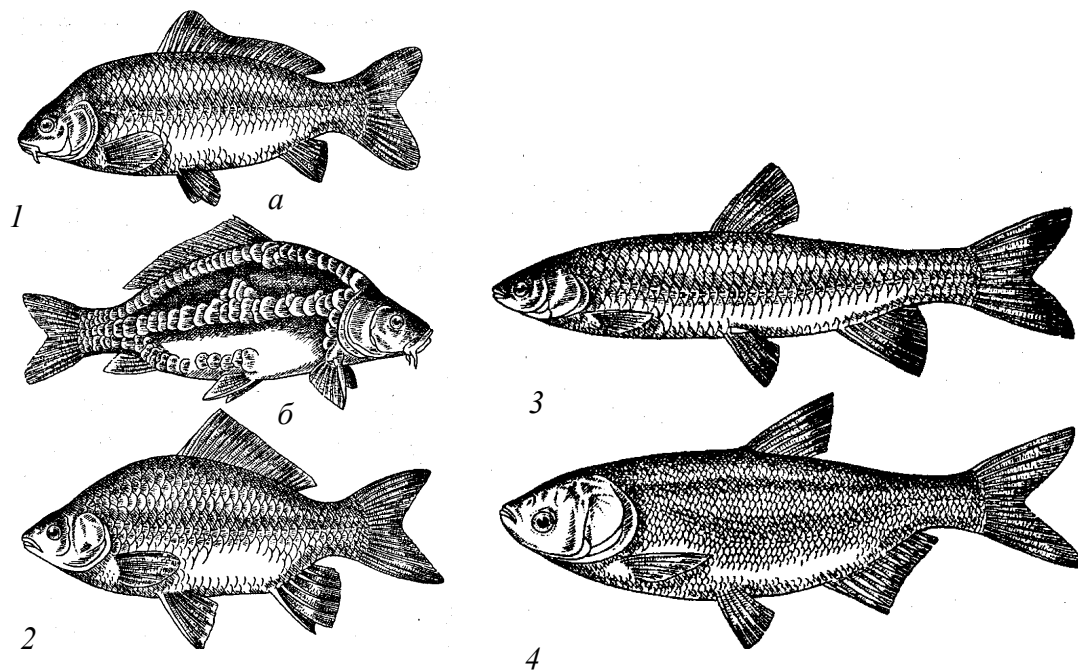
### ***Рыбоводно-биологическая характеристика карповых рыб***

**Карп** (*Cyprinus carpio* L.). Это основной объект карповых хозяйств, является одомашненной формой сазана. Он распространен повсеместно, практически по всему земному шару. На его долю приходится около 80% всей выращиваемой продукции. Преимущественное выращивание карпа в отечественном рыбоводстве связано с его высокими хозяйственными качествами. Он относительно неприхотлив к условиям среды, всеяден, быстро растет, хорошо приспособлен к условиям интенсивного рыбоводства, как прудового, так и промышленного, сравнительно прост в разведении, имеет вкусное мясо. Карп – типично тепловодная рыба. Оптимальные температурные условия для его питания, роста, размножения лежат в границах 20–32°C (Привезенцев, 1985).

По характеру чешуйного покрова (генотипу) различают чешуйчатых, зеркальных, разбросанных, рамчатых и голых карпов (рис. 16). На основе этих разновидностей выделены следующие породы и породные группы карпа: среднерусский, парский, ропшинский (гибрид карпа с амурским сазаном), сарбоянский (сибирский), краснодарский, украинский, белорусский, казахстанский, немецкий, венгерский и др.

Карп – неприхотливая к условиям среды, всеядная, быстрорастущая рыба, обладающая высокими пищевыми качествами. Он хорошо растет в неглубоких, слабопроточных водоемах, легко приспосабливается к изменениям условий среды. Взрослые рыбы в основном питаются бентосными организмами (личинки насекомых, хирономиды, трубочник, моллюски), а также фито- и зоопланктоном, хорошо

потребляют комбикорма. Карп хорошо поддается искусственному размножению.



*Рис. 16. Рыбы семейства карповых: 1 – карпы: а – чешуйчатый, б – зеркальный; 2 – карась серебряный; 3 – белый амур; 4 – белый толстолобик*

В разных климатических зонах растет неодинаково: в северных – медленно, в южных – наиболее интенсивно. Температурный оптимум для питания, роста и размножения находится в пределах 16–30°C. При температуре 6–8°C карп перестает потреблять корм.

Половая зрелость карпов наступает в возрасте 4–5 лет, на юге – на 1–2 года раньше. Абсолютная плодовитость достигает 1–1,5 млн икринок, средняя плодовитость – около 500–700 тыс. икринок, рабочая – 100–180 тыс. личинок. Нерест проходит в мае–июне при температуре воды 17–20°C. Продолжительность инкубации икры составляет 3–5 суток в зависимости от температуры. Карп откладывает икру на мягкую растительность утром, в тихую безветренную погоду на мелководных участках водоемов.

Длительность эмбрионального развития зависит от температуры воды и составляет 3–6 суток. На второй–третий день после вылупления личинки переходят на активное питание, используя в первое время мелкие, а затем крупные формы зоопланктона. Молодь и старшие возрастные группы карпа питаются в основном бентосом. Карп охотно поедает и использует для прироста дополнительно задаваемые корма растительного и животного происхождения.

**Белый амур** (*Stenopharyngodon idella* Val). Распространен в равнинных реках Китая, среднем и нижнем течении рек Амур, Сунгари, Уссури, в озере Ханка. Широко акклиматизирован в южных водоемах европейской территории СССР, в Средней Азии. Разводят его в странах Западной Европы, США и др. Имеет вальковатое тело, покрытое относительно крупной чешуей. У амура, как и у других карповых рыб, на челюстях нет зубов. Он измельчает корм мощными пиловидными зубами, расположенными на нижнечелюстных костях.

Белый амур – растительноядная рыба, использует в пищу как высшую водную, так и наземную растительность, обладает хорошим темпом роста, достигая массы 30–50 кг. Масса сеголетков – 20–80 г, двухлетков – 500–1000 г. Половозрелым становится в возрасте 6–7 лет. Предельный возраст белого амура в северной части его ареала составляет около 20 лет, в южных районах значительно короче.

Благодаря способности поедать большое количество разнообразной водной растительности белому амуру отводится роль биологического мелиоратора заросших прудов, оросительных каналов, естественных и технических водоемов.

В местах акклиматизации – в водоемах Краснодарского края и Туркмении – созревает раньше, в возрасте 3–5 лет; в Московской области – в возрасте 7–8 лет. Абсолютная плодовитость самок белого амура колеблется от 100 до 816 тыс. икринок. Рабочая плодовитость составляет в среднем 500 тыс. икринок. Нерестится летом в период муссонных дождей в русле рек при температуре 26–30°C. Икра у амура батипелагическая (удельная масса несколько тяжелее воды). Она развивается в толще воды, сносаясь вниз по течению. Диаметр неоплодотворенной икринки – 1,2 мм (набухает до 5 мм). Инкубационный период (до вылупления личинок) длится в зависимости от температуры от 18–20 ч (при температуре 28–29°C) до трех суток (при 18°C). При температурах ниже и выше указанных развитие эмбриона нарушается. Через 4–5 суток полностью рассасывается желточный мешок. На питание растительностью амур переходит на первом году жизни при длине около 3 см. Наиболее хорошие приросты имеют мальки длиной 7–12 см, если их рацион содержит около 30% животной пищи (коловратки, ракообразные, хирономиды). Нерест в естественных условиях происходит в руслах крупных рек, на быстром течении (скорость движения воды – 0,8–1,0 м/с), когда температура воды достигает 18,5°C. Обычно же массовый нерест происходит при температуре 25–30°C.

Решение проблемы искусственного разведения растительноядных рыб в условиях заводского воспроизводства позволяет получать потомство в любые заданные сроки при оптимальных условиях среды.

Суточный рацион, скорость роста и время полового созревания белого амура в значительной степени зависят от температуры воды.

При температуре 25–30°C суточный рацион может превышать собственную массу рыбы. Повышение температуры до 36–38°C не препятствует питанию. При температуре ниже оптимальной интенсивность питания уменьшается, а при температуре 10°C и ниже амур прекращает потреблять корм. В южных районах при высокой температуре воды амур может питаться и расти круглый год. Способность поедать большое количество водной растительности позволяет использовать белого амура в качестве биологического мелиоратора рыбохозяйственных и технических водоемов, ирригационных систем, каналов.

Потенциальные возможности роста у белого амура исключительно велики. Известны случаи, когда при оптимальном температурном и кислородном режимах и достаточном количестве излюбленной пищи белый амур в возрасте полутора лет достигал массы 10–12 кг (Республика Куба). В условиях водоемов южных районов нашей страны белый амур в возрасте двух лет при прудовом выращивании достигает массы 800–1000 г и выше.

При выращивании в прудах созревает, но в прудах не нерестится. Потомство в условиях прудовых хозяйств получают заводским способом. Созревание производителей стимулируют путем гипофизарных инъекций. Выращивают в прудах совместно с карпом, белым и пестрым толстолобиками и другими рыбами. Сеголетки достигают массы 15–35 г, двухлетки – 300–1000 г. В прудовом рыбоводстве белому амурю отводится роль биологического мелиоратора заросших водоемов. При недостатке водной растительности в прудах он может потреблять искусственный корм.

**Черный амур** (*Mylopharyngodon piceus* Rich). Населяет реки континентального Китая, Тайваня и бассейн Амура. Акклиматизирован в европейской части СССР и Средней Азии. Крупная рыба, достигает длины 80 см. Питается брюхоногими моллюсками. Имеет мощные глоточные зубы. Нерестится в русле рек. Икра пелагическая. Черный амур отличается от белого тем, что он питается брюхоногими моллюсками, за счет чего его используют для биологической борьбы с трематодозами рыб.

**Толстолобик белый** (*Hypophthalmichthys molitrix* (Val.)) и **пестрый** (*Aristichthys nobilis* (Rich.)). Акклиматизированы из Китая и бассейна реки Амура в водоемах европейской части России, Средней Азии, некоторых стран Европы и Азии. Они характеризуются сравнительно большой головой и низко посаженными глазами. Тело покрыто мелкой чешуей. Виды различаются по ряду биологических особенностей и внешних признаков. Так, у пестрого толстолобика относительно больше голова и несколько более высокое тело. Окраска спины коричневато-серая, бока серебристые, с относительно крупными коричневыми пятнами. У белого толстолобика серовато-зеленая спина и сереб-

ристые бока без пятен. Пестрый толстолобик имеет длинные и частые жаберные тычинки. У белого толстолобика тычинки срастаются между собой, образуя своеобразную сеть, позволяющую отцеживать более мелкие частицы.

В зависимости от климатических условий половая зрелость у белого и пестрого толстолобиков наступает в разном возрасте. На юге Средней Азии самки белого толстолобика созревают в возрасте трех лет, пестрого толстолобика – четырех лет. Самцы начинают созревать обычно на год раньше самок. В центральных районах толстолобика созревают позже, обычно в возрасте 7–8 лет. Икра у обоих видов толстолобиков развивается в толще воды, сносясь вниз по течению. Инкубационный период у обоих видов толстолобиков в зависимости от температуры колеблется от 16 до 60 ч, а при наиболее благоприятной температуре (22–26°) – немного более суток. В условиях оптимального температурного режима и при хорошей кормовой базе толстолобика растут очень быстро. Пестрый толстолобик имеет, как правило, превосходство по этому показателю. Оптимальная температура для его интенсивного питания и роста лежит выше 26°С. Белый толстолобик достигает максимальной массы 30–40 кг, пестрый – 40–45 кг.

У толстолобиков много общего с амурами. По биологии размножения и развития они близки к белому амуру, но несколько отстают в темпе роста. Они также относятся к группе растительноядных рыб, но отличаются по спектру питания. Белый толстолобик питается фитопланктоном и детритом. На питание фитопланктоном белый толстолобик переходит при длине 1,5 см, питаясь до этого главным образом зоопланктоном. В его рационе встречаются все группы водорослей, но отмечается определенная избирательность в отношении различных групп и видов. Белый толстолобик охотнее поедает диатомовые и зеленые водоросли, но одновременно он способен эффективно питаться и синезелеными, включая макроцистис – форму, обуславливающую часто цветение воды в водохранилищах. Температурный порог начала и конца питания толстолобика, по-видимому, немного ниже, чем у белого амура.

Пестрый толстолобик, наоборот, поедает преимущественно зоопланктон и частично фитопланктон. Их также используют как биологических мелиораторов в борьбе с «цветением» воды. В прудах их выращивают совместно с карпом как добавочных рыб. Пестрый толстолобик в течение всей своей жизни питается в основном зоопланктоном. При его недостатке может переходить на питание водорослями и детритом.

Сеголетки толстолобиков достигают массы 20–35 г, товарные двухлетки – от 300–700 г до 1 кг. В прудовых хозяйствах их размножают путем инкубации икры заводским методом.

## ***Рыбоводно-биологическая характеристика объектов тепловодного индустриального хозяйства***

**Тиляпия** (*Tilapia*, сем. Cichlidae). В последние годы в хозяйствах индустриального типа (на термальных водах) начали выращивать тиляпию – африканскую теплолюбивую рыбу. Это неприхотливая быстрорастущая теплолюбивая рыба, температурный оптимум для которой составляет 25–38°C.

Тиляпия – один из перспективных объектов тепловодного рыбоводства (рис. 17). Семейство цихлидовых (Cichlidae), подсемейство (Tilapinae), к которым относятся тиляпии, содержит 70 видов и образует 4 рода и 10 подродов, которые отличаются между собой особенностями репродуктивного поведения тиляпий. Наибольший интерес для индустриального рыбоводства представляют тиляпии, относящиеся к роду ореохромис (*Oreochromis* Gunter), включающему 15 видов и 18 подвигов.

Одним из видов, представляющих интерес для отечественной индустриальной аквакультуры, является тиляпия ауреа, или голубая тиляпия (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864), широко распространенная в Израиле, Ливане и Иордании. В Россию она завезена в 1983 г. и может достигать массы до 5 кг.

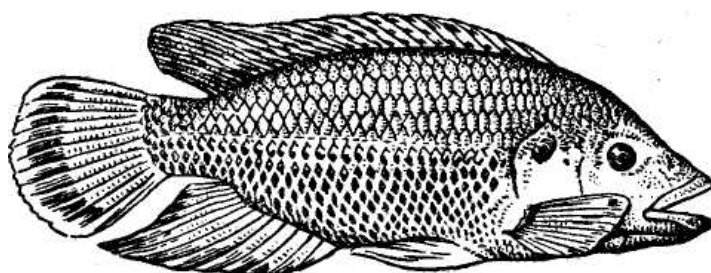


Рис. 17. Тиляпия

Родина рыб рода *Tilapia* – водоемы Африки и Ближнего Востока. Для них характерен ряд отличительных признаков: довольно высокое тело, сжатое с боков; один длинный спинной плавник; с каждой стороны рыла по одному носовому отверстию; как правило, боковая линия прервана и состоит из двух частей. Эти рыбы отличаются высокой вариабельностью видовых признаков, что создает значительные трудности при определении отдельных видов. Согласно последним данным род *Tilapia* состоит из 70 с лишним видов.

Рыбы рода *Tilapia* обладают целым рядом ценных хозяйственных качеств (быстрый рост, легкость размножения, устойчивость к заболеваниям, нетребовательность к кормам, возможность выращивания в воде с различной соленостью и низким содержанием кислорода). Следует отметить и высокое качество мяса.



Эти качества позволили тилапии стать одним из наиболее распространенных объектов рыбоводства. Особенно широкое распространение тилапия получила после Второй мировой войны. Сегодня тилапия культивируется практически во всех странах Африки, Юго-Восточной и Средней Азии, а также во многих странах Латинской Америки, в США и ряде стран Европы. По уловам во внутренних водоемах тилапия занимает третье место, уступая лососевым и карповым.

Тилапии эвригалинны (размножаются в пресной, солоноватой и соленой воде). Например, тилапия Мозамбика в солоноватой воде растет и размножается лучше, чем в пресной. Эти рыбы и теплолюбивы, но, имея высокую экологическую пластичность, могут жить при довольно широких колебаниях температуры.

Тилапии – очень теплолюбивые рыбы. Оптимум температуры воды для них составляет 22–35°C, а пороговые температуры – 10–15°C и 38–42°C. Голубая тилапия выдерживает понижение температуры воды до 6,7–8,0°C, а содержание растворенного кислорода – до 0,2–0,3 мг/л. На величину пороговых температур влияет концентрация солей, растворенных в воде. В солоноватой и соленой воде тилапия имеет большую устойчивость как к низкой, так и к высокой температуре. При благоприятных условиях среды голубая тилапия достигает товарной массы 200–400 г уже за 6–8 месяцев.

Тилапии отличаются высокой устойчивостью к дефициту кислорода, превосходя по этому показателю многие виды рыб. Устойчивость к низкому содержанию кислорода в воде определяется рядом факторов (вид, возраст, степень зрелости половых продуктов, концентрация растворенных в воде солей, температура воды). Так, пороговое содержание кислорода для *T. mossambica* составляет 0,58–0,64 мг/л, для *T. melanopleura* – 0,65–0,70 мг/л при температуре 25°C. Групповой эффект увеличивает потребление кислорода в 1,2–1,8 раза. У половозрелых рыб потребление кислорода ниже, чем у неполовозрелых.

Для тилапии характерна высокая пластичность в отношении роста. Скорость роста и конечные размеры рыб одного вида сильно колеблются в зависимости от условий выращивания (температура воды, размер и глубина водоема, его зарастаемость и кормовая база, гидрохимический режим, состав ихтиофауны). Так, тилапия Мозамбика во Вьетнаме достигает в 10-месячном возрасте массы 850 г, а в Индонезии за тот же срок она может иметь массу до 2,5 кг. В большинстве случаев самцы растут быстрее, чем самки. Особенно заметно это отставание в период, когда самки вынашивают икру и перестают питаться.

Данные о характере питания того или иного вида тилапии крайне разноречивы. Это объясняется тем, что с возрастом у одного и того же вида спектр питания заметно меняется. В водоемах Республики Куба у

*T. mossambica* в пищевом комке находили детрит макрофиты, насекомых и даже рыбу, т. е. эта тилапия по характеру питания всеядна. Всеядность характерна и для таких видов тилапии, как *T. andersoni*, *T. nigra*, *T. sparmani* и др. Большинство видов тилапии во взрослом состоянии питаются водной растительностью. Среди них есть фитопланктофаги (*T. nilotica*, *T. esculenta*) и поедающие высшую водную растительность (*T. melano-pleura*, *T. Zillii*). В прудовых условиях тилапия потребляет широкий ассортимент естественных и искусственных кормов.

Большой интерес представляют особенности размножения и репродуктивного поведения рыб рода *Tilapia*. В настоящее время тилапии по типу репродуктивного поведения делятся на два подрода: *Tilapia* и *Sarotherodon*. К первому относятся виды, откладывающие икру на субстрат (*T. mariae*, *T. zillii*, *T. andersoni*, *T. sparmani*, *T. melanopleura*, *T. galilea* и др.), ко второму – те виды, икра которых инкубируется в ротовой полости самки или самца (*T. nicotica*, *T. mossambica*, *T. aurea*, *T. variabilis*, *T. nigra*, *T. bucostica* и др.).

Все 15 представителей этого семейства легко поддаются культивированию, обладают высоким темпом роста и хорошими вкусовыми качествами. Все они легко разводятся и выращиваются в прудах, но в наших умеренных широтах их лучше культивировать в промышленных условиях на теплых водах энергетических объектов.

Обладая деликатесным мясом с низким содержанием жира и отсутствием межмышечных косточек, тилапии являются распространенными объектами разведения в Бельгии, Франции, Израиле, Индии, Китае, Японии, США и других странах.

В разных странах в зависимости от местных условий обычно используют тилапий трех родов: род *Tilapia*, представители которого *T. sparmani*, *T. mariae* и другие откладывают икру на субстрат; род *Sarotherodon* – вынашивают потомство в ротовой полости самцов и самок; род *Oreochromis* – инкубация проходит во рту только самок. Особи этого рода представляют наибольший интерес и чаще используются на практике – это тилапия ауреа (*Oreochromis aureus*), тилапия нилотика (*O. niloticus*), тилапия макрочир (*O. macrochir*) и тилапия мозамбика (*O. mossambicus*), являющаяся наиболее известной и распространенной в практике рыбоводства.

Все виды тилапий – растительноядные рыбы, но одни из них питаются высшей водной растительностью (макрофитами), другие – фитопланктоном. Планктофаги имеют длинные и тонкие жаберные тычинки. Рыбы с короткими и редкими тычинками питаются крупным кормом.

Многие из них всеядны и могут переходить с растительной пищи на животную. Они могут использоваться как биологические мелиораторы. Обитают в основном в солоноватой воде, но могут жить и раз-

множаться даже в морской воде. Яванская и нильская тилляпии (*O. niloticus*) могут жить в водах с большим содержанием биогенных элементов, т. е. в воде, где другие рыбы неспособны выживать.

Инкубация икры и вынашивание молоди в ротовой полости представляют собой идеальную защиту для икры, личинок и молоди. Кроме того, слизистая оболочка ротовой полости этих рыб выделяет секрет, по-видимому, угнетающий развитие бактерий и грибков. Непрерывное перемешивание икры в ротовой полости способствует лучшей аэрации и вместе с тем лучшему контакту с секретом слизистой.

У рыб, откладывающих икру на субстрат, инкубация проходит в течение двух дней. После вылупления эмбрионы находятся 3–4 дня в гнезде, после чего переходят на активное питание.

Развитие икры у рыб, инкубирующих икру в ротовой полости, продолжается от 3 до 15 дней в зависимости от температуры воды. При температуре 25–27°C вылупление происходит через 4–5 дней. Молодь не покидает рта самки еще несколько дней и выходит наружу при достижении длины 6–7 мм.

Отсутствие охраны потомства у субстратинкубирующих видов компенсируется большей плодовитостью. Например, самка *T. zillii* откладывает до 5 тыс. икринок. В итоге выход личинок у нее оказывается довольно высоким, что объясняется большим количеством икрометаний, а также заботой о потомстве.

Половая зрелость у тилляпии наступает очень рано. Сроки полового созревания различны даже для одного и того же вида, обитающего в различных по температурному режиму водоемах. Так, *T. mossambica* достигает половой зрелости в возрасте 2–6 месяцев. Есть сведения о том, что чем меньше водоем и хуже условия существования, тем раньше тилляпия достигает половой зрелости.

По достижении половой зрелости тилляпии способны при благоприятном температурном режиме нереститься через каждые 3–6 недель. Число икрометаний у них доходит до 16 раз в год. В тропиках тилляпия размножается круглый год, в областях с выраженным зимним сезоном интенсивность размножения несколько снижается. Иногда нерест вообще прекращается.

Сезон размножения у большинства видов наступает при температуре 26–30°C. Самцы становятся агрессивными, и каждый из них занимает охраняемую им территорию. В зависимости от вида она может колебаться от 0,5 до 6 м<sup>2</sup>. Затем начинается постройка гнезда, причем у субстратинкубирующих видов защищают территорию, копают гнездо и ухаживают за потомством оба родителя. У видов, вынашивающих потомство в ротовой полости, самка откладывает икру в гнездо и после ее оплодотворения самцом забирает ее в рот и уплывает.

Плодовитость тилапии колеблется в зависимости от вида, возраста и размера самки. У всех видов отмечается возрастание с возрастом плодовитости и штучной массы яиц. Так, у тилапии Мозамбика плодовитость самок 6- и 18-месячного возраста составила 300 и 1580 икринок соответственно.

В ихтиофауне внутренних водоемов тропиков тилапия занимает ведущее место, так как способна эффективно использовать первичную продукцию водоемов в виде фитопланктона и высшей водной растительности. Рыбопродуктивность при выращивании тилапии в водохранилищах составляет 100–500 кг/га. Высокая продуктивность, получаемая без дополнительного кормления, способствует широкому внедрению тилапии как основного объекта разведения. Так, на Кубе свыше 80% всей рыбной продукции, добываемой во внутренних водоемах страны, приходится на долю тилапии.

Некоторые виды тилапии с выраженным растительным характером питания используются как биологические мелиораторы, применяемые для борьбы с зарастанием водохранилищ, водоемов комплексного назначения, каналов и других ирригационных систем. Потребляя водоросли, включая нитчатые, тилапии поедают и личинок комаров, поэтому с успехом используются для борьбы с малярией.

Прудовое выращивание тилапии предполагает ряд биотехнических приемов: разведение, отделение потомства от родителей, организация зарыбления прудов, удобрение прудов, кормление, выращивание в поликультуре, облов прудов.

Тилапия более легко размножается по сравнению с другими объектами. Это в ряде случаев ведет к перенаселению водоемов, что является одной из сложных проблем при ее культивировании. Один из простейших приемов – выращивание тилапии совместно с хищниками (сом, угорь, большеротый окунь). При выращивании в монокультуре эффективным является содержание в водоеме особей одного пола. Так, использование для выращивания одних самцов позволяет значительно увеличить выход продукции, так как они растут значительно быстрее самок. Пол у тилапии определяется по строению полового сосочка: у самца на конце сосочка имеется мочеполовое отверстие, у самок половое отверстие расположено отдельно от мочевого и находится на передней стороне сосочка. У некоторых видов тилапии определить пол по этому признаку даже у взрослых рыб бывает трудно, особенно если слабо выражены другие вторичные половые признаки. Обычно самцы тилапии значительно крупнее самок, ярче окрашены, имеют заостренный анальный плавник и массивную голову. Для получения однополого потомства скрещивают разные виды тилапии, потомство которых представлено одними самцами.

Перспективный способ получения однополого потомства – искусственная реверсия (изменение) пола производителей. Скрещивание таких производителей с нормальными позволяет получать 100% однополых особей в крупных масштабах. Для реверсии пола применяют гормоны (андрогены и эстрогены). Имеются также сведения, что высокий процент самцов в помете тилапии может быть вызван действием температуры.

Для нереста тилапии используют небольшие пруды, ирригационные каналы, перегороженные сеткой на отдельные секции, бассейны, аквариумы. Подращивание молоди проводится в тех же водоемах. Использование гормональной инъекции позволяет не только стимулировать созревание половых продуктов, но и приводит к увеличению плодовитости (на 20–50%) в зависимости от дозы препарата и состояния самки.

Для товарного выращивания тилапии используются неглубокие, хорошо прогреваемые пруды практически любой площади. Чаще всего их зарыбляют молодь массой 3–10 г. Через определенный промежуток времени пруды облавливают, крупных особей отбирают, а остальную рыбу оставляют для дорощивания.

В последние годы наряду с традиционным методом выращивания тилапии в прудах все большее место занимает садковое и бассейновое выращивание. При выращивании в садках и бассейнах кормовая база водоема не имеет существенного значения, поэтому успех выращивания рыбы определяют искусственные корма. Плотность посадки тилапии в садки и бассейны колеблется от 500 до 2000 экземпляров и выше на 1 м<sup>2</sup>. При определении оптимальной плотности посадки необходимо учитывать такие факторы, как гидрология, состав воды, кислородный режим, состав и качество корма, а также вид тилапии. До сих пор не разработаны научно обоснованные рационы кормления. Имеющиеся в литературе данные по составу кормов, частоте кормления и нормам кормления сильно варьируют. Согласно результатам опытов, проведенных в нашей стране, для садкового выращивания тилапии подходят карповые комбикорма, содержащие 15–20% протеина. Для молоди тилапии желательнее более высокое содержание протеина в корме. В качестве белковой добавки используют хлореллу, сухой помет птиц, активный ил бытовых сооружений и др. Суточная норма корма для различных видов составляет 2–5% от массы тела. Для молоди рацион может быть значительно выше.

В Азии и Африке для кормления тилапии используют рисовые отруби, размолотый рис, жмыхи, разнообразные водные и наземные растения, а также всевозможные пищевые отбросы.

Товарной считается тилапия, достигшая массы 200–400 г. При выращивании в садках тилапия может дать очень высокую продук-

цию. Так, в штате Алабама (США) за 5 месяцев выращивания получили  $138 \text{ кг/м}^3$  *T. aurea*. Исключительно высокий результат достигнут в Республике Куба при садковом выращивании *T. mossambica*. За 8 месяцев получено  $600 \text{ кг с } 1 \text{ м}^3$  при средней массе рыбы 180–200 г.

**Угревые** (сем. Anguillidae). Отряд угревых Anguilliformes содержит 24 семейства и около 300 видов, которые в основном относятся к тропическим морским формам. В пресной воде встречается только семейство пресноводных угрей Anguillidae с единственным родом *Anguilla*. Все 16 представителей его размножаются в море и только нагул идут в пресную воду.

Выращивание европейского речного угря (*A. anguilla*) проводят главным образом в водоемах Европы и Северной Африки, японского угря (*A. japonica*) – в Японии, Китае, на о. Тайвань; американского угря (*Anguilla rostrata*) – по американскому побережью.

Мировые уловы угря достигают 60–70 тыс. т и имеют определенную тенденцию к возрастанию, хотя и подвержены некоторым колебаниям, которые частично определяются снижением природных ресурсов, главным образом временным снижением объема японского прудового угреводства.

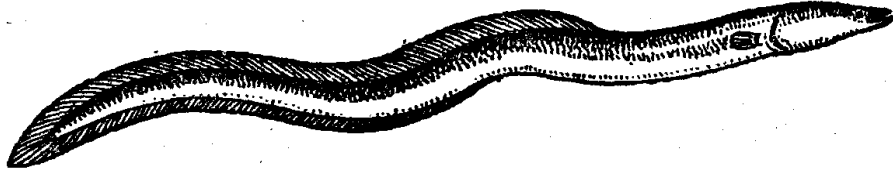
В мировом производстве японский угорь составляет 61%, а европейский – около 33%. Общий улов японского угря впервые превысил уловы европейского угря в середине 60-х гг., что объясняется растущими масштабами прудового разведения угря в странах Восточной Азии. Уловы европейского угря в последние годы довольно стабильны и состоят исключительно из уловов в естественных водоемах.

Все виды угря катадромны (размножаются в морях). Место нереста европейского угря – район Атлантического океана, между Бермудскими и Багамскими островами. Икрометание происходит с конца зимы до середины лета на глубинах 400 м и более при температуре  $17^\circ\text{C}$  и солености 34–36‰. После икрометания взрослые угри погибают. Личинки имеют длину 5–7 мм. Миграции угря к берегу начинаются, когда вода в океане прогревается до  $8\text{--}10^\circ\text{C}$ . Прозрачные личинки достигают берегов при длине 5–7 см. Молодь достигает половой зрелости в пресной воде.

Угорь – хищная рыба. В естественных условиях живет в реках и в сообщающихся с ними озерах и водохранилищах. Питается мелкой рыбой и икрой рыб, лягушками, мелкими ракообразными. Мясо угря очень жирное и вкусное.

**Речной угорь** (европейский) *Anguilla anguilla* Linne (рис. 18) представляет интерес как объект интенсивного тепловодного рыбоводства. Из 15 видов угря наиболее широко в рыбоводстве используются *Anquilla japonica*, *A. rostrata* и *A. anquilla* (европейский угорь). Распро-

странен по побережью Европы от Белого до Черного морей. Молодь речного угря питается донными беспозвоночными, моллюсками, водными личинками насекомых. Взрослый угорь – хищник. Угорь достигает длины иногда 2 м, чаще 50–150 см, и массы до 4–6 кг. Неполовозрелые угри обитают в реках, но часто заходят в озера и пруды и ведут исключительно ночной образ жизни.



*Рис. 18. Речной угорь*

Европейский угорь нерестится в Саргасовом море на протяжении пяти месяцев (февраль–июль) на глубине 400–500 м при температуре воды 16–17°C и солености воды 35‰. Самка откладывает 7–13 млн пелагических икринок диаметром 1 мм. Инкубация длится 10 дней. Путь к местам нереста составляет 6000–7000 км. Течением Гольфстрима личинки на протяжении трех лет мигрируют в европейские континентальные воды, где переходят в стадию стекловидного угря и, наконец, поднимаются в прибрежные и внутренние водоемы. Подъем их происходит у западного атлантического побережья Франции (с декабря–января по март–апрель) и побережья Англии (с конца марта до мая). На побережье Балтийского моря небольшой подъем отмечается в июне–июле, у итальянского побережья – только в октябре–ноябре.

Стекловидный угорь имеет длину 6,5–7,8 см, массу 0,25–0,48 г. К этому моменту у него начинается пигментация. Во внутренних (преимущественно самки) и прибрежных (преимущественно самцы) водоемах угорь проходит стадию желтого (предпокатного) угря, т. е. стадию приема пищи. Питается угорь вначале мелкими животными (рачками, личинками насекомых, червями, моллюсками), позднее рыбами, даже сородичами, и более крупными ракообразными. В естественных условиях угорь активен ночью.

В водоемах Центральной Европы самцы через 6–8 лет, а самки через 7–12 лет достигают стадии серебристого, или скатывающегося, угря и покидают свои места обитания для нерестовой миграции. Из внутренних водоемов миграция начинается еще в летние месяцы, а из прибрежных – осенью. Распознавание стадии скатывающегося угря играет большую роль в промышленном разведении, так как по достижении этой стадии угорь постепенно прекращает прием пищи и перестает расти. Кроме того, скатывающийся угорь благодаря лучшему качеству имеет более высокую стоимость.

Важнейшими признаками скатывающегося угря по сравнению с предпокатным являются следующие:

– угорь, выращиваемый в хозяйствах, имеет не типичную оливково-коричневую окраску с желтым оттенком по бокам и на брюшке, как у предпокатного угря, а более темную, от серой до серо-черной с белым блеском;

- темнеет окраска спины;
- с боков появляется металлический (медный) блеск;
- боковая линия отчетливо выделяется;
- брюшко чисто-белое с отчетливо выделяющимися неровностями;
- грудные плавники темнеют и заостряются;
- диаметр глазного яблока значительно увеличивается, кожа становится толще.

Наряду с внешними изменениями происходят и внутренние: сокращается кишечный тракт, увеличиваются гонады, повышается жирность.

Самец угря достигает меньшей конечной величины по сравнению с самками. Самцы уже при длине тела 28 см могут скатываться. В среднем в естественных условиях они достигают покатной стадии при длине 36–42 см. При выращивании в хозяйствах самцы достигают этой стадии при длине 51–52 см. Самки в покатный период имеют длину более 50 см (часто 60–90 см, а в исключительных случаях до 150 см).

Кровь угря обладает характерной особенностью, знание которой необходимо рыбоведам в целях охраны труда: она содержит токсины, которые по своему действию близки к яду змеи (даже кураре). Если яд угря попадает в кровеносные сосуды (при открытой ране) или в рот, может произойти отравление. В тяжелых случаях оно проявляется учащением сердцебиения и дыхания, судорогах, непроизвольном сокращении кишечника, появлении крови в моче. В легких случаях происходит образование раны. Действие яда прекращается после варки рыбы (нагревание выше 50°C) или в пищеварительном тракте человека.

**Японский угорь (*A. japonica*).** По морфологическим и биологическим признакам похож на европейского. Имеет нерестилища значительно ближе к побережью, чем европейский. Личиночная стадия длится один год. Подъем стекловидного угря в поверхностные воды начинается в октябре и заканчивается в мае (основная масса поднимается с декабря по март). Стекловидный угорь достигает в длину 5,3–5,8 см и массы 0,16–0,2 г.

Рост японского угря также зависит от его пола. Самцы достигают стадии скатывающегося угря при средней массе 140 г и длине 42–46 (максимум 57) см, самки – при массе 200–300 г и длине 57–60 см. В естественных условиях самки угрей составляют около 60% всей популяции, тогда как при выращивании в прудах всего 12%.



Требования к температуре у японского угря выше, чем у европейского. Температура воды 25–30°C считается для него оптимальной, хотя и более высокая температура переносится довольно хорошо.

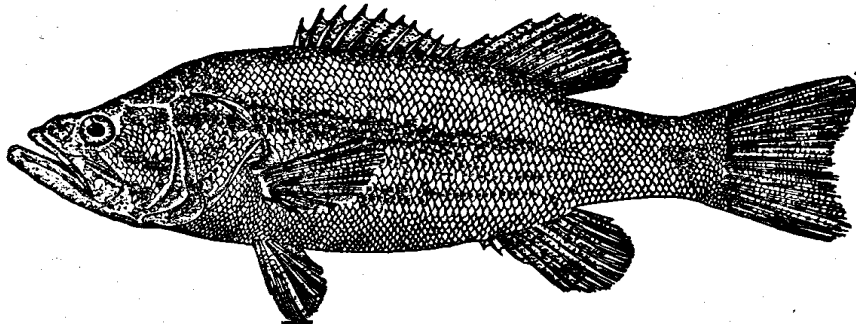
Речной угорь является ценной перспективной добавочной рыбой для прудовых хозяйств. Угорь является хорошим биологическим мелиоратором. Использует в пищу сорную рыбу, попадающую в пруды. Наиболее целесообразно подсаживать в пруды посадочного угря массой 20–40 г в количестве 100–300 шт/га. При этом можно получить товарную продукцию 25–80 кг/га. Посадочного угря рекомендуется выращивать в отдельных выростных прудах при плотности посадки 3–4 тыс. шт/га стекловидного угря. В некоторых странах (Япония, Франция, Россия) ведутся работы по получению зрелых производителей угря путем гормональной стимуляции и выдерживания в морской воде при солености 36‰.

Наиболее широко культивирование угря развито в Японии, на Тайване, во Франции и Италии. Выращивают угря в прудах и бассейнах как в моно-, так и поликультуре. Личинок угря отлавливают в устьях рек. Лучшие результаты при выращивании получают в длинных узких прудах и бассейнах.

При любой системе выращивания угря успех зависит от кормления. Чем больше животного белка в кормовой смеси, тем выше темп роста. В рекомендуемых рационах содержание белка достигает 50%, жира – 5–6%. Так, применяемые в Японии искусственные гранулированные корма состоят на 60% из рыбной муки и на 20% из крахмала с добавлением витаминов, минеральных веществ и др. В Европе почти повсеместно в качестве корма используют малоценную рыбу. Кормовой коэффициент при этом составляет 8–10.

У угрей, выращиваемых в прудах и бассейнах, даже при оптимальных условиях содержания (интенсивное кормление, высокое содержание кислорода, оптимальная температура 20–28°C) наблюдаются большие индивидуальные колебания скорости роста. Обычно около 30–40% выращиваемых в прудах угрей за год достигают массы 100–200 г. Самки растут обычно быстрее, чем самцы. Продуктивность прудов при выращивании угря очень высока. На Тайване, например, средняя продуктивность – около 10 т/га. В Японии максимальная продуктивность составила 45 т/га. Высокая продуктивность достигается за счет большой плотности посадки и постоянной проточности водоема.

**Форелекунь** (*Micropterus salmoides* Lac.) (рис. 19). Родина форелекуни – пресные воды Северной Америки. Его разводят во многих странах Центральной и Южной Америки, Европы главным образом для спортивного рыболовства. Однако благодаря своим высоким хозяйственным качествам он представляет интерес и для товарного выращивания.



*Рис. 19. Форелеокунь*

Распространен в Северной Америке – от Канады до Мексики. Завезен в нашу страну и обитает в озерах Абрау и Лиманчик под Новороссийском. В 1948 г. завезен в Московскую и Воронежскую области. Обитает в пресноводных и солоноватых водоемах со слабым течением.

Половой зрелости достигает в разные сроки в зависимости от климатических условий. Так, в России он созревает на втором-третьем году жизни. В тропиках (Республика Куба) дает потомство уже в конце первого года жизни. Самки массой 1,5 кг откладывают 70 тыс. икринок (около 45 тыс. икринок на 1 кг массы тела). Нерестится в мае–июле при температуре воды 15–27°C, на твердых и мягких субстратах. Икра откладывается чаще всего на мелкий гравий, камни или плотный грунт. В прибрежной зоне на глубине 0,5 м самец устраивает неглубокое гнездо диаметром 40–60 см, куда самка откладывает икру. Икринки светло-желтого цвета диаметром 1–1,5 мм.

Самка устраивает гнездо диаметром 40–80 см. В зависимости от температуры воды развитие икры продолжается от двух суток до одной недели. Самец охраняет икру и молодь до месячного возраста, иногда и дольше. Охраняя гнездо, самец взмахами грудных и брюшных плавников создает движение воды над икрой, аэрируя таким образом воду и очищая икру от иловых наносов. На активное питание внешней пищей переходит через 10 суток после вылупления. В прудах выращивают как в условиях монокультуры, так и совместно с карпом в выростных и нагульных прудах. Молодь питается ракообразными, личинками водных насекомых, взрослые – лягушками, головастиками, рыбой.

Форелеокунь – хищная рыба. Спектр ее питания с возрастом и увеличением размеров меняется. Мальки переходят на активное питание в 7–10-дневном возрасте, потребляя зеленые водоросли, мелкие формы ракообразных, детрит. По мере увеличения массы начинают потреблять более крупные организмы. Пища старших возрастных групп состоит из насекомых, головастиков, лягушек и мелкой рыбы, которая может составлять до 80% рациона. При недостатке пищи наблюдается каннибализм. Поэтому при разведении форелеокуня необходимо обес-

печение его обильным питанием, а также проведение систематической сортировки, отделяя отстающую в росте рыбу от более крупной.

Растет форелеокунь очень быстро. При оптимальном температурном режиме (25–30°C) и хорошей кормовой базе на первом году выращивания он достигает массы 300–500 г, на втором – 1–2 кг. Максимальная масса составляет 8–10 кг. Продуктивность по сеголеткам достигает 115 кг/га, по двухлеткам – 43 кг/га. Мясо форелеокуня нежирное и очень вкусное, приближается по качеству к мясу форели.

**Буффало большеротый** (*Ictiobus cyprinellus* (Val.)), **малоротый** (*I. bufalus* (Raf.)), **черный** (*I. niger* (Raf.)) (сем. чукучановые).

Являются представителями североамериканской ихтиофауны. Распространены на юге от Мексики до бассейна Ледовитого океана. Они завезены из США в Россию в 1971–1972 гг. для выращивания в прудах. Внешне буффало похожи на карпа. Большеротый буффало достигает массы 45 кг, малоротый – 15–18 кг, черный – до 7 кг. Это крупные быстрорастущие пресноводные рыбы, перспективные в индустриальном рыбоводстве (рис. 20).

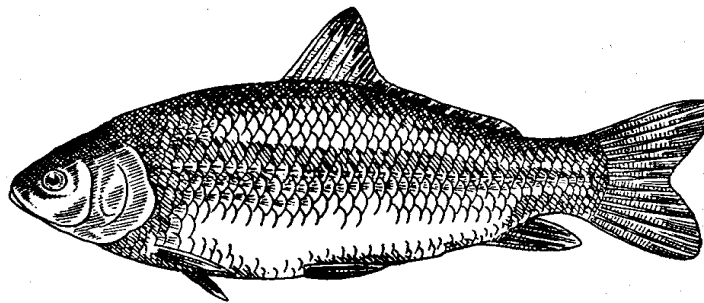


Рис. 20. Буффало

В питании большеротого буффало преобладает зоопланктон, малоротого и черного – бентос. Буффало – теплолюбивые рыбы. Они лучше размножаются и растут на юге. Буффало – стайные рыбы. Они предпочитают тихую, спокойную воду и являются типичными обитателями больших рек, озер, водохранилищ. Требования к гидрохимическому режиму для буффало те же, что и для карпа. Основной абиотический фактор, определяющий границы ареала, – это температура воды. Буффало несколько теплолюбивее карпа. Интенсивность роста у них по мере продвижения на север снижается, поэтому для их выращивания больше подходят водоемы южных районов, а также водоемы-охладители.

Половая зрелость наступает на четвертом году жизни. При выращивании в прудах самки большеротого буффало достигают половой зрелости в трехгодовалом возрасте. Нерестятся в весенне-летний период (с конца марта по июль) при температуре воды 14–17°C. Во время

нереста у самцов появляется брачный наряд в виде более яркой окраски и роговидных бугорков на голове. Икра мелкая, клейкая. Самки откладывают икру на водную растительность. Вылупление предличинок происходит через 5 суток при температуре воды 18–21°C.

При искусственном способе получения потомства производителей перед нерестом содержат в бассейнах с температурой воды не ниже 18°C. Самкам инъецируют экстракты гипофиза буффало, сома или хореогонина. После отцеживания и осеменения икру инкубируют во взвешенном состоянии (после обесклеивания) или в приклеенном на субстрате. Вылупление личинок при температуре воды в аппаратах 20–22°C происходит через 3–4 дня. Кормить личинок начинают через трое суток после вылупления. При прудовом выращивании в условиях Краснодарского края сеголетки буффало достигают массы 200–500 г, двухлетки – 1,5–2 кг.

Все три вида буффало – мирные животноводные рыбы. В питании большеротого буффало значительную роль играет зоопланктон, в меньшей степени – бентос и детрит. Питание черного и малоротого буффало составляет главным образом бентос. Буффало также могут потреблять комбикорма, что свидетельствует о возможности их выращивания при высоком уровне интенсификации.

Буффало устойчивы к таким заболеваниям, как краснуха и воспаление плавательного пузыря. Невосприимчивы они к бранхиомикозу и жаберному некрозу.

#### *Контрольные вопросы*

1. Назовите коренные места обитания радужной форели и стальноголового лосося.
2. Перечислите основных представителей радужной форели – объектов разведения и выращивания холодноводного хозяйства.
3. Назовите коренные места обитания микижи.
4. Перечислите основных представителей сиговых рыб – объектов разведения и выращивания в индустриальных хозяйствах.
5. Назовите основные черты биологии пеляди.
6. Перечислите основных представителей тепловодного индустриального хозяйства.
7. Назовите основные черты биологии карпа, тилляпии, канального сома.

## ГЛАВА 4. Садковые хозяйства

### *Условия садкового выращивания рыб*

Садковое выращивание рыб является одной из важных ветвей индустриального рыбоводства. Садковое выращивание рыбы издавна практикуется в странах Юго-Восточной Азии. Первое выращивание рыбы в садках известно в Камбодже в 1851 г. Используются садки различного размера (чаще 1,5–3,0 м длиной, 1,0–1,5 м шириной и до 1 м высотой). Материалом для них служат бамбуковые планки. В Японии для изготовления садков используют нейлоновую сетку, которую натягивают на бамбуковый каркас. Площадь садков различна – от 4–6 до 80 м<sup>2</sup>.

В нашей стране развитие садкового способа относится к началу 50-х гг. XX в. (Бугров, Петренко, 1987; Михеев, 1982; Михеев, 1988; Михеев и др., 1976). Наиболее разработано и получило широкое распространение выращивание молоди и товарной рыбы в садках, установленных в водоемах-охладителях или сбросных каналах ТЭС и АЭС. Преимущественное развитие производства молоди и товарной рыбы в садках объясняется главным образом простотой конструктивных решений, незначительностью затрат и малой капиталоемкостью. Другое преимущество садковых хозяйств – отсутствие механической подачи воды, что снижает эксплуатационные затраты.

Возможность выращивания в садках создается благодаря способности рыб расти и развиваться в специфических условиях замкнутого пространства в садках.

Для устройства садков используют разнообразные синтетические материалы. Разработаны различные системы сетчатых садков. Все более широкое распространение получают садки из анодированного алюминия. Надежны и долговечны садки, изготовленные из нержавеющей стали.

Главные требования, которым должны отвечать объекты культивирования в садках, следующие: быстро адаптироваться к ограниченному водному объему; активно потреблять и максимально использовать полноценные кормовые смеси; ускоренно расти и развиваться при плотной посадке и достигать в минимальные сроки планируемой массы тела.

Набор объектов садкового выращивания зависит от структуры водоема и гидрохимического состава его воды. Качество воды формируется благодаря взаимодействию комплекса факторов и экосистемой водоема. Поэтому выбор водоема для успешного садкового выращивания имеет большое значение. Необходимо заранее прогнозировать возможные изменения в экосистеме водоема, аборигенной ихтиофауне и сте-

пень его последующего эвтрофирования в зависимости от объема выращивания рыбы и органической нагрузки.

Несмотря на преобладание в настоящее время хозяйств бассейнового типа, последние уступают по перспективности садковым, которые быстрее сооружаются, и стоимость садков, как основных фондов, ниже стоимости бассейнов. Садковое выращивание форели успешно осуществляется в озерах и водохранилищах при оптимальных температурах воды и благоприятном режиме. Так как радужная форель и ее аналоги хорошо растут при невысоких температурах воды, использование садковой схемы форелевых хозяйств особенно перспективно в регионах с холодным климатом, начиная с первой рыбоводной зоны и севернее. Развитию форелеводства благоприятствует здесь огромное количество озер, условия среды во многих из которых соответствуют экологии радужной форели. Наиболее предпочтительны для устройства садкового хозяйства водоемы олиготрофного типа. В 2002 г. в Карелии действовало 17 садковых хозяйств, в которых было выращено 2,4 тыс. т радужной форели.

Наиболее благоприятные условия для садкового содержания рыбы создаются в проточных водоемах, где в садки приносится много кормовых организмов и быстро удаляются продукты метаболизма рыб.

В проточных водоемах плотность посадки рыбы в садках может быть выше, чем в непроточных. В непроточных водоемах существуют внутренние течения, связанные с турбулентным перемещением воды, разностью температуры разных слоев воды и другими причинами. Они обеспечивают в садках смену воды четыре раза в течение часа. Улучшает режим среды в садках и ветровое перемешивание воды.

Садки устанавливают в местах с наибольшими глубинами, чтобы отходы погружались на дно, откуда в результате возникшей стратификации вод они не могут выноситься в верхние слои водоема.

Садки устанавливают в водоемах с чистой водой. В загрязненной воде, к которой особенно чувствительна молодь рыб, взвеси затрудняют дыхание, вызывают снижение активности питания и роста, могут быть причиной гибели рыбы.

Для размещения садковых установок можно использовать озера, водохранилища, карьеры, водоемы комплексного назначения. Садковый метод выращивания может оказаться наиболее целесообразным по сравнению с другими методами в водоемах, которые трудно осушить или обловить. В водоемах, где много хищников, в садках можно выращивать молодь рыб.

Основными показателями, определяющими пригодность водоема для рыбоводных целей и подбор объектов культивирования, являются глубина, течение, температура, содержание в воде кислорода, рН, за-

грязненность, окисляемость, содержание диоксида углерода, нитритов, нитратов, аммонийных соединений, сульфатов, хлоридов, а также удобство подъезда, возможность электроснабжения, наличие площадей для береговых сооружений.

*Грунты* в местах установки садков должны быть плотными, лучше песчано-каменистыми. Проточность должна составлять 0,1–0,5 м/с. Важным условием для выбора расположения садкового хозяйства является качество воды в различное время года. Решающее значение имеет поступление таких веществ, как азот и фосфор, значительно влияющих на эвтрофирование водоема, а также содержание в воде кислорода. Предельный уровень содержания в воде кислорода для карпа должен быть не менее 5,5 мг/л, для форели – 7 мг/л. Водоемы должны отличаться хорошим перемещением вод или максимально глубоким эпилимнионом.

*При выборе водоема* учитывают следующие моменты:

1. Водоем или его часть полностью утилизируют остатки корма и экскременты, поступающие в воду. Следовательно, необходимо учитывать связь между размером и состоянием водоема, величиной рыбной продукции и площадью садков. С целью избежания органического загрязнения для размещения садков используют только одну тысячную часть площади водоема.

2. Водоем, в котором размещается садковое хозяйство, по физико-химическим и биологическим свойствам оптимально удовлетворяет физиологические потребности рыбы. Это особенно важно, если учесть, что в садках температурный и кислородный режимы практически не отличаются от режима водоема, в котором размещены садки (при правильном ведении хозяйства).

3. Температура воды не должна превышать 20°C (водоемы, в которых температура воды в течение продолжительного времени удерживается в пределах 20–25°C, непригодны для выращивания форели в садках).

4. Содержание растворенного кислорода утром должно быть выше 6 мг/л. При более низких концентрациях кислорода ухудшается поедаемость корма и снижается темп роста. Потребность форели в кислороде и кислородный баланс находятся в тесной связи с температурой воды.

5. Активная реакция среды рН должна быть менее 8. Следует избегать водоемов с сильным цветением воды, которое вызывает снижение содержания кислорода и повышает рН среды до 9 и более. Следствием этого наряду с другими нарушениями жизнедеятельности рыб являются ожоги жабр. Форель особенно чувствительна к щелочной среде.

6. Отсутствует загрязнение водоема ядовитыми веществами промышленных и бытовых предприятий, гербицидами и другими ядохимикатами, применяемыми в сельском и лесном хозяйстве.

7. Глубина воды в месте установки садков должна быть 3–5 м. Между дном садка и дном водоема допустимо минимальное расстояние 1 м.

8. Рекомендуется устанавливать садки вдали от берегов водоема и зарослей подводной и надводной растительности (не ближе 50 м от берега), где обычно концентрируются промежуточные хозяева ряда паразитов, свободноживущие стадии, а также кладки яиц. Желательно размещать садки на участках водоемов с проточностью на расстоянии 1–2 м от дна. При установке садков за литоралью в нескольких метрах над дном водоема не наблюдается сильного поражения форели паразитами (аргулюсами, ихтиофтириусами, диплостомами и др.). В прибрежной зоне наблюдаются сильные инвазии паразитами – аргулюсом и моногенетическим сосальщиком.

Не следует размещать садковые комплексы в водоемах, где у туводных рыб наблюдается массовое поражение паразитами. При выборе водоема обязателен ихтиопатологический контроль. Необходимо следить за санитарным состоянием садков, не допускать сильного их заиления и обрастания.

9. Скорость течения воды в местах установки садков должна быть около 0,5 м/с. При более высокой проточности увеличивается расход мускульной энергии, поэтому возрастают кормовые затраты на единицу прироста форели.

10. Требуется установить тщательный контроль за условиями содержания и кормления, своевременно принимать меры, необходимые для улучшения условий выращивания. Для кормления форели следует использовать полноценные доброкачественные корма. Необходимо исключить травмирование рыбы при проведении рыбоводных процессов (контрольном взвешивании, пересадке, сортировке и т. п.).

В садковых сооружениях следует по возможности исключить неблагоприятные факторы, в первую очередь снижение кислорода вследствие цветения и разложения фитопланктона, обрастание садков и нарушение водообмена, кратковременное повышение температуры воды и другие факторы, используя аэрационные установки. Можно применять технические средства для подъема холодной воды из глубинных слоев в летние месяцы для снижения температуры воды и потерь форели. Одновременно следует обогащать воду кислородом с помощью специальных аэрационных установок. Потребность в холодной глубинной воде на 100 т форели составляет 11 000 м<sup>3</sup>/ч, затраты электроэнергии – 3,6 кВт. При высокой температуре воды или безветрии подачу воды в садки нужно производить постоянно.

При выборе места для садкового сооружения следует учитывать удобства подъезда, наличие площадки для размещения подсобных



и бытовых помещений, технического оборудования, проведения рыбо-водных операций.

Один из существенных недостатков садковых хозяйств – малая управляемость. Кроме того, садковые хозяйства являются источниками значительного органического загрязнения водоемов. Это позволяет выращивать в них ограниченное количество рыбы в пересчете на 1 га площади водоема. Мощность садкового хозяйства лимитируется поступлением в водоем больших количеств органических веществ в виде продуктов обмена рыб и остатков кормов. При больших объемах производства возникает опасность загрязнения и эвтрофирования водохранилища. Поэтому при организации садковых хозяйств необходимо рассчитывать объем органического сброса с учетом того, чтобы он не превышал способности водоема к самоочищению.

**Типы садков.** Садки, используемые для выращивания рыбы, разделяются на две основные группы: пресноводные и морские.

Садки, используемые для выращивания рыбы во внутренних водоемах, в основном форели, подразделяются на следующие типы: стационарные, плавающие и плавающие садки на понтонах.

Каждый из перечисленных типов садков различается по конструктивным особенностям, а также по возможным масштабам применения.

*Стационарные садки* (рис. 21) используются в водоемах со стабильным в течение всего года уровнем воды. Они устанавливаются на сваях. Эксплуатируются как в летний, так и в зимний период, когда водоем покрывается льдом. Для удобства обслуживания вдоль садков сооружаются мостки. По мосткам осуществляются доставка кормов и транспортировка рыбы. С них выполняются все операции по обслуживанию садков. Стационарные садки размещаются в виде линии как перпендикулярно к берегу, так и вдоль него. Длина садковой линии и ее конфигурация обуславливаются особенностями водоема (ширина мелководной зоны, извилистость берегов и т. п.). Дальность выдвижения линии в водоем регулируется глубинами, которые определяют возможность использования свай. Это обстоятельство, а также зависимость от стабильности уровня воды сужают возможности для применения стационарных садков.

Стационарные садки на железобетонных сваях, связанные с берегом, облегчают обслуживание и возможность применения самоходных транспортных средств и средств механизации, но не подходят для водоемов с переменным водным режимом.

К недостаткам применения стационарных садков можно отнести следующие:

1. Материал садков быстро изнашивается вследствие гниения.
2. Высокие затраты труда при монтаже и ремонте (замена свай и др.).

3. Незначительные глубины, требуемые для свайного основания садков, не обеспечивают оптимального водообмена. Дель (сети) повреждается крысами, ручейниками. Гниение органики под сетью вызывает дефицит растворенного в воде кислорода.

4. Садковые сооружения нельзя перемещать на другое место с наиболее благоприятным гидрологическим режимом.

5. Высота падения корма небольшая, что способствует большей его потере.

6. Возникают различные массовые заболевания, так как прибрежная зона является постоянным местом обитания различных паразитов и их переносчиков.

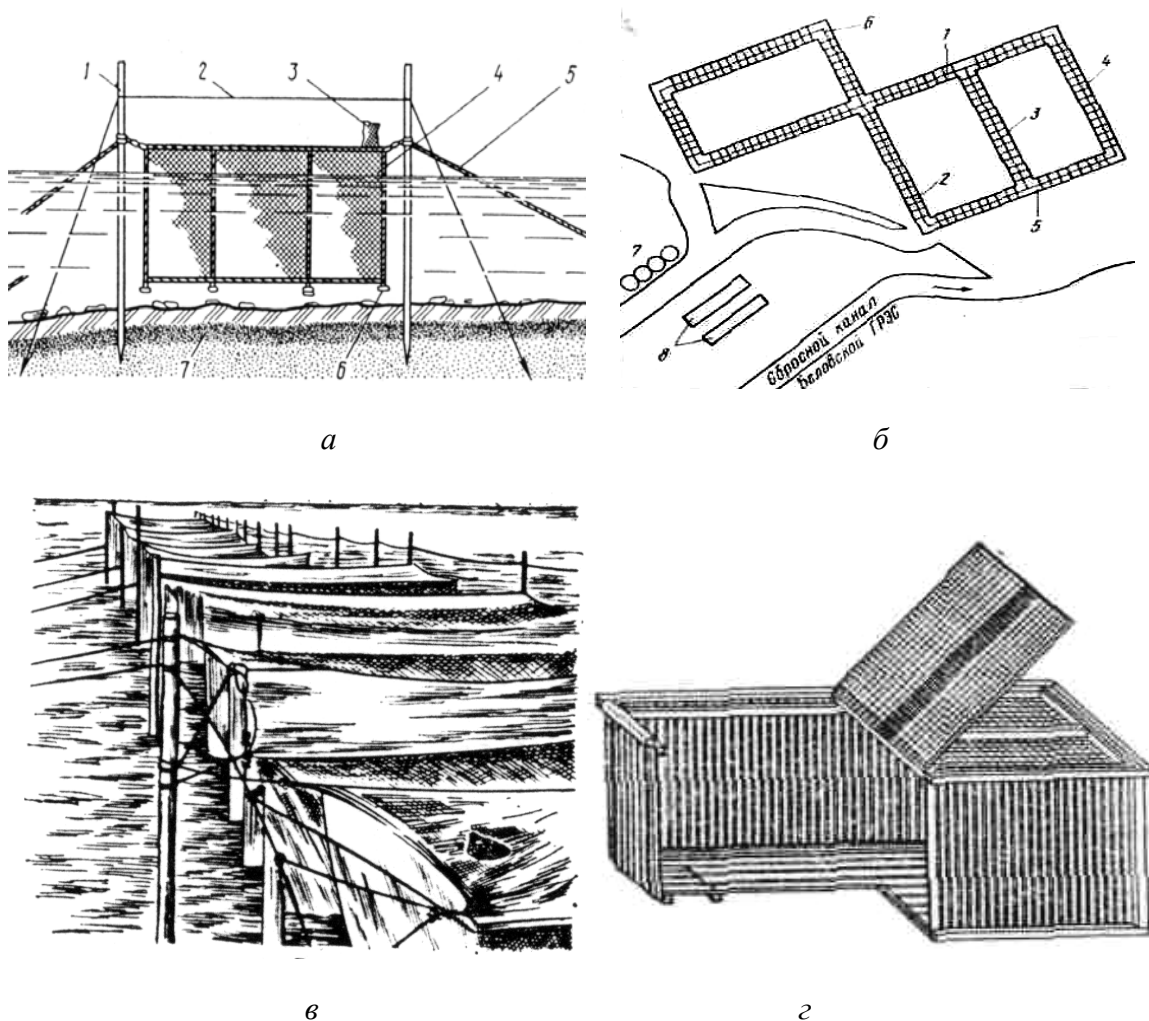


Рис. 21. Стационарные садки: а – конструкция садка: 1 – гундеры; 2 – проволочная рама; 3 – сетчатый рукав для посадки в садок рыбы и раздачи корма; 4 – садок; 5 – трос, крепящий гундеры; 6 – грузы; 7 – грунт; б – общий вид; в – стационарный настил на водоеме-охладителе Беловской ГРЭС; г – садок из реек

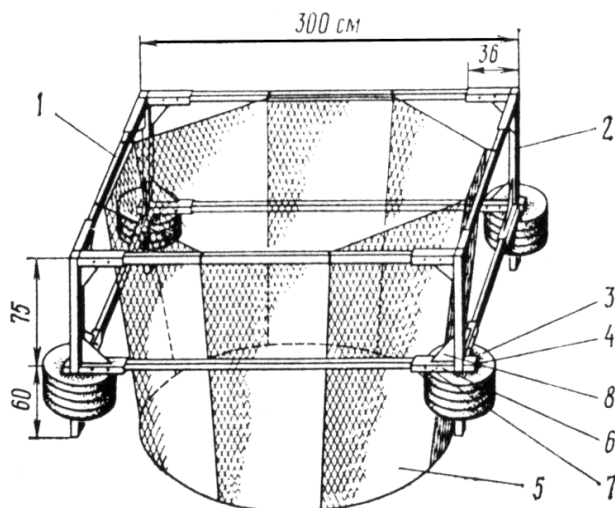


Рис. 22. Садок на поплавках: 1 – 4-гранная труба размером  $25 \times 28$  мм; 2 – угловая стойка из 4-гранных труб; 3 – поплавок из пенопласта; 4 – разъемные звенья; 5 – сетная часть садка; 6 – болт размером  $50 \times 12$  мм; 7 – горизонтальные трубчатые гнезда угловых стоек; 8 – связующий стальной треугольник

Наиболее приемлемыми для эксплуатации в озерах и водохранилищах оказались *плавающие садки на понтонах* (рис. 23), которые конструктивно идентичны садковым линиям, созданным для тепловодных хозяйств. На понтонах (обычно стальные трубы большого диаметра), устанавливаемых вдоль длинной оси садковой линии, прокладываются мостки, связанные с берегом. По ним осуществляется перемещение кормораздатчиков, трактора с тележкой для перевозки рыбы и оборудования, передвижение обслуживающего персонала и т. д. С обеих сторон центрального понтона размещаются садки, обычно изготавливаемые из капроновой дели. Подобная линия в отличие от плавающих садков может эксплуатироваться круглый год. Благодаря этому удлиняется период роста форели, так как она способна питаться и расти и в подледное время при зимних температурах воды, превышающих  $3-4^{\circ}\text{C}$ .

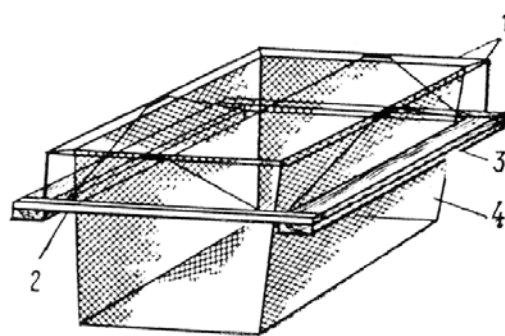


Рис. 23. Плавающий садок на понтоне: 1 – рама из железных труб; 2 – деревянные брусья; 3 – полистироловые плиты в деревянном каркасе; 4 – делевый садок размером  $3,5 \times 3,5 \times 3$  м

Размещение плавающих садков на понтонах не лимитируется большими глубинами: они могут устанавливаться в любых участках водоема, где глубина под садком более 2–3 м. Садки относительно устойчивы к ветровому воздействию. Однако в открытых участках водоемов с обширной акваторией их применение не рекомендуется, так как линии могут разрушаться при сильных ветрах и волнении.

Наибольшее распространение получили плавающие садки, имеющие определенные преимущества перед стационарными (возможность перемещения садков из неблагоприятной зоны в более благоприятную, устойчивый режим эксплуатации при сработке и колебаниях уровня в водоеме-охладителе). Плавающие установки для садкового выращивания рыб изготавливают в виде секций. В зависимости от выбранного принципа обслуживания и механизации производственных процессов секции могут быть трех типов: легкие, средние и тяжелые. Секции тяжелого типа имеют посередине широкую проезжую полосу. Понтоны при этом рассчитаны на нагрузку самоходного шасси или трактора. Соединяются секции жесткими или гибкими креплениями.

Сложность садкового выращивания рыбы в морских условиях заключается в необходимости обеспечить штормоустойчивость садков, а также приспособленность к условиям замерзающих морей в связи с географическими особенностями береговой линии. Обычно садковые хозяйства располагаются у побережья, в заливах, шхерах, фиордах, в местах, защищенных от ветрового и волнового воздействия. Расширение масштабов садковой аквакультуры неизбежно будет связано с освоением открытых морских акваторий. При таких условиях необходимо выбрать рациональные принципы конструкций садков, наиболее приспособленных для выращивания рыб различных видов, а также надводные и подводные средства обслуживания садковых комплексов. Проблема штормоустойчивости садков решается в мировой практике по трем направлениям конструирования садков: погружные, на гибком понтоне и каркасные.

*Погружные садки* (рис. 24, 25) устанавливаются не на поверхности, а в тех горизонтах воды, где имеются оптимальные условия для роста рыбы. Большую часть времени содержания в воде погружные садки находятся в подводном положении. По мере необходимости (осмотр и сортировка рыбы, отлов рыбы для реализации или пересадки, заправка кормом кормораздатчика и т. д.) садки поднимаются (всплывают) к поверхности и после выполнения необходимых рыбоводных (или ремонтных) операций вновь опускаются на заданную глубину. Специфика размещения погружных садков в водоеме определяет особенности их конструкции. В частности, они снабжены резервуаром с воздухом – кессоном, для того чтобы форель могла заглатывать воздух

по мере необходимости. В кессоне также размещается запас корма (до 30 суток и более), раздача которого осуществляется автоматически по заданной программе, и т. д.

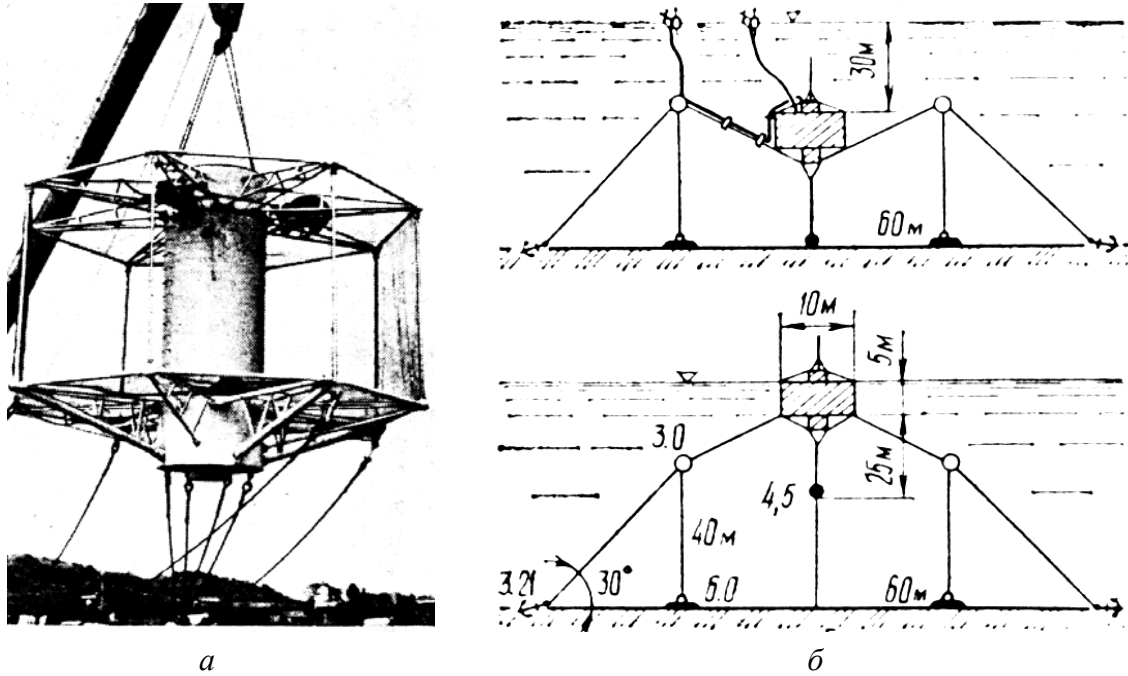


Рис. 24. Погружающийся одиночный садок:  
а – общий вид; б – схема погружения и всплытия

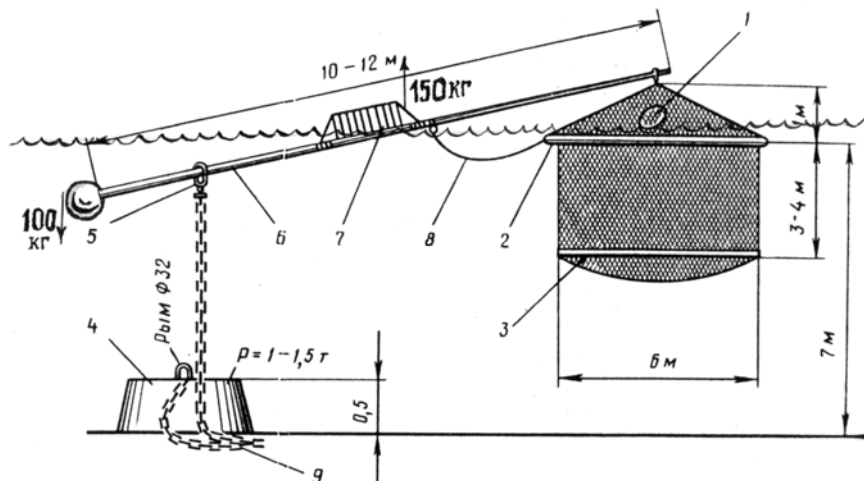


Рис. 25. Самопогружающийся садок для выращивания форели в море:  
1 – отверстие для подачи корма; 2 – рама из полиэтиленового шланга;  
3 – рама из металлического прута; 4 – бетонный блок-якорь; 5 – скоба-вертлюг;  
6 – деревянная штанга-шест; 7 – пенопластовый буй грузоподъемностью 150 кг;  
8 – страховочная уздечка; 9 – цепь ( $1/5 h$  воды)

Конструкция погружных садков и принципы их эксплуатации первоначально разрабатывались для использования на глубоких озерах. Однако впоследствии садки были апробированы в морских усло-

виях. Погружные садки перспективны для использования в тех озерах и водохранилищах, где имеются участки с глубинами от 15–25 м и более и с оптимальными условиями среды для форели (или других выращиваемых видов рыб). Одна из очень важных особенностей погружных садков – полная независимость от погодных условий (штормов, ледяного покрова), возникающих на поверхности водоема. Это качество чрезвычайно важно при создании форелевых хозяйств на больших озерах и водохранилищах.

В подводном садке возможно создать искусственный воздушный объем при выращивании лососевых рыб.

Применение подводной технологии позволяет:

1. Сохранить рыбу и садки даже в штормовую погоду (при ветре 6–7 баллов).
2. Проводить процесс кормления независимо от метеоусловий.
3. Уменьшить влияние загрязнений от рыбоводной фермы в прибрежной зоне.
4. Выдвинуть рыбоводную ферму в открытое море – зону акватории с лучшей промываемостью.
5. Уйти от поверхностного загрязнения.
6. Регулировать температуру воды маневрированием садка по глубине.
7. Исключить эстетическое «загрязнение» ландшафта, высвободить акватории для туристических нужд.
8. Выращивать холодолюбивых рыб в южных регионах.

Возможность круглогодичного выращивания рыбы в таких садках была подтверждена экспериментально.

Другим типом морских садков является конструкция садка на основе гибкого шестигранного понтона (рис. 26), составленного из отрезков резиноканевых труб. Благодаря эластичности резины каркас не разрушается волнением, а форма шестигранника сохраняется за счет избыточного давления в трубах.

Техническая характеристика конструкции гибкого штормоустойчивого садка следующая: длина элемента гибкой рамы – 12–16 м, высота садка – 10 м, допустимая высота волны – до 3 м, допустимая длина волны – 10–30 м, скорость приливоотливного течения – 2 морских узла, глубина места установки – не менее 30 м.

Данный садок наиболее применим в условиях открытого моря и в отличие от садка погружаемо-всплывающего типа более прост в установке и эксплуатации. Результаты его использования для выращивания кижуча в Японии показали высокие эксплуатационные качества и штормоустойчивость.

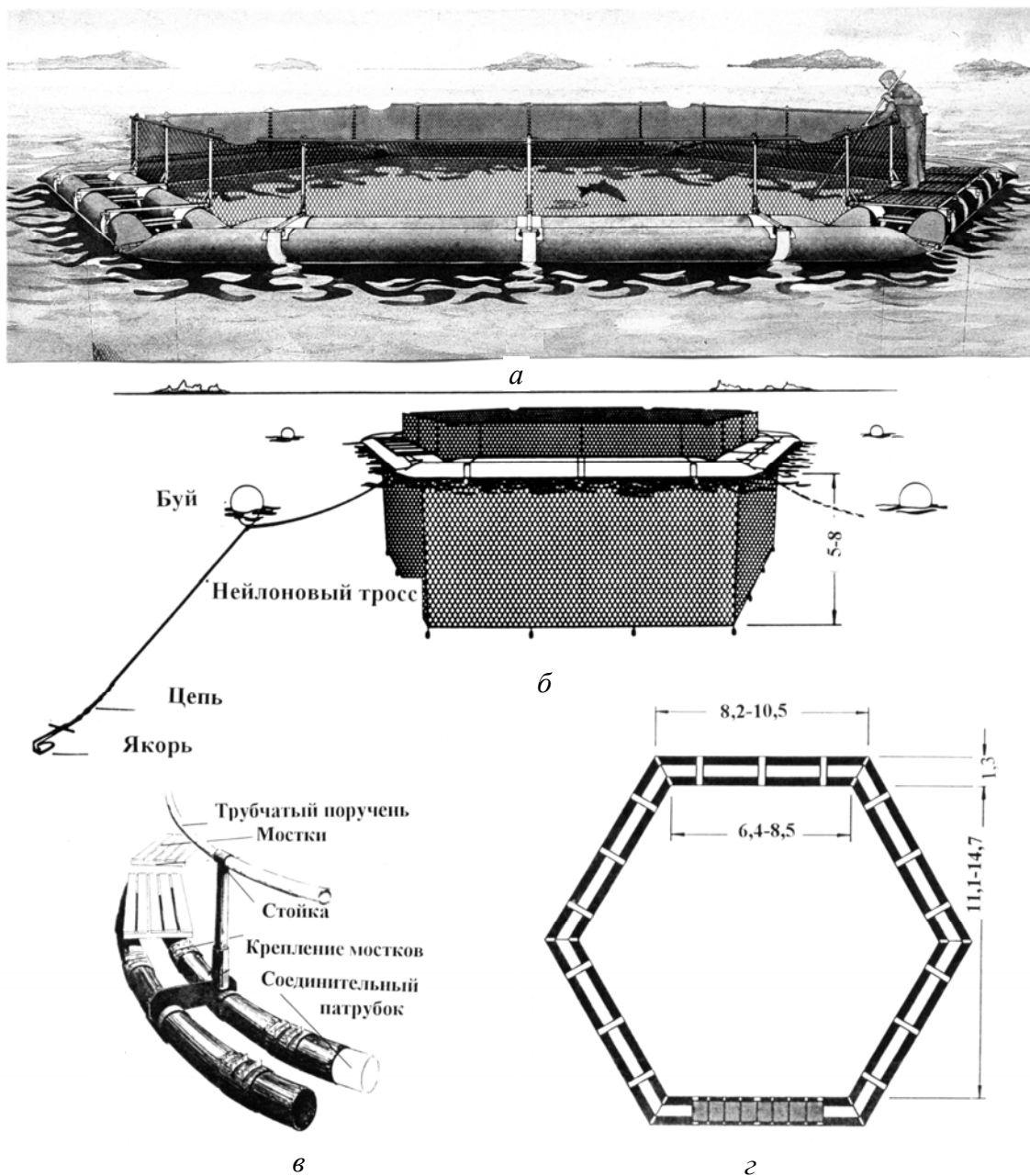


Рис. 26. Морской шестиугольный садок Triflex площадью 120–233 м<sup>2</sup> и объемом 600–1860 м<sup>3</sup>: а – общий вид; б – схема установки; в – фрагмент конструкции; г – вид в плане (м)

Морские садки каркасного типа отличаются постоянством формы сети, окружающей объем содержания рыб, во время волнения или течения. На рис. 27 показан плавающий каркасный садок сферической формы. Он собирается на болтах из отдельных алюминиевых элементов. Диаметр садка составляет 6,5 м, объем – 150 м, масса – 800 кг. Изнутри каркас садка затянут алюминиевой сеткой из проволоки диаметром 2,8 мм с ячейками 20 мм.

Внутри садка проходит ось 1, у полюсов которой располагаются два пустотелых поплавка 2. Верхний поплавок объемом 1200 л запол-

нен пенопластом. Камера внутри нижнего поплавка объемом 970 л со-общается с наружной средой клапаном. У нижнего поплавка к садку крепится якорная цепь. При работе с садком в камеру нижнего поплавка по идущей вдоль оси 1 трубке подается воздух. При этом садок всплывает и поворачивается на 90° так, что ось его располагается горизонтально. В стенке садка имеется раздвижное отверстие 11, обеспечивающее доступ внутрь. На одном из меридианальных элементов каркаса имеется не доходящая до оси сплошная продольная перегородка 9. При вращении садка вокруг горизонтальной оси эта перегородка позволяет собирать скатывающуюся к ней мертвую рыбу, которая затем, попадая через окно 10 в сетчатый отсек 13, удаляется через оборудованное задвижкой отверстие 12 в стенке садка.

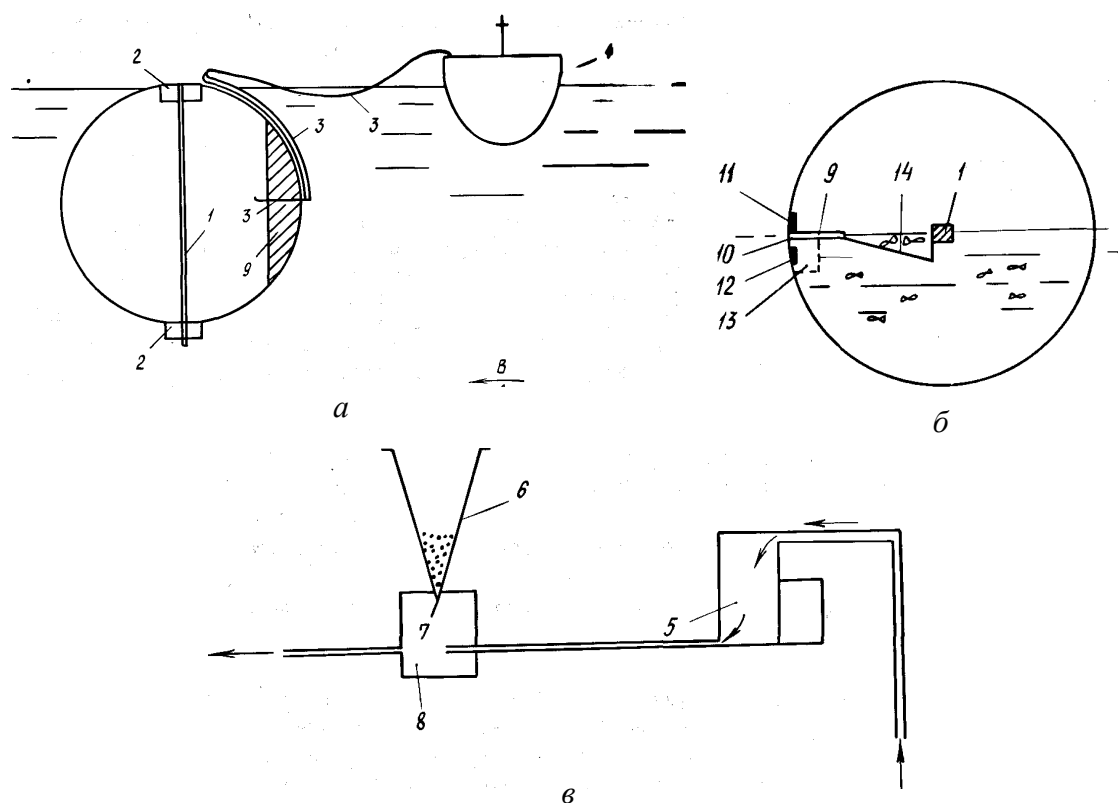


Рис. 27. Схема каркасного садка сферической формы: а – общий вид, б – положение садка при всплытии, в – схема подачи корма;  
 1 – ось; 2 – пустотелый поплавок; 3 – трубка; 4 – судно; 5 – насос; 6 – бункер;  
 7 – дозатор; 8 – смеситель; 9 – продольная перегородка; 10 – окно;  
 11 – раздвижное отверстие; 12 – отверстие; 13 – сетчатый отсек;  
 14 – решетчатая перегородка

Для сортировки рыбы между стенкой и осью вставляется решетчатая перегородка 14, расположенная под углом к корпусу садка. При вращении садка крупная рыба собирается по одну сторону этой перегородки, мелкая – по другую.



Корм в садок подается по трубке 3 от устройства, установленного на судне 4. Судовое устройство, подающее корм, состоит из бункера 6, дозатора 7, смесителя 8, в котором корм захватывается забортной водой, нагнетаемой насосом 5.

Таким образом, конструкция садка обеспечивает облегчение работы с ним, возможность удаления мертвых рыб, сортировки и кормления рыбы.

В настоящее время садки конструктивно можно разделить на индивидуальные и групповые. Первые предназначены в основном для выращивания сиговых, которым очень важно иметь в рационе достаточно естественного корма. Поэтому садки рационально размещать по акватории водоема (глубина таких садков может достигать до 5–10 м) и позволять рыбе перемещаться в толще вместе с кормовыми организмами во время их суточной миграции, а также выбирать оптимальный, с точки зрения температуры, слой воды.

Садки можно использовать для выращивания растительноядных рыб в водоемах-охладителях или в водоемах южных регионов.

Размеры садков могут быть разные, но на практике максимальные садки имеют размеры 10 × 10 м. Садки большей площади неудобны в обслуживании, имеют значительную парусность. Более удобными в эксплуатации являются садки размером 3 × 4 м.

В качестве поплавков для садков используют трубы диаметром 300–600 мм, 200-литровые металлические бочки, пенопластовые наплава, прикрепляемые к каркасу-раме. Конструкция может быть деревянной (каркас из бруса 12 × 12 или 15 × 15 см). Садок для содержания рыбы может быть сделан из деревянных реек или металлической сетки, но это громоздко и неудобно в обслуживании, а также дорого. Поэтому чаще изготавливают садки из капроновой дели, которые подвешиваются на плавающий каркас. По мере зарастания или заиления они могут убираться, а на их место устанавливаться новые. В летний период частота таких замен может быть один раз в декаду. Раскрой полотна дели при изготовлении садка делается так, чтобы в готовом виде садок имел форму урезанной пирамиды. Привязанные в углы садка по днищу грузы (1,5–3 кг) растягивают садок в толще воды, и он принимает форму строгой усеченной пирамиды.

В местах установки индивидуальные садки крепятся с помощью якорных растяжек на четыре стороны. При подвижном способе садок крепится с одной стороны якорем. Этим достигается и лучший водообмен, и большая обеспеченность рыб естественной пищей. Для поддержания хорошего водообмена садки следует устанавливать на участках водоема с небольшой проточностью. С увеличением скорости течения возрастает расход энергии у рыб. Так, если при скорости пла-

вания 4 см/с сеголетки карпа расходуют 320 мг  $O_2$ /кг · ч, то при скорости плавания 12 см/с расход кислорода увеличивается вдвое. В результате повышения обмена веществ возрастает расход кормов и снижается прирост рыбы. Минимальная глубина воды в местах установки садковых линий должна быть не менее 2,5 м.

Вторым видом садков являются садковые секции, или линии (рис. 28, 29).

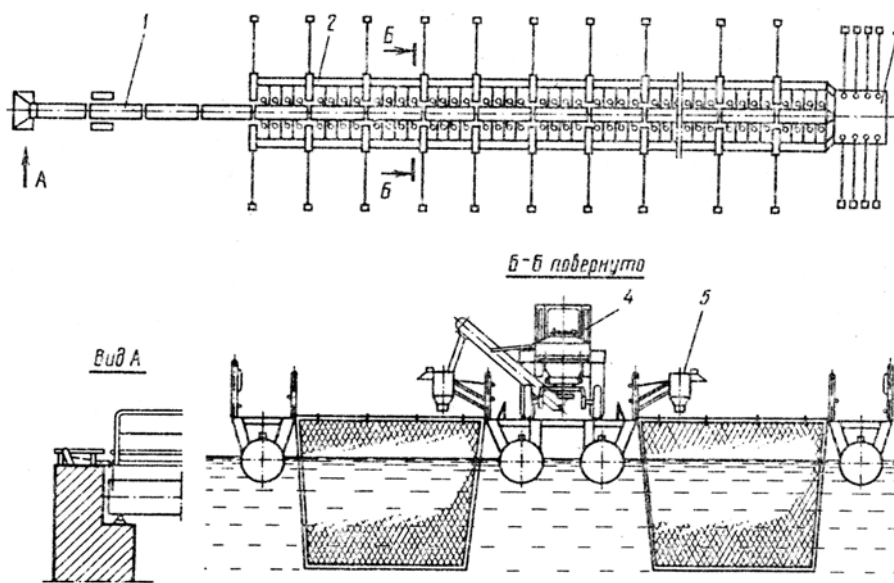


Рис. 28. Схема садковой линии ЛМ-4: 1 – плавучая секция подводная; 2 – плавучая секция основная; 3 – плавучая секция разворотная; 4 – кормораздатчик РГК-700; 5 – линия кормления рыбы Н15-ИВЭ, оборудованная автокормушками Т-1-50 «Рефлекс»

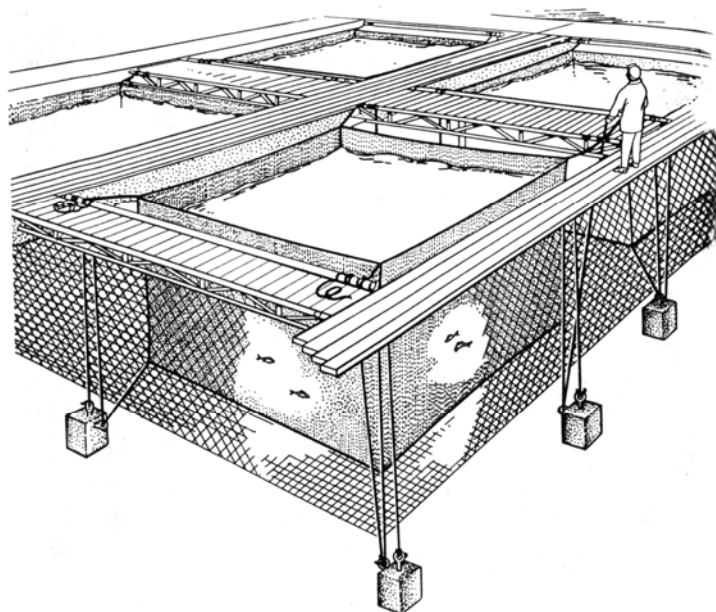


Рис. 29. Морской садковый комплекс

При строительстве садковых хозяйств стремятся к тому, чтобы садки имели связь с берегом. Поэтому их выстраивают в линию, которой осуществляется обслуживание ячеек-садков. Эти линии могут быть достаточно хорошо механизированы.

### ***Биотехнология садкового выращивания товарной рыбы в пресноводных водоемах (на примере форели)***

*Зарыбление садков.* Зарыбление садков следует осуществлять в зависимости от климатических условий района нахождения водоема осенью или весной (Новоженин, Галасун, 1977). Обычно начинают зарыблять садки в середине или во второй половине апреля сразу после распаления льда при положительной температуре воздуха.

Рыбу доставляют к месту расположения садковых сооружений в живорыбных машинах или контейнерах и выгружают в транспортный сетевой садок или лодку-прорезь, которые моторными лодками буксируются к плавучим садкам. Можно выгружать рыбу непосредственно в садковую секцию, подведенную к причалу. В процессе транспортировки рыбы к месту зарыбления следует стремиться к наименьшей травматизации форели.

Зарыбление садков осуществляют вручную. Плотность посадки устанавливают прямым просчетом или весовым методом. Для зарыбления садков, в которых в процессе выращивания создаются быстроменяющиеся, часто неоптимальные условия окружающей среды, нужно использовать только здоровый посадочный материал. Рыба должна быть упитанной, физиологически полноценной, свободной от эндо- и эктопаразитов.

*Наблюдения за выращиванием.* В зависимости от температурного режима планируют нормальный и удлиненный циклы выращивания товарной форели в садках. Нормальный цикл выращивания длится с апреля по ноябрь, удлиненный – с октября–ноября по сентябрь–октябрь следующего года (круглогодичный цикл). Удлиненный цикл выращивания товарной форели практикуется в водоемах, где температура глубинных вод бывает не менее 2–3°C. При этой температуре форель хорошо поедает корм и растет. Считается нецелесообразным содержание форели в водоемах с температурой глубинных вод 0,2–0,5°C.

При осеннем зарыблении масса сеголетков должна быть более 5 г. Плотность посадки сеголетков массой 5–10 г может достигать 500–600 шт/м<sup>3</sup>, а рыб массой более 20 г – 200–250 шт/м<sup>3</sup>. Такая посадка позволяет держать поверхность садков свободной ото льда при температуре воздуха от 10 до 18°C. Температура воды за счет постоянного движения рыбы и выноса глубинных вод не снижается за пределы 2°C.

За 120–130 дней зимнего содержания форель увеличивает массу в 2–3 раза. Отход не превышает 1,5–2%. Весной плотность посадки снижают до 100 шт/м<sup>3</sup>. Выращивание форели продолжается от 16 до 28 месяцев.

Масса годовиков при зарыблении садков должна быть не менее 30–40 г (при начале цикла выращивания форели весной). Средняя плотность посадки составляет 80–100 шт на 1 м<sup>3</sup> продуктивного объема садка.

В водоемах, где в течение длительного периода сохраняются хорошие условия среды, плотности посадки могут быть доведены до 150–200 шт/м<sup>3</sup>.

Конечная рыбопродукция при плотности до 100 шт/м<sup>3</sup> достигает 25 кг/м<sup>3</sup>, при плотности 200–250 шт/м<sup>3</sup> доходит до 50 кг/м<sup>3</sup>. Отход за период выращивания не должен превышать 10%, масса товарной форели к середине октября должна достичь не менее 250 г. Продолжительность периода выращивания составляет 150–180 дней. При небольшой начальной массе годовика форели (менее 30 г) производственный цикл выращивания длится до 10–12 месяцев. В этом случае следует считать с более высокими отходами и затратами кормов.

В процессе выращивания форели тщательно следят за гидрохимическим и температурным режимами воды, активной реакцией среды и другими параметрами. Особенно следует усилить наблюдения за условиями среды в летний период при повышении температуры воды более 22°C. В ночное время могут возникнуть заморные явления, поэтому необходимо предусмотреть технические средства аэрации воды и насыщения ее кислородом.

В месте установки садковой линии вследствие поступления в воду биогенных веществ наблюдается более высокая степень эвтрофикации. Это приводит здесь к более интенсивному развитию планктонных организмов, отмирание которых также может вызвать уменьшение концентрации кислорода в воде, повышение рН. Особенно это опасно в сочетании с повышающейся температурой воды. Целесообразно с началом повышения температуры перемещать садковые сооружения на новые места с более интенсивным водообменом.

Необходимо следить за тем, чтобы садки не обрастали. Биологические обрастания садков затрудняют водообмен, вызывают ухудшение газового режима. При сильном обрастании садков рыбу следует пересаживать в запасные садки, а заросшие промывать и просушивать. Проводят периодические наблюдения за целостностью сетевой части садков, своевременно ликвидируя разрывы.

При удлиненном производственном периоде выращивания форели в зимний период предусматривают соединение садков с берегом. В зимний период следует следить, чтобы сетевая часть садков не обле-

денела. В противном случае садки могут оборваться и затонуть. Необходимо периодически удалять с садков налесь.

Контроль за темпом роста форели осуществляют путем взвешивания выборочной пробы через каждые две недели. Для профилактики болезней необходимо один раз в неделю проверять эпизоотическое состояние форели. При появлении признаков заболевания такой контроль осуществляется чаще.

В течение производственного цикла сортировку форели при отсутствии средств механизации обычно не производят. Каждая сортировка ведет к нежелательным нагрузкам на рыбу, травматизации, падению прироста, так как форель за день до сортировки прекращают кормить и сразу же после сортировки она может поесть корм неполностью. Для проведения сортировки требуется привлечение дополнительной рабочей силы.

Первую сортировку предпринимают только при достижении частью рыб товарной массы. При внедрении средств механизации сортировку следует проводить через каждые 1,5–2 месяца.

**Корма и кормление форели.** Наряду с факторами окружающей среды наибольшее значение придается корму и кормлению форели в сетевых садках. Положительных результатов можно добиться только при использовании полноценных кормов (гранулированных и пастообразных). В первую очередь должны применяться гранулированные корма, изготовленные по специальной технологии на заводе. При контроле качества гранулированного корма важно, чтобы рецептура точно выдерживалась. Даже незначительное отклонение от нормы может затормозить рост, повысить расходы корма и вызвать постепенный отход рыбы. Вред здоровью рыбы может принести также длительное хранение кормов и образование афлотоксина. Комбикормовая промышленность должна обеспечивать достаточную стерилизацию корма.

Гранулированный корм не должен храниться более 3–4 месяцев с момента его изготовления. По современным требованиям, в форелевом корме должно быть 40–48% протеина в основном животного происхождения, 8–12% жира, 20–25% углеводов и около 8–10% минеральных солей. Протеин корма должен быть сбалансированным по основным аминокислотам в соответствии с потребностью форели. В корме должны содержаться все необходимые витамины в определенном количестве. Для удобства пользования витамины готовят в виде витаминной смеси (премикса), основу которой составляет мелко просеянная мука злаковых с минимальным содержанием легкоокисляемых веществ. В составе премикса витамины содержатся в таком количестве и соотношении, чтобы их добавление в корм в количестве 1% удовлетворяло потребности форели.

Размер гранул для форели массой до 50–70 г составляет 3 мм, для форели массой свыше 100 г – 6 мм. Количество корма устанавливается по кормовым таблицам с учетом массы форели и условий среды. Обычно при температуре 13–18°C задают 3–4% корма от массы тела, при температуре 20°C – 1% от массы, зимой при температуре 0,5°C, когда кормят ежедневно, – 0,5–1%. Корм задают минимум 2–3 раза в день.

Пастообразные корма готовят непосредственно на хозяйстве. Они могут быть временной заменой гранулированному комбикорму.

При использовании пастообразных кормов введение в рацион премикса обязательно. При отсутствии витаминов через 90–100 дней наблюдается резкое снижение прироста при снижении пищевой активности рыб.

Суточная доза пастообразного корма (в % к массе тела) устанавливается в зависимости от массы рыбы и температуры воды (табл. 3).

Таблица 3

**Суточная доза пастообразного корма в садках**

Масса форели, г	Температура воды, °C		
	5–10	10–15	15–20
5–10	8	10	9
10–20	6	8	8
20–50	4	5	7
50–100	3	4	5
100–250	2	3	4

Суточную норму пастообразного корма скармливают мелкой форели (массой 20–30 г) за 5–6 раз, крупной – за 3 приема в день.

Необходимо кормить форель ежедневно, не устраивая разгрузочных дней, так как это может привести к нарушению пищеварения и неполному усвоению корма в результате чрезмерного поедания корма в последующие дни. Неправильное кормление, чаще всего перекармливание, при слишком высоких температурах или низком содержании кислорода приводит не только к повышенному расходу кормов, но и (в самых неблагоприятных случаях) к отходу рыбы.

При рациональном кормлении кормовые затраты гранулированного корма составляют 1,5–2,5 кг на 1 кг прироста рыбы. При удлиненном цикле выращивания (зимнем содержании форели в садках) кормовые затраты повышаются до 3,0–3,5 кг. Кормовые затраты пастообразного корма составляют 4–5 кг.

При благоприятных условиях и правильном кормлении ежедневный прирост может достигать 0,8–1,3%, что позволяет из годовиков массой 40–50 г выращивать товарную форель за 3–4 месяца.

При нормальном ходе производственного периода летом отходы рыбы не должны быть выше 10%. Более высокие отходы необходимо расценивать как признак того, что условия среды, по крайней мере временно, непригодны для форели либо имеются недостатки в кормах и кормлении.

Корм для форели раздают вручную. В последнее время начинает внедряться механизация процесса раздачи кормов в садки. На садках устанавливают маятниковые кормораздатчики.

*Облов садков.* Ведение хозяйства в садковых комплексах идет в основном без применения технических средств. В последнее время разработан новый способ отлова рыбы из садков, основанный на использовании принципа вакуумного всасывания. Этим способом оказалось возможным создавать новую технологию производства, а именно процессов облова, сортировки, погрузки рыбы.

Вакуумная всасывающая установка монтируется на плавучей платформе в комплексе с сортировальным агрегатом. Она позволяет осуществлять облов с целью проведения сортировки. Производительность при этом достигает 4 т/ч, а потребность в рабочей силе – два человека. Благодаря этому агрегату появляется возможность многократной сортировки рыбы и тем самым создания наиболее благоприятных условий для ее роста.

Вакуумный всасывающий агрегат используется также для погрузки рыбы в транспортные средства. При этом он монтируется в кузове автомобиля или прицепа и может при производительности загрузки 4 т/ч засасывать рыбу на высоту 5,0 м по трубопроводу длиной максимум 25 м. Экономия рабочего времени при таком способе загрузки составляет 1000 ч/100 т товарной форели, что соответствует повышению производительности труда на 400%. Погрузочный вакуумно-всасывающий агрегат благодаря его мобильности может использоваться в любом хозяйстве при наличии площадок на берегу для подъезда автотранспорта и удобной акватории водоема для причаливания плавучей транспортной емкости или садка с рыбой.

*Борьба с заболеваниями форели.* При промышленном выращивании форели в садках возрастает роль профилактических мероприятий, так как применение терапевтических мер в этих условиях весьма затруднительно. Необходимо повышать общую культуру ведения хозяйства, проводить регулярно профилактические мероприятия, обеспечивать хорошие условия выращивания.

Решающим фактором при промышленном выращивании форели будет создание таких условий содержания, при которых сводится к минимуму внесение медикаментозных средств. При неблагоприятных условиях снижается сопротивляемость рыбы к заболеваниям.

Завоз посадочного материала следует осуществлять из хозяйств, благополучных по инвазионным и инфекционным заболеваниям. Пере-

возка форели разрешается только при наличии ветеринарного свидетельства. Перевозку и пересадку следует проводить с соблюдением мер предосторожности, не допуская травмирования рыб. Предназначенная к перевозке рыба должна подвергаться профилактической обработке в соответствии с «Инструкцией по ветеринарному надзору за перевозками живой рыбы».

При выращивании форели в садках наиболее часто наблюдаются ее заболевания диплостомозом, ихтиофтириозом, аргулезом и некоторыми инфекционными болезнями, распространению которых способствуют плотные посадки рыбы. При возникновении заболеваний необходимо разредить плотность посадки и рассадить форель в свободные садки. При поражении ихтиофтириозом для лечебных и профилактических ванн применяют малахитовый зеленый в концентрации 0,5 г/м<sup>3</sup> в течение 3–4-часового трехкратного курса лечения с интервалом через день или 1,0–1,5 г/м<sup>3</sup> однократно в течение 3 часов. Обработка формалином при разведении 1 : 800–1 : 1000 проводится в течение 10 минут однократно. Борьбу с диплостомозом необходимо вести путем профилактических мероприятий. При возникновении аргулеза проводят лечебные ванны из раствора марганцовокислого калия – 0,001%, экспозиция 30 минут. Весьма эффективно применение так называемых «воздушных ванн». При этом небольшое количество пораженных рыб отлавливают сачком и подсушивают на воздухе в течение 10–15 с. Рачков собирают в отдельную емкость и уничтожают. Форель, освободившуюся таким образом от паразита, следует пересадить в запасной садок. Применяют также лечебные ванны из раствора хлорофоса с расчетом 100 мг на 1 л воды.

Против неспецифичных бактериальных инфекций (встречаются в критических условиях среды) применяют инъекции левомитицина в дозе 200 мг/кг массы рыбы. Обработка производится в течение нескольких дней, и общая доза распределяется следующим образом: один день – 50 мг/кг массы рыбы, 2–6 дней – 30 мг/кг массы рыбы.

При бранхиомикозе используют грицин, добавляя его в корм в дозировке 60 мг/кг массы рыбы на третий день.

Таблица 4

#### Нормативы выращивания рыб в садках

Показатели	Карп	Канальный сом	Растительноядные	Осетровые	Сиги	Радужная форель
1	2	3	4	5	6	7
Выращивание сеголетков						
Масса начальная, г	0,5–1,0	0,5–1,0	1,0	1–3	0,1	0,5–1,0
Масса конечная, г	30–50	20	15–20	40–60	10–15	20–50



1	2	3	4	5	6	7
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>2</sup>	До 2,0	До 0,5		0,2	0,5–1,0	До 0,5
Выход, %	60–70	70–80	30	80	30–50	50–70
Выращивание двухлетков						
Масса начальная, г	30–50	20	15–20	40–60	20	30–50
Масса конечная, г	500	450	300–400	400–500	200	200–300
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>2</sup>	0,2	0,15	0,1–0,4	0,04	0,025	0,2
Выход, %	90	90	80	90	80	90
Выращивание трехлетков						
Масса начальная, г	–	–	300–400	–	–	–
Масса конечная, г	–	–	800–1000	400	1–2 кг	1000
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>2</sup>	–	–	0,007–0,14	0,01	0,1	0,05
Выход, %	–	–	90	85	95	95
Выход из зимовки						
Годовики, %	80	80	50	80	80	95
Двухгодовики, %	90	90	80	90	90	90

Некоторые нормативы выращивания рыб в садках приведены в табл. 4.

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

*Морское рыбоводство* – одно из направлений рыбоводства, занимающееся разведением и выращиванием рыб в морских и солоноватых водоемах. В морском рыбоводстве можно выделить три основных вида хозяйств: пастбищное, нагульное (товарное) и полносистемное.

*Пастбищное морское рыбоводство* основывается на искусственном воспроизводстве различных рыб, выращивании молоди до жизнестойких стадий и возраста за счет потребления естественных кормовых ресурсов морских водоемов.

*Нагульное (товарное) выращивание в морских условиях* проводят в настоящее время в основном в садках. Морское товарное рыбоводство начало развиваться в последние 30 лет. Благоприятные термический и солевой режимы в Азовском, Каспийском и Черном морях позволяют создать здесь товарные осетровые хозяйства. В Балтийском, Баренцевом, Белом морях, а также в морях Дальнего Востока имеются необходимые условия для развития товарного лососеводства. Очень благоприятные условия для развития садкового хозяйства имеются в таких странах, как Норвегия, Шотландия, Ирландия и др. (Бугров, Петренко, 1987).

Садковые хозяйства имеют следующие преимущества:

1. Для их создания не требуется длительного времени и больших начальных капитальных вложений.

2. Садки просты по конструкции и изготавливаются из широко применяемых в рыбной промышленности сетематериалов.

3. Постройка и установка садков осуществляется без применения сложных, дорогостоящих агрегатов.

4. Садковые хозяйства не занимают значительных земельных площадей.

5. Не используют первично пресную воду, которая становится в ряде районов все более дефицитной.

Технология садкового выращивания рыб проста и во многом напоминает технологию выращивания рыб в прудовых хозяйствах. В связи с этим морские садковые хозяйства могут быть созданы при рыбопромысловых предприятиях и рыбозаводах. Однако наиболее перспективными, по-видимому, будут большие промышленные комплексы, включающие не только садковое, но и прибрежное бассейновое хозяйство. Такие товарные хозяйства могут быть оснащены новейшим оборудованием для кормления рыб, ухода за садками и бассейнами. Развитие индустриальных методов в морском рыбоводстве позволит перейти от выращивания небольшого пока количества деликатесных рыб к массовому воспроизводству и товарному выращиванию радужной форели, других лососевых и осетровых рыб.

Нагульное морское рыбоводство основано на выращивании рыбы до товарной массы с использованием посадочного материала, выращенного в данном хозяйстве или завезенного из других хозяйств. Выращивание осуществляют, помимо садков, также в бассейнах, в отчлененных от моря заливах, фиордах, шхерах, лагунах и лиманах (лагунное или лиманное рыбоводство). Отгораживание прилегающих к берегу акваторий морских заливов и лагун проводится с помощью нейлоновых или металлических сетных полотен, поддерживаемых деревянными или бетонными сваями. Нижняя часть сетки удерживается грузами, а верхняя на 0,5–1,0 м возвышается над уровнем моря (рис. 30).

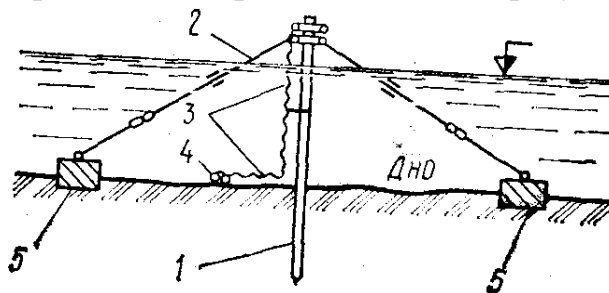


Рис. 30. Сетной барьер: 1 – бетонная свая; 2 – стальной трос; 3 – сеть; 4 – цепь; 5 – морские якоря

На Балтийском море (Эстония) был отгорожен участок площадью 1,5 га с помощью ряжевой плотины. Между бревнами оставлены зазоры, а для заполнения ряжей использованы крупные камни. Дамба такой

конструкции не только защищает бассейн от разрушительного действия волн, но и хорошо пропускает воду.

Пруды или бассейны обеспечиваются водой во время приливов и отливов. Если естественный водообмен не обеспечивает в прудах или бассейнах нормального кислородного режима, то для этого применяют различные аэрационные установки. Бассейновый метод позволяет использовать для рыбоводства засоленные прибрежные земли, которые ранее не эксплуатировались.

Недостатками указанных хозяйств являются слабая циркуляция воды в огражденных акваториях моря, прудах (бассейнах), взмучивание воды, наносы песка, особенно при штормах.

При водоснабжении прудов или бассейнов механическим путем высоки эксплуатационные расходы. Лучшие условия среды при выращивании рыбы обеспечиваются в садках. Морские садки могут быть различного типа (ставные, плавающие, закрепленные на буйях или понтонах, а также погруженные штормоустойчивые садки). Однако такие садки сложно обслуживать при штормах. Кроме того, необходимы значительные глубины под садками. Поэтому для установки садков пригодны закрытые акватории моря, но с достаточной циркуляцией воды для поддержания нормального содержания кислорода в воде и выноса остатков корма, экскрементов рыб и продуктов метаболизма.

Выращивание рыбы в нагульных морских хозяйствах осуществляется с применением искусственных кормов при постоянном контроле за состоянием среды, проведении профилактических и лечебных мероприятий. Этот тип хозяйства более сложный, чем пастбищное рыбоводство, так как рыбоводный процесс здесь длится продолжительное время (от нескольких месяцев до нескольких лет), пока рыба не достигнет товарной массы.

*Полносистемные рыбоводные хозяйства* являются наиболее сложным типом хозяйств. В них содержат маточное стадо рыб, выращивают посадочный материал и товарную рыбу, осуществляют контроль среды и управление на всех этапах разведения и выращивания объектов. В полносистемных хозяйствах требуется проведение селекционно-племенной работы с маточными стадами.

*Структура морского садкового хозяйства.* Морские садковые хозяйства могут быть разного типа. В нагульно-садковые или бассейново-прудовые, расположенные на берегу, морская вода подается насосами. Нагульно-выростные осуществляют выращивание молоди (посадочного материала) и товарной рыбы. Такие хозяйства чаще всего комбинированные – садково-бассейновые или садково-прудовые. Наиболее сложные хозяйства – полносистемные, где осуществляется полный рыбоводный цикл: получение и инкубация икры, подращивание личинок и мальков,

выращивание посадочного материала (годовиков, двух- и трехгодовиков) и получение товарной продукции. В настоящее время наибольшее распространение получили морские садковые хозяйства нагульного типа.

Садковые нагульные хозяйства имеют садковый комплекс, в который входят садки для выращивания и транспортировки рыб, зимовальные, отсадные и карантинные садки; цех для изготовления кормов; склад кормов; холодильник; склад оборудования, инвентаря и материалов; административно-хозяйственный корпус; гараж; пирс с асфальтовой площадкой размером 100–150 м и плавсредства. В садковый комплекс входят, кроме садков и системы их заякоривания на грунте, также плавучие волноломы и средства сигнализации. Акватория, занятая садковым комплексом, должна ограждаться сигнальными буйами и цветными сигнальными огнями, зажигающимися ночью.

Кормовой цех, служащий для приготовления кормов для форели, должен быть оборудован мясорубками, кормосмесителями, автоклавом или пищеварочным котлом, гранулятором, весами, емкостями для дезинфицирующих растворов, сушильными шкафами для сушки влажных гранул, стеллажами для сыпучих компонентов корма и т. д.

Склад кормов должен примыкать к кормовому цеху, так как желательна механизированная подача сыпучих компонентов со склада в кормосмеситель, стоящий в кормовом цехе. Склад должен обеспечивать хранение трехмесячного запаса сыпучих компонентов. Сухие корма следует хранить в бункерах или на стеллажах, защищенных железной сеткой от грызунов. Помещение склада должно быть сухим, прохладным и хорошо проветриваемым.

Холодильник должен быть рассчитан на 10-дневный запас свежих компонентов корма и находиться рядом с кормоцехом. Склад для хранения оборудования, инвентаря и материалов должен иметь навес для летнего хранения и сушки сетных садков, сетематериалов, лодок и др. В закрытом помещении склада хранят инвентарь, оборудование и высушенные сетематериалы и садки. Нужно, чтобы в хозяйстве была механическая мастерская, оборудованная токарным и сверлильным станками, верстаком с тисками, набором слесарных и столярных инструментов, электросварочным аппаратом, компрессором и др.

В хозяйстве должны быть административный корпус и помещение для лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием, аппаратами и приборами для проведения контроля за качеством воды, кормов, взятия анализов для определения состояния выращиваемых рыб и проведения контрольных обловов.

*Выбор участков для морских садковых хозяйств.* При выборе мест для садкового хозяйства необходимо учитывать температурный режим, погодные и гидрологические факторы.

Место установки садков должно быть защищено от господствующих ветров, но в то же время не настолько, чтобы могла возникнуть угроза замора. Глубина и проточность воды в районе расположения садков должны обеспечивать высокое содержание кислорода и вынос остатков корма и экскрементов. Следует избегать мест, заросших водной растительностью. Заливы с большим колебанием уровня воды во время приливов и отливов также неблагоприятны для морского рыбоводства, особенно при использовании ставных садков и сетных загородок.

Большое внимание при выборе места следует уделять климатическим условиям, так как они влияют на выбор культивируемых видов и сроки их выращивания. В северных районах применяется обычно следующая схема культивирования форели: выростной период – с мая по октябрь, затем товарная рыба реализуется, а не достигшая товарной массы переводится в специальные садки, устанавливаемые подо льдом, или содержится в береговых установках с использованием пресной или слабосоленой воды. В южных морях выростной сезон длится от октября до июля, когда температура воды еще ниже 20°C. В летний же период, когда температура воды поднимается выше 22°C, товарная форель сдается в торговую сеть, а более мелкая переводится в глубоководные садки, устанавливаемые в относительно глубоких участках моря, либо помещается в береговые бассейны или каналы, снабжаемые глубинной морской водой.

При выборе места расположения хозяйства в южных морях следует учитывать ледовую обстановку. Северо-западные районы Черного моря более сложны для форелеводства из-за ледостава и низких температур воды. Здесь в лиманах выращивание форели, как и на севере, проводится в весенне-летний период. Наиболее благоприятными являются места у берегов Крыма и Кавказа, где выращивать форель можно в течение 7–9 месяцев в году, а зимняя температура воды в этих районах не опускается ниже 6–8°C, обеспечивая высокий темп роста в течение всего периода выращивания.

Наиболее подходят для садкового выращивания рыб бухты и заливы, защищенные от ветров, волнения и сильных приливно-отливных течений. Можно устанавливать садки в открытых участках моря, особенно там, где 10-метровые изобаты подходят близко к берегу, с условием, что рядом расположены хорошо защищенные бухты. Сочетание защищенных заливов с близко расположенными глубоководными зонами позволяет выращивать посадочный материал в штормовые периоды года (весна, лето, осень) в защищенных участках бухт и заливов и содержать рыб в садках в глубоководных зонах в жаркий период для предохранения их от перегрева и опасных заболеваний.

Садки для молоди нужно устанавливать в местах с оптимальным температурным режимом (12–18°C). Для форели массой 50–100 г этот

диапазон может быть гораздо шире, так как она легче переносит повышение температуры воды и сохраняет высокую пищевую активность и при пониженных температурах.

Устанавливать садки лучше в местах, где глубина составляет 6–8 м, но можно использовать участки с глубинами 4–3,5 м, если вблизи нет зарослей высшей водной растительности. Слой воды под днищем садков должен быть не менее 1,5 м, с тем чтобы обеспечить хорошую проточность и избежать влияния на рыб разлагающейся на дне органики. В местах установки садков скорость течения воды при выращивании годовиков форели может колебаться от 0,05 до 0,3 м/с, а для старших возрастов рыб – от 0,05 до 0,5 м/с. Более сильное течение нежелательно, так как это вызывает излишнюю активность рыб, что в конечном итоге ведет к излишней трате кормов. Отсутствие течений также нежелательно, потому что в садках могут возникнуть заморы.

Садковое выращивание рыбы может осуществляться только в чистой воде. Наличие в воде фенолов, солей тяжелых металлов и других токсических веществ в концентрациях, превышающих предельно допустимые, делают невозможным использование загрязненных участков моря.

При выборе площадок для береговых сооружений нужно учитывать возможность доставки кормов, посадочного материала, вывоза выращенной продукции. Наиболее пригодны ровные площадки, позволяющие создавать питомные и зимовальные цехи и осуществлять полносистемный цикл выращивания форели и других рыб.

### ***Выращивание радужной форели в морских садках***

В морской аквакультуре значительное место занимает товарное выращивание лососевых рыб, и в первую очередь радужной форели. Способность этого пресноводного вида переносить соленость позволила создать нагульные морские хозяйства, где за один-два сезона выращивают рыбу массой до 1,5–2 кг. В соответствии со вкусами и традициями в качестве товарной продукции используют рыбу массой от 100–200 г до 1–2 кг (Альтов, Воробьева, 1988; Бугров и др., 1990).

Морское садковое выращивание товарной форели является одним из наиболее перспективных направлений морского рыбоводства. Затраты при создании садковых хозяйств окупаются в течение 2–6 лет, причем товарную продукцию можно получать уже в первый год строительства садков, наращивая их количество постепенно.

Радужная форель имеет предпочтение для выращивания в морских условиях, так как способна переносить соленость воды до 25–35‰.

В морской воде она растет даже более интенсивно, чем в пресной. С возрастом форель лучше переносит увеличение солености. Личинки выдерживают соленость 5–8‰, сеголетки – 12–14‰, годовики – 20–25‰, взрослая форель – 35‰.

Пересадку рыб из пресной воды в соленую лучше проводить весной (в марте–апреле) и осенью (в сентябре–ноябре), когда их физиологическое состояние позволяет легче преодолеть воздействие изменившихся солености и температуры воды. Переводить в морскую воду можно только полноценную молодь, выращенную на качественных кормах, у которой различия в индивидуальных размерах не превышают 25–30%.

При культивировании форели в морской воде активизируется обмен веществ и повышается темп роста, происходит оптимизация физиологических процессов, в результате которой улучшаются аппетит и усвоение пищи, интенсифицируется белковый обмен, что бывает связано с глубокой морфофизиологической перестройкой организма рыб. Эта перестройка заключается прежде всего в смене гиперосмотического типа осморегуляции на гипоосмотический при переводе рыб из пресной воды в морскую разной солености, в которой рыбы благодаря протеканию осмотических процессов усваивают жизненно важные ионы и микроэлементы, активизирующие деятельность ферментативной системы.

При переводе форели на выращивание в морские садки и другие установки, расположенные в прибрежных зонах Балтийского, Азовского, Каспийского морей, не возникает проблемы солевой адаптации рыб, так как соленость вод в этих зонах (6–13‰) не выходит за пределы адаптационных возможностей сеголетков массой 1–6 г.

При выращивании посадочного материала форели подбирают участки с требуемой соленостью воды или регулируют соленость воды путем подачи в рыбоводные емкости пресной воды. В первом случае технологические процессы могут проводиться в садках и бассейнах, во втором – только в бассейновых установках с регулируемыми параметрами среды (солености).

Технологические процессы в морском лососевом хозяйстве мало отличаются от таковых в форелевом хозяйстве. Особенностью является лишь то, что в солоноватой и соленой воде усваивается большее количество кормов, чем в пресной воде. Корма для форели должны содержать не менее 35% белка влажностью не менее 35–40%. Поэтому гранулированные корма РГМ-6М, РГМ-5В и РГМ-8П перед скармливанием следует замачивать или готовить и скармливать влажные гранулы, состоящие в основном из свежей рыбы и отсевов гранулированных кормов. Суточная доза влажных гранулированных кормов должна быть увеличена на 40% по сравнению с нормами кормовых таблиц при кормлении форели в пресноводных хозяйствах.

При выращивании товарной рыбы садки и бассейны зарыбляют годовиками массой 40–60 г или двухгодовиками массой 300–350 г. Зарыбление осуществляют весной при температуре морской воды 6–7°C. Плотность посадки зависит от массы посадочной рыбы, температурного и газового режимов водоема, планируемой конечной массы рыб. Ограничивающим фактором при производстве форели в садках является конечная плотность, которая не должна превышать 10–15 кг/м<sup>3</sup>. При большей рыбопродукции наиболее вероятно возникновение заболевания форели вибриозом. Поэтому более высокие плотности посадки допустимы при обработке посадочного материала вакцинами против вибриоза. В бассейновых установках рыбопродукция может достигать 60 кг/м<sup>3</sup> и более.

Если для выращивания в воде с океанической соленостью используются годовики радужной форели массой около 100 г, полученные в пресноводных питомниках, их нужно в течение двух недель приучать (акклимировать) к соленой воде. Для этого используют бассейны и пруды с водоснабжением пресной и морской водой. Можно также выращивать молодь в опресненных заливах или лиманах с устойчивым солевым режимом, когда колебания солености в течение суток не превышают 3–4‰. Если невозможно обеспечить постепенную акклимацию при переводе рыб из пресной воды в морскую, следует ориентироваться на данные, приведенные в табл. 5.

Таблица 5

**Средняя масса рыб, которых можно без акклимации переводить в морскую воду**

Водоем	Соленость, ‰	Масса, г
Балтийское море:		
заливы	До 8	0,3
открытая часть	До 12	1,5
Черное море	До 17	6
Баренцево море (заливы)	До 30	50

*Структура морского садкового хозяйства* зависит от его типа. В нагульные – садковые или бассейново-прудовые хозяйства, расположенные на берегу – морская вода подается насосами. Нагульно-выростные хозяйства, где осуществляется выращивание молоди и товарной рыбы, являются чаще всего комбинированными (садково-бассейновыми или садково-прудовыми).

*Характеристика посадочного материала и зарыбление садков.* Чтобы за сезон вырастить форель массой 300–350 г, нужно использовать в качестве посадочного материала годовиков массой не менее 40 г.



В Эстонии предпочтение отдается выращиванию форели массой 1000–1500 г. Такая продукция может быть получена при использовании посадочного материала массой 300–350 г. У таких рыб высокий темп роста, хорошие физиологические показатели. Они легче, чем мелкая форель, переносят повышение температуры воды и значительно реже заболевают.

Для выращивания в садках следует отбирать здоровую рыбу, коэффициент упитанности которой не менее 0,9–1,2. У рыб массой 40–50 г содержание гемоглобина должно быть в пределах 6,5–9,5 г %; массой 100 г – от 8 до 10 г %. Печень здоровой форели имеет однотонную красновато-коричневую окраску. Серый, желтоватый цвет и пятнистость свидетельствуют о значительных отклонениях от нормального состояния. Такие рыбы, а также особи с содержанием гемоглобина менее 6 г % требуют особого ухода: включения в корм витаминных премиксов, свежих пивных дрожжей и компонентов с высоким содержанием белка и малым содержанием жира. Выращивать таких рыб надо в отдельном садке.

В Прибалтике садки зарыбляют весной при температуре воды в море 6–7°C, используя привозной посадочный материал. Перевозят форель в живорыбных машинах или специальных контейнерах. Если разница температур воды в живорыбной емкости и море составляет более 3°C, следует постепенно сравнивать температуру, добавляя морскую воду в емкость с рыбой. Не следует завозить форель из тех питомников, где температура воды выше или ниже, чем в море, на 7–8°C.

Перед перевозкой или началом выращивания посадочный материал сортируют на 2–3 размерные группы во избежание поедания или угнетения мелких рыб крупными. Пересаживать и сортировать рыб нужно очень осторожно, так как сбой чешуи и другие повреждения нарушают водно-солевой обмен рыб, в результате чего рыба может погибнуть.

Плотность посадки рыб при зарыблении садков зависит от массы посадочного материала, температурного и газового режимов водоема, планируемой конечной массы рыб. Оптимальной можно считать такую плотность посадки, которая позволяет получать максимальное количество рыбы с единицы садковой площади при незначительных отходах и низком кормовом коэффициенте. При небольших плотностях посадки обычно увеличивается темп роста рыб и снижается ее отход, однако конечный выход продукции недостаточен. Для рыб с исходной массой 30–50 г в связи с подверженностью их бактериальным заболеваниям плотность посадки не должна превышать 2–3 кг/м<sup>3</sup>. Рыб массой 100 г можно помещать из расчета 4–5 кг/м<sup>3</sup>, а 2–3-годовалых рыб массой 200–300 г – из расчета 6–7 кг/м<sup>3</sup> (табл. 6).

**Нормативы выращивания радужной форели в садках в морских условиях**

Показатели	I вариант	II вариант
<b>Выращивание годовиков</b>		
Температура воды, °С	3–20	3–20
Глубина в месте установки садков, м	3,5–6	3,5–6
Объем садка, м <sup>3</sup>	20–60	20–60
Средняя масса рыб при посадке, г	5	30
Конечная масса рыб, г	100–120	200–250
Плотность посадки, кг/м <sup>3</sup>	1–2	2–3
Выживаемость двухлетков, %	70	80
<b>Выращивание двухгодовиков</b>		
Температура воды, °С	3–25	3–25
Глубина в месте установки садков, м	3,5–8	3,5–8
Объем садка, м <sup>3</sup>	20–60	20–60
Средняя масса рыб при посадке, г	50–70	80–100
Конечная средняя масса рыб, г	300–350	350–400
Плотность посадки, кг/м <sup>3</sup>	3–4	3–4
Выживаемость трехлетков, %	70–75	70–80
Выход рыбопродукции, кг/м <sup>3</sup>	10–20	10–20
<b>Выращивание трехгодовиков</b>		
Температура воды, °С	3–35	3–25
Глубина в месте установки садков, м	3,5–8	3,5–88
Объем садка, м <sup>3</sup>	20–60	20–60
Средняя масса рыб при посадке, г	200–250	300–400
Конечная средняя масса рыб, г	500–650	900–1500
Плотность посадки, кг/м <sup>3</sup>	6	7
Выживаемость четырехлетков, %	90	90
Выход рыбопродукции, кг/м <sup>3</sup>	13,5–17,5	15–23

Рекомендуемые показатели плотности посадки могут быть применены только в тех хозяйствах, где уже хорошо освоена биотехника садкового выращивания рыб и где садки устанавливаются в участках с благоприятным режимом окружающей среды. В экспериментальных условиях трехгодовики форели хорошо растут при плотности посадки 14 кг/м<sup>3</sup>. Такие уплотненные посадки форели возможны там, где рыбы в течение предыдущего сезона выращивались в солоноватой воде и зимовали в бассейнах с морским водоснабжением.

Важным фактором является созревание форели в морской воде. Текущие самцы и самки были получены как в Балтийском (при солёности 6–8‰), так и в Черном (при солёности 18‰) морях. Таким образом было доказано, что форель может полностью созревать в морской воде без выдерживания ее перед нерестом в пресной воде. Это позволяет перевести маточное и ремонтное стада в морские садки, исключив со-

ответствующие категории прудов и снизив тем самым расход пресной воды, дефицитной во многих районах.

В морских садках условия среды обычно те же, что и вне садка. Даже при полном штиле за счет плавательных и дыхательных движений рыб в садке происходит водообмен с окружающей средой, поддерживающий нормальный кислородный режим и обеспечивающий удаление экскрементов и остатков корма путем просеивания их сквозь ячейки дели.

Особое внимание при выращивании рыб в садках нужно уделять состоянию сетной части, так как на боковых стенках и дне садка скапливаются органические остатки, которые способствуют росту на сетчатом полотне нитчатых водорослей. Если обрастания незначительны, их можно смыть струей из шланга с помощью пожарной помпы. При сильном обрастании сетную часть садка высушивают на берегу, очищают от остатков обрастаний и затем используют вновь. Обычно сетную часть садка меняют один раз в месяц. Применение противообрастающей пропитки позволяет прибегать к просушке только один раз в полгода.

### ***Выращивание осетровых 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 приспособившийся 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 ячейей 5–6,5 мм, обеспечивающие хороший водообмен и меньшее обрастание, чем дель с ячейей 3,6 мм, которую применяют при содержании молоди массой 3–3,5 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 ячейей 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 (табл. 7).

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

## Нормативы при выращивании бестера в морских садках

Показатели	Южная зона	Северная и средняя зоны
Первый год выращивания		
Средняя масса молоди, г	3–5	5–7
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	20–40	20–30
Масса сеголетков, г	80–100	50–60
Выживаемость, %	70–80	65–70
Кормовой коэффициент	10	10
Второй год выращивания		
Средняя масса посадочного материала, г	70–90	60–65
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	15–20	15
Масса двухлетков, г	700–800	200–300
Выживаемость, %	90	90
Кормовой коэффициент	6–7	4–5
Третий год выращивания		
Средняя масса посадочного материала, г	500	500
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	10	10
Масса трехлетков, г	1500–2000	700–800
Выживаемость, %	95	90
Кормовой коэффициент	6	7
Выход рыбопродукции, кг/м <sup>2</sup>	9,5–14,5	3,5–4,5

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

#### *Контрольные вопросы*

1. В чем заключается потребность в организации садков и каковы их преимущества в эксплуатации по сравнению с прудами?
2. Каковы требования к размещению садковых хозяйств в водоеме?
3. Назовите типы садковых хозяйств.
4. В чем заключаются недостатки при эксплуатации стационарных садков?
5. Назовите преимущества и недостатки использования погружных садков.
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. В чем состоят преимущества и недостатки садкового рыбоводства в море?

13. Какое влияние оказывает изрезанность береговой линии на развитие садкового рыбоводства?
14. Назовите объекты садкового выращивания в море.
15. Чем обуславливается экономическая целесообразность выращивания рыбы в морских условиях?

## **ГЛАВА 5. Интенсивное озерное хозяйство**

### ***Общая характеристика интенсивных озерных хозяйств***

Интенсивные озерные рыбоводные хозяйства – это управляемые хозяйства, в которых обеспечивается непрерывный качественный и количественный рост получаемой рыбопродукции благодаря введению рыбоводно-мелиоративных мероприятий, концентрации производства, полной механизации и частичной автоматизации рыбоводных процессов. Эти мероприятия направлены на улучшение условий естественного воспроизводства запасов ценной ихтиофауны, искусственное разведение и товарное выращивание ценных видов рыб и научно обоснованную эксплуатацию сырьевой базы.

*Интенсивные озерные хозяйства* могут быть полносистемными, в которых осуществляют полный цикл разведения и выращивания рыбы – от получения икры от собственного маточного стада до выращивания товарной рыбы. Такие хозяйства содержат 1,0–1,5% маточных озер, 4,0–6,0% озер-питомников и 92,5–95,0% нагульных озер. В них могут быть также зимовальные водоемы (1,5–2,0%) и карантинные пруды (до 10 га). Второй тип – специализированные хозяйства (питомники, нагульные). Третий тип озерных хозяйств – интенсивные комбинированные. Они могут быть как полносистемными, так и специализированными. Комбинированность выражается в применении нескольких методов рыбоводства (использование естественной кормовой базы и искусственных кормов, выращивание в садках, прудах и бассейнах).

В озерных рыбоводных хозяйствах действует следующий технический процесс разведения и выращивания рыб: получение зрелых производителей, получение зрелой икры, осеменение икры, инкубация икры и получение личинок, выращивание молоди рыб, выращивание товарной рыбы.

В хозяйствах формируют маточное и ремонтное стада. Их содержат в специально приспособленных для этой цели озерах. На этих озерах имеются рыбоводные пункты, где осуществляется выдерживание отловленных производителей до окончательного их созревания, взятие от них икры, ее осеменение, инкубация и получение личинок.

Производителей выдерживают в земляных садках, прудиках и бассейнах. На рыбоводных пунктах имеются инкубационные и личиночные цехи, которые оснащены терморегулирующими устройствами по подогреву воды и бактерицидными установками. Благодаря таким пунктам хозяйства получают нужное количество икры и личинок. Молодь рыб содержат в специальных озерах, обеспечивающих хозяйство в необходимом количестве посадочным материалом, используемым для зарыбления нагульных озер. Личинками зарыбляют лишь те нагульные озера, в которых отсутствуют хищные виды рыб. Схема ведения сигавого индустриального хозяйства показана на рис. 31.



Рис. 31. Схема ведения индустриального сигавого хозяйства

Традиционными объектами разведения и выращивания в интенсивных озерных рыбоводных хозяйствах являются различные виды сигаговых рыб. В последнее время накоплен достаточный опыт по эффек-



тивному выращиванию сига в водохранилищах и реках – в плавающих садках и в садках на понтонах, установленных в этих водоемах. Доказана целесообразность содержания в садках в условиях озер и водохранилищ ремонтно-маточных стад сига, выращивания молоди и товарных сига (Андряшева, 1986, 1988; Бурдиян, 1978; Волошенко, 1982; Головков, Крупкин, 1974; Головков, Кузьмин, 1963; Головков и др., 1978; Князева, Костюничев, 1968; Титарев, 2005в).

Разработаны теоретические основы, подкрепленные практическими результатами полносистемных хозяйств по производству сига в садках.

Сиги относятся к наиболее ценным промысловым видам рыб, обитающих в водоемах России. Основные запасы сиговых сосредоточены в водоемах Сибири. Доля Обь-Иртышского бассейна составляет 60% общего улова сиговых в стране, оз. Байкал – 13%, р. Лена – 9%, р. Енисей – 6%. В европейской части страны промысел сиговых ведется главным образом в Ладожском и Онежском озерах – 6% и 3% соответственно. Преобладает пастбищная аквакультура сиговых, т. е. экстенсивные формы ведения хозяйства.

*Семейство* Сиговые (Coregonidae) обитает в водоемах Севера, Северо-Запада и Сибири. Из 14 видов сиговых рыб пять являются эндемиками. Среди них важное промысловое значение имеют рипус, или килец, европейская ряпушка (*Coregonus albula* Linne) и сибирская ряпушка (*C. sardinella* Valenciennes), озерная и речная пелядь (*C. peled* (Gmelin), байкальский омуль (*C. autumnalis migratorius* (Georgi), муксун (*C. muksun* (Pallas), чир (*C. nasus* (Pallas), сиг-пыжьян (*C. lavaretus pidschian* (Gmelin), сиг-лудога и др. Отрабатывается технология выращивания белорыбицы, нельмы, тугуна, баунтовского сига и других видов сига.

Сиги, являясь представителями одного семейства, имеют сходные черты биологии, основной особенностью которой является осуществление нереста при очень низкой температуре воды – до 1°C. Икра инкубируется на протяжении 5–6 зимних месяцев. Только баунтовские сиги нерестятся подо льдом в конце марта – начале апреля. Оптимумом для их развития является температура воды 0,2–0,8°C с постепенным повышением ее к концу инкубации до 4–6°C при содержании растворенного кислорода 8–14 мг/л.

Сиги по характеру питания подразделяются на три группы:

- 1) *планктонофаги* – омуль, пелядь, ряпушка, рипус, тугун (зоопланктофаг);
- 2) *бентофаги* – чир, муксун, пыжьян, чудской сиг, лудога и др.;
- 3) *сиги смешанного питания* – муксун, чудской сиг, пелчир.

Производство сига в последнее время в России сократилось в 10 раз. Главной причиной сокращения естественного воспроизводства

ва явилось снижение численности природных нерестовых стад вследствие нарушения экологии водоемов, бесконтрольного промышленного лова и браконьерства, особенно в период миграции и нереста производителей. Работы по искусственному воспроизводству ограничены прежде всего недостаточным финансированием, малым количеством заготавливаемой икры и ограниченным количеством посадочного материала. В настоящее время выход может быть в создании хозяйств индустриального типа, имеющих свои собственные маточные стада для получения требуемого количества икры и посадочного материала (мальки, сеголетки, годовики) с целью воспроизводства и товарного выращивания.

### ***Разведение и выращивание сиговых рыб индустриальными методами в озерных хозяйствах***

Существует несколько традиционных методов выращивания жизнестойкой молоди сиговых рыб.

1. *Первый биотехнический метод*, основанный на классическом прудовом, давно освоенном в карповодстве и форелеводстве, предусматривает выращивание в выростных прудах площадью от 10 до 30 га (можно и больше) сеголетков пеляди и других сиговых рыб при общей плотности посадки подрощенных личинок 30–50 тыс. шт/га. Осенью сеголетков средней массой 12–20 г перемещают в зимовальные пруды по 0,5–0,8 млн шт/га. Выход годовиков составляет 90–98%, что свидетельствует о приемлемости данного метода. Подтверждением служит более чем 20-летний опыт эксплуатации прудового выростного комплекса в Казанском рыбководном хозяйстве Тюменьрыбхоза.

В других рыбхозах на выростных прудах устанавливают аэраторы и полностью сохраняют сеголетков до возраста годовика. Весной годовиков развозят по нагульным водоемам.

2. *Второй биотехнический метод* принципиально схож с первым, но в качестве выростных водоемов используют малые, хорошо облавливаемые озера заморного типа, т. е. с обедненным составом ихтиофауны, позволяющие весной получать по 15–18 тыс. шт годовиков в расчете на 1 га акватории, аэрируемой в зимнее время (Бурдиян, 1978).

3. *Третий биотехнический метод* получения годовиков сиговых рыб обусловлен возможностью применения бассейнов с проточной водой. Осенью в октябре бассейны загружают сеголетками при плотности посадки 2–4 тыс. шт/м<sup>3</sup>, что при 3–5%-ном зимнем отходе дает качественных годовиков.

Данный метод наиболее индустриален и является экономичным в эксплуатации. Бассейновые зимовальные комплексы мощностью на

1–2 млн годовиков целесообразно размещать не только в районах с хорошими транспортными коммуникациями, но и в районах со слабым развитием автодорог, так как сиговых перед распалением льда можно развозить в контейнерах на вертолетной подвеске либо на вездеходах. Эта биотехника также отработана и имеет применение.

В случае заболевания зимующей рыбы в бассейнах можно своевременно провести лечебные и профилактические мероприятия с минимальными затратами труда и средств.

4. *Четвертый биотехнический метод*, широко внедряемый в стране, заключается в конкретной привязке выростных сточных озер к нагульному водоему согласно разработкам Н.Н. Малашкина (1978). Подобные озера – спутники нагульных водоемов – подпруживают плотиной высотой 1–1,2 м, благодаря чему осенью успешно осуществляется спуск сеголетков вместе с водой в нагульное озеро. Выход сеголетков в таких выростных озерах-спутниках достигает до 10–15 тыс. шт/га, что также весьма рентабельно для озерных товарных хозяйств.

Дальнейшее успешное развитие озерного товарного рыбоводства возможно при функционировании озерно-прудовых рыбопитомников и воспроизводственных комплексов. Содержание прудовых рыбопитомников, работающих как воспроизводственный комплекс, несмотря на увеличение затрат на строительство, в полной мере компенсируется их долговечностью и надежностью в эксплуатации.

5. *Однолетнее выращивание быстрорастущих сиговых (пелядь, ряпушка, рипус, их гибриды) до товарных размеров* – один из методов ускоренного получения деликатесной рыбной продукции. Выращивание товарных сеголетков пеляди обычно проводят в эвтрофных озерах (карасевые) с мая по октябрь–ноябрь при плотности посадки 2–2,8 тыс. шт/га. Масса сеголетков при этом составляет 45–75 г, а промысловая рыбопродукция – 30–70 кг/га. Увеличение плотности до 4–6 тыс. шт/га приводит к уменьшению средней массы сеголетков до 25–30 г. В более южных водоемах при таких же плотностях сеголетки достигают массы 130–150 г, а рыбопродукция – 90–130 кг/га.

6. *Совместное выращивание товарных сеголетков и двухлетков пеляди и других сиговых* повышает выход рыбопродукции до 220 кг/га, а выращивание совместно с карпом дает еще дополнительно 70–100 кг/га. Отмечено, что самый высокий темп роста всех рыб при поликультуре наблюдается в озерах заморного типа при глубинах 2,7–3,8 м. В озерах с глубинами более 6 м, которые, как правило, бывают незаморными, технология товарного выращивания существенно отличается. В озерах с хорошо развитой кормовой базой по зоопланктону и зообентосу, особенно в зоне лесостепи, рыбопродуктивность по двухлеткам достигает 60–150 кг/га при средней их массе 300–400 г.

Наряду с традиционными методами культивирования сиговых в озерах и прудах все актуальнее становится индустриальный метод, имеющий ряд преимуществ, а именно:

- данный метод требует меньшего количества посадочного материала;
- выращивание производителей осуществляется при постоянном рыбоводном контроле;
- затраты на корма и содержание рыбы окупаются за счет производимой товарной продукции, а средства, полученные за счет реализации собранной икры, формируют прибыль;
- не требуется затрат на отлов производителей; при сборе икры они почти не травмируются, поэтому могут быть использованы в нескольких нерестовых кампаниях;
- в сетчатых садках площадью 25 м<sup>2</sup> можно содержать до 1000–1500 шт производителей пеляди и до 500 шт производителей других сиговых (чир, муксун, волховский сиг и др.) и ежегодно получать от них в зависимости от вида рыб до 7–15 млн шт икры, в то время как для получения аналогичного количества икры от производителей, выращенных в озерах, в современных условиях необходим водоем площадью около 50–100 га.

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

Маточные стада сиговых создают в озерах площадью от нескольких десятков до нескольких сотен гектаров, имеющих минимальную глубину 4–8 м и максимальную – 20 м с хорошим водообменом (табл. 8).

Подготовка и обследование озер (бонитировка) для создания маточного водоема предусматривает батиметрическую съемку, уточнение площади и объема водной массы озера, определение площади водосбора, коэффициента водообмена, проведение гидрологических и гидрохимических анализов, определение состава местной ихтиофауны, численности рыб. После этого осенью осуществляют зарыбление сеголетками сиговых рыб средней массой 20–25 г.

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%.

## Характеристика маточных озер для сиговых рыб

Показатели	Значения	
	оптимальные	допустимые
Площадь, га	50–300	10–1000
Глубина, м	4–8	2–12
Зарастаемость, %	5–7	Не более 10
Поверхностная температура воды летом, °С	15–20	10–22
Растворенный кислород, мг/л:		
летом	7–10	Не менее 5
зимой	5–8	Не менее 4
Свободная углекислота (диоксид), мг/л:		
летом	Около 10	Не более 40
зимой	Около 15	Не более 50
Перманганатная окисляемость, мгО/л	10–15	Не более 40
рН	7–7,5	6–8
Минерализация воды, г/л	0,1–0,4	Не более 7
Биомасса зоопланктона летом, г/м <sup>3</sup>	3–7	Не менее 1
Биомасса зообентоса летом, г/м <sup>2</sup>	10–40	Не менее 5

В озерах с высокой минерализацией воды (более 10 мг/л) пелядь растет хорошо, но ее икра бывает непригодна для воспроизводства. 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°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°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 второй-третий день 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°C. Массовое созревание сигов проходит при температуре воды 0,2–0,3°C.

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 возрасте 4+...5+ при средней массе 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.

При индустриальном методе выращивания маточного поголовья разработаны нормативы для разного возраста производителей (табл. 9).

Таблица 9

**Рыбоводно-технологические нормативы выращивания ремонта  
и производителей сигов**

Показатели	Муксун, чир	Пелядь
1	2	3
Общие нормативы для всех групп		
Площадь садка, м <sup>2</sup>	25–100	25–100
Размер ячеек сетчатого садка, мм	16–22	16–22
Глубина погружения сетчатого садка, м	4–6	4–6
Температура воды, °С (в зимний период)	0,2–3,0	0,2–3,0
Температура воды, °С (в период выращивания)	3–20	3–20
Продолжительность выращивания, сутки	180	180
Ремонтные трехлетки (муксун, чир) и производители пеляди		
Индивидуальная масса, г:		
при посадке	250–350	200
при вылове	600–1000	450
Плотность посадки, шт/м <sup>3</sup>	57	8
Выживаемость, %	94	90
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	2,3–3,1	1,8
Содержание трехгодовиков сиговых в зимний период в сетчатых садках		
Индивидуальная масса, г:		
при посадке	600–1000	450
при вылове	650–1100	400
Плотность посадки, шт/м <sup>3</sup>	5–7	8
Выживаемость, %	98	92
Выращивание четырехлетних производителей сиговых в садках		
Индивидуальная масса, г:		
при посадке	650–1100	400
при вылове	1250–1700	700
Плотность посадки, шт/м <sup>3</sup>	4–5	6–8
Выживаемость, %	97–97	94
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	2,4–2,9	1,7

1	2	3
Содержание четырехгодовиков сиговых в зимний период		
Индивидуальная масса, г: при посадке	1250–1700	700
при вылове	1300–1750	650
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	4–5	6
Выживаемость, %	96	93
Выращивание пятилетних производителей сиговых		
Индивидуальная масса, г: при посадке	1300–1750	650
при вылове	1900–2800	850
Средний коэффициент оплаты корма	1,6	1,6
Плотность посадки, шт/м <sup>3</sup>	3–4	5
Выживаемость, %	98	95
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	2,4–3,1	1,0

Перспективным направлением развития сиговодства является создание хозяйств *индустриального типа*, располагающих собственными маточными стадами для получения необходимого количества икры и посадочного материала (мальков, сеголетков, годовиков) с целью воспроизводства и товарного рыбоводства.

В садковых условиях самки пеляди созревали в возрасте 2+, муксуна и чира – 3+...4+. Средняя масса самок пеляди составляла 450 г, а самок муксуна и чира – 1200–3000 г. Выход личинок от заложенной на инкубацию икры (более 1 млн шт) составил 50–55%. Производителей в садках кормили гранулированными кормами с содержанием 43% белка и 15% жира.

Для пополнения маточного стада и выращивания племенных рыб разного возраста разработаны основные рыбоводно-биологические нормативы (табл. 10).

Таблица 10

**Нормативы выращивания племенных годовиков, двухлетков и двухгодовиков сиговых индустриальными методами в садках**

Показатели	Возрастная группа		
	Годовики	Двухлетки	Двухгодовики
1	2	3	4
Площадь садков, м <sup>2</sup>	20–25	20–25	25–100
Глубина погружения садка, м	3–5	3–6	3–6
Размер ячеек садка, мм	10–12	10–16	12–20
Температура воды, °С	0,2–3,0	3–20	0,2–3,0

1	2	3	4
Продолжительность выращивания, сутки	180	180	180
Индивидуальная масса, г:			
при посадке	20–28	22–31	230–320
при вылове	22–31	230–320	250–350
Коэффициент оплаты корма	1,2–1,5	1,1–1,2	1,4–1,6
Плотность посадки, шт/м <sup>3</sup>	100	30–45	30–45
Выживаемость, %	97	93	98
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	–	8,1–8,7	–

Применение индустриальной технологии для выращивания маточного поголовья позволяет на незначительных производственных площадях выращивать необходимое количество производителей и получать гарантированное количество икры для пастбищного и индустриального сигового рыбоводства.

Производителей и ремонт (трехлетки), а также более младшие возрастные группы содержат в сетчатых садках. При этом в нагульный период самцов и самок выращивают совместно в садках площадью до 100 м<sup>2</sup> с плотностью посадки 3–5 шт/м<sup>3</sup> для чира и муксуна и до 6 шт/м<sup>3</sup> для пеляди.

Нагульный период для производителей заканчивается в конце октября (температура 5–7°C). За месяц до нереста производителей прекращают кормить. В середине ноября (температура 3–4°C) самок и самцов помещают в отдельные садки. Нерест у пеляди отмечается при температуре воды 0,2–1,0°C, у чира – 0,2–1,5°C, у муксуна – 0,5–2,0°C. Продолжительность нереста составляет 15–30 дней.

В вегетационный сезон производителей кормят кормом МС-84 М. Количество корма регулируют в зависимости от массы рыбы и температуры воды.

Преднерестовую сортировку производителей проводят в садках при температуре воды 3,5–4°C. Особей, не созревших в этот сезон, перемещают на зимовку в выростные садки. Созревающих самок и самцов размещают отдельно в садки диаметром 4–5 м с глубиной погружения 2,5–4 м. Просмотр на зрелость чира и муксуна начинают при температуре воды до 2,5°C через два дня, а пеляди – через три дня. Первую порцию спермы не берут, так как она обычно бывает низкого качества. Оплодотворение производят полусухим способом. Соотношение самок и самцов составляет 1 : 2. Самцов используют многократно с промежутком 4–6 дней.

После получения икры самок выдерживают 2–3 дня в отдельном садке для выявления сильно ослабевших и травмированных, после чего их объединяют и выращивают до следующей нерестовой кампании.



## *Сбор и инкубация икры*

Массовое созревание самок наблюдается в первой половине декабря при температуре воды 0,2–0,3°C. Икру получают в помещении. Инкубация продолжается всю зиму в течение 6 месяцев. Только баунтовские сиги мечут икру подо льдом в конце марта – начале апреля. Пелядь речная созревает перед ледоставом в октябре при температуре 2°C и ниже, озерная форма – в конце ноября–декабре при температуре 0,2–0,8°C. Европейская и сибирская ряпушки, муксун, чир, сиг-лудога, чудской, пыжьян нерестуют в момент ледостава. При этом чир выметывает икру только в проточной воде.

Икру и сперму берут только от производителей с текучими половыми продуктами, которые выделяются уже при слабом нажатии на брюшко. Икру, среди которой встречаются икринки светло-серого и белого цвета, не берут.

В один таз отцеживают икру от 2–3 самок и добавляют сперму от 3–4 самцов, затем икру тщательно перемешивают и оставляют в покое на 4–5 мин, затем добавляют еще воды и вновь перемешивают. После этого приступают к промывке и обесклеиванию икры в большом объеме воды, сменяя воду 20–30 раз. Процесс набухания у сиговых протекает в спокойном состоянии на протяжении 1,5–6 ч. Конечная прочность оболочки икры наступает через 7–14 ч, слой воды в тазу с набухающей икрой составляет 15–20 см. Воду меняют через 30–40 минут. Объем икры в период набухания увеличивается на 150%.

Оплодотворенную и освобожденную от клейкости икру после набухания при необходимости перевозки загружают на рамки, которые стопкой устанавливают в специальных транспортировочных ящиках. Длительность транспортировки в первые два дня после оплодотворения не должна превышать 12 ч. На стадии морулы икру можно перевозить в течение 2–3 суток, т. е. на 3–5-е сутки при температуре 2–5°C. Икра в этот период более устойчива к колебаниям температурного и кислородного режимов. Перевозка икры должна быть закончена в конце стадии дробления, которая наступает через 7–10 суток (около 500–700 градусодней).

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 – до 200.

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

Отбор мертвой икры проводят через каждые 10–20 суток развития. 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.

Большой урон инкубируемой икре наносит развитие гриба – сапролегнии, от которого необходимо своевременно освобождаться. Для дезинфекции икры в случае появления очагов сапролегнии ее промывают в контрольных аппаратах раствором малахитового зеленого в концентрации 1 : 180000 или формалином в концентрации 1 : 2000.

Для инкубации икры сиговых используют чистую низко- или среднеминерализованную воду карбонатного класса без взвесей ила, песка, не загрязненную сточными водами и нефтепродуктами (табл. 11). Полный химический анализ воды в период инкубации проводят 3–4 раза.

Таблица 11

**Химический состав воды, необходимый  
в инкубационно-личиночном сиговом цехе**

Показатели	Значения	
	оптимальные	допустимые
pH	6,6–6,9	6,0–8,0
CO <sub>2</sub> , мг/л	5–10	40
O <sub>2</sub> , мг/л	10–14	7,0–8,0
Перманганатная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	4,0–10,0	18,0–20,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	0,1–0,2	0,8
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,001	0,001
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,001	10,0
NH <sub>3</sub> , мг/л	0,001	0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/л	0,1–0,2	0,3
Железо общее, мг/л	0,001–0,01	0,1
Ca <sup>++</sup> , мг/л	Не менее 7,0–10,0	–
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/л	Не менее 9,0–12,0	–
Сульфаты, мг/л	До 0,7	10,0
Общая жесткость, мг/л	0,8–2,8	5,0
Общая минерализация, мг/л	100–250	До 600

Отход икры сиговых дополнительно к количеству неоплодотворенной и погибшей при сборе и транспортировке икры составляет в норме (в %): для чира – 25, озерной пеляди – 15, речной пеляди – 12, сибирской ряпушки – 8. 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°C, муксуна – до 4–6°C, пеляди – до 6–8°C. При нормальных условиях инкубации икры, полученной от производителей хорошего качества, количество дефектных эмбрионов не превышает 4,0%.

Таблица 12

### Биотехнологические нормы инкубации икры сиговых

Показатели	Пелядь	Чир	Муксун
Количество икры в аппарате Вейса, тыс. шт	600–700	300–500	350–400
Температура воды в период инкубации, °С	0,1–1,2	0,1–1,2	0,1–1,2
Расход воды в аппарате Вейса, л/мин	3–4	3–4	3–4
Содержание растворенного O <sub>2</sub> , мг/л	7–11	7–11	7–11
pH	6,5–7,5	6,5–7,5	6,5–7,5
Продолжительность инкубации, сутки	130–150	125–140	140–150
Выживаемость, %	70	40	60

Рыбоводно-технологические нормы инкубации икры представлены в табл. 12.

### Выращивание рыбопосадочного материала

При выращивании рыбопосадочного материала в озерах-питомниках можно использовать следующие типы озер:

- с благоприятным кислородным режимом площадью 10–50 га;
- малопроточные или сточные; приспускные;
- заморные замкнутые и слабопроточные, высокоминерализованные, карасевые площадью до 300 га.

Нормой средней массы для сеголетков сигов, выращенных в питомниках, является 20–25 г. Промысловый возврат составляет 30–35%. Характеристика озер для выращивания молоди сиговых представлена в табл. 13.

Для расчета количества посадки личинок в озеро применяют формулу

$$K = \frac{ГП \cdot 100}{Вр},$$

где  $K$  – количество личинок;

$Г$  – площадь озера-питомника, га;

$П$  – продукция сеголетков (планируемая), кг/га;

100 – постоянный коэффициент;

$В$  – планируемая к осени средняя масса сеголетков, г;

$р$  – планируемый выход сеголетков осенью, %.

## Характеристика питомных озер для сиговых рыб

Показатели	Значения	
	оптимальные	допустимые
Площадь, га	20–200	10–500
Глубина, м:		
средняя	2–4	1,5–5
минимальная	2–4	Не менее 1
максимальная	2–4	Не менее 6
Проточность (КУВ)	1,2–2,5	1–3
Зарастаемость, %	1–2	Не более 3
Поверхностная температура воды летом, °С	12–19	10–22
Растворенный кислород летом, мг/л	8–11	Не менее 6
Свободная углекислота (диоксид) летом, мг/л	Около 5–10	Не более 30
Перманганатная окисляемость, мг О/л	10–15	Не более 30
рН	7–7,5	6–8
Минерализация воды, г/л	0,1–0,6	Не более 7
Биогенные элементы, мг/л:		
азот	0,6–1,2	Следы
фосфор	0,2–0,3	Следы
Биомасса зоопланктона летом, г/м <sup>3</sup>	5–10	Не менее 2
Биомасса зообентоса летом, г/м <sup>2</sup>	Не менее 15	Не менее 5

Оптимальную плотность посадки определяют по формуле

$$B = \frac{PNKK \cdot 100}{Vn},$$

где  $B$  – необходимая биомасса рачкового зоопланктона, кг/га;

$P$  – прирост одного малька за данный период, кг;

$N$  – численность нагуливающих особей, экз./га;

$KK$  – кормовой коэффициент для данного периода;

$V$  – максимальное суточное потребление кормовых организмов рыбой, % биомассы;

$n$  – продолжительность периода, сутки.

Если у рыб смешанное питание, то в формулу вводится показатель, характеризующий отношение отдельного компонента пищи к рациону (в %). Преобразуя формулу, можно рассчитать численность нагуливающейся молоди в данный промежуток времени при конкретном уровне кормовой базы водоема:

$$N = \frac{nVB}{PKK \cdot 100}.$$

При биомассе кормовых организмов 1 г/м<sup>3</sup> рыбопродукция сеголетков может быть 63 кг/га. При 2 и 5 г/м<sup>3</sup> она составит соответственно 118 и 170 кг/га.

Массовое вылупление личинок обычно проходит на протяжении 7–10 дней при температуре воды 3,5–7,0°C. 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, где концентрируются. По мере накопления личинок отчерпывают ведром и переносят в непроточный отстойник, где оболочки икры оседают на дно и их оттуда отбирают сифоном. Затем личинок 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°C для чира и муксуна, 4–8°C – для пеляди и ряпушки. Плотность выдерживания свободных эмбрионов и проточность зависят от температуры воды и содержания в ней растворенного кислорода. Вода в лотки и бассейны для выдерживания личинок подается снизу 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). Обычно этот процесс длится 3–4 дня, но при пониженной температуре воды процесс удлиняется. Поэтому следует поддерживать температуру воды в пределах 8–10°C. Содержание зоопланктов в этой воде должно быть до 300–400 экз./л.

В настоящее время наряду с традиционными методами получения посадочного материала все большее значение приобретает новый метод – выращивание разновозрастной молоди на искусственных кормах, что позволяет за пять месяцев (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 × 2 м или пластиковые лотки ейского типа размером 4,2 × 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 на № 11, а затем на № 7). При массе мальков 0,3 г фонари заменяют на решетки из металлической сетки с ячейей 2 мм, а затем с ячейей 4–8 мм. Максимальный расход воды в бассейне или лотке не должен превышать 0,6 л/с.

Оптимальная температура воды для роста молоди сиговых рыб на искусственных кормах составляет 14–18°C. При выращивании ведут постоянный тщательный контроль за чистотой в бассейнах, под-

держивают оптимальную температуру воды и содержание растворенного кислорода.

Личинок и мальков сигов кормят кормом МС-84, величина частиц которого зависит от индивидуальной массы молоди.

Кормить личинок начинают через 1–2 часа после размещения в садки. Для этих целей удобно 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 до 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.

Суточную норму корма рассчитывают по ожидаемому приросту при соответствующей температуре воды и кормовом коэффициенте по формуле

$$C_{\text{корм}} = nK_{\text{оп}}P,$$

где  $n$  – количество выращиваемой молоди, шт;

$K_{\text{оп}}$  – кормовой коэффициент (коэффициент оплаты корма);

$P$  – прирост массы молоди за сутки, г.

Ожидаемый прирост молоди за сутки находят по формуле

$$P = \frac{W_{\text{ср}}P}{100},$$

где  $W_{\text{ср}}$  – средняя масса молоди, г;

$P$  – прирост молоди за сутки, %.

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, которые вводят в рацион в первые дни кормления, а затем, на 4–5-е сутки, при температуре 8–10°C – корм МС-84 или крошку корма ЭКВИЗО. Далее личинок при традиционным методе выращивания перевозят в питомный водоем в полиэтиленовых пакетах. Плотность посадки в пакет регулируют в зависимости от продолжительности транспортировки. Рекомендуется перевозить по 50 тыс. шт в каждом пакете личинок чира, муксу-

на, пыжьяна, омуля, нельмы, чудского сига и по 80–100 тыс. шт пеляди, ряпушки и рипуса. Применяют эталонный способ подсчета. Обычно соотношение объемов воды и кислорода в пакете составляет 1 : 3. При температуре воды 6–8°C продолжительность транспортировки не должна превышать 12 ч. Нормативный отход за время транспортировки составляет 3%. Нормы выращивания молоди сигов в промышленных условиях представлены в табл. 14.

Таблица 14

**Нормативы выращивания молоди сиговых рыб  
индустриальными методами в бассейнах**

Показатели	Возрастная группа		
	Личинки	Мальки	Сеголетки
Площадь бассейнов, м <sup>2</sup>	4	4	4
Глубина слоя воды, м	0,2–0,25	0,25–0,30	0,3–0,4
Удельный расход воды, л/с · кг	0,05–0,14	0,06–0,12	0,02–0,08
Температура воды, °С	8–16	16–20	3–20
Продолжительность выращивания, сутки	40	35	60
Индивидуальная масса, г:			
при посадке	0,003–0,008	0,4	4,0
при вылове	0,3–0,4	4,0	20,0
Коэффициент оплаты корма	1,0	1,0	1,0
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>3</sup>	25	3,5	1,5
Выживаемость, %	60	90	95
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	5,9	11,3	22,8

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

Выращивание сиговых в производственных условиях показало, что 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 г, 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.

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.

Применение искусственных кормов позволило вырастить в бассейнах и садках более 10 млн мальков сиговых (пелядь, омуль, муксун,

волховский сиг, нельма и др.), которые были выпущены в озера Ленинградской, Свердловской, Вологодской, Новгородской, Псковской областей и Красноярского края.

Молодь сегов, выращенную на искусственных кормах, можно использовать для зарыбления естественных водоемов, так как она в первые же часы начинает активно потреблять зоопланктон и зообентос. Выход молоди сегов в значительной степени зависит от стартовой массы личинок при зарыблении. Поэтому питомные озера следует зарыблять в конце мая – начале июня личинками массой не менее 200 мг, а в нагульные озера необходимо выпускать сеголетков или годовиков массой не менее 25 г.

### ***Выращивание товарной рыбы***

Практикуется двухлетний нагул сеговых рыб в озерах заморного и незаморного типов, что представляет собой эффективную технологию получения товарной продукции.

Товарных сеговых в незаморных озерах выращивают тремя методами: *циклическим, поточным и садковым*.

*Циклический метод* наиболее эффективен на озерах площадью до 300–400 га, так как на них легче проводить коренную и текущую мелиорацию. Выращивание проводится после тотального облова местной рыбы и вселения подрощенной молоди (сеголетков, годовиков или двухлетков). Продолжительность циклического выращивания зависит от эколого-географической зоны водоема, темпа роста вселяемых рыб и составляет два нагульных периода. Товарную продукцию составляют двух- и трехлетки сеговых рыб.

По завершении цикла выращивания товарную рыбу и местную, воспроизводимую от естественного нереста, тщательно отлавливают методом тотального облова, а водоем готовят для следующего зарыбления.

При условии проведения в озере удобрения, рыхления ила, аэрации воды, удаления излишней водной растительности и применения комбикормов для карпа циклический метод позволяет получать в незаморных озерах от 30–35 до 100–120 кг общего выхода рыбопродукции на 1 га акватории. В северо-западных регионах при выращивании пеляди, чудского сига, сига-лудогы, судака, щуки и угря получают в среднем 50 кг/га. Если же еще подсаживают карпа и растительноядных рыб, то уловы увеличиваются вдвое. В Зауралье и Западной Сибири, где в основном выращивают вселенцев, рыбопродукция достигает 350–450 кг/га, а в Псковской области, применяя карповые корма, получают по 455–540 кг/га.



*Поточный метод* применяют в незаморных озерах площадью более 300 га. Зарыбление осуществляют осенью и весной. Важное условие успешности применения этого метода состоит в том, чтобы проводить селективный отлов рыбы. В этом случае основу улова должна составлять более крупная рыба: трехлетки и старше. Для этого необходимо сохранять рыб младшего возраста. Отлов дополнительных рыб – леща, судака, щуки, растительноядных рыб – проводят по усмотрению рыбоведа в период, когда их активная роль в поликультуре завершилась (хищники сильно выросли, бентофаги и фитофаги стали подрывать кормовую базу).

*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, ТЭЦ 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, а остаются только караси и ротаны, когда 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 зарослей 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 рыбу на карасевых озерах заморного типа при слое ила до 1 м и зарослях 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, активно питаясь, концентрируются пелядь и другие сиговые. Аэрация озер в течение всего зимнего периода позволяет раньше начать кормовой сезон перезимовавших годовиков.

За второе лето рыба достигает более крупных размеров: сиговые – 350–450 г, карп – 500–800 г и более, а общая рыбопродукция двухлетков достигает 150–400 кг/га за счет естественной кормовой базы.

При выращивании товарных сигов в озерах к ним предъявляются определенные требования, которые показаны в табл. 15.

Таблица 15

#### Характеристика нагульных озер для сиговых рыб

Показатели	Значения	
	оптимальные	допустимые
Площадь, га	100–1000	50–5000
Глубина, м:		
средняя	2–8	1,5–10
минимальная	1,5	Не менее 1
максимальная	Не более 12	Не более 15
Зарастаемость, %	10–15	Не более 20
Поверхностная температура воды летом, °С	12–20	10–25
Растворенный кислород, мг/л:		
летом	7–10	Не менее 6
зимой	5–8	Не менее 4
Свободная углекислота (диоксид), мг/л:		
летом	Около 10	Не более 40
зимой	Около 15	Не более 50
Перманганатная окисляемость, мг О/л	10–15	Не более 40
рН	7–7,5	6–8
Минерализация воды, г/л	0,1–0,8	Не более 7
Биогенные элементы, мг/л:		
азот	0,8–1,4	Следы
фосфор	0,2–0,4	Следы
Биомасса зоопланктона летом, г/м <sup>3</sup>	4–8	Не менее 1,5
Биомасса зообентоса летом, г/м <sup>2</sup>	15–40	Не менее 40

**Нормативы выращивания товарных сигов в промышленных условиях**

Показатели	Двухлетки	Трехлетки
Площадь садка, проточной канавы, м <sup>2</sup>	20–50	20–50
Размер ячеи дели, мм	10–16	10–20
Глубина погружения садка, м	3–6	3–6
Глубина проточной канавы, м	1,0–1,5	1,0–1,5
Температура воды, °С	3–21	3–21
Продолжительность выращивания, сутки	150–180	150–180
Средняя индивидуальная масса, г: при посадке при вылове	25–40 200–350	180–350 600–1000
Рецептура корма	ТСФ-86, МС-84	ТСФ-86, МС-84
Коэффициент оплаты корма	1,2–1,3	1,3–1,4
Плотность посадки, шт/м <sup>3</sup>	30–40	14–22
Выживаемость, %	95	96
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	8–10	12–14

На основе многолетних работ разработаны нормативы по выращиванию двухлетков и трехлетков сиговых в сетчатых садках и проточных канавах на искусственных кормах (табл. 16).

***Меры профилактики при выращивании сиговых рыб***

При интенсивном ведении сигового хозяйства в связи с увеличением плотности посадки и объемов перевозки рыб для зарыбления водоемов увеличивается опасность возникновения вспышек заболеваний, которые приводят к существенным потерям рыбопродукции. Поэтому необходимо проведение комплекса ветеринарно-санитарных, рыбоводно-мелиоративных и агро-мелиоративных мероприятий, ослабляющих заболевания рыб разного возраста или препятствующих их возникновению.

Ветеринарно-санитарные мероприятия выясняют эпизоотическое состояние зарыбляемых озер, предупреждают занос в хозяйства возбудителей заболеваний, предусматривают проведение профилактических рыбоводно-эпизоотических обследований выращиваемых рыб.

Ветеринарно-мелиоративные мероприятия должны обеспечить подбор объектов выращивания в соответствии с эпизоотическим состоянием водоемов, сокращение численности сорных рыб как возможных резервуаров инфекций и инвазий, создание в озерах оптимальных зоогигиенических условий для культивируемых рыб, строгое соблюдение норм посадки рыб в водоемы в соответствии с их кормовыми ресурсами.

Агромелиоративные мероприятия предусматривают борьбу с жесткой и избытком мягкой растительности, а также удобрение озер.

Урон от возникших заболеваний может быть ослаблен за счет применения некоторых общих профилактических мероприятий, а также общих мер вплоть до тотального облова пораженного стада рыб, обезрыбления водоема и последующего его зарыбления.

Ветеринарно-санитарные мероприятия и рыбоводно-мелиоративные и агро-мелиоративные меры профилактики выполняются ведомственной ихтиопатологической службой. В каждом хозяйстве должен быть ихтиопатолог.

Для профилактики эргазилеза у сиговых выращивание молодежи проводят только в обезрыбленных озерах или в озерах, где отсутствуют возбудители этого заболевания. Выращивание же молодежи сиговых в необезрыбленных, мелководных, умеренно заросших водоемах ведет к возникновению заболевания. Производителей выращивают в озерах с хорошей кормовой базой, строго контролируя плотность посадки. Выращивание производителей в мелких озерах с дикой рыбой, зараженной эргазилезом, и плотная посадка всегда приводят к возникновению заболевания. Перед выращиванием товарной рыбы обязательно проводят тотальный облов дикой рыбы, который бывает более эффективным в зимнее время.

Для профилактики диплостомоза у сиговых нельзя выращивать их молодь в небольших, мелководных, заросших озерах или отчлененных заливах больших озер, где обитает большое количество моллюсков и имеются колонии чаек. Перед выращиванием молодежи сиговых необходимо уничтожить моллюсков, которые являются промежуточными хозяевами паразита. Для этого применяют раствор пентахлорфенолята натрия (0,2–0,5%), хлорное молоко (20%), негашеную известь (2 г на 1 л воды), медный купорос (5 мг на 1 л воды).

Для борьбы с моллюсками вносят в воду медный купорос в количестве 100–150 кг на 1 км береговой зоны не далее 2–3 м от уреза воды. Работу проводят в тихую безветренную погоду, когда не наблюдается интенсивного перемешивания воды.

Профилактику триходиниоза у сиговых осуществляют проведением интенсивного отлова диких рыб – носителей возбудителя заболевания.

Профилактика протезиолеза заключается в зарыблении здоровой молодежью. Неблагополучные водоемы зарыбляют не личинками, а годовиками. Для снижения вреда, наносимого цефалусом, вместе с пелядью выращивают сигов-бентофагов, карпа или сазана.

Профилактические работы по аргулезу заключаются в обезрыблении озера или максимальном отлове диких рыб – источников возбудителя.

Для профилактики сапролегниозов следует избегать травмирования рыб при перевозках, содержании в садках, бассейнах и других рыбобоводных емкостях.

*Контрольные вопросы*

1. От чего зависит плотность посадки сигов в озерах?
2. Назовите четыре биотехнических способа выращивания сиговых рыб в озерах.
3. В чем состоит преимущество выращивания сигов в садках?
4. В каких озерах выращивают посадочный материал сиговых?
5. Каковы методы борьбы с обрастанием садков?
6. Каков принцип выращивания рыбы в поликультуре?
7. Дайте краткую характеристику озер для выращивания производителей, молоди и товарных сигов.
8. В чем заключается индустриальный метод выращивания сиговых и каковы его преимущества перед традиционным методом?
9. Назовите меры профилактики при выращивании сиговых.

## **ГЛАВА 6. Интенсивные форелевые хозяйства**

### ***Общая характеристика интенсивных форелевых хозяйств***

Современное форелеводство – высокоинтенсивное хозяйство с концентрированным выращиванием рыбы при обеспечении оптимальных условий окружающей среды. Уровень интенсификации определяется кратностью обмена воды в производственных сооружениях, применяемыми кормосмесями и методами кормления, долей ручного труда, методами выращивания различных возрастных групп форели и другими биотехническими приемами. Наибольший уровень интенсификации возможен при 10-кратном водообмене в течение часа. Максимальные размеры прудов (бассейнов), как правило, не превышают 500 м<sup>2</sup>. Форелевое хозяйство может быть полносистемным и неполносистемным (Титарев, 1980; Титарев 1994; Титарев, Канидьев, 1975; Титарев и др., 1991).

В *полносистемном хозяйстве* имеются все категории прудов (маточные, нагульные, выростные), инкубационный цех и другие сооружения, позволяющие осуществлять в одном хозяйстве весь цикл производства от икры до товарной продукции (рис. 32). Такие хозяйства выращивают свой посадочный материал.



Рис. 32. Крупнейшее в стране полносистемное форелевое хозяйство (г. Адлер)

*Неполносистемное хозяйство* может быть воспроизводственным комплексом, питомником или нагульным хозяйством.

В воспроизводственном комплексе основной продукцией может быть икра на стадии после оплодотворения или пигментации глаз, подращенная молодь форели, а также посадочный материал в возрасте сеголетка и годовика. В зависимости от конечной продукции изменяются соотношения категорий прудов, предназначенных для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада и посадочного материала, мощность инкубационного цеха. Воспроизводственный комплекс должен иметь большие площади прудов для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада, большой инкубационный цех и емкости для подращивания и выращивания молоди. Необходимо предусмотреть большое количество емкостей для проведения селекционно-племенной работы.

В *питомнике* для выращивания посадочного материала используют либо привезенную икру, либо икру, полученную от собственных производителей. Основную площадь занимают выростные пруды или бассейны, садки для выращивания посадочного материала. Ремонтно-маточное стадо форели, как правило, выращивают и содержат в бассейнах на искусственных кормах. В воспроизводственном комплексе и питомнике отсутствуют емкости для выращивания товарной форели.

*Нагульное хозяйство* имеет нагульные пруды или бассейны, садки, необходимое вспомогательное оборудование, складские и жилые помещения. Посадочный материал (сеголетки или годовики, двухгодовики) приобретают в рыбопитомнике или полносистемном форелевом хозяйстве.

Мощность форелевых хозяйств определяется количеством воды в источнике водоснабжения. Увеличение количества выращиваемой форели на единицу воды в единицу времени можно достичь путем кас-

кадного использования воды, оборотной системы водоснабжения, аэрации и оксигенации воды, ее очистки от органических и механических веществ.

Технология разведения и выращивания форели в полносистемном индустриальном форелевом хозяйстве включает следующие производственные процессы:

1. Формирование, выращивание и содержание ремонтно-маточного стада.
2. Преднерестовое содержание маточного стада.
3. Сбор половых продуктов, осеменение и оплодотворение икры.
4. Инкубация икры.
5. Выдерживание свободных эмбрионов (предличинок).
6. Подращивание личинок.
7. Выращивание мальков и сеголетков.
8. Выращивание годовиков.
9. Выращивание двухлетков и товарной рыбы.
10. Кормление форели разного возраста.
11. Лечебно-профилактические мероприятия.
12. Реализация готовой продукции и перевозка рыб разного возраста.

Для безаварийной работы хозяйства необходимы самотечная система водоснабжения и независимое водоснабжение всех выростных емкостей.

Оборотное водоснабжение позволяет использовать для строительства форелевых хозяйств источники малой мощности, оптимизировать некоторые параметры среды, уменьшать загрязненность водоисточников путем отстоя и очистки воды. При оборотном водоснабжении самотечное водоснабжение частично заменяется механическим при помощи насосов или эрлифтов.

Форель – реофильная, оксигенофильная, стенотермная и стеногаolinная рыба, требовательная к температуре, содержанию в воде растворенного кислорода и малому содержанию взвешенных веществ. При ее выращивании вода должна отвечать высоким требованиям.

Подготовка воды зависит от источника водоснабжения. Среди разнообразных источников можно выделить два типа:

- *подземные* (ключи, родники, почвенно-грунтовые воды, артезианские скважины);
- *поверхностные* (реки, ручьи, озера, водохранилища, каналы и др.).

В форелеводстве для обеспечения инкубационных и мальковых цехов используют преимущественно подземные источники со стабильной температурой воды. Однако вода в них бедна кислородом и содержит большое количество диоксида углерода и железа. Поверхностные

источники приносят большое количество взвесей, имеют значительные суточные и сезонные колебания температуры, количества кислорода и диоксида углерода.

В период инкубации особое внимание следует уделять стабильности температурного режима воды. Часто прибегают к подогреву воды. В условиях прямоточного водоснабжения подогрев большого количества воды требует больших затрат электроэнергии и экономически невыгоден. Поэтому в основном подогревают воду только для инкубационного цеха. Постоянно применяют подогрев воды лишь при циркуляционном водоснабжении. После каждого цикла вода проходит очистку, стерилизуется, стабилизируется по газовому и температурному режимам и используется снова.

### ***Разведение и выращивание радужной форели в холодноводном индустриальном хозяйстве***

*Водоснабжение форелевых хозяйств.* Нормы водоснабжения отечественных форелевых хозяйств значительно изменились. В 60-х гг. считалось, что при наличии постоянного расхода воды в источнике водоснабжения в количестве 100 л/с можно получать с 1 га прудовой площади от 5 до 10 т товарной форели (Садлаев, 1962), или 0,5–1,0 кг продукции с 1 м<sup>2</sup> (с 1 м<sup>3</sup>).

Если принять среднюю глубину форелевых прудов примерно за 1 м, то объем воды на условном гектаре прудов составит 10 000 м<sup>3</sup>. При подаче на такой условный гектар 500–1500 л/с полный водообмен может осуществиться за 2–6 часов. При расчете объема прудов и бассейнов при однократном использовании воды исходят из того, что 1 л/с подаваемой воды должен приходиться на 1,2 м<sup>3</sup> рабочего объема пруда или бассейна, т. е. полный водообмен должен происходить за 20 мин.

В действующих форелевых хозяйствах, построенных до 1975 г., водообмен в прудах осуществлялся обычно за 4–6 ч, т. е. 4–6 раз в сутки, а в лучших зарубежных хозяйствах – 72 и даже 96 раз в сутки, т. е. каждые 20–30 мин, причем вода, как правило, используется от двух до четырех раз. При однократном использовании на 1 л/с воды в американских хозяйствах получают 70 кг форели, а при четырехкратном – 160 кг. При этом на 1 л/с можно довести плотность посадки до 27,3 кг/м<sup>3</sup> (табл. 17).

Товарная форель массой 200 г в зависимости от температуры воды потребляет различное количество растворенного кислорода и требует разного расхода воды.



**Максимальная плотность посадки радужной форели при расходе воды  
1 л/с и температуре воды 11°C**

Длина рыбы, см	Масса рыбы, г	Количество форели	
		экз/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>
2	0,11	50 000	5,0
3	0,32	23 000	7,36
4	0,755	11 000	8,25
5	1,43	6800	9,7
6	2,55	5200	13,2
7	4,02	3700	14,9
8	6,00	2800	16,8
9	8,50	2100	17,8
10	11,70	1670	21,8
12,5	23,00	950	22,8
15,0	39,70	590	23,4
17,0	63,50	400	25,4
20,0	94,50	300	28,3
22,5	132,00	210	27,7
25,0	182,00	150	27,3

Сотрудниками ВНИИПРХ на основе анализа прогрессивных технологий и собственных выводов разработаны нормативы, соответствующие интенсивным методам разведения и выращивания форели. В них рекомендуется смена воды в выростных и нагульных прудах за 20–30 мин, а в мальковых бассейнах за 8–10 мин, что может обеспечить получение 50–60 кг/м<sup>3</sup> рыбопродукции. Максимальная плотность посадки молоди форели существенно изменяется в зависимости от средней массы, температуры воды и кратности водообмена.

В самом крупном форелевом хозяйстве (США) с площади прудов в 4 га получают 600 т форели, или, при общем расходе воды 4 м<sup>3</sup>/с, по 150 т/га (Бардач и др., 1978). При высоких плотностях посадки здесь получают 132 кг форели на 1 л/с в год.

Уровень интенсификации в форелеводстве наряду с другими факторами, особенно кормлением, во многом определяется уровнем водоснабжения или водообмена в рыбоводных емкостях и качеством поступающей в них воды, прежде всего по содержанию кислорода.

В современных форелевых прудовых хозяйствах форель выращивают при относительно низком уровне водообмена и низких плотностях посадки (нагрузки) – 5–10 кг/м<sup>3</sup>, или 50–100 т/га.

Высокое качество используемой воды может повысить уровень интенсификации форелеводства в 10–15 раз по сравнению с тем, что мы имеем в настоящее время. При водообмене 10–15 раз в час реально

получение 150–160 кг молоди и товарной форели с 1 м<sup>3</sup> бассейнов. Это позволит выращивать 100 т товарной форели при нагрузке 10 кг/м<sup>3</sup> на площади в 1 га, а при нагрузке 150 кг/м<sup>3</sup> – всего лишь на 0,07 га. Дальнейшее повышение уровня интенсификации форелеводства возможно при применении технического кислорода. Использование технического кислорода в форелеводстве (оксигенация) открывает новые возможности интенсификации производства рыбы.

Качество воды имеет важное значение при выращивании форели всех возрастов. Вода не должна быть загрязнена химическими реагентами, но должна быть прозрачной и умеренно жесткой, т. е. содержать определенное количество солей магния и кальция.

Таблица 18

**Показатели воды, поступающей в инкубационный форелевый цех и на форелевое хозяйство**

Показатели	Инкубационный цех	Хозяйство
Температура воды для, °С	6–12(икра) 12–15(личинки)	Не более 20
Окраска, запах, привкус	Нет	Нет
Прозрачность воды, м	2	Не менее 1,5
Взвешенные вещества, мг/л	До 5	До 10
Цветность, град	Менее 540	Менее 540
Реакция среды (рН)	7–8	7–8
Растворенный кислород, мг/л	9–11	Не менее 9
Сероводород, мг/л	Отсутствие	Отсутствие
Свободный диоксид углерода, мг/л	Не более 10	До 10
Окисляемость перманганатная, мгО <sub>2</sub> /л	Не более 10	До 10
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	До 2	До 2
БПК <sub>полн</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	До 3	До 3
Азот аммонийный, мг/л	До 0,75	До 0,75
Аммиак свободный, мг/л	До 0,1	Сотые доли
Железо общее, мг/л	До 0,1	До 0,5
Железо закисное, мг/л	Отсутствие	Не более 0,1
Жесткость, мг-экв./л	3–10 (1,5–5)	3–7

Вода для форелевых хозяйств должна соответствовать показателям табл. 18.

*Формирование и содержание ремонтно-маточного стада.* Формирование ремонтно-маточного стада начинается с получения и инкубации икры, которую берут у наиболее крупных производителей с хорошим экстерьером и четко выраженными половыми признаками. Возраст производителей, используемых для воспроизводства в прудовых хозяйствах, должен составлять для радужной форели 4–6 лет (сам-

ки), 3–4 года (самцы); для форели камлоопс – 4–7 лет (самки), 3–4 года (самцы); для форели Дональдсона – 3–4 года (самки), 2–3 года (самцы). В индустриальных хозяйствах на теплых водах производители могут быть на один год моложе. Масса неоплодотворенной икринки должна достигать 60–80 мг и более. Икра должна иметь интенсивную оранжевую окраску.

Икру инкубируют в аппаратах различной конструкции. Чаще используют лотковые аппараты при закладке икры в 1–1,5 слоя. В качестве профилактических мер при подготовке воды используют фильтры (известковые, песчано-гравийные и др.), а также ультрафиолетовое облучение. Отбор погибшей икры проводят при закладке икры на инкубацию и после наступления стадии пигментации глаз (глазка).

Для воспроизводства оставляют партии икры с выходом эмбрионов за период инкубации не менее 80%. Ремонтную группу форели формируют путем массового отбора при достижении определенного возраста. Основными показателями при отборе являются средняя масса тела и хорошие внешние признаки (фенотипические). Самок и самцов можно выращивать отдельно.

Маточное стадо комплектуют из молодых, впервые нерестящихся особей в нерестовый период, так как в это время будущих производителей можно оценить не только по экстерьерным признакам, но и по качеству половых продуктов. Масса отобранных рыб должна быть у радужной форели и форели камлоопс не менее 800–1000 г, у форели Дональдсона – 1,5–2 кг. При формировании стада необходимо обращать внимание на темп роста и плодовитость рыб, размер икринок и качество спермы. Рабочая плодовитость самок должна быть не менее 2–3 тыс. икринок на 1 кг массы при размере икринок не менее 4,5 мм. У самцов объем разового эякулята должен составлять более 5 мл, активность спермы – 25–30 с. Сперма должна быть густой, сметанообразной, кремового цвета.

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 прудовых хозяйствах при переводе ремонта (молодых производителей) в маточное стадо должно составлять 1 : 3–1 : 4, в индустриальных хозяйствах – до 1 : 5–1 : 10. Резерв самок должен составлять 50%, самцов – 10 %. Маточное стадо необходимо обновлять ежегодно на 25–30 %. Крупные хозяйства содержат 10–15% запаса производителей. Найдено, что для выращивания 100 т товарной форели необходимо иметь 1 т производителей.

Для нагула производителей используют пруды или бассейны площадью 150–500 м<sup>2</sup>. Пруды могут быть земляными или бетонированными с соотношением сторон 1 : 5–1 : 10, небольшим уклоном дна к цен-

тру и в направлении водослива, без застойных зон. В бетонированных прудах стенки могут быть отвесными или с небольшим уклоном. Средняя глубина пруда равна 1,2 м, максимальная – 2 м, уровень воды в бассейне – не менее 1 м. Подача воды должна осуществляться широким потоком с перепадом 20–40 см, что позволяет дополнительно аэрировать воду и предотвращать свободный уход производителей в систему водоснабжения (каналы).

Производителей можно содержать в отгороженных участках ручьев, речек. В этом случае создается подпор воды (забойками, плотинами) для повышения уровня до 1,0–1,5 м. Оптимальная норма расхода воды в прудах – 2 л/мин на 1 кг рыбы.

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>. При использовании гранулированных кормов плотность посадки производителей можно увеличить до 5 шт/м<sup>2</sup>, ремонтного стада – до 20 шт/м<sup>2</sup>. Плотность посадки зависит от массы и интенсивности водообмена (табл. 19).

Таблица 19

**Плотность посадки ремонтной форели при 100 %-ном насыщении кислородом**

Масса рыбы, г	Плотность посадки, кг/м <sup>3</sup>	Расход воды, л/с	Водообмен, один раз в час
При температуре 8°C			
1–5	20	0,02	1,4
5–10	30	0,02	1,8
10–50	50	0,01	2,2
50–100	60	0,01	2,2
100–200	70	0,01	2,5
При температуре 18°C			
1–5	20	0,08	5,8
5–10	28	0,07	7,6
10–50	28	0,06	6,0
50–100	30	0,06	6,0
100–200	33	0,05	6,0

Во время нагула производителей наиболее благоприятной является температура воды 12–16°C и содержание растворенного в воде кислорода, равное 9–11 мг/л. Для ремонтных групп верхний предел температуры в течение кратковременного периода может достигать 22°C.

Желательно вдоль прудов высаживать деревья, что предохраняет воду от избыточного прогревания и солнечной радиации.

Содержание маточного поголовья в бассейнах сопряжено с определенными трудностями, постоянным контролем, требует определенного опыта и высокой квалификации рыбовода. При этом могут быть применены следующие плотности, увязанные с расходом воды (табл. 20).

Таблица 20

**Плотность посадки производителей  
в зависимости от расхода воды**

Возраст рыб, лет	Масса рыб, г	Плотность посадки, кг/м <sup>3</sup>	Расход воды, л/ (с · кг)	Водообмен, один раз в час
При температуре 8°С				
2–3	800–1300	30	0,01	1,1
3–4	1300–1800	40	0,01	1,4
4–5	1800–2300	40	0,01	1,4
При температуре 18°С				
2–3	800–1300	30	0,04	4,3
3–4	1300–1800	40	0,04	5,8
4–5	1800–2300	40	0,04	5,8

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 (табл. 22).

Таблица 22

**Суточный рацион форели (в % к массе тела)  
в зависимости от температуры воды**

Масса форели, г	Температура воды, °С		
	5–10	10–15	15–20
300–1000	2	3	4
1000 и более	2	2	3

Для кормления ремонтно-маточного стада используют и сухие гранулированные корма. Корм в виде густой пасты или влажных гранул разбрасывают небольшими порциями по поверхности воды пруда не менее двух раз в сутки. При этом желательно использовать кормораздатчики различной конструкции.

В период нагула производителей и ремонтных групп тщательно следят за их здоровьем, санитарно-гигиеническим состоянием прудов и газовым режимом воды.

Контрольные обловы и взвешивания следует проводить один 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.

За 1–2 дня до облова прудов форель перестают кормить. Затем рыбу концентрируют с помощью бредня или волокуши в зоне водоподдачи и вылавливают сачком. Выловленных производителей помещают в транспортную емкость и перевозят в преднерестовые пруды (бассейны). Оставшуюся в пруду рыбу после полного сброса воды выбирают из рыбоуловителя или рыбосборной канавы.

При облове и пересадке производителей определяют физиологическое состояние форели. Это позволяет правильно содержать рыб в преднерестовый период, когда происходит окончательное формирование и созревание половых продуктов. Эти работы лучше проводить при пониженной температуре воды (5–10°C).

Период нагула заканчивается за 1,5 месяца до созревания, при низких температурах – за 3–4 месяца до нереста. В хозяйствах, где нерест проходит в декабре–феврале, нагул форели заканчивается в конце октября. Эти сроки в зависимости от температуры воды и других условий могут быть сдвинуты и изменены.

Преднерестовый период, несмотря на его кратковременность, очень важен. В это время происходит рост, формирование и созревание половых продуктов. Качество половых продуктов можно значительно улучшить, если в этот период обеспечить благоприятные условия содержания, в первую очередь – хорошую проточность и полноценное питание.

В прудах с большой проточностью качество икры у производителей лучше, нерест наступает раньше, сперматозоиды более жизнестойкие.

В преднерестовый период производителей и ремонтную группу, созревающую в текущем году, содержат в бетонированных прудах или бассейнах площадью до 200 м<sup>2</sup> с соотношением сторон 1 : 10–1 : 20 и глубиной воды 0,8–1,0 м. Необходимо предусмотреть возможность разделения водоемов на отсеки площадью по 20–30 м<sup>2</sup> с помощью сетчатых или речных поперечных перегородок. Расход воды должен составлять 3 л/мин на 1 кг массы производителей. Водообмен должен осуществляться за 20–30 мин. Температура воды должна быть равна 6–12°C, содержание растворенного в воде кислорода – 10–12 мг/л. Плотность посадки может составлять 30 кг/м<sup>2</sup>.

В этот период корм нужно задавать из расчета 0,5–1,5% массы тела производителей и 2–3% массы тела особей ремонтной группы по 1–2 раза

в день. Необходимо регулярно наблюдать за температурным и газовым режимами. Желательно использовать сухие гранулированные корма.

В нерестовый период необходимо создавать такие условия, чтобы получить качественные половые продукты. Продолжительность нерестового периода составляет 2–3 месяца и более. В это время производителей неоднократно сортируют по степени зрелости, что даже при самом щадящем режиме приводит к стрессу.

В результате к концу нереста появляется много травмированных особей с обилием полостной жидкости и крови. Целесообразно отцеживать половые продукты с применением анестезирующих веществ, например хинальдина. Производителей в усыпленном состоянии легко оценить по экстерьерным признакам и выбраковывать с некачественными половыми продуктами.

По мере приближения нереста рыбы становятся беспокойными, плавают парами (при совместном содержании самок и самцов) или подходят к разделительной решетке в отсеках. В это время необходимо визуально наблюдать за поведением рыбы и контролировать температуру воды.

За две недели до нереста производителей сортируют по возрасту и полу и размещают в специальные бассейны или каналы, разделенные решетками на отсеки, площадью от 5 до 100 м<sup>2</sup> и глубиной воды 1 м. В местах водоподачи бассейны закрывают решеткой или сетчатым экраном, чтобы предотвратить выпрыгивание рыбы. Уровень водообмена в бассейнах должен составлять около 20 мин, в отсеках каналов и прудах – 1 час.

Плотность посадки самок в бассейны зависит от водообмена и абиотических факторов среды (табл. 24).

Таблица 24

**Зависимость плотности посадки производителей форели от водообмена**

Водообмен, мин	Плотность посадки, экз/м <sup>3</sup>
До 20	40–50
30–40	20–30
До 60	10–20

Температура воды в нерестовый период должна составлять 6–12°C без резких колебаний в течение суток. Содержание кислорода в воде следует поддерживать на уровне 9–10 мг/л. При уменьшении количества кислорода в воде плотность посадки уменьшают или с помощью технических средств (аэрации) повышают его содержание.

До начала созревания в нерестовый период производители получают полноценный витаминизированный корм. В гранулированных

кормах долю премикса увеличивают в два раза, в пастообразные корма вводят комплекс витаминов E, B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub>, C. Суточная доза гранулированного корма не должна превышать 0,5% массы тела, пастообразного корма – 1% массы тела. Рыб кормят два раза в сутки.

Для осмотра производителей отгораживают решеткой 1/3 площади бассейна по направлению от вытока к притоку. Пространство, в котором концентрируют производителей, следует уменьшать по мере просмотра самок и размещения их по степени готовности к отцеживанию в других бассейнах или отсеках канав (прудов). Сортируют самок в емкостях объемом 0,1 м<sup>3</sup> при слое воды до 0,3 м, добавляя анестезирующее вещество.

Рассортированных особей направляют в соответствующие бассейны по наклонным лоткам (гидрожелобам), покрытым полиэтиленовой пленкой, или переносят в емкостях с водой (рыбоводных носилках). В начале нереста контроль можно осуществлять один раз в 10 суток, с появлением зрелых самок – один раз в 7 суток, а в период массового нереста – через каждые 3–5 суток. Тщательный контроль необходим для того, чтобы исключить перезревание икры, так как перезревшая икра имеет низкую оплодотворяемость и жизнестойкость. Зрелая икра свободно перемещается в полости тела и легко выделяется при изгибании тела или легком поглаживании брюшка по направлению к половому отверстию.

Самок сортируют на три группы: зрелых, близких к зрелости и тугих (далеких от созревания). От зрелых самок икру получают в тот же день или на следующий. Близкие к зрелости особи имеют мягкое брюшко, однако икра при легком поглаживании не выделяется. Эту группу самок просматривают через 5–7 суток. Тугих самок можно просматривать через 10–14 суток при температуре воды 5–7°C и не реже одного раза в 10 суток при температуре 7–11°C. Контроль за самцами не ведут, так как они созревают на 0,5–1 месяц раньше самок и всегда имеются в необходимом количестве.

Если нерестовый период продолжается не более 0,5 месяца, производителей не кормят; если более 0,5 месяца, то применяют ограниченное кормление, т. е. кормят рыб 2–3 раза в неделю, особенно рыб, далеких от созревания. Суточная норма корма составляет 0,5–1% массы тела и выдается за 1–2 приема.

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

При сортировке производителей необходимо обращать внимание на форму тела, развитие мускулатуры, величину головы и окраску. Тело должно быть вальковатой формы с достаточно мясистой и округлой хвостовой частью. Плавники должны быть хорошо развиты, голова сораз-



мерна остальным частям тела, окраска – яркой, типичной для брачного периода. Следует отбраковать истощенных, больных и травмированных рыб с искривлением позвоночника, катарактой глаз, тонким и плоским хвостовым стеблем, недоразвитыми жаберными крышками, гепатомой печени (ее легко установить при прощупывании).

В ремонтной группе (к моменту первого нереста) отбраковке подлежат особи со слабовыраженными половыми признаками, прогонистой формой тела, серебристой окраской. Коэффициент упитанности у разных форм форели при прудовом методе содержания должен быть не менее 1,3–1,5, при индустриальном – до 2.

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. Поэтому сочетание самок и самцов, продуцирующих качественные половые продукты, дает потомство с более высокой жизнестойкостью, чем при использовании молодых и старых самок с самцами среднего возраста. Как правило, самцов старше 4–5 лет в маточном стаде не оставляют. Таким образом, стадо самцов имеет оптимальный возрастной состав.

В индустриальном рыбоводстве лучшие результаты дает сочетание 3–4-годовалых самок с самцами второго нереста (3-годовалые), хотя возможно использование и впервые нерестующих особей. Необходимо тщательно контролировать качество половых продуктов у каждой возрастной группы. Для рыбоводных целей нельзя использовать перезрелую или недозрелую икру, а также мелкую и полученную от самок с обилием полостной жидкости и крови.

Доброкачественные молоки имеют белый цвет и густую консистенцию. Водянистые или сывороточные, а также с примесью крови и слизи молоки использовать нельзя. Самцы в процессе нереста могут быть использованы неоднократно (до 6 раз) с интервалом 4–6 суток (не менее 30–40 градусодней).

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 исключается возможность попадания в партию недоброкачественной икры или оплодотворение икры плохими молоками.

*Получение половых продуктов и инкубация икры. Сбор икры и спермы.* Икру и сперму у производителей получают путем отцеживания с применением анестезирующих веществ. В качестве анестезирующих средств применяют соединения эфира, производные барбитуровой кислоты, альдегидов, моноуридов, уретанов и др. Наиболее доступным и достаточно эффективным средством является хинальдин. Его применяют в концентрации 1 : 10 000–1 : 50 000. Раствор можно считать эффективным, если усыпление форели происходит в течение 1–2 мин и возвращение к нормальному состоянию – через 2–5 мин после помещения в проточную воду.

Раствор готовят следующим образом: 1 мл хинальдина разводят в 10–20 мл этилового спирта или ацетона и смесь заливают в емкость с 4–5 ведрами воды (45–50 л).

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  $\frac{2}{3}$  емкости. Затем икру осеменяют спермой не менее чем от 3 самцов, которую отцеживают непосредственно на икру или вначале в отдельные сухие стаканчики (бюксы), предварительно убедившись в ее хорошем качестве. Чтобы не задерживать процесс осеменения, отцеживание икры и спермы следует проводить параллельно. При этом качество спермы у самцов может быть определено заранее, поскольку они созревают на 1–1,5 месяца раньше, чем самки. При правильном содержании самцов доброкачественность спермы сохраняется в течение длительного времени. 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.

В качестве оплодотворяющих растворов используют раствор Хамора, состоящий из 6 г хлористого натрия, 0,2 г хлористого кальция и 4,5 г мочевины, растворенных в 1 л чистой пресной воды. В Японии широко используют для этих целей физиологический раствор (0,85%-ный раствор NaCl) и оплодотворяющий раствор (9,04 г/л NaCl, 0,24 г/л KCl и 0,26 г/л CaCl<sub>2</sub>), а также изотонический раствор NaCl с добавлением молока.

Оплодотворяющие растворы в несколько раз увеличивают подвижность сперматозоидов и время открытия микропиле, т. е. способствуют повышению степени оплодотворяемости икры. После добавления воды или оплодотворяющего раствора икру оставляют в покое на 3–5 мин и затем начинают отмывать от полостной жидкости, остатков спермы и органических примесей. Для этого периодически сливают

воду после перемешивания икры и добавляют свежую воду. Воду приливают в сосуд по его стенкам, чтобы не подвергать нежную икру в начале эмбрионального развития механическим воздействиям. Отмывка длится до тех пор, пока икра не станет чистой и икринки не будут прилипать к стенкам и дну сосуда. Прилипание икринок связано с усиленным всасыванием воды под оболочку икринки, т. е. прохождением процесса набухания.

Кроме отцеживания производителей вручную существуют и другие способы получения половых продуктов, например при помощи воздуха. Для этого гиподермическую иглу соединяют с велосипедным насосом и вводят ее ниже брюшных плавников в полость тела самки. Туда постепенно нагнетают воздух, и созревшая икра свободно выходит через генитальное отверстие. После освобождения полости от икры воздух осторожно удаляют через трубку из тела путем отсасывания. Таким же методом получают и молоки, только трубку вводят в половое отверстие и сперма поступает в пробирку.

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 тазаках, вкладываемых один в другой. Внутренний сосуд имеет перфорированное дно.

Если икра предназначена для перевозки в другие хозяйства, то период набухания должен быть увеличен до 2 часов.

*Инкубация икры.* Ее осуществляют в специальных инкубационных аппаратах, которые делят на два типа: горизонтальные (лотковые) и вертикальные.

У аппаратов горизонтального типа рамки с икрой расположены последовательно в горизонтальной плоскости, вертикального типа – в вертикальной плоскости. Наиболее распространенными в форелевых хозяйствах являются лотковые аппараты системы Аткинса, Шустера, Вильямсона, ропшинские и др.

В инкубационных аппаратах горизонтального типа на 1 м<sup>2</sup> площади размещают до 45–60 тыс. икринок форели при расходе воды 20–40 л/мин на 100 тыс. икринок.

*Аппарат Коста* представляет собой ящик, который может изготовляться из дерева, глазированной глины, листового железа. На внутренней стороне ящика приблизительно на высоте 5 см от дна имеются выступы, на которые кладется деревянная рамка, обтянутая металличе-

ской сеткой с ячейей размером  $18 \times 3,5$  мм. На рамке в один слой размещают икринки форели и лосося. Аппараты Коста обычно устанавливают на подставках в лестничном порядке несколькими группами. В каждую группу входят 4–6 аппаратов, снабжающихся водой от одного крана. Вода, поступающая в верхний аппарат, проходит над икрой и через сливной носик поступает в нижерасположенные аппараты. Рабочая емкость аппарата составляет 2–2,5 тыс. икринок, расход воды – 0,6 л/мин. Аппарат прост в изготовлении и обслуживании. Недостаток заключается в его малой мощности (рис. 33, 34).

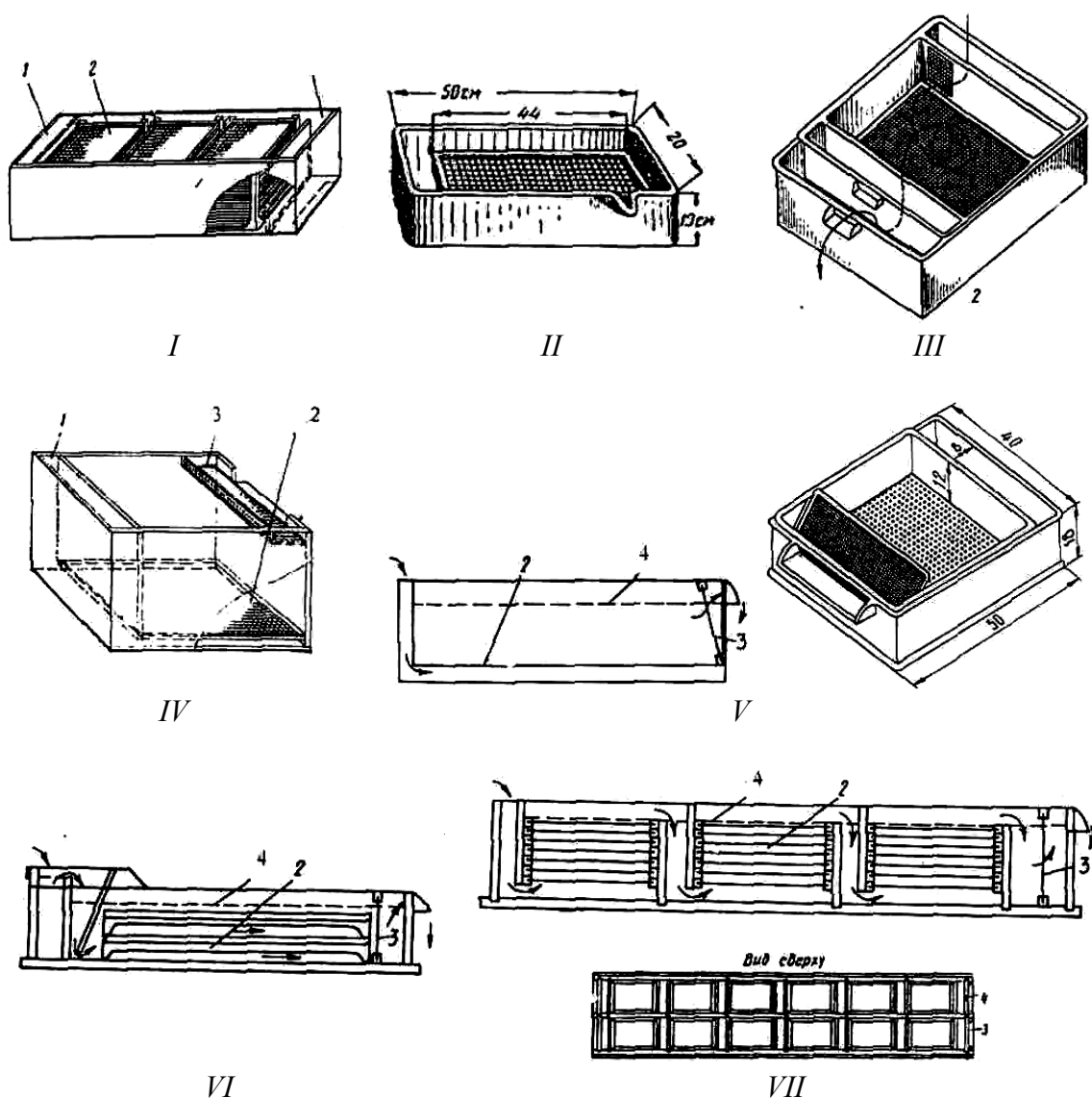


Рис. 33. Инкубационные аппараты горизонтального типа: I – Аткинса, II – Коста, III – Рюккель-Вацека, IV – ящичковый, V – Шустера (калифорнийский), VI – ропшинский, VII – Вильямсона; 1 – водоприемная камера, 2 – инкубационная рамка (сетчатое дно), 3 – предохранительная решетка, 4 – уровень воды

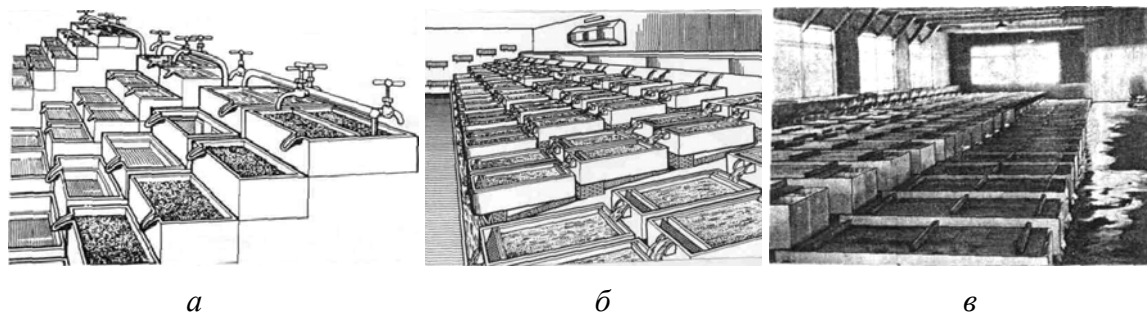


Рис. 34. Размещение аппаратов горизонтального типа:  
 а – Коста; б – Шустера; в – Аткинса

*Аппарат Шустера* (калифорнийский) состоит из двух ящиков, выполненных из листового железа. Наружный ящик ( $50 \times 30 \times 18$  см) имеет глухие стенки и дно. Внутренний ящик ( $40 \times 29 \times 12$  см) имеет дно из металлической сетки с ячейей  $18 \times 3,5$  мм. Он вставляется в наружный таким образом, чтобы его сливной носик вдвигался в сточный носик наружного ящика. Вода из крана поступает в наружный ящик (промежуток в 10 см между стенками ящиков), а затем снизу – во внутренний ящик, омывает на пути лежащие на сетчатом дне икринки и сбрасывается вверх через сливной носик. Аппараты Шустера, как и аппараты Коста, устанавливаются в лестничном порядке группами. В каждую группу входит не более пяти аппаратов. При расходе воды 2–3 л/мин на группу икра, лежащая в нижних аппаратах, обеспечивается необходимым количеством кислорода. Мощность составляет 5–6 тыс. икринок лосося, расход воды – 1 л/мин.

Иногда используют аппараты, размеры которых увеличены. Размеры наружного ящика в них составляют  $100 \times 60 \times 18$  см, а внутреннего –  $80 \times 58 \times 12$  см. Площадь аппарата увеличивается в четыре раза, а мощность достигает 20–24 тыс. икринок лосося.

*Аппарат Рюккель-Вацека*. Имеет несколько больший размер по сравнению с аппаратом Шустера ( $56 \times 45 \times 19$  см) и соответственно большую мощность по икре (20–40 тыс. икринок), а также круговую циркуляцию воды, которая создается благодаря наличию, кроме сетчатого дна, еще сетчатой нижней части боковых стенок. Это позволяет лучше омывать икринки. Расход воды в аппарате составляет 4 л/мин. Применяется в Чехословакии и других западных странах.

*Аппарат Аткинса*. Представляет собой деревянный ящик размером  $1,6 \times 0,35 \times 0,4$  м. Конструктивно близок к лотковому аппарату. Икра инкубируется в четырех стопках, состоящих из 15–20 рамок размером  $32 \times 32$  см. Каждая рамка вмещает в один слой 2,5–3,0 тыс. икринок. В аппарат можно загружать до 200 тыс. икринок. Две противоположные стороны бортиков каждой рамки сплошные, а две другие имеют вырезы перпендикулярно току воды. Расход воды в аппарате

составляет 12–15 л/мин (1–1,5 л/с на 1 млн икринок). Перед вылуплением личинок для уменьшения их плотности часть рамок вынимают и помещают в запасные лотки.

*Аппарат Вильямсона* представляет собой деревянный или бетонный желоб с 3–6 отделениями. Длина его доходит до 6 м, ширина – 0,4 м и высота – 0,5 м. Перегородки, образующие отделение, установлены так, что одна из них, находящаяся ближе к притоку воды, не доходит до дна желоба на 5 см, а другая, находящаяся ближе к вытоку, наглухо закрывает дно желоба, но не доходит до верхнего края на 5 см. Таким образом, поступающая из крана в аппарат вода циркулирует в каждом отделении по вертикали (сверху вниз или снизу вверх) через рамки, равномерно оmyвая икринки, и сбрасывается через сливной носик. В каждое отделение помещают по семь рамок. На каждую рамку размером 45 × 55 см помещают в один слой 5 тыс. икринок лосося. Нижняя рамка находится на расстоянии 6–7 см от дна.

У одной торцовой стенки происходит водоподача, у другой – сброс воды. У задней торцовой стенки помещается решетка, предохраняющая вынос икры. Икра инкубируется на рамках, уложенных стопками. Желоба можно устанавливать с зависимым водоснабжением, стыкуя их по два или три с торцовых сторон. Мощность аппарата зависит от числа отделений и составляет 100–200 тыс. икринок. Расход воды с тремя отделениями – 5–15 л/мин, с шестью – 10–30 л/мин. Обычно желоба устанавливают спаренно.

*Лотковый аппарат американского типа.* Изготавливается преимущественно из дерева (рис. 35). Размер лотка составляет 4,8 × 0,35 × 0,170 м (на наших заводах – 3,0 × 0,5 × 0,25 м), размер каждой из четырех рамок – 700 × 350 и 600 × 495 мм. Одна рамка вмещает 8–19 тыс. икринок форели. Подача и сброс размещены в противоположных концах лотка. На расстоянии 15 см от начала и конца лотка вставляют вертикальные предохранительные сетки с ячейей размером 2 мм. Расход воды в аппарате составляет 6–8 л/мин.

*Лотковый инкубационный аппарат шведского типа.* Состоит из стеклопластикового лотка длиной 2240 мм, шириной 490 мм, высотой 215 мм и глубиной 165 мм. В инкубационном лотке устанавливают четыре инкубационных ящика размером 470 × 470 мм и полезной площадью 0,14 м<sup>2</sup>. Инкубационный лоток площадью 0,84 м<sup>2</sup> снабжен вертикальным урeненным стояком с верхним сливом воды и защитным экраном. Инкубационные ящики имеют перфорированное дно и наклонную стенку. Вода проходит через перфорированное дно, оmyвает икринки, а затем уходит через верхнюю перфорированную зону стенки ящика.

Каждый инкубационный ящик вмещает от 8,5 до 10,5 тыс. икринок, а сам инкубационный лоток – от 34 до 42 тыс. икринок. В аппара-

тах такого типа удобно проводить все операции с икрой, а также выдерживать свободных эмбрионов и подрачивать личинок до полного перехода на активное питание. Аппараты можно располагать один над другим спаренно (два сверху, два снизу). Расход воды составляет 0,005 л/с на 1 тыс. икринок или от 0,17 до 0,2 л/с на один инкубационный лоток.

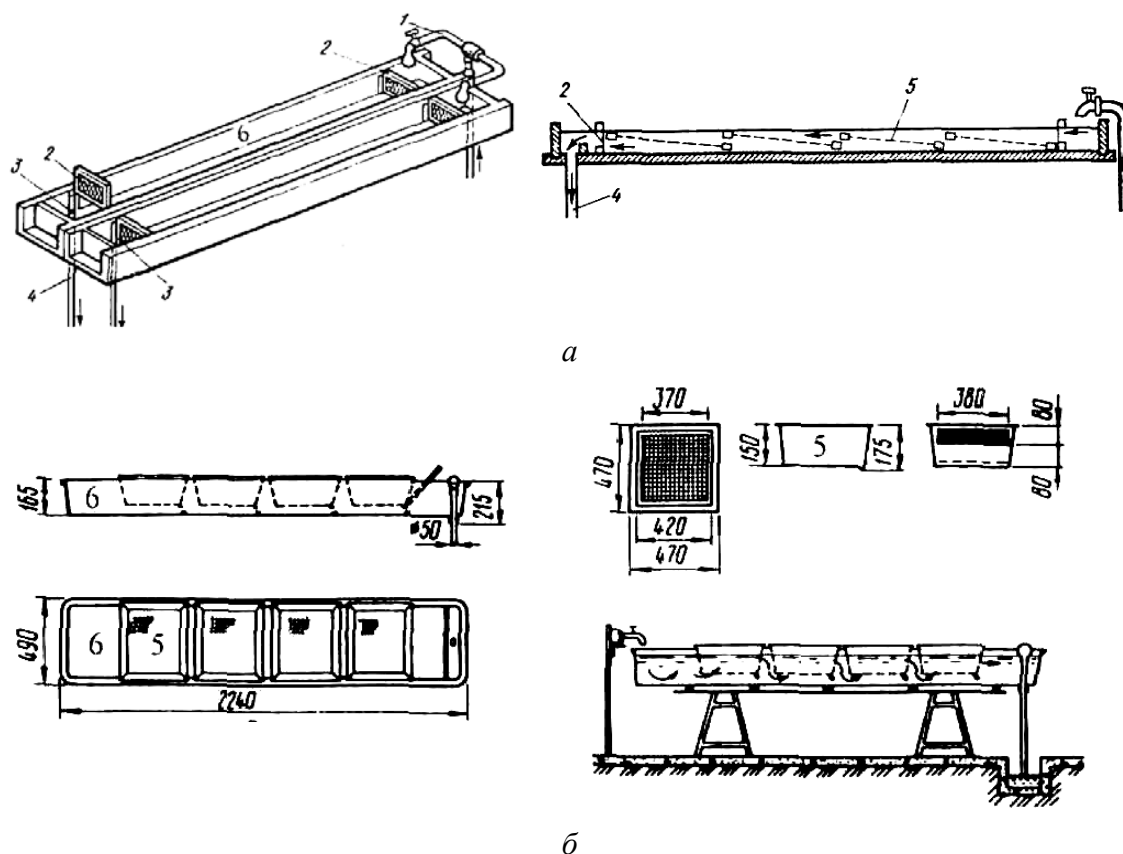


Рис. 35. Горизонтальные инкубационные аппараты:

а – лотковые аппараты американского типа,

б – лотковые аппараты шведского типа;

1 – водоподача; 2 – предохранительная сетка; 3 – уровень патрубков;  
4 – сброс воды; 5 – инкубационные рамки; 6 – инкубационный лоток

*Ропшинский лотковый аппарат* – простой в изготовлении, легкий в обслуживании, состоит из лотка размером  $107 \times 50 \times 23,5$  см. Лоток прикрывается крышкой. Икру размещают на четырех рамках, устанавливаемых одна над другой. В аппарат загружают до 20 тыс. икринок (по 5 тыс. шт на каждую рамку). Аппараты устанавливают ступенчато в 2–3 яруса. Расход воды составляет 0,1–0,2 л/с.

*Аппараты вертикального типа.* В настоящее время инкубационные аппараты вертикального типа приобрели большое распространение в промышленном рыбоводстве. Из аппаратов вертикального типа широко используются «Энваг», «Риттай», «Стеллажи», аппараты Вейса, ИВТМ и ИМ. Аппараты вертикального типа более экономичны по

использованию воды, площади и объема инкубационного помещения. На 1 м<sup>2</sup> инкубатора можно разместить до 600–1000 тыс. икринок. Расход воды можно уменьшить до 4–5 л/мин на 100 тыс. икринок.

*Инкубационный аппарат ИВТ* представляет собой затемненный двухсекционный шкаф этажерочного типа. Внутри него в специальных гнездах расположены собственные инкубационные аппараты – кюветы с рамками, которые опираются на роликоопоры. Каждая секция имеет независимую водоподачу. При извлечении любого аппарата водоснабжение не нарушается. Вода подается сверху, проходит последовательно через все секции аппарата и отводится в канализацию. Икра в ИВТ размещается на сетках рыбоводных рамок инкубационных аппаратов. В ИВТ предусматривается как инкубация икры, так и кратковременное выдерживание вылупившихся эмбрионов.

*Инкубационный аппарат ИВТМ* (модернизированный) представляет собой двустворчатый шкаф, внутри которого в специальных гнездах на роликоопорах расположены собственно инкубационные аппараты – кюветы с рамками (рис. 36). Аппарат вмещает две стопки кювет по 7 шт каждая. Норма загрузки в аппарат – 280 тыс. икринок. Размеры кювета составляют 600 × 400 × 80 мм, площадь – 0,38 м<sup>2</sup>. Общий расход воды равен 6–10 л/мин. Общая масса аппарата – 180 кг, габариты – 750 × 945 × 1530 мм. Принцип тока воды в аппарате сохранен горизонтальный. Из приемной секции вода поступает через перегородки в камеру, затем под рыбоводную рамку с икрой и, проходя через наклонную предохранительную сетку, стекает в сливной желоб, из которого через каналы попадает в водоприемную камеру расположенной ниже кюветы. Для очистки и мойки кювета имеется специальное отверстие. После вылупления инкубационные рамки вынимают, некоторое время выдерживают личинок в кюветах, а затем пересаживают в бассейны.

*Инкубационный аппарат ИМ* (конструкции А.Н. Канидзева) состоит из трубчатой рамы-каркаса, в которой размещаются 10 емкостей для икры (по 5 шт в каждой секции). Каждая емкость состоит из двух цилиндрических сосудов, вложенных один в другой. Внутренний сосуд, имеющий сетчатое дно из нержавеющей сетки с ячейками размером 2 × 2 мм, предназначен для многослойного размещения инкубируемой икры форели или лосося. Сетчатое дно внутреннего сосуда отстоит на 1,5–2,0 см от основного днища внешнего сосуда. В центре последнего имеется жестко закрепленная уровенная труба, которая служит для сбора отработанной воды и подачи ее в нижележащую емкость. Для предохранения выноса личинок из аппарата на трубу надевают сетчатый колпак с ячейей размером 1,5–2 мм. Диаметр колпака на 1,5–2,0 см больше диаметра трубы.

Оплодотворенную и промытую икру размещают на сетчатом дне внутреннего сосуда вокруг водосливной трубы 10–15 слоями толщиной



6–8 см. Общее количество икры, входящей в одну емкость, достигает 30 тыс. икринок. Мощность аппарата составляет 300 тыс. икринок. Для каждой вертикальной секции из пяти емкостей имеется свой водоподающий кран. Вода поступает на крышку емкости, стекает с нее и проходит между стенками емкостей, проходя снизу вверх через слой икры. Затем она сливается через оградительную сетку в трубу, из которой попадает уже на крышку нижележащей емкости. Из нижней, последней емкости вода поступает в поддон, а из него уходит в канализацию. Аппарат компактен, удобен в эксплуатации. Выдвижение каждой емкости из каркаса производят независимо от других, что позволяет вести контроль за развивающейся икрой и проводить профилактическую обработку икры. Аппарат можно изготавливать из листового железа, стеклопластика или алюминия.

Установлено, что принципиально новая конструкция инкубационного аппарата, позволяющая имитировать естественные условия инкубации икры лососевых рыб в восходящих токах воды так же, как в нерестовых гнездах, дает возможность значительно снизить отход икры, уменьшить расход воды и производственную площадь в 6–10 раз, а также сократить трудовые затраты в 5 раз по сравнению с лотковыми аппаратами.

*Инкубационный аппарат «Риттай»* состоит из прямоугольных кювет, расположенных одна над другой (рис. 36, 37). Размер кювет составляет  $60 \times 58 \times 8,5$  см. В каждой кювете имеется неглубокая сетчатая рамка, расположенная внутри нее. Дно приподнято на 1,5 см над основанием кюветы. Аппараты монтируют группами вертикально. Вода, питающая инкубационный аппарат, поступает в верхнюю кювету со стороны задней стенки, проходит через сетчатое дно внутренней рамки и омывает икру, затем переливается через ее переднюю стенку и отводится по каналу в заднюю часть аппарата, откуда поступает в расположенный ниже аппарат. Инкубационные аппараты «Риттай» размещают вертикально по 10 шт в ряд. Каждый аппарат рассчитан на инкубацию 10 тыс. икринок кеты.

*Вертикальный аппарат «Стеллажи»* можно размещать в виде стеллажей или шкафов (рис. 37).

*Аппарат Вейса* предназначен для инкубации икры, в первую очередь карпа и сига, хотя в нем можно инкубировать обескленную икру судака, леща и щуки. Он представляет собой цилиндр из стекла (оргстекла), сужающийся с одной стороны на конус, в конце которого вставляется корковая или резиновая пробка, а центр пробки – трубка, на которую надевается водоподающий шланг. В нем также можно успешно инкубировать икру лосося и форели, но предварительно несколько модернизировав его. Модернизация заключается в размещении внутри сосуда круглой металлической решетки с ячейей размером 2–3 мм

у основания конуса, что позволяет равномерно омывать икринки водой, создавать условия покоя, предохраняя их от механического воздействия. Иногда на сетку практикуют помещать слой мелкого гравия.

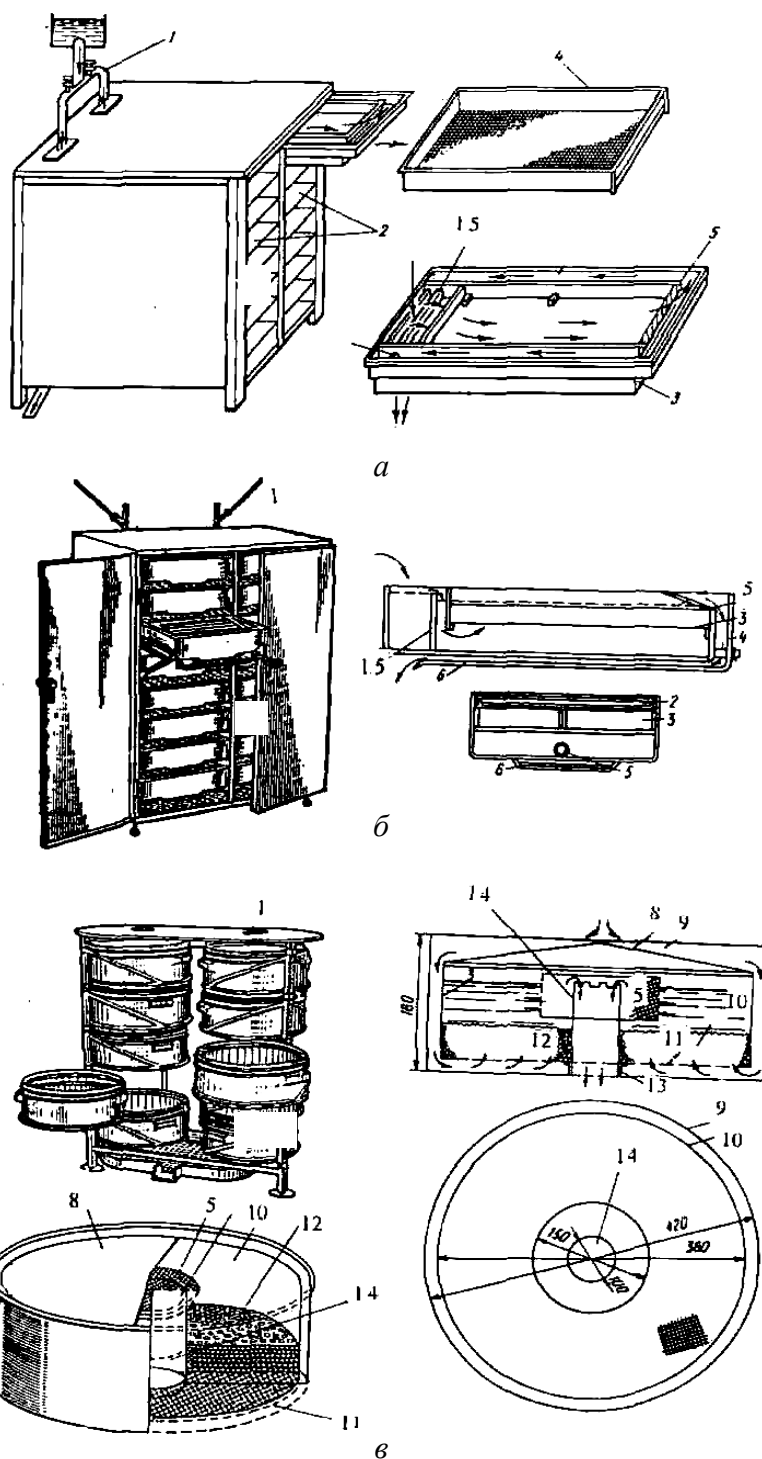
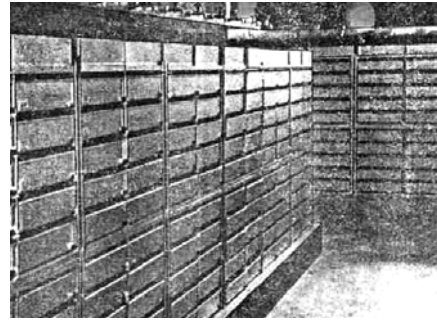
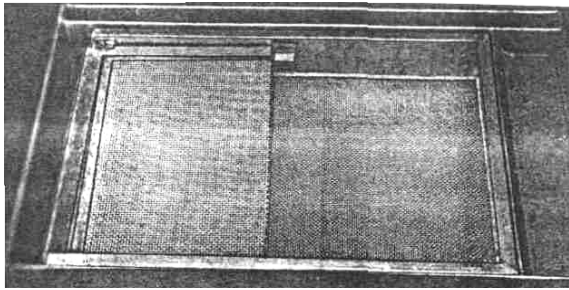
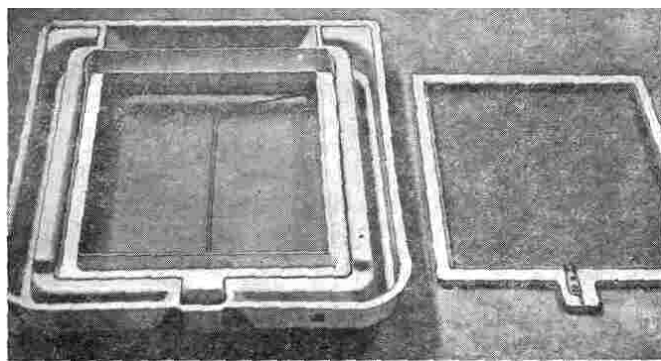


Рис. 36. Аппараты вертикального типа: а – ИВТ, б – ИВТМ, в – ИМ;  
 1 – водоподача; 2 – каркас; 3 – кюветы; 4 – инкубационная рамка;  
 5 – предохранительная сетка; 6 – сброс воды; 7 – перегородка; 8 – конусная крышка; 9 – наружный сосуд; 10 – внутренний сосуд; 11 – сетчатое дно;  
 12 – слой инкубируемой икры; 13 – упоры; 14 – урoвненная труба; 15 – перегородка



а



б

Рис. 37. Аппараты вертикального типа «Питтай» (а) и «Стеллажи» (б)

В один аппарат Вейса объемом 8 л можно загружать до 45 тыс. икринок форели. Расход воды может составлять 30 мл/с в начале инкубации и доходить до 50–100 мл/с в завершающий период. Подача воды должна быть отрегулирована так, чтобы икра находилась в спокойном состоянии.

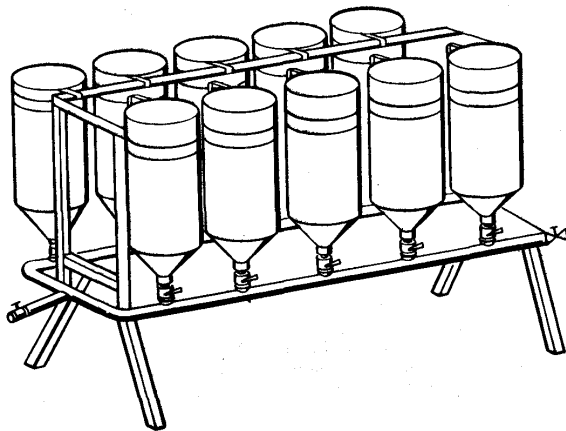


Рис. 38. Установка аппаратов Вейса для инкубации икры форели

Применение аппаратов емкостью до 80 л позволяет инкубировать в одном аппарате до 750 тыс. икринок. Оснащение цеха аппаратами Вейса увеличивает его производительность в несколько раз и существенно экономит площадь инкубационного цеха, занимаемую аппаратами (рис. 38).

Аппарат Орава представляет собой металлический ящик прямоугольного сечения со съемной передней стенкой, гер-

метически прикрепляемой при помощи болтов. Дно аппарата изготовлено из досок толщиной 5 см. На расстоянии 5 см от дна с внутренней стороны боковых стенок укреплены две полосы из углового железа – они служат опорой для рамок с икрой.

Вода в аппарат попадает через трубку, проходящую через центр дна. Для равномерного распределения воды трубка заканчивается Т-образным наконечником. Аппарат устанавливается на брусках сечением  $40 \times 40 \times 30$  мм. После укладки рамок с икрой переднюю стенку герметически закрепляют, включая воду. Мощность аппарата составляет 130 тыс. икринок. Недостатком данного аппарата является отсутствие постоянного визуального наблюдения за инкубируемой икрой.

*Учет икры и уход за икрой во время инкубации.* Учет закладываемой на инкубацию икры проводят весовым и объемным способами. Более удобным является объемный способ. Икру раскладывают мерной емкостью на инкубационные рамки аппаратов горизонтального типа в 1–2 слоя, а вертикального типа – 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 в растворе хлорамина

в концентрации 1 : 30 000 при экспозиции 10 мин.

Для отбора мертвой икры используют специальные рыболовные пинцеты, груши со стеклянной трубкой с внутренним диаметром не менее 5–8 мм, сифоны и другие устройства различной конструкции.

В инкубационные аппараты должна постоянно поступать чистая, отстоянная (фильтрованная) вода требуемой температуры (6–12°C), не содержащая взвесей, которые, осаждаясь на икру, затрудняют ее дыхание.

Если вода имеет большое количество взвесей, то следует дополнительно устанавливать ватно-марлевые фильтры, которые периодически, по мере загрязнения, меняют.

При подогреве воды ведут строгий контроль за содержанием свободного азота, насыщение которого в период инкубации не должно превышать 105%.

В период инкубации следят за обеспечением непрерывной подачи воды и ее качеством, осуществляют контроль за температурой воды. Еженедельно определяют содержание растворенного в воде кислорода и солевой состав воды. При накоплении взвешенных частиц на икре ее необходимо промывать под слабой струей воды (из лейки) на стадиях пониженной чувствительности к механическим воздействиям (табл. 21). До стадии начала пигментации глаз промывание икры следует проводить только в случае крайней необходимости и с большой осторожностью. Наиболее удобное время работ с икрой в период

инкубации указано в табл. 22.

Таблица 21

**Время наступления чувствительных стадий икры радужной форели при различной температуре воды, сутки**

Стадия развития	Температура воды, °С		
	6	8	10
Уплощение бластодиска	6	4	3
Начало гастрюляции	7,5	5	4
Появление краевого узелка	12	7,5	4
Закрытие бластопора	16	11	9
Перед вылуплением	40	35	30

Таблица 22

**Возможное время начала и окончания работ с икрой в период инкубации, сутки**

Стадия развития	Температура воды, °С		
	6	8	10
До утолщения бластодиска	1–5	1–3	1–2
Обрастание желтка бластодермой	13–15	8–10	6–8
Рост хвостового отдела и пигментация глаз	19–39	16–34	12–29
Весь период развития до вылупления	43–47	37–42	31–34

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 можно отличить от неоплодотворенной на стадии дробления зародышевого диска, т. е. на 1–3-й день после оплодотворения (неоплодотворенная икра имеет расплывчатый плоский зародышевый диск, неясно выраженные борозды дробления), а можно также на стадии, характеризующейся началом пульсации сердца и обособления хвостовой части зародыша (через 90–110 градусодней при оптимальной температуре).

Для проверки оплодотворяемости пробу икры помещают в 5%-ный раствор уксусной кислоты с добавлением 7 г поваренной соли на 1 л раствора. В этом растворе оболочка икры обесцвечивается, и в нормально оплодотворенной и развивающейся икре становится хорошо заметной белая полоска тела зародыша.

Для этих же целей можно использовать жидкость Буэна или 10,7%-ный раствор NaCl (960 г NaCl на 8 л воды), в котором непол-

ноценная икра осаждается в течение 3 мин. Можно помещать икру в 12%-ный солевой раствор, при этом погибшая икра всплывает, а живая остается на дне сосуда.

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.

В период инкубации икры ведут ее учет, занося данные в журнал, где регистрируют количество инкубируемой икры, дату закладки на инкубацию, отходы, начало и массовое вылупление, а также его завершение, профилактические мероприятия, температуру воды, содержание растворенного в воде кислорода и другие сведения о ходе инкубации.

Продолжительность инкубации икры находится в прямой зависимости от температуры воды: 101 день при температуре 3,2°C; 75 – при 4,8°C; 44 – при 7,5°C; 29 – при 10,3°C; 27 – при 11,5°C; 25 – при 12°C; 21 – при 14,5°C; 18 дней – при 15,5°C. Анализ результатов инкубации (на основании многолетних данных) позволяет надежно планировать производственный процесс.

*Выдерживание и подращивание личинок.* Продолжительность вылупления предличинок (свободных эмбрионов) при температуре 8–12°C составляет 5–7 суток. 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. У них почти прозрачное тело продолговатой формы и большой желточный мешок, в котором видны жировые капли различной величины. Тело окаймляет плавниковая складка. За жаберной щелью хорошо различимы грудные плавники и зачатки брюшных плавников. Кровеносная система развита хорошо и охватывает все тело, желточный мешок и жаберные лепестки. Просматривается кишечник зеленоватого оттенка.

Вылупление может проходить в инкубационных аппаратах. Кроме того, икру за 2–3 дня переносят в лотки или бассейны. Бассейны могут быть квадратными с размерами 1 × 1 × 0,4 и 2 × 2 × 0,5 м – ИЦА-1 и ИЦА-2, а также прямоугольными с соотношением боковых сторон 1 : 4–1 : 8 и площадью до 8 м<sup>2</sup>. Уровень воды в них должен составлять в начале подращивания 0,1–0,2 м. Выдерживают предличинок при плотности посадки 10 тыс. шт/м<sup>2</sup> (максимально до 30 тыс. шт/м<sup>2</sup>) и расходе воды 0,7–0,9 л/мин на 1000 эмбрионов при температуре воды

12–14°C. Личинки вначале обладают отрицательным фототаксисом, поэтому лотки и бассейны закрывают крышками. Кроме того, личинки очень чувствительны к недостатку кислорода, поэтому требуется поддерживать 100%-ное его насыщение. Необходимо регулярно отбирать погибших личинок марлевым сачком, сифоном, пинцетом или сетчатым совочком.

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. Для предотвращения этого необходимо следить за равномерностью тока воды по всей площади бассейна. Иногда для рассредоточения личинок размещают на дне крупную гальку.

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, а отдельные поднимаются в толщу воды и затем пассивно опускаются на дно, реагируя на ток воды. 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; крупке гранулированной смеси, селезенке (пульпе), помещаемой на сетке вблизи притока воды. К этому времени у личинок уже выработан рефлекс на плавающий корм, и они охотно потребляют частицы искусственного корма. 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.* Его 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 1000 личинок (4,9–7,7 л/мин на 1 кг массы личинок). Полный водооб-

мен в лотках и бассейнах должен осуществляться за 10–15 мин.

В период подращивания оптимальной является температура воды 14–16°C, содержание кислорода должно быть не менее 7 мг/л на вытоке. Более низкое содержание кислорода вызывает замедление роста молоди и увеличение кормовых затрат. 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 суток после вылупления у личинок появляется положительный фототаксис и затемнения не требуется.

В процессе подращивания нужно контролировать температурный и газовый режимы воды, следя за чистотой лотков и бассейнов. Ежедневно 1–2 раза очищают емкости от остатков корма и погибших личинок.

После рассасывания желточного мешка и 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 × 1 × 0,4 и 2 × 2 × 0,5 м) бассейны с центральным стоком и круговым движением воды. Уровень воды в бассейнах поддерживают с помощью уреченных стаканов высотой 0,4 м, расход воды – до 3,5 л/мин на 1000 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.

В процессе подращивания молоди ее регулярно кормят, следят за чистотой рыбоводных емкостей, проводят профилактические мероприятия, контролируют темп роста путем контрольных обловов и взвешиваний через каждые 10 суток.

Первую сортировку молоди форели проводят при достижении ею массы в среднем 0,5–1 г и появлении у крупных мальков признаков каннибализма. Сортировку осуществляют с помощью сортировального ящика на две размерные группы: массой до 1 г и массой 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 по-



едаемостью 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 составляет от 4 до 30 м<sup>2</sup>. Соотношение сторон в прямоугольном бассейне – от 1 : 4 до 1 : 10. Глубина бассейнов доходит до 1 м при уровне воды 0,8 м. Размер квадратных бассейнов – 2 × 2 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 1000 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 водобмена и конечной массы сеголетков.

Сроки пересадки мальков для выращивания определяются температурным режимом. Обычно они приходится на апрель–май при температуре воды не менее 10–12°C. Мальков из инкубационного цеха или питомного участка перевозят или переносят в емкостях с водой. Для транспортирования удобны контейнеры или чаны с подачей в них кислорода. При перевозке молоди в живорыбных машинах рекомендуется загружать мальков в садочки (цилиндрические, квадратные), обтянутые делью, и помещать в машину. Это позволяет перевозить разноразмерную молодь с предварительным точным ее просчетом и взвешиванием. В конечном пункте транспортирования молодь удобно выгружать из живорыбной машины, осуществлять выравнивание температуры и очень быстро выпускать молодь в емкости для выращивания, исключая промежуточные операции по вылову молоди из живорыбного транспорта, просчету, взвешиванию и др.

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 один раз в декаду. По результатам контрольного облова и взвешивания производят корректировку суточного рациона корма. Во время контрольных обловов проверяют состояние молоди. Рыбоводные бассейны ежедневно очищают от погибших рыб. По мере загрязнения бассейны моют. Обычно эту операцию приурочивают к сортировке форели. Ежедневно удаляют на-

копившуюся грязь у вытока. Кроме того, оберегают молодь от хищников (птиц, норок, крыс, змей).

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

*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 получить за зимний период прирост индивидуальной массы тела годовиков, поэтому температура воды должна быть не менее 2–3°C. 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 температуре 3°C) до 0,6 л/мин (при температуре 10°C) воды на 1 кг рыбы. В прудах с уровнем воды 1,0–1,2 м при одночасовом водообмене плотность посадки должна составлять 200–250 шт/м<sup>2</sup>, или 4–5 кг/м<sup>2</sup>.

Кормить форель при температуре воды 2–3°C 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 промышленного типа форель выращивают в бассейнах площадью до 200 м<sup>2</sup>. Площадь круглых и квадратных бассейнов составляет от 4 до 16 м<sup>2</sup>, высота – 1 м с центральным стоком и свободно регулируемым уровнем. Диаметр бассейнов силосного типа доходит до 3–4 м, высота составляет 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.

*Выращивание товарной форели в бассейнах.* Для выращивания товарной форели можно использовать прямоугольные, круглые и квадратные бассейны. Оптимальная площадь прямооточных бассейнов – от 10 до 30 м<sup>2</sup>, соотношение боковых сторон – 1 : 4–1 : 8, глубина – 1,0 м с уровнем воды до 0,8 м. Площадь круглых и квадратных бассейнов

составляет от 4 до 16 м<sup>2</sup>, высота – 1,0 м с центральным стоком и свободно регулируемым уровнем в пределах 0,8 м.

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 1000 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°С) соответствующим образом изменяется интенсивность водообмена. Производительность бассейнов при указанных условиях составляет до 75 кг/м<sup>3</sup> рыбы средней массой 0,2 кг.

Для рационального использования воды можно смешивать свежую воду с циркулирующей в бассейнах. В зависимости от качества свежей воды возможно трехкратное (максимум до шести раз) использование ее, при этом минимальная потребность в свежей воде при массе рыб 30–125 г будет составлять 20–40 м<sup>3</sup>/кг, более 125 г – 15–30 м<sup>3</sup>/кг.

Для удаления из бассейнов загрязнений необходим трубопровод, который обеспечит сброс загрязненной воды в канализацию или отстойник. Трубопровод прокладывают между заградительной решеткой и водоподпорным (уровненным) сооружением (шандоры, уровенная труба, задняя стенка бассейна).

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

При оптимальном качестве воды (температуре 12–16°С, содержании О<sub>2</sub> в пределах 9–11 мг/л, на вытоке – 6 мг/л, проточности 1–3 см/с, содержании NH<sub>3</sub> менее 0,01 мг/л) и частом водообмене в одном бассейне можно содержать 100 кг/м<sup>3</sup> рыбы. Однако 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%). Размер гранул должен соответствовать массе рыбы. Частота кормления – не менее четырех раз в сутки с помощью различных кормораздатчиков (ИКД, «Рефлекс» и др.) или вручную. Время кормления рыбы в одном пруду, бассейне обычно не превышает 5 мин. Применение кормораздатчиков снижает размерно-весовую дифференциацию форели, повышает темп роста в сред-

нем на 8%. Кормовой коэффициент составляет 1,5 единицы. Кормление осуществляют на протяжении всей недели без выходных дней.

Чистку прудов и бассейнов от остатков корма и экскрементов рыб, а также при сильном развитии нитчатых водорослей 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.

Сортировка производится при помощи сортировальных устройств различной конструкции при значительной дифференцировке средней массы рыбы. Процесс сортировки очень трудоемок, поэтому его проводят не чаще одного раза в 1,5–2 месяца в случае острой необходимости. Тщательная сортировка в начале выращивания позволяет избежать промежуточной сортировки, экономит труд рабочих и рыбоводов. Сортировка в конце товарного выращивания предусматривает разделение рыбы на две группы: форель средней массы 150 г и более (стандарт) как товарная рыба поступает в реализацию, а форель меньшей массы оставляют на доращивание и фиксируют в документах как переходящий остаток.

*Выращивание товарной форели в прудах.* Выращивание форели в прудах целесообразно проводить при более низкой плотности посадки, чем в бассейнах. Это объясняется уменьшением интенсивности самоочистки, относительным увеличением слабопроточных зон, накоплением органики и усилением деструкционных процессов. Целесообразная площадь прудов равна 50 – 500 м<sup>2</sup>, соотношение боковых сторон – 1 : 4–1 : 8, глубина – до 1,5 м с уровнем воды 1 м.

При определении плотности посадки годовиков в практических целях удобнее ориентироваться на двухступенчатое выращивание: сначала до 100 г, далее – свыше 100 г. В условиях 2–3-кратной смены воды в час плотность посадки форели возможна в пределах 250 шт/м<sup>2</sup> (то же на 1 м<sup>3</sup> при глубине 1 м) при выращивании до 100 г и в пределах 150 шт/м<sup>2</sup> при выращивании от 100 г и более (ориентировочно до 300 г). При меньшем уровне водообмена плотность посадки должна быть снижена (табл. 23).

Таблица 23

**Плотность посадки форели в зависимости от водообмена**

Смена воды, мин	Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	
	Масса рыбы	
	до 100 г	более 100 г
20–30	250	150
30–45	200	125
45–60	150	100
60–90	100	75

90–120	75	50
120–180	50	25

В пруды и бассейны для выращивания товарной форели можно подавать не только пресную, но и соленую воду. Допустимая соленость воды так же, как и период адаптации, определяется в зависимости от массы посадочного материала. Перевод из пресной воды в соленую или наоборот должен осуществляться постепенно. Каждому повышению солености на 5‰ предшествует период адаптации на протяжении 4–5 дней.

При выращивании форели в соленой воде плотность посадки устанавливается на уровне пресноводных прудов и бассейнов, оптимальная температура и газовый состав – в соответствии с требованиями для пресной воды. При температуре воды ниже 4–5°C соленую воду подавать не рекомендуется.

*Выращивание в садках.* Выращивание в садках проводят как в пресноводных водоемах (озера, водохранилища, реки, водоемы-охладители электростанций), так и в солоноводных водоемах (заливы, лиманы, озера, эстуарии и др.).

Для выращивания товарной форели используют садки прямоугольной, круглой, шестиугольной форм, штормоустойчивые, погружные, цилиндрические, плавающие отдельно или сгруппированные в линии.

Садки плавучие прямоугольные с размером боковых сторон 2–6 м и глубиной 2–3 м изготавливают из синтетической дели или водостойкой металлической сетки с ячейей 10–12 мм. Боковые стороны садка должны возвышаться над водой на 0,5 м для предупреждения выпрыгивания рыбы. Запас плавучести садка – не менее 100 кг. Оптимальная температура воды – 14–18°C, содержание кислорода – не ниже 7 мг/л.

Для удобства обслуживания садки устанавливают группами, вытянутыми в две параллельные линии таким образом, чтобы оставались открытыми не менее двух сторон садка. Между спаренными линиями садков следует сохранять расстояние не менее 3 м. В зависимости от установки садков обслуживание их проводят с лодки или примыкающего к берегу настила.

Возможны различные варианты ориентации садков относительно берега. На практике получило признание расположение садков группами в две параллельные линии, вытянутые перпендикулярно берегу.

В садках при температуре воды не выше 20°C 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).

Для выращивания товарной форели в садках, установленных в водоеме с соленостью воды свыше 5‰, следует учитывать адаптацион-

ные возможности к соленой воде в зависимости от размера посадочного материала. При солености воды от 5 до 12–14‰ рекомендуется использовать посадочный материал массой не менее 10 г, при солености до 20–25‰ – не менее 30 г, при солености до 30–35‰ – не менее 60 г. Перевод форели из пресной воды в соленую должен осуществляться постепенно. Для адаптации форели применяют береговые емкости, снабжаемые пресной и соленой водой.

В процессе выращивания товарной форели необходимо проводить рациональное кормление. Для уточнения среднесуточных норм кормления через каждые две недели следует взвешивать пробы форели. Рекомендуется не реже двух раз за сезон проводить сортировку двухлетков на две размерные группы. После каждой сортировки должна быть проведена антипаразитарная обработка рыбы.

Необходимо осуществлять постоянный контроль за санитарно-гигиеническим состоянием рыбоводных емкостей и эпизоотическим состоянием форели. С этой целью следует проводить регулярные профилактические мероприятия и чистить рыбоводные емкости.

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 садках – 30–50 кг/м<sup>3</sup>, в прудах – 20–35 кг/м<sup>3</sup>. Отход не превышает 10%.

*Выращивание товарной форели в бассейнах зимовальных комплексов.* Товарную форель можно успешно выращивать в бассейнах карповых зимовальных комплексов. Плотность посадки годовиков составляет при водообмене за 20 мин 300 шт/м<sup>2</sup>, при водообмене за 1–1,5 ч – 50–100 шт/м<sup>2</sup>.

При выращивании товарной форели необходимо контролировать температуру воды три раза в день, а содержание растворенного в воде кислорода, диоксида углерода и pH – один-два раза за декаду. Необходимо постоянно контролировать санитарно-гигиеническое состояние рыбоводных емкостей и эпизоотическое состояние форели. Не менее двух раз в неделю бассейны очищают от загрязнений (ила, обрастаний) и ежедневно удаляют мертвую рыбу.

Годовиков кормят гранулированными (РГМ-5В и РГМ-8М) и пастообразными кормами, в основном на основе свежей или морской рыбы (50–60% состава корма), 2–7 раз в сутки, причем форель меньшей массы кормят чаще, чем более крупных рыб. Затраты гранулированного корма не должны превышать 2,5 кг на 1 кг прироста форели, пастообразного – 4–5 кг. Количество корма определяют по кормовым таблицам. Для контроля за темпом роста форели и уточнения суточной дозы корма контрольные обловы проводят через две недели, во время кото-

рых осуществляют профилактическую обработку рыбы в солевых или формалиновых ваннах.

Облов рыбы проводят осенью при понижении температуры до 5°C постепенно с учетом возможности реализации форели в торговую сеть или (если в хозяйстве имеются садки для содержания рыбы) передают ее на живорыбную базу.

Освободившиеся бассейны тщательно моют, дезинфицируют, готовят к новому технологическому циклу. Форель, которая не достигла товарной массы, вновь помещают в бассейны и продолжают выращивать. Количество таких нестандартных двухлетков не должно превышать 5% общего количества

Таблица 24

### Нормативы выращивания разных форм товарной форели

Наименование норм	Радужная форель	Форель Дональдсона	Форель камлоопс
Площадь прудов, м <sup>2</sup>	300–500	300–500	300–500
Площадь бетонированных бассейнов, м <sup>2</sup>	50–200	50–200	50–200
Площадь пластиковых бассейнов, м <sup>2</sup>	4–16	4–16	4–16
Уровень воды, м	0,8–1,0	0,8–1,0	1,2–1,5
Водообмен, раз в сутки	12	12	12
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	50–100	50–100	30–100
Температура воды, °С	10–18	10–18	10–18
Растворенный кислород O <sub>2</sub> , мг/л	8–11	8–11	8–11
Реакция среды, pH	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5
Масса товарной рыбы, г	150–250	150–500	150–300
Рыбопродукция за год, кг/м <sup>3</sup>	70–100	До 120	До 100

В табл. 24 приведены некоторые нормативы при выращивании товарной форели в прудах и бассейнах.

*Кормление форели.* Рациональное кормление форели полноценными кормами является основным условием успешной деятельности хозяйства. Форель должна получать своевременно корм, включающий все необходимые вещества: белки (или протеин) с набором незаменимых аминокислот, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли и др.

Потребность форели в протеине меняется с возрастом: если в сухих кормах для молоди его должно быть 40–55%, то для взрослой рыбы достаточно 34–40%. При составлении рационов нужно учитывать, что недостаток протеина задерживает рост и может привести к ожирению (при избытке жиров), а избыток повышает энергетический обмен и приводит к непроизводительным тратам этого ценного продукта. При недостатке в рационе жиров и углеводов протеин используется в орга-

низме рыб в качестве источника энергии в ущерб своей основной функции – белкового обмена и роста тела.

Протеин усваивается лососевыми рыбами на 80–85%, но молодью несколько хуже, чем взрослыми особями. Эффективность усвоения протеина зависит от энергетической обеспеченности диеты. Наиболее эффективны корма, содержащие 55–65% калорий за счет протеина. При кормлении ими требуется на 1 кг прироста 500–650 г белка. Превышение этого уровня свидетельствует о неполноценности ингредиентов корма или о несбалансированности диеты. Растительный протеин усваивается лососевыми рыбами несколько хуже, чем животный, однако, учитывая более низкую стоимость кормов, содержащих растительный протеин, по сравнению с кормами, включающими протеин животного происхождения, использование таких кормов экономически оправданно. Но некоторые авторы отмечают, что в корма молодки форели нежелательно включать протеин растительного происхождения.

Жиры – концентрированный источник энергии в организме. Они выполняют многие жизненно важные функции. При недостатке жиров в рационе энергетические затраты частично покрываются за счет белков, при избытке ухудшаются физиологические показатели рыб вследствие жирового перерождения печени, почек, ухудшения гематологических показателей. При составлении рационов для форели разного возраста необходимо учитывать оптимальное соотношение содержания в кормовом рационе белков и жиров (табл. 25).

Таблица 25

**Необходимое количество основных питательных веществ  
в кормах для форели, %**

Ингредиенты	Для молоди (стартовый корм)	Для товарной форели (производственный корм)
Протеин	45–53	38–45
Жир	11–13	11–20
Углеводы	15–20	25–30
Клетчатка	1,5–2	3–5
Минеральные соли	10–12	10–15
Энергия общая, тыс. ккал/кг	4,5–5,0	4,0–4,5
Энергия, тыс. кДж/кг	3,0–3,5	2,5–3,0

В рационах для молоди предпочтительнее использовать рыбий жир, для более старших групп – растительное масло и фосфатиды, которые содержат естественные антиоксиданты (антиоксиданты) и поэтому могут сохраняться в течение длительного времени. В остальных источниках ненасыщенных жирных кислот естественных антиоксидан-



тов мало, поэтому они быстро окисляются (прогорают) и становятся токсичными для рыбы. Образующиеся при прогоркании ядовитые перекиси вызывают у рыб малокровие, побеление жабр, жировое перерождение печени и почек, мышечную дистрофию, а также разрушают витамины и могут оказывать канцерогенное действие на организм. Поэтому сухие компоненты корма, богатые жиром, при длительном хранении следует обрабатывать антиоксидантами – сантохином, дилуцином или бутокситолуолом, которые в количестве 0,02–0,3% вводятся в рыбную или крилевую муку.

Твердые жиры животного происхождения усваиваются форелью на 60–70%, а при низкой температуре могут привести к закупорке пищеварительного тракта у молоди.

Углеводы, как и жиры, являются источником энергии. Содержание перевариваемых углеводов в рационе не должно превышать 12%, а общее содержание в корме (с учетом их средней перевариваемости 40%) – 25–30%. В корме молоди их должно быть еще меньше, что связано с низкой скоростью выработки инсулина – фермента, перерабатывающего углеводы, в связи с чем углеводный обмен форели носит характер диабетического. Перегрузка рациона углеводами повышает отношение массы печени к массе тела до 4–5% (при норме 2–2,8%), вызывает бледность печени, водянку брюшной полости. Углеводами богаты дрожжи, соевый шрот и жмыхи, мука из злаков, сухое обезжиренное молоко, обрат.

Минеральные вещества входят в состав тканей форели и активно участвуют в обмене веществ. Кальций входит в состав костной ткани и участвует в осморегуляции, фосфор – в молекулы нуклеидов и фосфолипидов и участвуют в обмене ферментов. Калий и натрий – осморегулирующие ионы, магний активизирует деятельность ферментов поджелудочной железы. Железо необходимо для образования и функционирования гемоглобина и других соединений. Микроэлементы – кобальт, марганец, цинк, йод – воздействуют на кроветворение и деятельность многих ферментов, являясь их составными частями. Потребность в них меняется в зависимости от возраста и условий выращивания. Недостаток отдельных элементов приводит к отклонению физиологического состояния и заболеванию форели (табл. 26).

В пресной воде микроэлементы поступают в организм форели в основном с пищей, частично аккумулируются жабрами и кожей рыб. В морской воде содержится набор солей в соотношениях, оптимальных для форели. Поэтому в корм форели, выращиваемой в морской воде, минеральные вещества можно не добавлять.

Витамины – особая группа веществ, осуществляющих в организме функции катализаторов самых разнообразных биохимических реак-

ций. Несмотря на многообразие химического строения, витамины подразделяются всего на две группы: жирорастворимые (А, D, К, Е) и водорастворимые (С, группа В, инозитол). Основной природный биосинтез витаминов осуществляется растениями. В организме животных они аккумулируются в печени, селезенке и других органах и расходуются в процессе жизнедеятельности.

Таблица 26

**Симптомы недостатка минеральных веществ в рационе форели**

Минеральное вещество	Симптомы при недостатке	Потребность
Фосфор	Замедленный рост, неправильное развитие скелета	0,6–0,8%
Магний	Замедленный рост, конвульсии, повышенное содержание кальция	0,05–0,07%
Железо	Анемия	–
Цинк	Замедленный рост, эрозия плавников и кожи, высокая смертность, катаракта	15–30 мг
Марганец	Замедленный рост, неправильное развитие скелета	12 мг
Медь	Замедленный рост	0,1 мг
Кобальт	Замедленный рост	0,1 мг

Отсутствие тех или иных витаминов вызывает авитаминозы. При кормлении рыб кормами, не содержащими витаминов, наблюдаются отставание в росте и нарушение обмена веществ. Специалистами выявлены потребности лососевых рыб разного возраста в витаминах и симптомы витаминной недостаточности. Созданы рецептуры витаминных премиксов – смесей, в которых содержатся все необходимые витамины. Наполнителем в премиксе являются мука или отруби злаковых с минимальным содержанием легкоокисляемых веществ. Для предотвращения окисления в смесь добавляют 0,1% сантохина.

Несмотря на то что компоненты форелевого корма содержат значительное количество витаминов, часто этого количества недостаточно. Поэтому сухие гранулированные корма обязательно должны содержать витаминный премикс, рецептура которого разработана А.Н. Канидьевым и Е.А. Гамыгиным (1976, 1977). В пастообразные корма следует вводить витамины D, К, В<sub>1</sub>, С, но лучше добавлять 1% премикса – это порошок желтого цвета со специфическим запахом и горьковато-кислым вкусом (табл. 27).

Премикс вводится в кормосмесь круглогодично для личинок и взрослых рыб.

Форель кормят гранулированными и пастообразными кормами.

Гранулированные корма разделяют на стартовые и продукционные. Их изготавливают в виде крупки и гранул.

Таблица 27

**Состав премикса для молоди и взрослой форели**

Витамины	Содержание в 1 кг премикса, г	
	ПФ-1М	ПФ-2В
А – ретинол	1,7 млн и.е.	1,5 млн и.е.
D <sub>3</sub> – холекальциферол	0,35 млн и.е.	0,3 млн и.е.
Е – токоферол	2,0	2,0
С – аскорбиновая кислота	50,0	50,0
В <sub>1</sub> – тиамин-бромид	1,5	1,5
В <sub>2</sub> – рибофлавин	3,0	3,0
В <sub>5</sub> (РР) – никотинамид	20,0	17,5
В <sub>6</sub> – пиридоксин	1,7	1,5
В <sub>12</sub> – цианколабин	0,007	0,005
В <sub>с</sub> – фолиевая кислота	0,5	0,5
Пантотенат кальция	5,0	5,0
Холин-хлорид	100,0	–
Викасол	0,25	0,26
Сантохин (антиоксидант)	10,0	10,0
Наполнитель	До 1000 г	До 1000 г

Стартовые корма для форели готовят по рецепту РГМ-6М (ВНИИПРХ) и включают в их состав рыбную и крилевую муку, сухие отходы мясо-молочного производства, шроты и жмыхи масличных культур, сухие продукты микробиологического синтеза, зерно и отходы его обработки, жиры животного и растительного происхождения. В состав пастообразных кормов, помимо перечисленных продуктов, входят боенские отходы, говяжья селезенка, рыба и отходы ее обработки.

Сухой гранулированный корм имеет определенные преимущества по сравнению с пастообразными кормосмесями. В этом случае сокращаются затраты на строительство и эксплуатацию хозяйств, нет необходимости в холодильнике и кормоцехе, уменьшаются затраты на транспортирование, хранение, подготовку и раздачу кормов. Сухой корм легко усваивается рыбой, обеспечивает хороший темп роста и высокое качество продукции.

Высококачественные кормовые смеси должны включать 9–12 компонентов, а также витамины и минеральные вещества.

*Приготовление кормов.* В отечественном форелеводстве все большее значение приобретают гранулированные корма, хорошо сбалансированные по основным питательным веществам и аминокислотам. Для молоди разработаны стартовые корма, для годовиков и то-

варных рыб – так называемые производционные корма. Однако в ряде хозяйств используют пастообразные корма на рыбной или мясной основе. В рыбных кормах используют непищевую рыбу, отходы рыбного производства. Основу мясных кормов составляют селезенка, боенские отходы и др.

В последнее время рецепты гранулированных кормов улучшены, изменена и марка кормов, существенно сократилось количество компонентов, появилась возможность изготавливать малокомпонентные корма. Это стало возможным благодаря введению в рацион нового высокопитательного продукта из зародыша пшеницы – витазара, который обладает высоким уровнем протеина, обменной энергии, витамина Е и жира, идеальным аминокислотным составом для организма рыбы. Витазаром можно заменить значительное количество рыбной муки, что существенно удешевляет корма.

Новый технологический прием при гранулировании кормов – экструдирование позволяет регулировать удельную массу корма и создавать плавающие и тонущие корма. Экструдирование повышает усвояемость питательных веществ, улучшает вкусовые и санитарные качества корма.

Калорийность кормов повышают за счет мукообразных компонентов с большим содержанием протеина и ограниченным количеством жиров. Для создания необходимого баланса в смесь добавляют сухие компоненты: муку злаковых, шроты, жмыхи. Корм должен быть сбалансирован не только по содержанию основных компонентов – белка, жира, безазотистых веществ, но и по аминокислотному составу (табл. 28).

Таблица 28

**Содержание основных питательных веществ в кормах для форели, %**

Марка корма	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	Обменная энергия	Рекомендован для рыб, г
АК-1ФС	53	13	1,5	10	3800	До 15
АК-6ММ	50	12	2	10	3650	До 15
РГМ-1ФЭМ	42	14	3	10	3730	Более 15
РГМ-5ВМ	42	11	3	10	3650	Более 15
АК-1ФП	45	14	2	10	3780	Более 15
АК 2ФП	40	13	3	10	3700	Более 50
АК-3ФП	42	20	2	10	4150	Более 15
АК-1ФРМ	50	10	2	10	3650	Производители

Для расчета суточной нормы корма рыб, находящихся в садке, бассейне или пруде, нужно общую массу этих рыб умножить на процент от массы тела, соответствующий суточной норме корма при данной температуре по таблицам.

Стартовый корм производят в виде крупки (многоугольных частиц), производционный – в виде гранул (частиц цилиндрической формы). Корм РГМ-6М предназначен для личинок, мальков и сеголетков радужной форели и стальноголового лосося массой до 5 г.

Затем следует использовать производционный корм. Размер крупки и гранул должен строго соответствовать массе молоди (табл. 29).

Таблица 29

**Размер крупки и гранул в зависимости от средней массы радужной форели, мм**

Номер частиц корма	Крупка	Гранулы	Масса рыбы, г
3	0,4–0,6	–	До 0,2
4	0,6–1,0	–	0,2–1
5	1,0–1,5	–	1–2
6	1,5–2,5	2,5	2–5
7	2,5–3,2	3,2	5–15
8	–	4,5	15–50
9	–	6,0	50–200
10	–	8,0	200–1000
11	–	10,0	Более 1000

Кормить радужную форель необходимо согласно нормам, зависящим от температуры воды (табл. 30).

Таблица 30

**Количество стартового гранулированного корма РГМ-6М, АК-1ФС и АК-6ММ в сутки для личинок и мальков радужной форели в зависимости от их массы, %**

Т°С	Масса рыб, г				
	До 0,2	0,2–0,5	0,5–2,0	2,0–5,0	5,0–10,0
2	3,7	3,3	2,5	1,8	11,5
3	3,9	3,4	2,7	1,9	1,6
4	4,2	3,7	2,9	2,1	1,8
5	4,5	4,0	3,1	2,3	2,0
6	4,8	4,3	3,3	2,5	2,2
7	5,2	4,6	3,5	2,7	2,4
8	5,7	5,0	3,8	2,9	2,6
9	6,1	5,4	4,1	3,2	2,8
10	6,5	5,9	4,4	3,4	3,0
11	7,0	6,4	4,8	3,8	3,2
12	7,5	6,9	5,2	4,	3,5
13	8,0	7,4	5,6	4,4	33,7
14	8,6	7,8	6,1	4,7	4,1
15	9,0	8,1	6,4	5,0	4,5
16	9,4	8,3	6,7	5,3	4,8
17	9,6	8,5	7,0	5,5	5,0
18	9,8	8,7	7,4	5,7	5,2

19	10	8,9	7,6	5,8	5,3
20	10,2	9,0	7,8	5,9	5,4

Избыточное кормление приводит к непроизводительным затратам корма и загрязнению воды, недостаточное – к замедлению роста.

Сухой гранулированный корм можно раздавать вручную или с помощью кормораздатчиков (рис. 39). При ручной раздаче норму скармливают личинкам за 12 раз, молоди массой до 1 г – за 10 раз, массой до 20 г – за 8–9 раз, сеголеткам – за 6–8 раз, годовикам – за 4–5 раз в сутки.

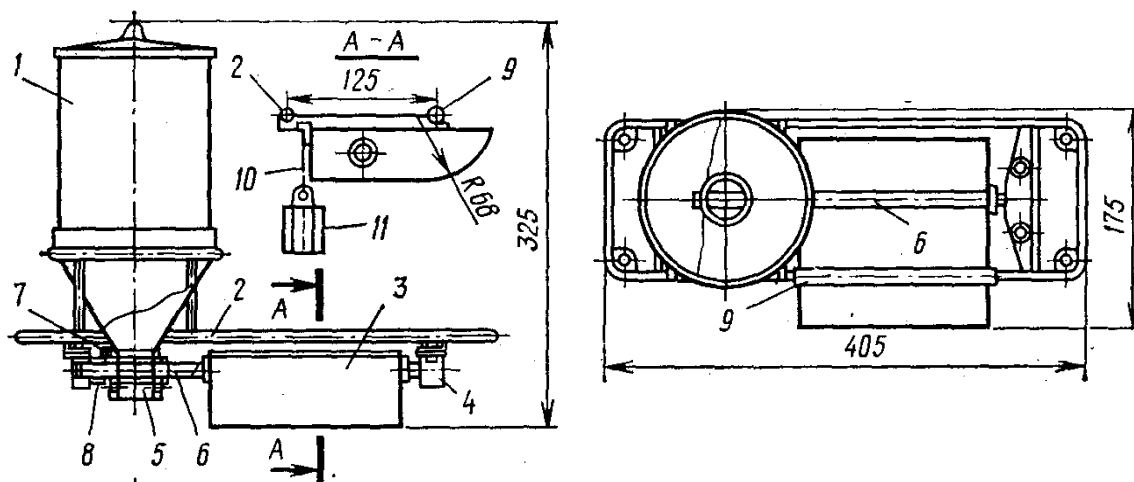


Рис. 39. Схема кормушки для кормления молоди и взрослой форели сухим гранулированным кормом: 1 – бункер; 2 – рама с кольцевым упором; 3 – отсекаль-дозатор частоты выдачи корма; 4 – подшипники; 5 – стакан-дозатор порции корма; 6 – полый шток; 7 – хомут; 8 – втулка; 9 – амортизатор; 10 – тросик груза; 11 – груз-противовес

При использовании многоятниковых самокормушек в бункер загружают суточную норму корма, регулируя выдачу порции корма за светлое время суток в соответствии с потребностями молоди форели. При использовании механических кормораздатчиков с реле времени частота раздачи корма может быть увеличена до 48 раз в сутки.

Адаптация личинок к сухому корму происходит в течение 10 дней. Кормовой коэффициент корма РГМ-6М для личинок и мальков форели не превышает 1,3. Кормовой коэффициент корма РГМ-5В для сеголетков – 2,0, для годовиков – 2,5.

В отечественном форелеводстве широко используют пастообразные кормосмеси, состоящие из боенских отходов или малоценной рыбы. В их состав входят рыбная и мясокостная мука, шроты масличных культур, пшеничная мука, зерноотходы, кормовые дрожжи, сухой обрат, кровяная мука, мука из морских ракообразных, водорослей, растительное масло, фосфатиды, витамины, антибиотики и другие компоненты. Применение пастообразных кормосмесей менее эффективно, чем гранулированных кормов. Основной недостаток этих кормов заключается в несба-

лансированности их по основным питательным веществам.

Личинок форели рекомендуется кормить говяжьей селезенкой, протертой через сетку с ячейей 1 мм или выжатой с помощью специальной машины, с добавлением рыбной муки (до 15%), пшеничной муки (до 5%), фосфатидов (до 5%) и кормовых дрожжей (до 3%). После расасывания желточного мешка форель можно кормить пастообразными кормами (табл. 31).

Таблица 31

**Состав пастообразных кормов, %**

Компоненты	Масса мальков, г			
	0,3–0,4	0,4–0,8	0,8–1,2	1,2–2,0
Селезенка говяжья	75	70	65	60
Мука рыбная	11	15	18	20
Мука пшеничная	5	6	8	11
Дрожжи кормовые	5	5	5	5
Фосфатиды	3	3	3	3
Премикс ПФ-1М или ПФ-2В	1	1	1	1

Пастообразные корма для молоди должны содержать 21–30% протеина, 7–8% жира, 7–11% углеводов и 4–6% минеральных веществ. Пшеничную и рыбную муку перед употреблением тщательно просеивают через мелкое сито. Компоненты следует хорошо перемешивать до однородности пасты. Для молоди делают сетчатые кормушки размером 10 × 20 см. Их устанавливают в бассейны вертикально из расчета 1 шт на 2000 рыб. Кормят молодь 4–6 раз в сутки (табл. 32).

Таблица 32

**Количество пастообразного корма в сутки для молоди в зависимости от температуры воды**

Масса молоди, г	Температура воды, °С		
	5–10	10–15	15–20
До 1	9	13	18
1–2	7	11	15

Когда форель достигает массы 2 г, ее кормят пастообразными смесями с содержанием 50–60% говяжьей селезенки, 20–25% рыбной муки, 4% мясокостной муки, 5% кровяной муки, 5–15% подсолнечного шрота, 10% пшеничной муки, 5–5,5% кормовых дрожжей, 3–4% фосфатидов, 0–1% поваренной соли, 1% премикса (ПФ-2В). Корм раздают 3–4 раза в день на кормовые столики размером 50 × 50 см из расчета

один столик на 2000 сеголетков или годовиков.

Таблица 33

**Количество пастообразного корма в сутки для форели  
в зависимости от температуры воды**

Масса форели, г	Температура воды, °С		
	5–10	10–15	15–20
2–5	7	10	13
5–10	6	8	11
10–20	5	6	9
20–50	4	5	7
50–100	3	4	5
100–250	2	3	4
250–500	2	3	4

Таблица 34

**Количество гранулированного производственного корма  
(АК-1ФП, АК-2ФП, АК-3ФП, РГМ-1ФЭМ, РГМ-5ВМ) в сутки  
в зависимости от средней массы тела и температуры воды, %**

Т°С	Масса рыбы, г				
	10–40	40–100	100–200	200–1000	Более1000
2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,4
4	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5
5	1,4	1,1	0,9	0,6	0,5
6	1,5	1,2	1,0	0,7	0,6
7	1,6	1,3	1,1	0,8	0,6
8	1,8	1,4	1,2	0,9	0,6
9	1,9	1,5	1,3	1,0	0,7
10	2,1	1,6	1,4	1,1	0,7
11	2,2	1,7	1,5	1,2	0,8
12	2,4	1,9	1,6	1,3	0,9
13	2,5	2,0	1,7	1	0,9
14	2,7	2,1	1,8	1,5	1,0
15	2,9	2,2	1,9	1,6	1,0
16	3,2	2,4	2,1	1,7	1,1
17	3,4	2,6	2,2	1,8	1,2
18	3,6	2,7	2,3	1,9	1,2
19	3,7	2,8	2,4	1,9	1,2
20	3,8	2,9	2,4	1,9	1,2

Суточный рацион устанавливают в соответствии с массой форели и температурой воды (табл. 33, 34).

*Селекционно-племенная работа в форелеводстве. Задачей селек-*



ционных работ является улучшение существующих и выведение новых пород, внутривидовых типов, кроссов, а также поддержание на определенном высоком уровне продуктивности культивируемых пород форели.

Основу селекционно-племенной работы с радужной форелью составляет массовый отбор по массе тела (Савостьянова, 1974). В начале 80-х гг. разработаны более перспективные методы индивидуального и комбинированного отбора (Голод, 1999). Более общие вопросы селекции были изложены ранее в трудах В.Я. Катасонова и Н.П. Черфас (1986).

Основная задача селекции в товарном форелеводстве заключается в ускорении темпа роста выращиваемых рыб и увеличении их жизнестойкости в конкретных условиях разведения. Результатом работы селекционеров должны быть новые породы, кроссы, породные группы, линии и т. п.

Селекционная работа с рыбами, в частности с форелью, имеет ряд особенностей по сравнению с другими животными.

Селекцию нельзя рассматривать в отрыве от комплекса мер и факторов, влияющих на состояние и сохранение культивируемых рыб. Ее можно проводить одновременно по нескольким признакам: 1) скорости роста; 2) плодовитости; 3) ранней половозрелости; 4) времени нереста на протяжении года; 5) одноразмерности особей (малому коэффициенту вариабельности длины тела); 6) устойчивости к заболеваниям; 7) высокой выживаемости.

Следует разводить и выращивать форель, обладающую ускоренным темпом роста, большей массой тела, высокой плодовитостью и хорошей выживаемостью потомства. Селекционно-племенная работа должна проводиться в специализированных селекционных хозяйствах, а при наличии селекционно-племенных участков – и в крупных промышленных хозяйствах.

Сложность проведения селекционно-племенной работы с рыбами заключается в том, что в пруду (бассейне) содержится большое количество особей и возможность визуального контроля за отдельными особями ограничена. Поэтому более эффективно работа может быть проведена при индивидуальном мечении. Решение этого вопроса требует специального оснащения метками и устройствами для проведения мечения.

Основной упор делается на получении рыб с большей массой тела, но эта способность рыб очень слабо передается по наследству, и при ухудшении условий преимущество таких рыб теряется. Поэтому работы эти должны осуществляться постоянно со всеми возрастными группами.

Известно, что лучших результатов по этому признаку добиваются, отбирая рыб, масса тела которых немного выше средних значений племенного стада. На племя не оставляют мелких и самых крупных рыб.

Масса тела тесно увязана (коррелирует) с длиной, толщиной и вы-

сотой тела, с длиной головы. Поэтому в практике ведения племенной работы уделяют особое внимание анализу этих признаков, составляя после статистической обработки таблицы, где в сжатой форме дают полную рыбоводно-биологическую характеристику производителей.

Отмеченные признаки в сильной степени влияют на рабочую плодовитость самок и самцов, что и определяет репродуктивную способность производителей.

Чем выше репродуктивная способность, тем меньше самок и самцов необходимо содержать для получения планируемого объема продукции. Поэтому стараются выделить из маточного поголовья рыб, обладающих большей рабочей плодовитостью – для самцов это содержание сперматозоидов в единовременной порции спермы (эякуляте). В свою очередь, объем эякулята коррелирует с массой тела, следовательно, рабочая плодовитость связана с массой самцов.

Самцы обычно созревают раньше самок на 1–1,5 месяца и могут продуцировать сперму в течение 3–5 месяцев. От них можно периодически на протяжении нерестовой кампании получать порцию спермы с промежутками 5–7 дней. Наиболее продуктивных самцов оставляют для проведения дальнейших работ и получения от них потомства. Они составляют ядро маточного стада.

При бонитировке самок и самцов исследуют массоразмерную характеристику, которая включает изучение массы тела ( $P$ ), длину тела (тушки) до конца чешуйного покрова ( $l$ ), длину тела по Смиуту – от начала рыла до развилки хвостового плавника ( $l_s$ ), длину тела от начала рыла до конца жаберной крышки ( $C$ ), наибольшую высоту тела ( $H$ ), наибольшую толщину тела ( $B$ ), наибольший обхват тела ( $O$ ) – перед началом спинного плавника.

Индивидуальное взвешивание проводят на торговых весах с точностью до 10 г. Промеры проводят на мерной доске с точностью до 0,1 см, используя также мерную ленту и штангенциркуль.

На основе такого взвешивания и измерений 50 шт рыб (все данные записывают в племенные журналы) рассчитывают селекционные индексы.

Измерение длины, высоты и толщины тела рыб проводят на мерной доске с помощью бонитировочного угольника. Для определения наибольшего обхвата используют мерную ленту (сантиметр).

По данным взвешивания и измерений рыб рассчитывают экстерьерные индексы:

- коэффициент упитанности  $K_y$ :

$$K_y = \frac{P \cdot 100}{l};$$

- индекс прогонистости  $K_n$ :

$$K_{\text{п}} = \frac{l}{H};$$

– индекс толщины (широкоспинности)  $K_{\text{т}}$ :

$$K_{\text{т}} = \frac{B \cdot 100}{l};$$

– индекс головы  $K_{\text{г}}$ :

$$K_{\text{г}} = \frac{C \cdot 100}{l};$$

– индекс обхвата  $K_{\text{о}}$ :

$$K_{\text{о}} = \frac{O \cdot 100}{l}.$$

Данные индивидуальных измерений и расчетные экстерьерные индексы заносят в журнал. В последующем их подвергают статистической обработке с определением по каждому показателю средней арифметической с ошибкой и коэффициента вариации.

*Экстерьер* рыб зависит от их видовых и породных особенностей, возраста, а также условий содержания. Повышенные по сравнению со стандартом для соответствующей породы значения  $l/H$  при соответственно низких величинах коэффициента упитанности свидетельствуют о неудовлетворительном состоянии племенного стада. Ухудшение экстерьерных показателей может быть связано с плохим летним нагулом рыб или неблагоприятной зимовкой. Такие рыбы, как правило, имеют невысокую плодовитость. Среди них может наблюдаться повышенная гибель. 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.

Исследуя репродуктивную способность самок, определяют рабочую плодовитость (количество икринок в отцеженной порции икры от одной самки), диаметр и массу икринок. Самок просматривают на созреваемость в период нереста через 3–7 дней.

Рабочую плодовитость определяют весовым или объемным способом, контролируя прямым подсчетом.

Определением размера и массы икринок завершают оценку самок. По эти показателям уже можно прогнозировать качество будущего потомства. Чем крупнее икра, тем более качественным и быстрорастущим должно быть потомство. Оно должно обладать и большей жизнеспособностью. Массу икринок определяют на торсионных весах,

а диаметр – на специальной мерной линейке, группируя по 10 икринок и беря средний диаметр.

Репродуктивные признаки самцов характеризуют, измеряя объем эякулята, концентрацию спермиев и время поступательного движения сперматозоидов.

Объем эякулята определяют мерными цилиндрами общим объемом 25 мл с точностью до 0,1 мл, концентрацию спермиев – пробирочным методом с подсчетом их количества в камере Горяева, а подвижность (поступательное движение) спермиев определяют в капле воды под микроскопом с секундомером.

На основании ежегодных исследований комплекса признаков дается усредненная характеристика рыбоводно-биологических показателей и цели на ближайшие годы по проведению селекционно-племенной работы для повышения скорости роста, плодовитости усвояемости корма, стрессоустойчивости, сокращения сроков созревания, уменьшения количества гибели икры в период инкубации.

Для сохранения породных свойств культивируемых рыб необходимо проводить ежегодный мониторинг с использованием лучших рыб, пользуясь методами массового и корректирующего отборов, проводить подбор производителей по размерно-весовым и репродуктивным признакам, получая потомство от массовых сочетаний при напряженности 10–15% для молоди массой 1–2 г.

Наряду с основными селекционными работами необходимо осуществлять наиболее благоприятные скрещивания, проводя выращивание реципрокных гибридов. Пятигодовалых самок и четырехгодовалых самцов после получения от них половых продуктов необходимо постоянно удалять из стада, реализовывать их как товарную продукцию и замещать ремонтными особями.

Для поддержания хороших экономических показателей и высокого уровня генетического гомеостаза необходимо использовать методы формирования и содержания маточных стад без изменения их генетической структуры при сохранении высоких рыбоводных показателей (масса тела, рабочая плодовитость, выживаемость).

С завершением первого этапа изучения селекционно-племенных качеств производителей начинается второй этап – более длительный, который позволяет формировать с постоянной корректировкой планируемые репродуктивные свойства производителей, их линии, отводки, породы и кроссы.

У форели, особенно у групп, слабо затронутых селекцией, наблюдается высокая изменчивость по этому признаку: продолжительность нереста одновозрастных самок может достигать 2,5–3 месяцев. Коэффициент повторяемости по срокам нереста у форели составляет 0,7. Высокая

изменчивость и повторяемость дают основание предположить наличие большой наследственной гетерогенности по этому признаку и возможность эффективной селекции. Подтверждением этому служат данные о смещении срока нереста в нерестовом сезоне на 1,5–2 месяца и более.

Теплоустойчивость является важнейшим признаком, который необходимо учитывать в селекционно-племенной работе в тепловодных форелевых хозяйствах. Теплоустойчивость (терморезистентность) – это способность организма переносить воздействие высокой температуры. Наиболее удобно ее характеризовать временем жизни при постоянной, заведомо летальной температуре.

Минимальной теплоустойчивостью отличаются личинки сразу после вылупления, максимальной – сеголетки и двухлетки. Наименьшее разнообразие по теплоустойчивости наблюдается у личинок до перехода на активное питание. В течение месяца с начала активного питания происходит быстрый рост изменчивости, а затем ее падение и стабилизация.

Можно выделить пять групп рыб со сходными характеристиками терморезистентности, или пять термотипов: сверхнизкорезистентный (характеризуется плохим ростом и низкой выживаемостью во всех условиях), низкорезистентный (имеет преимущества по темпу роста перед остальными группами при температуре выращивания ниже оптимальной), среднерезистентный, высокорезистентный (лучше растет при температуре воды выше оптимальной) и сверхвысокорезистентный (имеет преимущество по выживаемости и темпу роста при температуре выше 23°C).

Коэффициент наследуемости теплоустойчивости, рассчитанный с помощью иерархической схемы дисперсионного анализа, составляет 0,5 (по самкам) и 0,2 (по самцам).

При напряженности отбора 5–10% и коэффициенте наследуемости 0,3–0,4, изменение признака за одно поколение при массовом отборе составляет 15–20%. Применение индивидуального отбора позволяет повысить этот показатель до 25–30%.

*Санитарно-профилактические и лечебные мероприятия в форелевых хозяйствах.* Выращивание форели при больших плотностях посадки провоцирует возникновение различных заболеваний. Болезни могут наносить большой ущерб хозяйству. Поэтому постоянное внимание к этому вопросу имеет первостепенное значение для стабильной работы хозяйства.

Возникновение болезней зависит во многом от культуры производства. При низкой культуре выращивания чаще наблюдаются заболевания. Болезни форели вызываются вирусами, бактериями, грибами, водорослями и животными-паразитами. При этом болезни могут быть

заразными и незаразными. Заразные, в свою очередь, делятся на инфекционные и инвазионные. Незаразные болезни возникают при резком изменении условий выращивания (перепады температуры воды, недостаток или избыток растворенных газов, применение недоброкачественных кормов и др.).

К опасным инфекционным заболеваниям относится вирусная геморрагическая септицемия (ВГС), инфекционный некроз поджелудочной железы и инфекционный некроз гомеопозитической ткани лососевых. Для этих болезней не разработано достаточно эффективных мер борьбы. При их возникновении накладывается органами ветнадзора карантин, и рыба подлежит уничтожению. К этой группе болезней относятся также фурункулез, миксобактериоз, флексибактериоз, сапролегниоз, глубокий микоз и др. При всех случаях заболеваний в первую очередь наблюдаются большие потери среди молоди форели, так как она более чувствительна и более восприимчива к ним.

К инвазионным заболеваниям относятся костиоз, октомитоз (гексамитоз), миксомоз (вертеж), хилодонеллез, ихтиофтириоз, триходиниоз, диплостомоз (паразитическая катаракта), триенофороз, ехиноринхоз, аргулез, эргазилез и др.

Для каждой болезни имеются меры борьбы, которые приносят определенные результаты лишь при своевременном их обнаружении и правильном лечении. Гораздо проще бороться с незаразными болезнями. Для этого необходимо устранить причины, вызывающие болезни (наладить хорошее водоснабжение, улучшить состав применяемых кормов, усилить аэрацию воды и др.).

К незаразным болезням относятся: жировое перерождение печени, гепатома печени, авитаминозы, водянка желточного мешка личинок, бело-пятнистая болезнь икры, газопузырьковая болезнь (ГПБ), плавниковая гниль, воспаление кишечника и ряд других заболеваний.

Следует держать под постоянным контролем состояние внешней среды: следить за содержанием растворенного кислорода (не ниже 5 мг/л), кислотностью воды (рН не ниже 6,5 и не выше 8,5); не допускать попадания в пруды паводковой воды от таяния снега и дождя, а также различных промышленных стоков (от предприятий по изготовлению напитков, кожевенных и железобетонных заводов, от предприятий, добывающих руду, и пр.).

Кроме болезней форелевое хозяйство несет большие потери от различных врагов. К ним относятся: жук-плавунец, жук-водолюб, гладыш, щитень, водяной скорпион, ранатра, корикса, личинки стрекоз, выдра, норка, землеройка-кутора, крысы, змеи, а также птицы – чайки, крачки, зимородки, цапли и др.

Из профилактических мероприятий по предотвращению заболева-

ний форели следует отметить устройство рыбозащитных сооружений на водозаборе для предотвращения попадания в пруды сорных рыб – разносчиков различных заболеваний. Периодически необходимо вести ветеринарный контроль за водоемом – источником водоснабжения.

В хозяйстве не реже двух раз в год дезинфицируют негашеной или хлорной известью пруды, рыбоводный инвентарь, орудия лова, живорыбную тару и спецодежду. Весной и осенью проводят профилактические и противопаразитарные ванны для форели с целью освобождения ее от наружных (эктопаразитов) возбудителей болезней.

Применение полноценных кормов предотвращает появление многих заболеваний алиментарного (пищевого) характера.

Необходимо соблюдать важное правило: при завершении рыбоводной операции, пересадке рыбы проводить тщательную дезинфекцию и дезинвазию рыбоводных емкостей, бассейнов и прудов из расчета 200 г/м<sup>2</sup> хлорной извести. Пруды и бассейны необходимо обрабатывать еще по мокрому ложу, дну, протирая щеткой и поливая стенки 20%-ным раствором извести.

Для ослабления развития сапролегнии воду, поступающую в инкубационный цех, фильтруют через песчано-гравийные фильтры. В период инкубации икру обрабатывают два раза в неделю раствором малахитового зеленого в концентрации 1 : 200 000 (2 г на 1 м<sup>3</sup>) в течение 10 мин.

В хозяйстве всегда должны находиться в необходимом запасе профилактические и лечебные препараты: малахитовый зеленый, формалин, марганцовокислый калий, гипохлорид, медный купорос, поваренная соль, антибиотики, хлорная и негашеная известь и др.

Важной мерой профилактики возникновения заболевания является строгий контроль за перевозками форели разного возраста. Разрешается перевозить живую форель, не имеющую механических повреждений, с цельным чешуйчатым кожным покровом и нормальным слоем слизи на поверхности тела. Перед отправкой форели проводят ветеринарный осмотр не менее 100 рыб и полное паразитологическое обследование 25 экземпляров. Всю отправляемую форель пропускают через лечебно-профилактические ванны.

Вывоз форели из хозяйств, неблагополучных по фурункулезу, вертежу лососевых, вирусным заболеваниям, категорически запрещается. После проведения ванн допускается перевозка форели, на которой встречаются единичные экземпляры триходины, костии, хилодонеллы, гиродактилоза и др.

Наличие у форели таких отклонений от нормы, как вздутие брюшка, пучеглазие, язвы или изменение пигментации кожи, анемичность, частичное разрушение жаберных лепестков, плавников, искривление позвоночника, ненормальное развитие головы (уродство)

и других, препятствует транспортировке рыбы до точного выяснения причин возникновения этих отклонений. Для лечения отдельных болезней необходимо строго руководствоваться имеющимися инструкциями по борьбе с болезнями.

В форелевых хозяйствах периодически (не реже двух раз в год) дезинфицируют негашеной или хлорной известью пруды, рыбоводный инвентарь, орудия лова, живорыбную тару и спецодежду. Весной и осенью применяют профилактические и противопаразитарные ванны для форели с целью освобождения их от эктопаразитов, которые при значительных количествах вызывают болезни, повреждают жабры, кожный покров, способствуя тем самым проникновению в организм форели возбудителей таких инфекций, как фурункулез, язвенная болезнь, плавниковая гниль, сапролегниоз и др.

Большое значение в предупреждении и ликвидации болезней форели имеет полноценное питание. Поэтому сбалансированности питания всегда должно уделяться серьезное внимание. Организм форели должен получать в необходимых количествах и высокого качества белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины.

Коллектив хозяйства должен постоянно осуществлять действенный контроль и вести планомерную борьбу с чрезмерным загрязнением воды и дна органическими веществами, остатками корма, экскрементами, ухудшением гидрологического и гидрохимического режимов прудов, т. е. должен обеспечивать нормативное водоснабжение рыбоводных емкостей. Лишь постоянное серьезное внимание позволяет свести к минимуму заболевание рыб в хозяйстве.

Соблюдение всех ветеринарных правил при перевозках форели разного возраста и икры уменьшает в значительной степени распространение болезней между хозяйствами, способствует более эффективной работе форелевых хозяйств.

Условия перевозки регламентированы в «Инструкции по ветеринарному надзору за перевозками живой рыбы, оплодотворенной икры и других водных организмов», утвержденной Главным управлением ветеринарии МСХ СССР 31 мая 1971 г. Задача рыбоводов заключается лишь в точном выполнении этих правил. Рыбоводам следует также быть очень внимательными при завозе рыбы в свое хозяйство. Недосмотр вначале может привести впоследствии к непроизводительным потерям рыбы при выращивании.

Форель перевозят только в воде, содержащей достаточное количество кислорода. Вода должна быть чистой, прозрачной, без вредных примесей и ядовитых веществ, а также свободной от водных беспозвоночных. Категорически запрещается использовать воду из водопровода, содержащую хлор. Реакция воды должна быть ней-



тральной или слабощелочной, в воде должны отсутствовать органические вещества. Перевозку форели желательно проводить при температуре воды 5–10°C. Завезенная в хозяйство рыба должна быть помещена в карантинные пруды или бассейны, вода из которых в хозяйстве уже не используется.

Карантинные бассейны с рыбой, а также цех в период инкубации завезенной икры на протяжении всего времени карантирования должны находиться под постоянным наблюдением ветеринарного врача и периодически подвергаться ветеринарно-санитарному обследованию на наличие инфекционных и инвазионных болезней форели.

Рыба, выловленная для использования в пищу людям, обязательно должна быть подвергнута ветеринарно-санитарному осмотру независимо от эпизоотического состояния. Ее потребление разрешается в соответствии с действующими инструкциями.

### ***Разведение и выращивание форели Дональдсона***

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 осенне-зимний 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.

Выращенная в искусственных условиях форель Дональдсона не имеет естественного ареала обитания. Она культивируется во многих странах (Англия, Аргентина, Норвегия, Чили, Швеция, Япония и др.). Форель Дональдсона внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Технология разведения и выращивания форели существенно не отличается от способа культивирования других форм радужной форели и состоит из следующих этапов:

1. Формирование и содержание маточного стада:
  - прудовый способ (пруды площадью до 500 м<sup>2</sup>);
  - бассейновый способ (бетонные бассейны до 200 м<sup>2</sup>);
  - садковый способ (используются садки площадью 20 м<sup>2</sup> и глубиной 2–4 м).
2. Инкубация икры проводится в аппаратах горизонтального типа Аткинса, Шустера, «Ропшинский» и др., а также в аппаратах вертикального типа ИВТ, ИВТМ, «Стеллажи», Вейса, Орава и др.
3. Выращивание личинок и мальков. Проводят в бассейнах площадью 1–4 м<sup>2</sup> и размерами 1 × 1 × 0,4 м<sup>2</sup>, 2 × 2 × 0,5 м<sup>2</sup>. Применяют также лотки и бетонированные бассейны с соотношением сторон 1 : 8.
4. Выращивание сеголетков осуществляют в стеклопластиковых бассейнах и прудах. Площадь квадратных бассейнов колеблется от 1 до 16 м<sup>2</sup>, площадь бетонированных прямоточных доходит до 200–300 м<sup>2</sup>.
5. Зимнее выращивание годовиков проводят в тех же бассейнах и прудах при умеренном кормлении. В садках обычно выращивают сеголетков, начиная с массы 2–5 г.
6. Выращивание товарных двухлетков. Применяют пруды площадью до 500 м<sup>2</sup>, бассейны – 4–16 м<sup>2</sup>, садки – 9–6 м<sup>2</sup>.
7. Ведут регулярное кормление всех возрастных групп, строго дозируя корм согласно разработанным кормовым таблицам.

Таблица 35

**Технологические нормативы выращивания форели Дональдсона**

Показатели	Пруды	Садки	Бассейны
1	2	3	4
Плотность посадки личинок до массы 1 г, шт/м <sup>2</sup>	10	10	10
Плотность посадки мальков до массы 5 г, тыс. шт/м <sup>2</sup>	0,5	1	2
Плотность посадки мальков 5 г и выше, шт/м <sup>2</sup>	100	200–300	300–500
Масса годовиков, г	50	50	50
Плотность посадки годовиков, шт/м <sup>2</sup>	25	50	50
Выживаемость двухлетков, %	90	90	90
Напряженность отбора двухлетков, %	75	75	75
Плотность посадки двухгодовиков, шт/м <sup>2</sup>	10–15	20–25	20–25
Плотность посадки трехгодовиков и производителей, шт/м <sup>2</sup>	1–5	10	5–10
Кормовой коэффициент	2	2	2
Рабочая плодовитость самок, тыс. шт	4	4	4
Соотношение самок и самцов	3 : 1	3 : 1	3 : 1
Плотность посадки, кг	1,5	1,5	1,5
Плотность посадки в преднерестовый период, шт/м <sup>2</sup>	5–10	15–20	15–20
Норма загрузки икры на инкубацию, тыс. шт			
Горизонтальный аппарат, м <sup>2</sup>	4	–	–

Аппарат ИМ	150	–	–
Аппарат ИВТМ	90	–	–
Расход воды на 1000 икринок, л/с	0,5	–	–

Окончание табл. 35

1	2	3	4
<b>Выдерживание личинок</b>			
Температура выдерживания, °С	12–14	12–14	12–14
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>2</sup>	–	–	до 30
Расход воды на 1000 шт свободных эмбрионов, л/мин	–	–	0,9
Выживаемость, %	–	80	85
<b>Выращивание личинок до массы 1 г</b>			
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>2</sup>	–	10	10
Расход воды на 1000 шт, л/мин	–	–	3–5
Выживаемость, %	–	–	80
Кормовой коэффициент	–	–	0,9
<b>Выращивание сеголетков</b>			
Площадь, м <sup>2</sup>	200	20	4–16
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	300	500	500
Выживаемость, %	70	70	75
Конечная масса, г	30	50	40
Кормовой коэффициент	1,2	1,2	1,2
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	500	1000	1000
<b>Выращивание (зимовка) годовиков</b>			
Выживаемость, %	90	90	90
Кормовой коэффициент	1,5	1,5	1,3
Конечная масса, г	60	80	80
Площадь, м <sup>2</sup>	до 500	9–20	4–300
<b>Выращивание двухлетков</b>			
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	75	200	300
Выживаемость, %	90	90	90
Конечная масса, г	350	500	400
Кормовой коэффициент	1,5–2	1,5–2	1,5
Площадь, м <sup>2</sup>	500	20	4–300

Основные рыбоводно-биологические нормативы представлены в табл. 35.

### ***Разведение и выращивание форели камлоопс***

Инкубация икры проходит при температуре 6–12°С. 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.

Таблица 36

**Рыбоводно-технологические нормативы выращивания форели камлоопс**

Показатели	Пруды	Садки	Бассейны
1	2	3	4
Площадь, м <sup>2</sup>	300	12–24	1–4
Формирование ремонтно–маточного стада			
Масса сеголетков, г	80	80	80
Напряженность отбора, %	50	50	50
Плотность посадки мальков массой 1 г, тыс. шт/м <sup>2</sup>	0,5	1,0	2,0
Плотность посадки мальков 5–7 г, шт/м <sup>2</sup>	100	200–300	300–500
Плотность посадки годовиков при массе 160 г, шт/м	10	50	40
Масса ремонтных двухлетков, г	500	600	600
Соотношение самок и самцов	4 : 1	4 : 1	4 : 1
Зимовка ремонта, шт/м <sup>2</sup>	20	80	70
Масса двухгодовиков, г	550–800	750	750
Плотность посадки двухгодовиков, шт/м <sup>2</sup>	5	20	70
Масса 3-летних рыб, кг:			
самцы	1–1,2	1–1,2	1–1,2
самки	1–1,3	1–1,3	1–1,3
Плотность посадки при выдерживании, шт/м <sup>2</sup> :			
самок	15	40	40
самцов	20	60	60

Масса производителей, кг	1,5	1,5	1,5
Рабочая плодовитость, шт/м <sup>2</sup>	3000	3000	3200
Содержание производителей, шт/м <sup>2</sup>	2	10	10
Кормовой коэффициент гранулированного корма	2,0	2,0	2,0

Продолжение табл. 36

1	2	3	4
Прирост за сезон, кг	0,5	0,5	0,5
Плотность посадки производителей при выращивании, шт/м <sup>2</sup>	1–2	10	10
Резерв производителей	50–100	50–100	50–100
Инкубация икры			
Масса одной икринки, мг	–	–	60
Норма загрузки на один аппарат, тыс. шт:			
аппарат горизонтального типа	–	–	5–6
аппарат ИМ	–	–	300
аппарат ИВТМ	–	–	180
аппарат Вейса	–	–	24–45
Выживаемость икры, %	–	–	80–90
Оплодотворяемость, %	–	–	95–98
Расход воды на один аппарат вертикального типа, л/мин	–	–	15–35
Продолжительность инкубации, градусодни	–	–	320–400
Выдерживание предличинок			
Продолжительность вылупления, градусодни	–	–	50
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>2</sup>	–	–	10–30
Продолжительность выдерживания, сутки	–	–	12–15
Выживаемость предличинок, %	–	–	95
Выращивание личинок до массы 0,3–0,5 г			
Плотность посадки личинок, тыс. шт/м <sup>2</sup>	–	–	5–10
Количество корма в сутки, %	15–30	15–30	15–30
Период рассасывания, сутки	–	–	17
Расход воды на 1000 личинок, л/мин	–	–	1,5–2
Выживаемость, %	–	–	90
Выращивание мальков до массы 1 г			
Плотность посадки мальков, тыс. шт/м <sup>2</sup>	–	–	5–10
Продолжительность периода выращивания, сутки	–	–	30–45
Расход воды на 1000 мальков, л/мин	–	–	3–5
Кормовой коэффициент	0,9	0,9	0,9
Выживаемость, %	–	–	80
Уровень воды в бассейнах, м	–	–	0,4
Выращивание сеголетков			
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	200–250	500–600	500–600
Конечная масса, г	60	80	80
Выживаемость, %	70	80	80
Кормовой коэффициент	1,2	1,2	1,2
Выращивание годовиков			
Температура выращивания, °С	3–14	3–14	3–14
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	500	1000	1000

Масса годовиков, г	60	90	80
Выживаемость, %	90	90	90

Окончание табл. 36

1	2	3	4
Выращивание двухлетков			
Температура выращивания, °С	12–18	12–18	12–18
Плотность посадки, шт/м <sup>2</sup>	60	150	150
Масса двухлетков, г	350	600	500
Выживаемость, %	95	95	95
Кормовой коэффициент	1,2	1,2	1,2

Основные рыбоводно-биологические нормативы разведения и выращивания форели камлоопс представлены в табл. 36.

*Контрольные вопросы*

1. Назовите типы холодноводных хозяйств.
2. От чего зависит мощность форелевых хозяйств?
3. Перечислите объекты холодноводного форелевого хозяйства.
4. Назовите виды инкубационных аппаратов, применяемых при инкубации икры форели.
5. Каковы особенности содержания производителей форели в преднерестовый и нерестовый периоды?
6. Назовите способы получения половых продуктов у форели.
7. Когда начинают подкармливать личинок форели?
8. Какова периодичность кормления личинок, мальков, сеголетков, годовиков и товарных двухлетков?
9. Назовите виды кормов, применяемых при выращивании форели.
10. В чем заключается значение витаминного и минерального премиксов в питании форели?
11. Каковы основные задачи селекционно-племенной работы?
12. Перечислите биологические особенности форели Дональдсона.
13. Как образовалась порода форели Дональдсона?
14. Перечислите биологические особенности форели камлоопс.

## Литература

1. Указания по контролю за гидрохимическим и гидробиологическим режимами прудов товарных хозяйств / Г.Г. Акимова, С.А. Баранов, В.И. Бахтина и др. – М.: ВНИИПРХ, 1980. – 54 с.

2. *Алабастер Д., Ллойд Р.* Критерии качества воды для пресноводных рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 342 с.
3. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 296 с.
4. *Альтов А.В., Воробьева Н.К.* Товарное форелеводство на Белом море // Рыбное хоз-во. – 1988. – № 9. – С. 35–36.
5. *Амбросимова Н.А., Васильева Л.М.* Основные пути развития товарного осетроводства // Пробл. современного товарного осетроводства: Тез. докл. первой науч.-практ. конф., 24–25 марта 1999 г. – Астрахань, 1999. – С. 3–4.
6. *Андрияшева М.А.* Актуальные проблемы разведения и селекции сиговых рыб // Биология сиговых рыб: Сб. науч. тр. – М.: Наука, 1988. – С. 192–204.
7. *Андрияшева М.А.* Методические указания по созданию племенных маточных стад пеляди в прудовых и озерных хозяйствах. – Л.: ГосНИОРХ, 1986. – 6 с.
8. *Апостол П.А. и др.* Совместное выращивание овощей и рыбы в замкнутых системах // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПРХ, 1985. – Вып. 46. – С. 165–166.
9. *Аси А.* Экспериментальная рециркуляционная установка «Биорек» для выращивания форели // Рыбное хоз-во. – 1980. – № 2. – С. 30–31.
10. *Багров А.М.* Аквакультура России на период до 2005 года // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы: Материалы междунар. науч.-практ. конф., 18–21 сентября 2000 г. – Киев, 2000. – С. 9.
11. *Бардач Дж., Риттер Дж., Макларни У.* Аквакультура. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 291 с.
12. *Бобылев Ю.В. и др.* Рыбоводная компактная установка «ВИЗ-РК(к)-240» // Рыбное хоз-во. Сер. «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов». – 1985. – Вып. 2. – С. 7–11.
13. *Богданова Л.К., Конрадт А.Г.* Опыт многократного получения потомства от карпа за вегетационный период // Тр. ГосНИОРХ. – Л., 1979. – Вып. 143. – С. 11.
14. *Бугров Л.Ю. и др.* Подводная рыбохозяйственная технология // Опыт и перспективы использования морских стационарных платформ Каспийского бассейна в целях марикультуры. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 62–80.
15. *Бугров Л.Ю., Петренко Л.А.* Принципы биотехнологии садкового рыболовства // Рыбное хоз-во. – 1987. – № 10. – С. 54–56.
16. *Бурдиян М.А.* Методы выращивания посадочного материала сиговых в озерах Сибири // Тр. ГосНИОРХ. Т. 3. – Псков, 1978. –

С. 124–128.

17. *Бурцев И.А. и др.* Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра. – М.: ВНИРО, 1984. – 22 с.

18. *Бутусова Е.Н.* Выращивание рыбы в замкнутых системах с очисткой воды погружными биофильтрами // Рыбное хоз-во. Сер. «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов». – 1985а. – Вып. 5. – 13 с.

19. *Бутусова Е.Н.* Форелевое хозяйство «Сходня» // Рыбное хоз-во. Сер. «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов». – 1985б. – Вып. 3. – С. 2–7.

20. *Ведемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л.* Стресс и болезни рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – С. 128.

21. *Веригин Б.В.* Теплоэнергетика и рыбное хозяйство // Рыбное хоз-во. – 1962. – № 9. – С. 14–18.

22. *Виноградов В.К., Ерохина Л.В.* Оптимизация видового и количественного состава поликультуры как метод повышения эффективности товарного рыбоводства // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: Материалы II междунар. симпозиума, Адлер, 4–7 окт. 1999 г. – Краснодар, 1999. – С. 25.

23. *Волошенко Б.Б.* Рыбохозяйственное освоение некоторых сигов в водоемах европейской части СССР: Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – М., 1982. – Вып. 181. – С. 7–13.

24. *Галасун П.Т., Грусевич В.В.* Биотехника выращивания канального сома во внутренних водоемах УССР. – М.: Агропромиздат, 1978. – 6 с.

25. *Головков Г.А., Крупкин В.З.* Значение некоторых сиговых как новых объектов товарного рыбоводства в водоемах различных типов и зон. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1974. – С. 29.

26. *Головков Г.А., Кузьмин А.Н.* Биология пеляди и биотехника ее разведения. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 54 с.

27. *Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Волошенко Б.Б.* Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. – Л.: Агропромиздат, 1978. – 37 с.

28. *Голод В.М.* Новая порода форели – Рофор // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: Материалы II междунар. симпозиума, Адлер, 4–7 окт. 1999 г. – Краснодар, 1999. – С. 30–31.

29. *Гриневский Э.В.* Установка «Штелерматик» // Рыбоводство и рыболовство. – 1977. – № 6. – С. 17–18.

30. *Грищенко Л.И., Акбаев М.Ш., Васильков Т.В.* Болезни рыб и основы рыбоводства. – М.: Колос, 1999. – 456 с.

31. *Желтов Ю.А., Федоренко В.А.* Экспериментальные кормосмеси для выращивания разновозрастных групп карпа на теплых водах //



Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. – Киев: Наук. думка, 1978. – С. 115–118.

32. *Жигин А.В.* Выращивание сибирского осетра в поликультуре с тилиапией // Создание и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб с использованием теплых вод различного происхождения: Тез. докл. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 22–23 дек. 2003 г. – СПб., 2003. – С. 22–25.

33. *Канидьев А.Н. и др.* Основные направления и перспективы развития индустриального форелеводства // Биологические ресурсы развития водоемов СССР. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1979. – С. 85–94.

34. *Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А.* Первый поливитаминный премикс отечественного производства для форели // Рыбное хоз-во. – 1976. – № 11. – С. 12–14.

35. *Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А.* Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами. – М.: ВНИИПРХ, 1977. – 91 с.

36. *Канидьев А.Н., Гриневский Э.В.* Установка «Штелерматик» для непрерывного выращивания товарной рыбы // Рыбное хоз-во. Сер. «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. – 1977. – Вып. 6. – С. 18–22.

37. *Кастин Б.А., Луньков А.Д., Шлихунов В.М.* Проектирование и строительство рыбоводных предприятий. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 320 с.

38. *Катасонов В.Я., Черфас Н.Б.* Селекция и племенное дело в рыбоводстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 184 с.

39. *Киселев А.Ю.* Установки с замкнутым циклом водоиспользования и технология выращивания в них объектов аквакультуры // Рыбное хоз-во. Сер. «Аквакультура». – 1997. – Вып. 1. – 80 с.

40. *Князева Л.М., Костюничев В.В.* Временные нормативы по выращиванию посадочного материала сиговых в лотках и садках на искусственных кормах. – Л.: ГосНИОРХ, 1968. – 7 с.

41. *Корнеев А.Н.* Опыт садкового выращивания карпа в субтермальных водоемах. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 40 с.

42. *Корнеев А.Н.* Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 151 с.

43. *Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Петрова Т.Г.* Первый опыт выращивания гибридов белуга х стерлядь в сетчатых садках на теплых водах ГРЭС // Рыбоводство на теплых водах СССР и за рубежом. – М.: Агропромиздат, 1969. – С. 115–124.

44. *Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н.* Первый опыт получения потомства карпа в садках на теплых водах // Тр. I Всесоюз. со-

вещ. по прудовому рыбоводству. – М.: ВНИРО, 1968. – С. 19–22.

45. *Кудерский Л.А.* Рыбное хозяйство внутренних водоемов России: индустриальное рыбоводство // Рыбное хоз-во. Сер. «Аквакультура». – 1999. – Вып. 1. – С. 1–56.

46. *Лавровский В.В.* Биологические основы механизации и автоматизации процессов кормления рыб в тепловодных хозяйствах: Сб. науч. тр. – Л.: ГосНИОРХ, 1981. – Вып. 175. – 167 с.

47. *Лавровский В.В.* Временные рекомендации по применению замкнутого водоснабжения при промышленном выращивании молоди радужной форели. – Л.: ГосНИОРХ, 1976. – 17 с.

48. *Малашкин Н.Н.* Методические указания по выращиванию молоди сигов в приспусках озер-питомниках. – Л.: ГосНИОРХ, 1978. – 13 с.

49. Методические указания по совершенствованию технологии разведения радужной форели. – М.: ВНИИПРХ, 1988. – 14 с.

50. *Михеев В.П.* Рекомендации по культивированию рыб в садках в водоемах с естественной температурой. – М.: ВНИИПРХ, 1988. – С. 1–92.

51. *Михеев В.П., Мейснер Е.В., Михеев П.В.* Форелевые хозяйства на водохранилищах и озерах. – М.: ВНИИПРХ, 1976. – 81 с.

52. *Новоженкин Н.П., Галасун П.Т.* Рекомендации по садковому выращиванию товарной форели. – М.: ВНИИПРХ, 1977. – 32 с.

53. *Орлов Ю.И. и др.* Рыбоводные установки: современное состояние // Рыбное хоз-во. Сер. «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов». – 1990. – Вып. 3. – 84 с.

54. *Орлов Ю.И., Рычагов Л.Н.* Подсобные рыбоводные хозяйства промышленных предприятий // Рыбное хоз-во. Сер. «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов». – 1985. – Вып. 3. – 72 с.

55. *Орлов Ю.И., Швец Э.Е., Бутусова Е.Н.* Индустриальное рыбоводство: достижения есть – проблемы остаются // Рыбное хоз-во. – 1994. – № 4. – С. 38–45.

56. *Остроумова И.Н.* Круглогодичное выращивание карпа на гранулированных кормах в условиях теплых вод // Рыбное хоз-во. – 1978. – № 12. – С. 24.

57. *Павлов Д.С. и др.* Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. – М.: Научный мир, 2001. – 200 с.

58. *Петрова Т.Г.* Предварительные рекомендации по биотехнике товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием теплых вод. – М.: ВНИИПРХ, 1978. – 22 с.

59. *Поляков Г.Д.* Пособие по гидрохимии для рыбоводов. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 87 с.

60. Правила охраны поверхностных вод от загрязнений. – М.: Агропромиздат, 1975. – 43 с.
61. *Привезенцев Ю.А.* Использование теплых вод для разведения рыбы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 176 с.
62. *Романенко В.Д.* Метаболические особенности тепловодной адаптации рыб при их садково-бассейновом выращивании: Материалы IV Всесоюз. конф. экологии, физиологии и биохимии рыб. Т. 1. – Астрахань, 1979. – С. 42–43.
63. *Романенко В.Д.* Эколого-физиологические проблемы тепловодного рыбоводства // Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства: Сб. науч. тр. – Киев: Выща шк., 1978. – С. 6–13.
64. *Савваитова К.А. и др.* Камчатские благородные лососи (систематика, экология, перспективы использования как объекта форелеводства и акклиматизации). – Воронеж: ВГУ, 1973. – 120 с.
65. *Савостьянова Г.Г.* Методические указания по проведению селекционной работы в форелеводстве. – Л.: ГосНИОРХ, 1974. – 17 с.
66. *Садлаев К.А.* Форелевое рыбоводное хозяйство. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 84 с.
67. *Скляр В.Я., Шацкий С.Ю., Яковчук М.П.* Рыбоводно-биологические нормативы для эффективного производства карпа на тепловодных хозяйствах. – 2-е изд., перераб. – Краснодар, 2002. – 15 с.
68. *Титарев Е.Ф.* Индустриальное рыбоводство: Сб. заданий к практ. занятиям. – Рыбное, 2005. – 296 с.
69. *Титарев Е.Ф.* Фермерское форелевое хозяйство. – М.: ВНИЭРХ, 1994. – Вып. 2. – 62 с.
70. *Титарев Е.Ф.* Форелеводство. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 168 с.
71. *Титарев Е.Ф.* Холодноводная аквакультура: Учеб. пособие. Ч. 1. Холодноводное форелевое хозяйство. – Рыбное, 2005а. – 124 с.
72. *Титарев Е.Ф.* Холодноводная аквакультура: Учеб. пособие. Ч. 2. Разведение и выращивание тихоокеанских и атлантического лососей. – Рыбное, 2005б. – 70 с.
73. *Титарев Е.Ф.* Холодноводная аквакультура: Учеб. пособие. Ч. 3. Разведение и выращивание сиговых рыб. – Рыбное, 2005в. – 44 с.
74. *Решетников Ю.С., Титова Г.Д.* О перспективных формах сигового хозяйства // Биологические основы развития лососевого хоз-ва в водоемах СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 231–245.
75. *Титарев Е.Ф., Канидьев А.Н.* Инструкция по эксплуатации полносистемных форелевых хозяйств при использовании нагретой воды охладительной системы тепловых электростанций. – М.: ВНИИПРХ, 1975. – 66 с.
76. *Титарев Е.Ф., Линник А.В., Сергеева Л.С.* Типовая технология

77. Федоров В.В., Шейко Б.А. Рыбообразные и рыбы: Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – С. 7–69.

Григорьев Сергей Сергеевич  
Седова Нина Анатольевна

## ИНДУСТРИАЛЬНОЕ РЫБОВОДСТВО

### *Часть 1*

***Биологические основы и основные направления  
разведения рыбы индустриальными методами***

*Учебное пособие для студентов специальности  
110901 «Водные биоресурсы и аквакультура»  
очной и заочной форм обучения*

Редактор Г.Ф. Майорова  
Технический редактор Е.Е. Бабух  
Набор текста С.С. Григорьев, Н.А. Седова  
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух

Подписано в печать 18.06.2008 г.  
Формат 61\*86/16. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 10,12. Уч.-изд. л. 10,34. Усл. печ. л. 11,64

Тираж 100 экз. Заказ № 87

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35

Камчатский государственный технический университет

Кафедра рыболовства и аквакультуры

С.С. Григорьев, Н.А. Седова

## **ИНДУСТРИАЛЬНОЕ РЫБОВОДСТВО**

### *Часть 2*

### *Интенсивное разведение рыбы в промышленных условиях*

*Учебное пособие для студентов специальности  
110901 «Водные биоресурсы и аквакультура»  
очной и заочной форм обучения*

Петропавловск-Камчатский

2008

190

УДК 639.2(07)  
ББК 47.2  
Г83

Рецензенты:

*Г.Г. Калинина,*  
кандидат биологических наук,  
профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры  
Дальневосточного государственного рыбохозяйственного университета

*А.М. Токранов,*  
кандидат биологических наук,  
заместитель директора по науке Камчатского филиала  
Тихоокеанского института географии ДВО РАН

**Григорьев, Сергей Сергеевич**

Г83      Индустриальное рыбоводство: В 2 ч. Ч. 2. Интенсивное разведение рыбы в индустриальных условиях: Учебное пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 162 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания дисциплины «Индустриальное рыбоводство», входящей в основную образовательную программу подготовки специалистов по специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом КамчатГТУ (протокол № 8 от 18 мая 2007 г.).

УДК 639.2(07)  
ББК 47.2

© КамчатГТУ, 2008  
© Григорьев С.С., 2008  
© Седова Н.А., 2008

## Содержание

<b>Глава 1. Выращивание рыбы в системах с оборотным водоснабжением</b> .....	5
Использование бассейнов для выращивания рыбы .....	5
Выращивание молоди радужной форели при оборотной системе водоснабжения .....	11
<b>Глава 2. Разведение и выращивание рыбы в установках с замкнутым циклом водообеспечения</b> .....	18
Преимущества, устройство и принцип работы установок с замкнутым циклом водообеспечения .....	18
Выращивание рыбы в установке ВНИИПРХ .....	23
Выращивание рыбы в рыбоводной компактной установке Верх-Исетского металлургического завода .....	25
Выращивание рыбы в установке с замкнутым циклом водообеспечения «Штелерматик» .....	29
Выращивание рыбы в установке «Биорек» .....	35
Выращивание рыбы в замкнутых установках по круглогодичной или полициклической технологии .....	39
<b>Глава 3. Тепловодное промышленное хозяйство</b> .....	41
Условия разведения и выращивания рыбы в тепловодных промышленных хозяйствах .....	41
Разведение и выращивание карпа промышленными методами на теплых водах ГРЭС, ТЭЦ и АЭС .....	49
Разведение и выращивание осетровых рыб промышленными методами .....	58
Разведение и выращивание канального сома в промышленных условиях .....	69
Разведение и выращивание тиляпий в промышленных хозяйствах .....	74
Выращивание угря в промышленных условиях .....	82
Технология выращивания посадочного материала форели в установке с замкнутым циклом водообеспечения .....	98
<b>Глава 4. Интенсификация и техническое обеспечение промышленного рыбоводства</b> .....	109
Применение анестезирующих веществ в промышленном рыбоводстве .....	109



Корма и кормление рыбы в индустриальных условиях .....	113
Бонитировка рыб в индустриальных хозяйствах .....	126
Механизация и автоматизация производственных процессов в индустриальном рыбоводстве .....	137
Транспортировка спермы, икры, личинок, молоди, товарной рыбы и производителей .....	150
Литература .....	158

## ГЛАВА 1. Выращивание рыбы в системах с оборотным водоснабжением

### *Использование бассейнов для выращивания рыбы*

Преимущество бассейнов по сравнению с садками заключается в возможности регулирования условий содержания, интенсивности и характера водообмена, обеспечения благоприятного температурного и гидрохимического режимов для выращивания рыбы, возможности организации непрерывного производства товарной продукции. В бассейновых хозяйствах, отличающихся более высокой надежностью, возможна полная механизация и автоматизация большинства рыбоводных процессов. Создаются условия для очистки воды и организации оборотной системы водоснабжения.

Первоначально бассейны использовались для выращивания декоративных аквариумных рыб (в Японии, США, на Кубе). В середине XX в. японские рыбоводы стали использовать бассейны для выращивания карпа, угря и других видов рыб. В 60-е гг. XX в. продуктивность бассейновых хозяйств в Японии достигла  $200 \text{ кг/м}^2$ . Позднее бассейновые рыбоводные хозяйства получили широкое распространение и в других странах. В Германии на действующих рыбоводных предприятиях, использующих теплую воду, размер бассейнов колеблется от 10 до  $100 \text{ м}^2$  (оптимальной площадью там считают не более  $50 \text{ м}^2$ ).

Бассейны, как правило, имеют небольшую площадь ( $5\text{--}50 \text{ м}^2$ ). Форма бассейнов также сильно варьирует. В настоящее время в основном используются прямоугольные бассейны с соотношением сторон  $1 : 4$ . Бассейны имеют обычно небольшую глубину ( $0,5\text{--}0,7 \text{ м}$ ).

В нашей стране бассейновые хозяйства обычно строятся на базе ТЭЦ и АЭС, а также промышленных предприятий. В настоящее время около 10% производственных площадей в тепловодных хозяйствах Российской Федерации и около 50% площадей на Украине приходится на бассейновые хозяйства. Опыт бассейнового выращивания рыб в Киевском тепловодном хозяйстве показывает, что в бассейнах с прямой системой водоснабжения рыбы растут лучше, чем в садках.

Бассейновые хозяйства бывают холодноводные и тепловодные, нагульные или полносистемные. Размещаются они как на открытых площадках, так и в закрытых помещениях (питомный комплекс – только в закрытом помещении). В качестве объекта выращивания чаще всего используют радужную форель (холодноводные хозяйства) и карпа (теповодные хозяйства).

При бассейновом выращивании рыбы применяют высокие плотности посадки (до  $400 \text{ шт/м}^3$  для товарного карпа и до  $150 \text{ шт/м}^3$  для

товарной форели). Кормление рыбы ведется искусственными полноценными кормосмесями. Удаление продуктов жизнедеятельности рыб и остатков кормов осуществляется путем интенсивного водообмена.

Эффективность выращивания рыбы в бассейнах во многом определяется интенсивностью водообмена и качеством воды. Водообмен в них обеспечивается механической подачей воды, что связано со значительными затратами электроэнергии. При этом требуется строительство дорогостоящих водозаборных сооружений с насосной станцией, водоподающих и сбросных сетей, а также строительство крупных очистных сооружений для очистки воды, использованной бассейновыми хозяйствами. Поэтому весьма актуальна задача снижения водопотребления в бассейновых хозяйствах.

Снижение общего водопотребления может быть обеспечено путем повторного использования воды в циркуляционных рыбоводных системах. В Германии созданы промышленные рыбоводные предприятия, в технологической схеме которых вода используется до 10 раз (поступление свежей воды составляет всего 10% общего водообмена). Циркуляция воды осуществляется одновременно с обогащением ее кислородом. Каждый бассейн имеет самостоятельную циркуляционную систему, что препятствует распространению эпизоотии. Средняя норма водопотребления в бассейновых хозяйствах Германии составляет 2,0 л/с на 1 ц выращиваемой рыбы. Результаты выращивания рыбы в бассейнах определяются не только количеством поступающей воды, но и гидравлическим режимом, складывающимся в бассейнах. Конструкция бассейнов и система водоподачи должны обеспечивать ламинарность потока по всему сечению бассейна (рис. 1, 2).

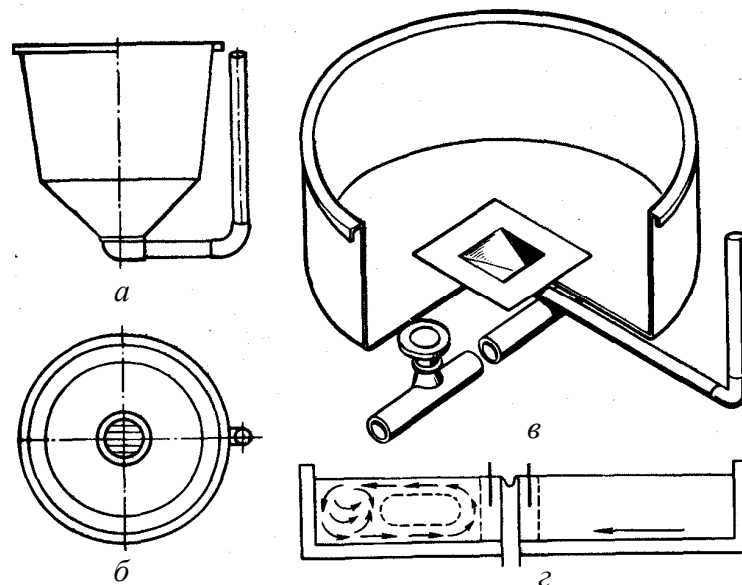


Рис. 1. Круглые стеклопластиковые бассейны диаметром 1,5 м для молоди, товарной рыбы и ремонтно-маточного стада форели: а – вид сбоку; б – вид сверху; в – общий вид; г – схема циркуляции воды в круглом бассейне

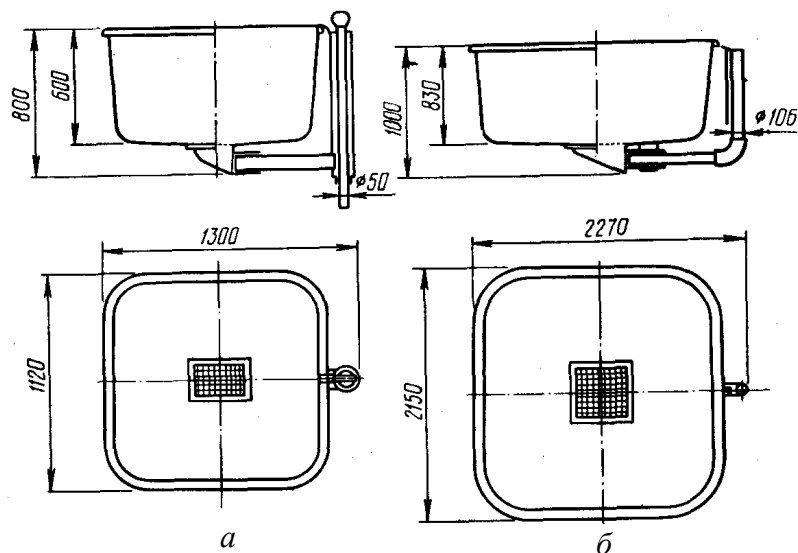


Рис. 2. Стеклопластиковые монолитные бассейны с закругленными углами:  
а – для молоди; б – для товарной рыбы

Время пребывания загрязненной воды в бассейне и траектория ее выноса должны быть сокращены до минимума. Институтом «Гидропроект» разработана конструкция бассейна, в определенной степени удовлетворяющая перечисленным требованиям (рис. 3). Размер бассейна составляет  $6 \times 3$  м с уклоном дна  $1 : 100$ , глубина воды – 60–65 см. На дне бассейна закреплена жалюзийная решетка на расстоянии 3 см от дна. Расстояние между элементами жалюзийной решетки – 6–7 см. Ламинарность потока поступающей воды обеспечивается перфорированной стенкой в головной части бассейна. Слив отработанной воды из бассейна проводится через низовую стенку шириной 2,5 м по всему фронту. Донный грязесборник оборудован задвижками, работающими в автоматическом режиме.

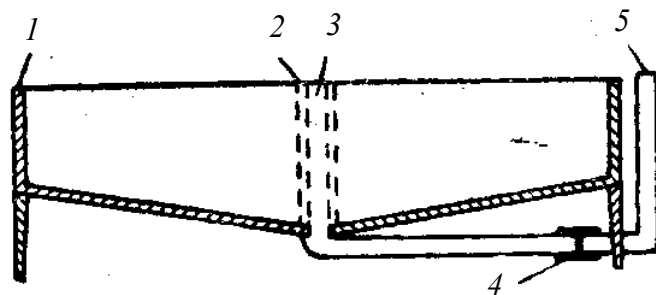


Рис. 3. Бассейн для подращивания личинок рыб, выполненный по конструкции «Гидропроекта»: 1 – корпус; 2 – сетчатый сливной стакан; 3 – водослив; 4 – поворотная муфта; 5 – поворотная труба водослива

Совершенствование рыбоводных емкостей продолжается. С целью экономии производственной площади, максимального использования объемов рыбоводных помещений, выростных цехов предложены свое-

образные рыбоводные емкости – силосы, которые широко применяются в рыбоводстве Германии (Методические указания ..., 1988).

Силосы – это рыбоводные бассейны, диаметр которых меньше их высоты, т. е. это емкости, в которых объем воды увеличен за счет столба (слоя) воды, что обеспечивает выращивание повышенного количества рыбы на единице площади (рис. 4). Эксплуатируются силосы различных типов, форм, размеров. Наиболее эффективными считаются силосы из мягкой, прочной ткани – поливинилхлоридной пленки, армированной полиамидным или полиэфирным волокном. Силосы из мягкой ткани монтируют в специальных каркасах. Они эксплуатируются до 10 лет. Силосы большого размера изготавливают из твердого пластика или металла. Диаметр их обычно не должен превышать 3–4 м, а высота – 3 м, так как молодь форели обычно держится на глубине 2,5 м.

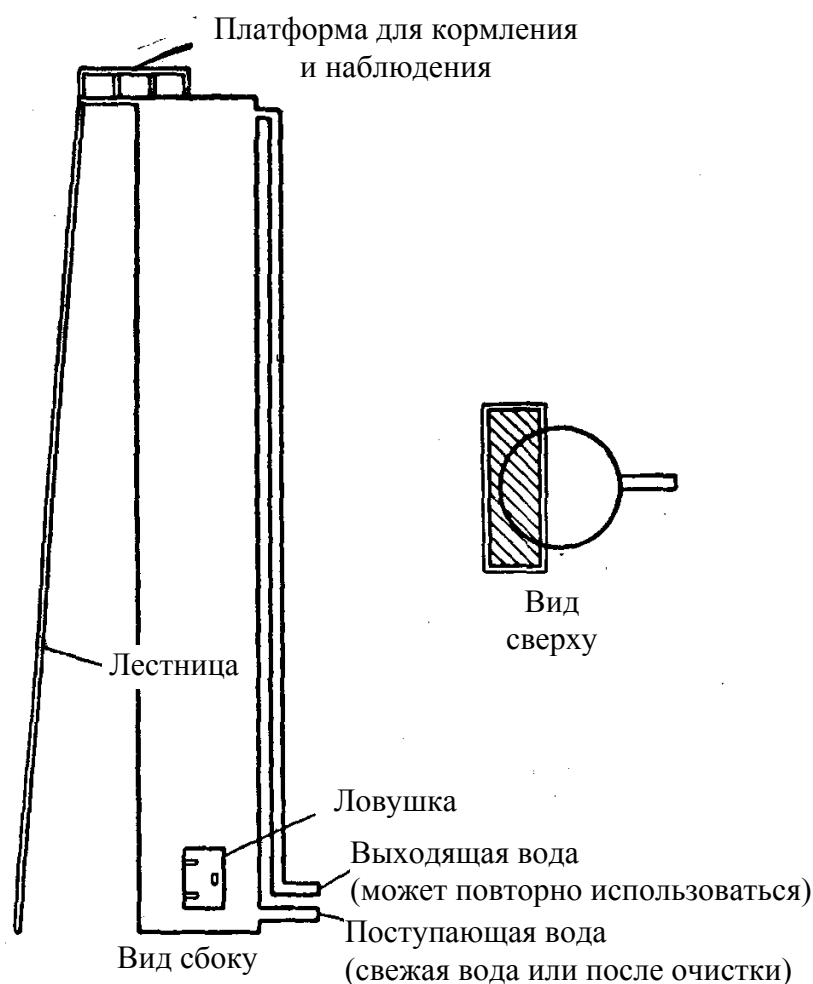


Рис. 4. Схема силосной емкости для культивирования рыб

Силос желательно изготавливать из полупрозрачного стеклопластика (полиэстера) – тогда в нем создаются условия равномерного рассеянного освещения всего объема воды. Уровень воды в силосе

поддерживают шлангом, проходящим по наружной стороне. Водоподачу осуществляют лотком или трубопроводом. Обслуживание проводят с мостков. Применяются силосы объемом 1,1–1,8 м<sup>3</sup> (для молоди) и 10–20 м<sup>3</sup> (нагульные).

Применение силосов в рыбоводстве наряду с экономией площади и более рациональным использованием площади выростных цехов уменьшает эксплуатационные расходы, повышает производительность труда. Их легко монтировать. Почти полная возможность самоочистки от седиментов связана с тем, что их канализационное оборудование находится выше уровня пола.

Для предприятий индустриального типа в нашей стране создан ИУФ – рыбоводный бассейн в виде вертикальной цилиндрической установки (рис. 5). В таком бассейне на 1 м<sup>2</sup> площади можно выращивать до 200 кг форели при расходе воды 0,014 л/с на 1 кг массы.

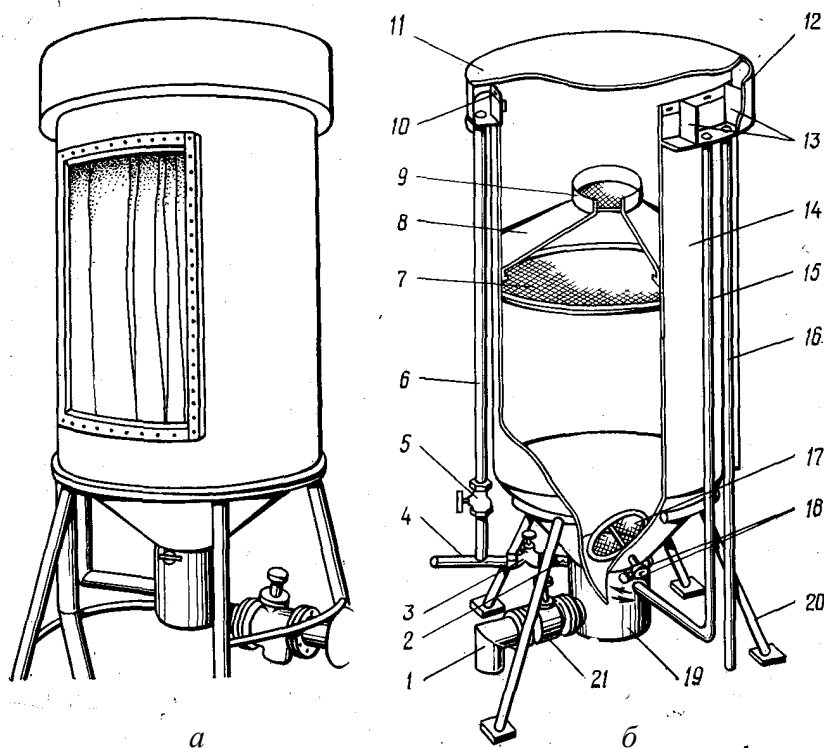


Рис. 5. Вертикальная цилиндрическая установка ИУФ для выращивания рыб:  
 а – общий вид в рабочем состоянии; б – конструктивные особенности;  
 1 – труба для выпуска рыбы и отходов; 2, 4, 6 – трубы для подачи воды;  
 3 – вентиль для подачи воды в нижнюю часть установки; 5 – вентиль для подачи воды в верхнюю часть установки; 7 – сетчатое съёмное дно для свободных эмбрионов и личинок; 8 – съёмное сетчатое ограждение; 9 – рамка для инкубации икры; 10 – экран для направления воды на инкубируемую икру;  
 11 – крышка; 12 – желоб для распределения воды; 13 – шандоры;  
 14 – стенка цилиндрической емкости; 15, 16 – трубы для отвода воды;  
 17 – подвижная сетка; 18 – фиксатор подвижной сетки;  
 19 – конусообразное дно; 20 – стойки; 21 – вентиль для спуска воды

В последние годы появились новые конструкции бассейнов для выращивания рыб индустриальными методами, предназначенные для культивирования различных видов рыб и беспозвоночных. Дальнейшее совершенствование рыбоводного оборудования, в том числе бассейнов, позволит повысить эффективность рыбоводства, особенно индустриальными методами.

Одной из разновидностей бассейнового хозяйства являются рыбоводные хозяйства с регулируемым температурным и гидрохимическим режимами. Технология таких рыбоводных предприятий основана на оптимизации условий выращивания всех возрастных групп культивируемых видов рыб, круглогодичной схеме воспроизводства и выращивания рыб, обеспечивающей равномерную загрузку и постоянную эксплуатацию всего технологического оборудования.

Теоретической основой технологии промышленного производства рыбы является разработка методов оптимизации основных параметров водной среды – температурного режима, гидрохимического режима, водообмена, а также условий кормления рыбы.

При определении оптимальных температур как биотехнических нормативов производственного выращивания рыб необходимо учитывать не только влияние температуры на уровень биологических процессов в организме рыб и использование ими питательных веществ корма, но и возможное ухудшение гидрохимического режима, например снижение содержания кислорода. При оптимизации температурного режима необходимо иметь в виду связь температуры воды, количества и качества кормов. Так, при выращивании молоди карпа максимальный прирост наблюдается при температуре воды 30–32°C, использовании полноценных кормовых смесей с высоким содержанием протеина (35–40%) и кормлении рыбы по поедаемости. При скармливании молоди менее полноценных кормов с низким содержанием протеина, а также при недостатке кормов оптимальной является более низкая температура – 27–29°C. Установлено также, что преимущественное накопление протеина происходит при более низкой температуре, чем жира (Романенко, 1979). Таким образом, регулируя температурный режим в бассейнах, можно создавать условия для наиболее интенсивного роста рыб с учетом конкретных условий хозяйства.

В последние годы в нашей стране создан ряд рыбоводных хозяйств с регулируемым температурным режимом при промышленных предприятиях. Широкую известность получил рыбоводный участок Верх-Исетского металлургического завода в г. Екатеринбурге. На Западно-Сибирском металлургическом комбинате в г. Новокузнецке создано хозяйство с круглогодичным выращиванием посадочного материала и товарной рыбы в бассейнах по поточному методу. Применение

этой технологии дает возможность увеличить производство рыбы с единицы площади бассейнов в 3–4 раза. Рыба выращивается от икры до товарной массы на замкнутом цикле водоснабжения.

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

Увеличение потребления воды промышленными, сельскохозяйственными и коммунальными предприятиями и исчерпание мощных чистых водоисточников вынуждает прибегать к использованию оборотного водоснабжения в рыбоводстве. 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 (Каспин, Луньков, Шлихунов, 1976), 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. В равной степени это относится и к разведению лососей, сигов, карпов и растительноядных рыб, где перевод инкубационно-мальковых цехов на оборотное водоснабжение в ряде случаев обещает не меньшую выгоду, чем в форелеводстве (Лавровский, 1981).

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 взвесями. 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 большинстве случаев положение дел можно улучшить, создав систему оборотного водоснабжения инкубационного цеха или цеха подращивания молоди из родникового водоснабжения или артезианской скважины. Относительно небольшое количество воды, требующейся для системы оборотного водоснабжения, может быть получено и из обычного поверхностного водоисточника (реки, пруда, озера) после тщательной фильтрации и обработки ультрафиолетовыми лучами (Лавровский, 1976).

В подмосковном форелевом хозяйстве «Сходня» из-за загрязнения поверхностного водоисточника – головного пруда (площадь 40,5 га) промышленными и сельскохозяйственными стоками, высоких темпе-



ратур воды (до 28°C) в летнее время, массового распространения ихтиофтириоза и диплостомоза молодь форели слеpla 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 низкой температурой (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, 1976; Бутусова, 1985 а, б). Устройство системы оборотного водоснабжения приведено на рис. 6.

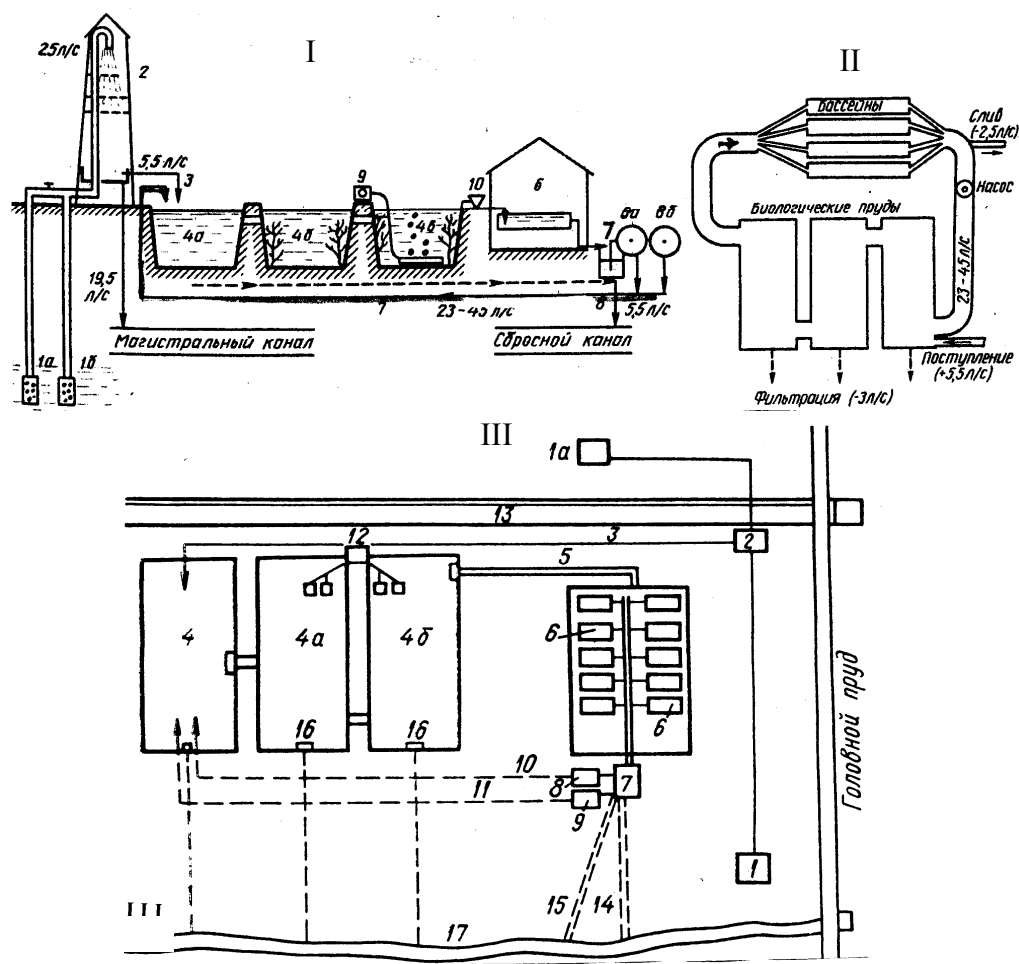


Рис. 6. Устройство системы оборотного водоснабжения (СОВ) в подмосковном форелевом хозяйстве «Сходня»: I – в разрезе, II – распределение водотока, III – план; 1 – артезианская скважина; 2 – градирня-аэрактор; 3 – трубопровод; 4 – пруды-отстойники; 5 – водоподающий канал в цех; 6 – мальковые бассейны с размерами 4 × 1,4 × 0,4 м; 7 – водоприемник; 8 – насос; 9 – насос; 10 – подача воды; 11 – подача воды; 12 – аэракторы; 13 – магистральный канал; 14 – сливная труба; 15 – переливная труба; 16 – донные водоспуски; 17 – сбросной канал

Система состоит из двух артезианских скважин *1а*, *1б*, одна из которых является запасной, градирни-аэратора *2*, трубопровода артезианской воды *3*, трех последовательно соединенных между собой биологических прудов *4а*, *4б*, *4в*, которые одновременно выполняют роль отстойников-согревателей, 30 мальковых металлических бассейнов, расположенных в инкубационно-мальковом цехе *б* и под навесом рядом с ним, основного и запасного электронасосов обратного водоснабжения *8*, *9*, трубопровода и лотка оборотной воды *7*, переливной трубы для отработанной воды *15*, аэратора *12*, автоматического сигнализатора уровня режима *10*. Специальной канализации для отвода из бассейнов остатков кормов и экскрементов не имеется. Их собирают из бассейнов сифонами в сетчатые ящики и выносят на иловую площадку для просушивания.

Обе артезианские скважины одновременно включаются только в самые жаркие летние дни. Обычно систему обратного 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 обратного водоснабжения, а затем последовательно в два другие пруда, где она прогревается за счет солнечной энергии до 12–17°C. Биологические пруды отстойники имеют площадь 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 суток. Вода в прудах обогащается кислородом благодаря фотосинтетической деятельности водорослей, в основном нитчатых, и аэрируется аэраторами О-38Б и С-16. 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 после прохождения воды через биофильтр и аэротенки. Пруды строят небольшими по площади (0,5–1,5 га) и последовательно соединенными друг с другом. 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  $4 \times 1,4 \times 0,4$  м (площадь –  $5 \text{ м}^2$ , объем –  $1,1 \text{ м}^3$ ). Молодь выращивают при слое воды 20 см, а в конце сезона уровень воды повышают до 30 см. Расход воды в каждом бассейне составляет от 1,5 л/с (в начале выращивания) и до 2,5 л/с (в конце). 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 *4a* и включается в круговорот.

Артезианская вода в системе используется 4–8 раз, поэтому ее расход в мальковых бассейнах при выращивании увеличивается с 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 и около 3 л/с теряется при фильтрации через ложе и дамбы биологических прудов. Потери на испарение обычно невелики и не учитываются.

При расходе 45 л/с через биологические пруды протекает за сутки около  $3900 \text{ м}^3$  воды. При таких расходах воды механические фильтры занимали 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 разного мусора.

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 поколений, 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 триходиномозом. Для подавления их применяют трехчасовые ванны из малахитового зеленого в концентрации  $0,2 \text{ г/м}^3$ , вносимого в мальковые бассейны без прекращения проточности. Ванны применяют, в зависимости от интенсивности инвазии, 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 ихтиопатологическом контроле.

Интенсивность заражения молоди форели диплостомозом обычно не превышает 10%, а экстенсивность доходит до 0,75 метацеркария – эти величины являются малыми.

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  $18,2 \text{ тыс. шт/м}^3$ ). В опытных бассейнах испытаны плотности  $27,3 \text{ тыс. шт/м}^3$ , 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  $1 \text{ м}^3$  бассейнов получают рекордную продукцию – до  $75\text{--}80 \text{ кг/м}^3$ , а в бассейнах с плотностью посадки 30 тыс. шт/м<sup>3</sup> – до  $95,5 \text{ кг/м}^3$ , или до 120 кг с бассейна.

Однако при промышленном выращивании при водообмене 8–10 минут не рекомендуется доводить уровень ихтиомассы выше  $60 \text{ кг/м}^3$ , так как это усложняет уход за молодью, снижает использование ею кормов на прирост, несколько ухудшает ее биохимические и физиологические показатели.

Система оборотного водоснабжения с отмеченными выше параметрами биологических прудов и уровня водообмена в состоянии обеспечить в условиях средней полосы выращивание 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 0,1 л/с на кг до 0,03 л/с на 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% поражалась ихтиофтириозом и диплостомозом, массовых вспышек заболевания и гибели не отмечено. Подращенная 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 – до 50 г). Высокий темп роста сохраняется и на втором году жизни, и 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.

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 самоотеком вода из головного пруда.

Молодь в бассейнах кормят полноценными тестообразными кормами из селезенки крупного рогатого скота с добавлением рыбной и мясокостной муки, ржаной муки, рыбьего жира, отсевов гранулированного форелевого корма ГосНИОРХ, витаминного премикса. Кормовой коэффициент при выращивании молоди форели составлял около 5,5. Для уменьшения размываемости корма молодь, начиная со средней массы 2 г, кормят из аэрокормушек, благодаря чему затраты корма 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 очищенных подземных вод для водоснабжения рыбоводных систем. Пример работы хозяйства «Сходня» свидетельствует о существенных резервах, которые имеются в индустриальном рыбоводстве

На основе опыта работы рыбхоза «Сходня» были созданы питомники с оборотным водоснабжением «Пуца-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.

Выращивание форели в промышленных системах оборотного водоснабжения требует круглосуточной работы механизмов, надежного энергоснабжения и налаженной работы служб обеспечения.

*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 водоисточника, 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. Еженедельно проводят ихтиопатологический контроль за выращиваемой молодью. При отказе от корма и прекращения роста молоди ее тщательно обследуют, выясняя причину.

Борьба с апиозомозом и триходиномозом проводится путем проведения 3–4 ванн из малахитового зеленого (0,15 мг/л) в течение трех часов через 1–2 дня. 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. Для повышения тонуса молоди после проведения ванн из малахитового зеленого желательно провести ванны из 2%-ной поваренной соли в течение одного часа.

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 для спуска и осушения.

После промывки пруды вновь включают в систему оборота. В зимний период пруды-отстойники осушают, их ложе 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 в обычных условиях. Молодь в этих случаях хотя и поражается диплостомозом и ихтиофтириозом, но значительно легче переносит заболевания, сохраняя хороший темп роста. Двухлетки форели, несмотря на 100% поражение ихтиофтириозом и диплостомозом, сохраняли хороший темп роста и достигали товарной массы 250–300 г.

#### *Контрольные вопросы*

1. В чем заключаются преимущества бассейнового метода выращивания рыбы?
2. Дайте общую характеристику бассейнов, используемых для выращивания рыбы.
3. Что из себя представляют силосы?
4. Каковы условия выращивания рыбы в бассейнах?
5. Назовите методы оптимизации параметров среды при выращивании рыбы в бассейнах.
6. Каковы причины, вызывающие необходимость выращивания рыб при оборотном водоснабжении?
7. В чем заключаются преимущества и недостатки выращивания рыб в СОВ?
8. Назовите основные сооружения, составляющие СОВ.
9. Каков возможный период работы СОВ на протяжении года?
10. Перечислите принципы очистки отработанной воды в СОВ.

## **ГЛАВА 2. Разведение и выращивание рыбы в установках с замкнутым циклом водообеспечения**

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

В настоящее время основную часть рыбы выращивают в прудах, где земля является естественной основой производства, важнейшим элементом биологического процесса. В индустриальном рыбоводстве (садки, бассейны) естественные свойства земли как элемента самого производства утрачивают свое значение. Кроме того, выращивание

рыбы в прудах, садках, бассейнах зависит от внешних факторов среды. Производство рыбы в прудах требует достаточно больших расходов воды – до 30 тыс. м<sup>3</sup>, а в бассейнах – до 10 тыс. м<sup>3</sup> на 1 т рыбы.

При выращивании рыбы в бассейнах при плотности 100 кг/м<sup>3</sup> и более возникает необходимость ее очистки перед сбросом в водоемы. Все это приводит к тому, что лимитирующими факторами в увеличении производства рыбы выступают земля, вода и окружающая среда.

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 фактор – корма соответствующего качества.

Выращивание рыбы в УЗВ по сравнению с традиционными методами рыбоводства имеет следующие преимущества (Апостол и др., 1985):

- обеспечивает круглогодичное производство;
- обеспечивает 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;
- производство находится непосредственно в местах потребления, что исключает транспортные расходы на большие расстояния.

Кроме того, 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. Таким образом, эксплуатация УЗВ открывает путь к безотходному производству рыбной продукции.

Именно эти предпосылки вызвали в последнее время интерес во всем мире к выращиванию рыбы в УЗВ.

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.

Рыбоводные емкости в УЗВ несколько отличаются от традиционных горизонтальных бассейнов, уровень воды в которых обычно уста-



навливается на высоте 80–100 см. Для более рационального использования объемов помещений, удобств обслуживания следует использовать силосы – цилиндрические бассейны диаметром 1,5–2 и высотой 2–3 м с конусным основанием. В таких бассейнах практически весь корм потребляется рыбой, полнее используется растворенный в воде кислород, улучшается процесс самоочистки.

*Очистка воды в УЗВ.* Основным устройством в установке замкнутого водообеспечения является блок очистки воды, который служит для удаления из оборотной воды взвесей (остатки корма, экскременты рыбы, отработанный ил и биопленка), растворенных метаболитов рыб.

Принцип действия блоков очистки, его конструктивные особенности зависят от положенного в его основу метода очистки. Большинство применяемых методов можно разделить на четыре группы: 1) физические; 2) химические; 3) физико-химические; 4) биологические. Наиболее эффективным оказался биологический метод. Принципиально этот метод реализуется в двух направлениях: в качестве блока биологической очистки используются аэротенки и биофильтры, где рабочим элементом являются соответственно взвешенный ил и прикрепленная биопленка. Основной недостаток аэротенков – их большие габариты. После рыбоводных бассейнов, с точки зрения водоочистки, вода выходит условно чистой. Получить необходимую концентрацию ила в аэротенках сложно, поэтому для нормальной работы установки на базе аэротенка его объем должен превышать объем рыбоводных емкостей в 7–10 раз.

Широко известны следующие типы биофильтров: 1) капельные; 2) погружные; 3) вертикальные; 4) с вращающимися дисками.

В капельных биофильтрах вода поступает сверху и под действием силы тяжести проходит через него с такой скоростью, что не покрывает наполнитель, хотя все внутренние части фильтра остаются постоянно смоченными. Крупные капельные фильтры оборудованы вращающимися устройствами, которые равномерно распределяют воду над наполнителем (гравий, ракушечник). Капельные фильтры могут размещаться в несколько ярусов (полочный биофильтр).

Погруженные биофильтры по конструкции сходны с фильтрами грубой очистки, однако в них есть среда, на которой развиваются бактерии. Вода входит с одного конца фильтра, проходит через наполнитель и выходит с противоположного конца.

В вертикальных фильтрах вода поступает в нижнюю часть, проходит вверх через наполнитель и выходит из верхней части. В этот фильтр может быть встроен фильтр грубой очистки, который расположен ниже уровня поступления воды.

Во всех биофильтрах наблюдается тенденция к накоплению взвешенного вещества по мере того, как масса бактерий отделяется от

стенок и наполнителя. В связи с этим рекомендуется в днище фильтра устраивать сливной клапан, через который по мере необходимости удаляется накопившийся осадок.

В фильтре с вращающимся диском наполнитель перемещается через воду, в то время как в погруженных, капельных и вертикальных фильтрах он неподвижен. Фильтр состоит из большого числа вращающихся пластин, насаженных на общую ось. На этих пластинах развиваются бактерии. Попеременное поступление в емкость воды, загрязненной продуктами обмена и воздуха, обеспечивает постоянное снабжение бактерий питательными веществами и кислородом.

Задачами блока регенерации воды являются насыщение воды кислородом, поддержание заданной температуры и регулирование рН. Для насыщения воды кислородом применяются аэраторы и оксигенаторы. В первом случае используется кислород воздуха, во втором – свободный кислород. Оксигенатор представляет собой вертикальный бак, в который под давлением подается кислород. Сверху поступает вода, которая разбрызгивается или, если оксигенатор с наполнителем, омывает его, собирается в нижней части и подается на выход. Он состоит из цилиндра диаметром 1,6 м и высотой 8 м. Поступающая в него вода падает через распределители на решетчатую деревянную насадку, которая дробит воду на мелкие струи. Кислород в оксигенатор подается снизу и распыляется через мелкопористые керамические блоки. Такой оксигенатор имеет хорошую эффективность использования кислорода – до 96%. При единовременной ихтиомассе в установке, равной 10 т, расходуется 3 м<sup>3</sup>/ч кислорода.

Насыщенная кислородом вода из оксигенатора поступает в рыбо-водные бассейны из расчета 60–110 м<sup>3</sup>/ч воды, или 2–4 л/с на 1 т ихтиомассы. На очистку направляется не вся отводимая из бассейнов вода, а только 20–50%. Остальная вода, минуя очистные сооружения, поступает в приемный бак перед насосами.

Температура воды в установке составляет 22–25°C. Содержание кислорода в воде на выходе в бассейны – 25–30 мг/л, на выходе – не менее 6 мг/л. Удельный расход кислорода составляет 0,04–0,08 мг О<sub>2</sub>/с на 1 кг ихтиомассы. Для поддержания нужной температуры воды используют бойлеры или электронагревательные приборы.

Качество воды в установке с замкнутым циклом водоснабжения необходимо контролировать путем отбора проб из выходящей после фильтра воды ежедневно. При ухудшении очистки воды в биофильтре необходимо изменить количество воды, проходящей через него, увеличить подачу воздуха или кислорода, добавить наполнитель или уменьшить плотность посадки рыбы.

В оборотной воде могут накапливаться такие токсичные для рыб вещества, как аммоний ( $\text{NH}_4$ ), нитриты ( $\text{NO}_2$ ), нитраты ( $\text{NO}_3$ ) и др. Наибольшую опасность для рыб представляет собой аммиак ( $\text{NH}_3$ ) (табл. 1).

Таблица 1

**Количество свободного аммиака, образующегося в воде  
в зависимости от pH и температуры воды, %**

pH	Температура воды, °C					
	5	10	15	20	23	25
6	0,0125	0,0186	0,0274	0,0397	0,05	0,06
6,5	0,0395	0,0586	0,865	0,125	–	–
7,0	0,394	0,586	0,859	1,24	0,49	0,57
8,0	1,23	1,83	2,67	3,82	4,70	5,38
8,5	3,08	5,60	8,00	11,10	13,50	15,30

Для устранения токсических веществ в установки вводят узел денитрификации.

В некоторых установках с замкнутым циклом водоснабжения используют вторичный отстойник, или осветлитель. По конструкции он не отличается от первичного и предназначен для сбора твердых взвешенных веществ, прошедших через биофильтр. При наличии устройств по очистке воды от взвешенных веществ перед биофильтром и после него количество взвешенных частиц в рыбоводных бассейнах не превышает 25 мг/л, что не вызывает ухудшения физиологического состояния рыб.

Добиться удаления нитратов, фосфатов и взвешенных частиц можно включив в систему водные растения. Блок с ними располагают сразу за фильтром или окончательным осветлителем либо помещают их в осветлитель. Для этого можно использовать водный гиацинт (*Eichhornia crassiper*) или водяной китайский каштан (*Eleocharis dulch*). Каждое из этих растений быстро растет и эффективно извлекает из воды различные вещества.

По качеству вода должна соответствовать воде, используемой в прудовых форелевых и карповых хозяйствах, но по азотистым соединениям и количеству взвешенных частиц при pH 6,5–7,5 к ней предъявляются несколько иные требования (табл. 2).

Таблица 2

**Количество азотистых соединений и взвешенных веществ,  
допустимое в установках с замкнутым циклом водоснабжения, мг/л**

Название вещества	Карп	Форель
1	2	3
Инкубация икры и выдерживание личинок		
$\text{NH}_4 - \text{NH}_3$	2,0	0,5
$\text{NO}_2$	0,12	0,12

1	2	3
NO <sub>3</sub>	5–10	5
Взвесь	5–10	До 10
Выращивание молоди		
NH <sub>4</sub> – NH <sub>3</sub>	4	2
NO <sub>2</sub>	0,2	0,12
NO <sub>3</sub>	До 60	До 55
Взвесь	До 30	До 20
Выращивание товарной рыбы		
NH <sub>4</sub> – NH <sub>3</sub>	6,0	2,5
NO <sub>2</sub>	0,3	0,2
NO <sub>3</sub>	100	До 60
Взвесь	До 60	До 25

В России разработаны блоки биологической очистки воды производительностью 10, 20 и 80 м<sup>3</sup>/г оборотной воды. В качестве наполнителя в них используется перфорированная пленка. Верхняя часть фильтра – орошаемая, нижняя – погружная. Фильтр имеет зоны нитрификации и денитрификации. На базе этих фильтров разработаны установки с замкнутым циклом водоиспользования для выращивания посадочного материала и товарной рыбы.

### **Выращивание рыбы в установке ВНИИПРХ**

На основе опыта практического применения во ВНИИПРХ разработан головной образец серийной установки для круглогодичного выращивания рыбопосадочного материала карпа (Киселев, 1997; Орлов 1990).

Эта установка может быть использована как самостоятельно, так и в составе рыбоводных комплексов в кооперации с прудовыми, садковыми и бассейновыми хозяйствами. Подрощенная молодь (до 2 г) может быть получена в оптимальные сроки для прудовых хозяйств любой климатической зоны, молодь массой до 10–50 г может быть использована для обеспечения УЗВ, бассейновых и садковых тепловодных хозяйств.

Установка ВНИИПРХ построена в 1986 г., обладает мощностью 10 т рыбопосадочного материала и занимает площадь 140 м<sup>2</sup>. Объем воды равен 60 м<sup>3</sup>, объем рыбоводных емкостей составляет 24 м<sup>3</sup>, в том числе 4 силоса по 4 м<sup>3</sup>, 4 силоса по 8 м<sup>3</sup> и емкость для адаптации рыбы 3 м<sup>3</sup>. Ее установочная мощность составляет 19 кВт/ч, расход топлива на подогрев воды – 7 тыс. ккал/ч, расход кислорода – 2160 м<sup>3</sup>/год, общий объем оборотной воды в системе – 480 м<sup>3</sup>/сутки, а расход подпиточной воды – 5880 м<sup>3</sup>/год.

Блок биологической очистки ВНИИПРХ представляет собой биофильтр производительностью  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$  оборотной воды (рис. 7). В процессе апробации этого биофильтра все блоки показали хорошую работоспособность, ему отдано предпочтение из-за меньших габаритов, простоты конструкции и возможности увеличения производительности. В биофильтре в качестве наполнителя используется перфорированная пленка. Верхняя часть его орошаемая, а нижняя – погружная, он имеет зоны нитрификации и денитрификации. Для более стабильной работы всех биофильтров необходимо предварительно очищать воду от механических примесей. Для этой цели можно использовать первичный отстойник, однако это приводит к резкому увеличению габаритов установки.

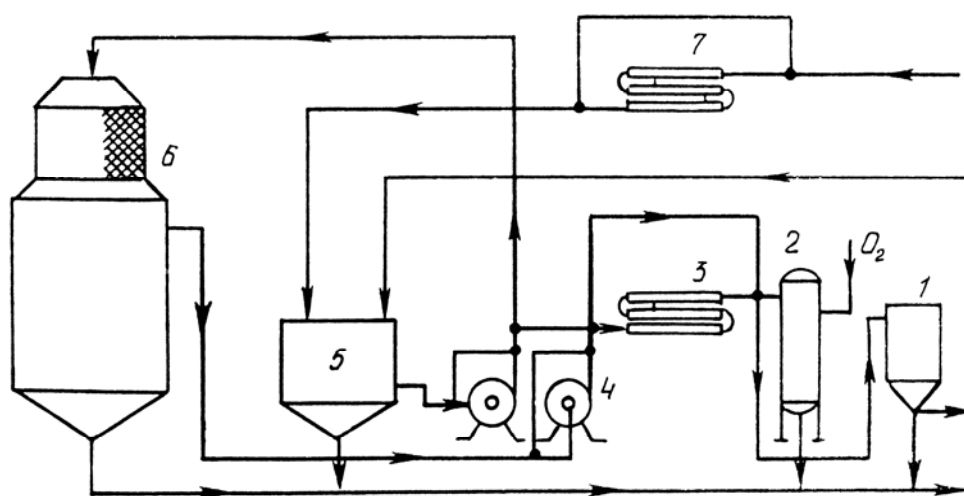


Рис. 7. Схема замкнутой установки ВНИИПРХ:  
 1 – рыболовные бассейны на  $2\text{--}4 \text{ м}^3$  воды (8 шт); 2 – оксигенатор;  
 3 – теплорегулятор; 4 – насосная станция ( $20\text{--}40 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $20\text{--}30 \text{ м}$  высоты);  
 5 – фильтр-отстойник ( $10 \text{ м}^3$ ); 6 – биофильтр ( $25\text{--}30 \text{ м}^3$ );  
 7 – подача свежей воды с терморегуляцией

Задачей блока регенерации является насыщение воды кислородом, поддержание заданной температуры, регулировка рН. Для этой цели, как правило, служат самостоятельные узлы.

Для насыщения воды кислородом применяются аэраторы и оксигенаторы. Для поддержания температуры воды на нужном уровне используют бойлеры вода – вода, пар – вода или электронагревательные элементы. Возможна непосредственная подача пара в воду. В каждом конкретном случае это определяется видом теплоносителя, имеющимся в наличии на предприятии.

Система регенерации воды состоит из отстойника диаметром  $2 \text{ м}$  и высотой  $2,55 \text{ м}$ , биофильтра емкостью  $37,5 \text{ м}^3$ , бактерицидной установки, оксигенатора, компрессора, бойлеров. Циркуляцию воды в сис-

теме обеспечивают 2 насоса, один из которых резервный. Для насыщения воды кислородом используется генератор кислорода «Ксорбокс» (Швеция). Обслуживание производится с металлических мостков. Для перемещения грузов используют электротельферы, а при кормлении применяют автоматические кормушки. Проектная мощность установки зависит от конечной массы выращенной рыбы и длительности ее выращивания. В этой установке можно выращивать как молодь карпа (табл. 3), так и производителей (табл. 4).

Таблица 3

**Проектная мощность установки для молоди карпа  
в зависимости от продолжительности выращивания**

Масса рыбы, г	Количество, тыс. шт	Общая масса, т	Длительность выращивания, сутки
1	300	0,3	30
10	200	2,0	50
50	160	8,0	80
Всего	660	10,3	–

Таблица 4

**Продолжительность выращивания ремонтного поголовья и содержания производителей в установке с замкнутым циклом водоснабжения**

Масса рыб, г	Продолжительность, сутки	Количество, шт.	Общая масса, кг	Отбор, %
0,0015–1	30	505	0,5	–
1–50	40	480	24,0	50
50–500	90	240	120,0	50
500–1000	60	120	120,0	–
1000–2000	120	120	240,0	50
2000–3500	120	30	105,5	–

Получение продукции предусмотрено за 4 цикла в год. Норматив использования составляет  $10,3 \text{ т} = 24 \text{ м}^3 = 429 \text{ кг/м}^3$  в год.

**Выращивание рыбы в рыбоводной компактной установке  
Верх-Исетского металлургического завода**

В подсобном хозяйстве Верх-Исетского металлургического завода (г. Екатеринбург) в 1979 г. создана высокоэффективная рыбоводная установка для выращивания рыбы промышленным способом (Бобылев, 1985).

Эта установка отличается простотой конструкции, надежностью в эксплуатации, применением отечественных типовых сооружений для очистки воды, эффективностью работы. Установка получила название «ВИЗ-РКУ<sub>(К)</sub>-240» (рис. 8).

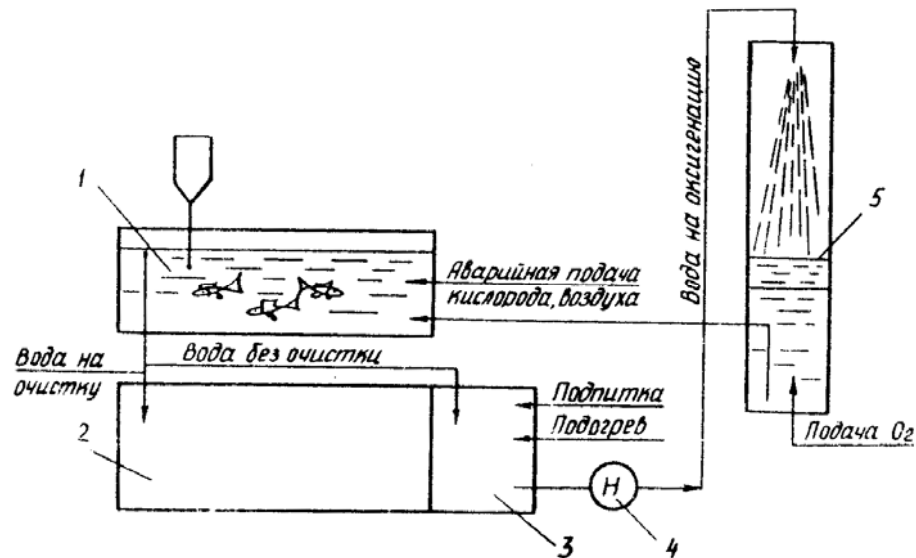


Рис. 8. Рыбоводная компактная установка ВИЗ-РКУ<sub>(К)</sub>-240:  
1 – рыбоводный бассейн; 2 – отстойник-окислитель; 3 – бойлер;  
4 – насос; 5 – оксигенатор

В установку входят 6 рыбоводных бассейнов по 10 м<sup>3</sup> каждый (рис. 9), типовые очистные компактные сооружения типа КУ, приемный резервуар, 2 насоса, оксигенатор. Площадь, занимаемая установкой со вспомогательным оборудованием, составляет 120 м<sup>2</sup>.

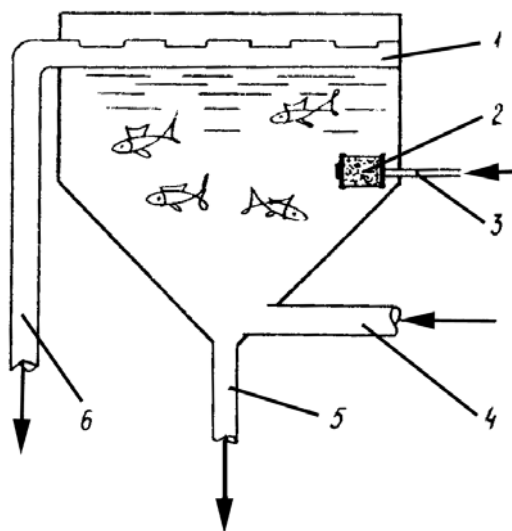


Рис. 9. Рыбоводный бассейн установки ВИЗ-РКУ<sub>(К)</sub>-240:  
1 – целевой трубопровод для сбора отработанной воды;  
2 – распылитель кислорода; 3 – аварийная подача кислорода; 4 – подача воды;  
5 – спуск воды из бассейна; 6 – подача отработанной воды  
на очистные сооружения

Блок биологической очистки, разработанный специалистами Верх-Исетского металлургического завода, получил название интегратора. Конструкция интегратора позволяет создать в нем слой взвешенного ила необходимой концентрации и тем самым уменьшить объем очистной емкости, который тем не менее превышает объем рыбоводных бассейнов в 3 раза. В настоящее время на предприятиях различных ведомств в качестве подобных устройств применяют несколько рыбоводных установок, использующих интеграторы.

Установка оснащена аварийной системой подачи кислорода и воздуха в бассейн с рыбой, которая в случае остановки насоса включается автоматически. Максимальная ихтиомасса в установке составляет 15 т карпа.

Рыбоводные бассейны представляют собой прямоугольные баки с коническим дном, размеры –  $2,5 \times 3$  м и высотой бассейна 2 м. Общий объем рыбоводных бассейнов –  $60 \text{ м}^3$ . Плотность посадки карпа доходит до  $250 \text{ кг/м}^3$ , соотношение рыбы в бассейне к его объему составляет 1 : 4.

Для очистки оборотной воды от загрязнений, поступающих в нее в процессе жизнедеятельности рыбы, применена типовая компактная установка КУ (рис. 10). Эта установка представляет собой аэротенк со встроенным вторичным отстойником. Размеры аэротенка составляют  $15 \times 6 \times 2$  м, объем –  $180 \text{ м}^3$ . Общий объем воды в установке –  $240 \text{ м}^3$ .

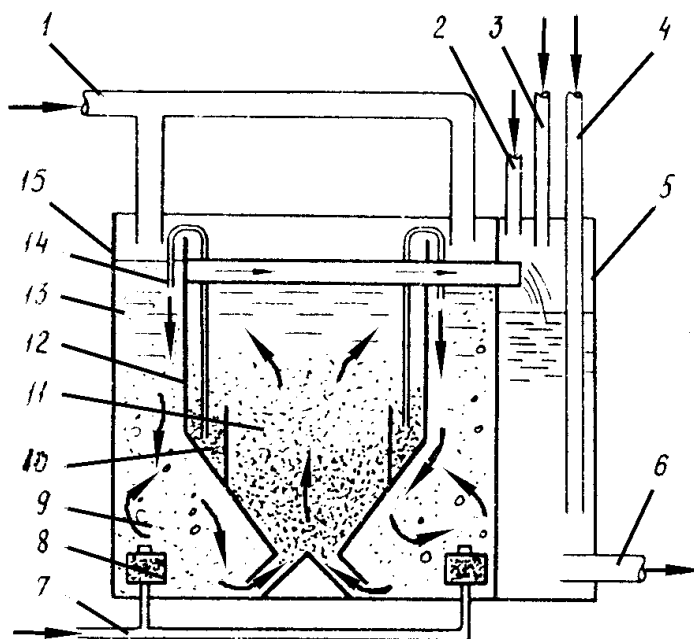
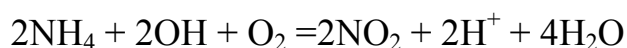


Рис. 10. Схема очистного сооружения компактной установки (КУ):  
 1 – подача воды из рыбоводных бассейнов на очистку; 2 – отвод неочищенной воды от рыбоводных бассейнов; 3 – подача свежей воды; 4 – подача пара на подогрев воды; 5 – приемный резервуар; 6 – подача очищенной воды на оксигенатор; 7 – воздуховод; 8 – распылитель воздуха; 9 – аэрируемая зона; 10 – карман для сбора активного ила; 11 – зона фильтрации и отстоя очищаемой воды; 12 – встроенный отстойник; 13 – лоток сбора очищенной воды; 14 – эрлифт регенерации активного ила; 15 – аэротенк

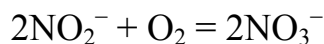


Очистка воды осуществляется в следующем порядке: вода из рыбобводных бассейнов самотеком поступает в аэрируемую зону КУ, где вступает в контакт с активным илом. Рабочая концентрация активного ила в этой зоне составляет 3–5 г/л.

Ил перемешивается воздухом, распыляемым через фильтросные трубы. В зоне аэрации органически связанный азот из остатков комбикорма и выделений рыб переводится в аммоний, который затем превращается в не токсичные для рыб соли азотной кислоты. Превращение совершается в две ступени. На первой ступени аммоний с помощью бактерий нитрозомонас переводится в нитриты по формуле



Вторая ступень нитрификации протекает с помощью нитробактера по формуле



Из зоны аэрации смесь оборотной воды с активным илом поступает во встроенный отстойник через щель в нижней части конуса, где происходит осаждение ила, фильтрация воды через взвешенный слой ила и денитрификация – восстановление  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$  до  $\text{N}_2$  или  $\text{N}_2\text{O}$ .

Химические показатели воды в установке поддерживаются на уровне, соответствующем нормативам ГосНИОРХ для тепловодных хозяйств.

Осветленная и прошедшая стадию денитрификации вода отводится из отстойника водосбросными лотками в приемный резервуар насосных агрегатов.

Величина удельного расхода кислорода (УРК) является одним из основных технологических показателей и свидетельствует о возможном физиологическом состоянии рыбы в установке.

Удельный расход кислорода вычисляется по формуле

$$\text{УРК} = \frac{(\text{O}_1 - \text{O}_2) \cdot Q}{P},$$

где УРК – удельный расход кислорода  $\text{O}_2$ , мг  $\text{O}_2/\text{с} \cdot \text{кг}$ ;

$\text{O}_1$ ,  $\text{O}_2$  – содержание растворенного кислорода в поступающей и выходящей воде, мг/л;

$P$  – ихтиомасса, кг;

$Q$  – расход воды, л/с;

Удельный расход воды вычисляется по формуле

$$\text{УРВ} = \frac{\text{УРК}}{\text{O}_1 - \text{O}_2}.$$

Удельный расход воды для мальков до 1 г составляет 0,4–0,6 мг  $\text{O}_2/\text{с} \cdot \text{кг}$ , от 1 до 10 г = 0,3 – 0,4 мг  $\text{O}_2/\text{с} \cdot \text{кг}$ .

Использование технического кислорода и усиление проточности позволяет увеличить уровень продуктивности современных хозяйств (в частности, форелевых) в 20–30 раз.

Зарыбление установки производится с учетом многоразового съема товарной рыбы. Для этого бассейны зарыбляются разноразмерным по массе посадочным материалом. Производительность установки определяется начальной индивидуальной массой посадочного материала и составляет 15–45 т товарной рыбы в год при конечной средней массе 1,2–1,7 кг. Длительность одного цикла составляет 120–150 суток.

Кормление карпа в установке осуществляется при помощи автокормушек. Применяется комбикорм рецептов 16–80 и К-110. Затраты комбикорма составляют 1,5–2,5 кг на 1 кг прироста карпа.

### ***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» (Гриневский, 1977).

Установка представляет собой циркуляционную систему для выращивания карпа, форели, угря или канального сомика с подогревом, очисткой и биологическим восстановлением воды для непрерывного действия. Установка состоит из окислительного бассейна, бассейна-отстойника, 6–8 проточных 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 сомика, 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».

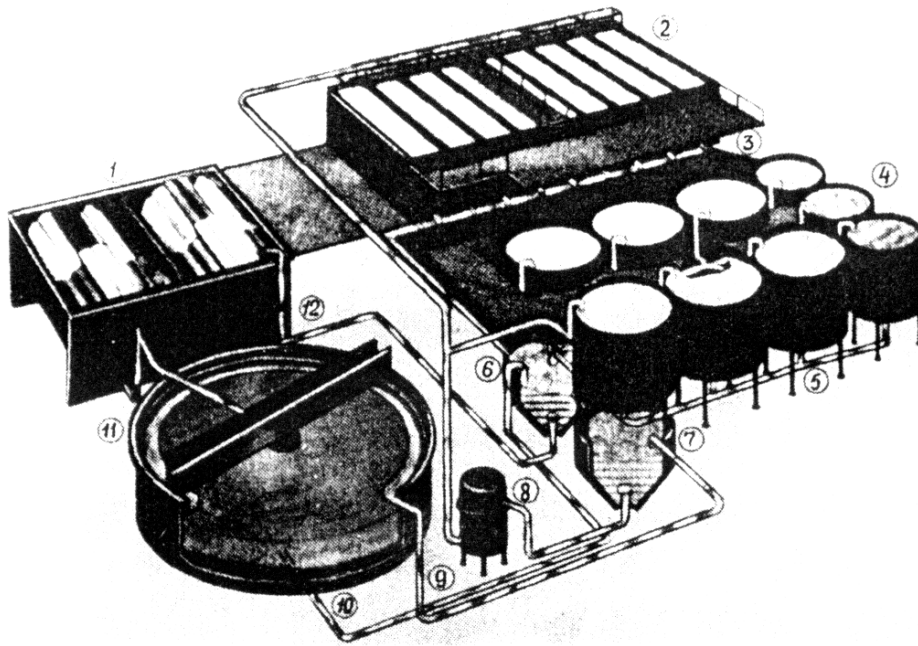


Рис. 11. Общий вид установки «Штелерматик»: 1 – биосекция; 2, 4 – рыбоводные бассейны; 3 – лоток-сборник; 5 – сток; 6 – насосный прямок-зумпф I; 7 – насосный прямок-зумпф II; 8 – оксигенатор; 9 – отстойник со сливом жидкости; 10 – регенерированный ил; 11 – бассейн-отстойник; 12 – трубопровод подачи сточной воды в биосекцию

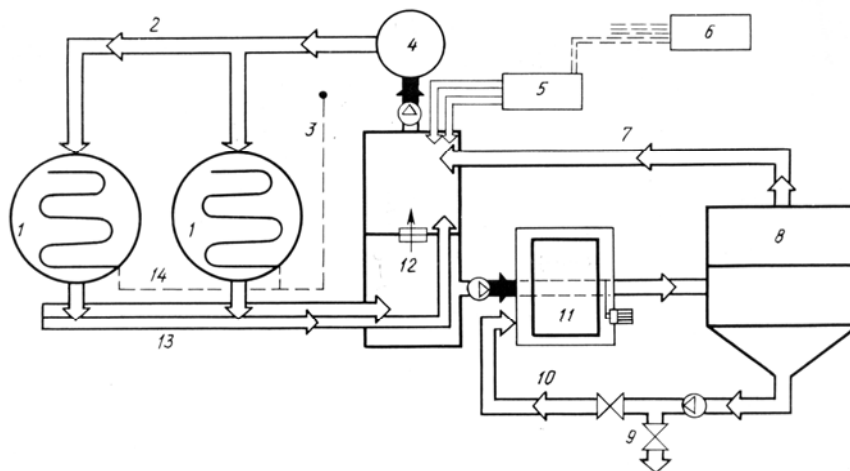


Рис. 12. Схема рыбоводной установки «Штелерматик»: 1 – бассейны для рыб; 2 – вток; 3 – устройство для аварийного обеспечения кислородом; 4 – оксигенатор; 5 – регулировка показателя рН; 6 – пусковая камера; 7 – отстой; 8 – бассейн-отстойник; 9 – избыточный ил; 10 – регенерированный ил; 11 – биосекция; 12 – слив из приемного бака I в бак II; 13 – лоток-сборник; 14 – сток

Рабочее тело представляет собой биопленку, закрепленную на вращающихся дисках, и взвешенный ил. В зависимости от необходимой производительности установки выпускаются блоками, различными по размеру и количеству секций (рис. 13).

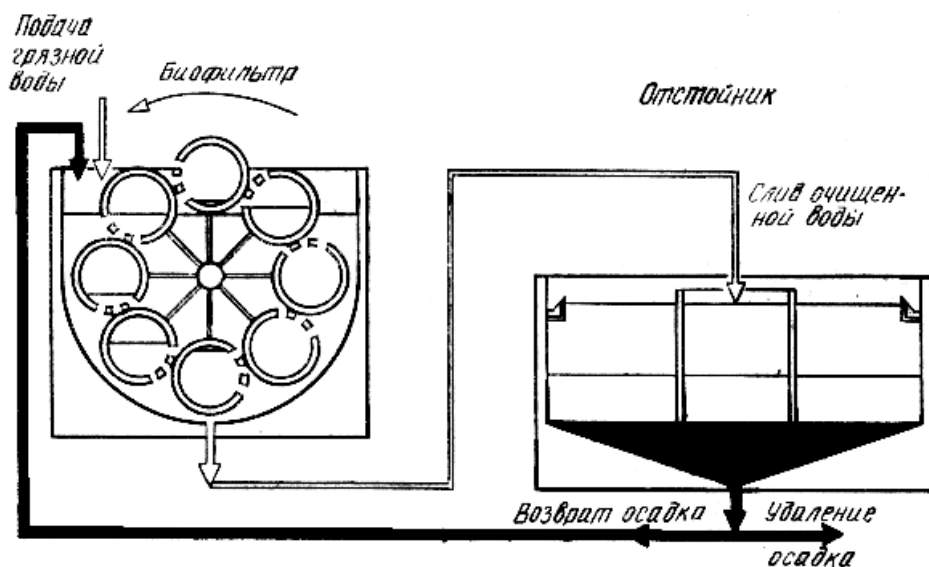


Рис. 13. Блок очистки загрязненной воды в установке «Штелерматик»

Для содержания и выращивания рыбы, независимо от ее вида и возраста, используются стандартные унифицированные бассейны, представляющие собой проточные прямоугольные емкости с почти вертикальными стенками, размером по дну  $3,5 \times 1,0$  м и высотой 1,0 м. Глубина наполнения бассейна в зависимости от массы и возраста рыбы изменяется от 0,4 до 0,6 м. Бассейны устанавливают с незначительным уклоном (падение дна от места подачи воды до сливного отверстия – всего 5 см). Поддержание необходимого по условиям выращивания рыбы уровня воды в бассейнах осуществляется поворотными трубами, на которых предусмотрены цилиндрические затворы с пневмопроводом, обеспечивающие быстрый сброс воды из бассейна без опускания самой поворотной трубы. Управление затворами осуществляется автоматически, установка поворотных труб производится вручную. Для изготовления бассейнов используется стеклопластик, армированный деревянными брусками и досками.

Окислительный бассейн представляет собой прямоугольную емкость с вертикальными стенками и вогнутым дном. Размер бассейна в плане составляет  $5,0 \times 2,4$  м, высота от уровня пола – 2,0 м, емкость  $10 \text{ м}^3$ . В окислительном бассейне располагается вращающийся барабан с 16 биофильтрами. Каждый из биофильтров представляет собой перфорированную трубу из пластика (типа поливинилхлорида) диаметром 250 мм, заполненную ребристыми полиэтиленовыми дисками. Барабан с биофильтрами через клиноременную одноступенчатую передачу приводится в действие небольшим электродвигателем мощностью 0,37 кВт.

Бассейн-отстойник представляет собой цилиндрическую емкость с вогнутым дном. Внешний диаметр отстойника составляет 2,7 м, высота – около 2,0 м, полезный объем – свыше  $9 \text{ м}^3$ . Верхняя кромка опоясы-

вается кольцевым лотком. Для концентрации осадка в нижней части конического дна отстойника предусмотрен вращающийся скребок, приводимый в действие электромотором через редуктор.

Система автоматического регулирования обеспечивает заданные стабильные условия среды при выращивании рыбы. В бассейны непрерывно подается биологически чистая регенерированная вода с температурой 25°C и содержанием кислорода до 15 мг/л. Столь высокое содержание кислорода достигается благодаря использованию для аэрации чистого кислорода, а также благодаря простому и эффективному специальному приспособлению, позволяющему обеспечить перенасыщение воды кислородом при экономном его расходовании.

Приспособление представляет собой короб из листовой нержавеющей стали, опрокинутый вверх дном, нижняя открытая часть которого погружена ниже уровня воды в водоподающем лотке на глубину порядка 0,4–0,6 м. Нижняя кромка короба не доходит до дна водоподающего лотка на 0,15–0,20 м. В этот короб выпускается вода, прошедшая очистку в окислительном бассейне и отстойнике. Туда же подается кислород. Вода, насыщенная кислородом, вытекает из короба. При этом истечение происходит без образования пузырей, что обычно бывает при аэрации с помощью компрессоров с перфорированными шлангами или фильтросными пластинами, погруженными в воду бассейнов. Считается, что приспособление обеспечивает растворение свыше 90% подаваемого кислорода.

При прохождении через бассейны с рыбой вода теряет часть кислорода и загрязняется продуктами обмена. Замеры показывают, что содержание кислорода в бассейне на половине длины снижается на 3–5 мг/л, однако даже в конце бассейна остается не менее 7–8 мг/л. На выходе из бассейна насыщение кислородом несколько превышает нормальное при температуре 25°C. Проводимые Штелером эксперименты показывают, что в бассейнах при соотношении массы рыбы к массе воды 1 : 4 и даже 1 : 3 столь высокое насыщение кислородом обеспечивает нормальный рост рыбы.

Загрязненная продуктами обмена вода из бассейнов самотеком поступает в приямок-зумпф, расположенный под полом бассейнового цеха, откуда с помощью циркуляционного насоса подается в окислительный бассейн. Здесь насыщенная органикой вода перемешивается и аэрируется. Барабан с трубчатыми фильтрами медленно вращается, трубы поочередно погружаются в воду, захваченный ими воздух вырывается через щели в трубах, вызывая дополнительное перемешивание воды с одновременной аэрацией. При этом создаются благоприятные условия для жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий, переводящих соли аммония и нитриты в нитраты, не токсичные для

рыб. Огромная поверхность ребристых дисков биофильтров обеспечивает перемешивание и аэрацию практически всего объема воды, заполняющего окислительный бассейн.

Из окислительного бассейна вода подается в бассейн-отстойник, в котором твердые вещества, содержащиеся в воде, оседают на дно. Твердый осадок из самых нижних слоев может быть сброшен в специальную емкость или на иловую площадку для просушивания и последующей утилизации. Вода с большим содержанием взвеси и неразложившейся органики из придонных слоев в отстойнике частично сбрасывается в подпольный приямок-зумпф и вступает в повторный цикл окисления и очистки. Осветленная вода из верхней части отстойника собирается кольцевым лотком и направляется в рыбоводные бассейны по самотечному трубопроводу.

Обращает на себя внимание крайне незначительный расход воды в системе. В бассейне с объемом воды не более  $2 \text{ м}^3$  содержали до 200 кг рыбы в каждом. При часовом водообмене удельное водопотребление составляло около  $0,3 \text{ л/с} \cdot \text{ц}$ .

Столь низкое удельное водопотребление объясняется прежде всего высоким содержанием в воде кислорода. Аэрация воды в системе осуществляется постоянно как в окислительном бассейне и водоподающем лотке, так и в самих рыбоводных бассейнах, на дно которых уложены перфорированные воздухопроводы, соединенные с компрессором.

Важным фактором, снижающим удельное водопотребление, является хорошее санитарное состояние бассейнов, в которых практически отсутствует твердый осадок. Это объясняется прежде всего применением плавающих гранулированных кормов высокого качества, наличием строгого контроля поедаемости и весьма высокой плотности посадки рыбы, которая своим движением препятствует оседанию экскрементов на дно бассейна. Периодические промывки бассейнов (1–2 раза в час), связанные со снижением уровня воды в них до 10–20 см, также способствуют поддержанию хорошего санитарного состояния бассейнов.

При выращивании рыбы рекомендуется ротационная система, т. е. система последовательного многократного использования емкостей по мере роста рыбы и реализации ее части, достигшей товарного веса. Одновременно в установке содержится 2 т рыбы, если аэрация воды осуществляется воздухом, или 4 т рыбы, если аэрация осуществляется чистым кислородом. В течение месяца масса рыбы в установке удваивается. Поэтому на начало каждого месяца в бассейнах должно находиться не более 1–2 т рыбы (соответственно принятому способу аэрации воды воздухом или кислородом), с тем чтобы к концу месяца ее

было не более 2–4 т. Следовательно, ежемесячный прирост продукции составит 1–2 т или 12–24 т в год. Продолжительность выращивания карпа до товарной массы на сухих гранулированных кормах не превышает 4 месяцев, что позволяет провести не менее 3 циклов в год. Максимальная производительность бассейна доходит до 500 кг товарного карпа в месяц. Так как установка рассчитана на непрерывный процесс работы, в бассейнах должна находиться одновременно рыба различных размерно-массовых групп: от молоди до товарной рыбы.

Установка оборудована системами автоматического контроля и управления температурным и кислородным режимами, переносными термооксиметрами.

Установки системы «Штелерматик» работают, как правило, на водопроводной воде из сети или артезианской скважины. Ввиду крайне незначительного водопотребления и ограниченных размеров установка может быть размещена практически в любом населенном пункте.

Циркуляционная система водоснабжения позволила резко снизить потребление тепла, поэтому подогрев воды с помощью небольшого бойлера (нефтяной колонки) оказался экономически целесообразным. Установленная мощность всех электроагрегатов (насосов, компрессора) составляет около 8 кВт.

Общая стоимость установки – около 65 тыс. евро. Удельные капитальные затраты на 1 ц мощности установки составляли 350 руб. (в зависимости от применяемого метода аэрации). При размещении в одном здании нескольких установок удельные капитальные затраты могут быть значительно ниже.

По мнению Штелера, минимальное количество установок, эксплуатация которых будет экономически целесообразной, – 4 шт. В г. Штульне такое количество установок с 24 бассейнами обслуживают трое рабочих (по одному в смену) и один бригадир. Рабочий раздает корма, следит за работой агрегатов, контролирует параметры среды. Он в совершенстве знает технологию, обучен обращению со всеми агрегатами и может принимать решение в критических ситуациях.

Эксплуатационные показатели установок «Штелерматик» в значительной мере зависят от качества используемых кормов. В установке применяются плавающие гранулированные корма, которые отличаются высокой питательной ценностью. Угря кормят тестообразными кормами.

Примерная себестоимость выращивания рыбы в установках «Штелерматик» составляла: угря товарного – 4 евро/кг, карпа товарного – 1,5 евро/кг, форели товарной – 2,5 евро/кг, форели – посадочного материала – 0,01 евро/см.

Наиболее выгодной в коммерческом отношении рыбой считается угорь, реализуемый торговой сетью в копченом виде по цене 3 евро за 100 г.

Система «Штелерматик» имеет целый ряд положительных свойств, а именно:

- компактность;
- небольшой расход электроэнергии;
- высокая гарантия бесперебойной эксплуатации;
- наличие вспомогательного аварийного оборудования;
- простота обслуживания, небольшой шум, отсутствие специфического запаха;
- высокая эффективность комбинированного метода очистки воды, основанная на использовании погружных биофильтров и активного ила;
- применение механизированной системы отстоя воды.

Установка «Штелерматик» для интенсивного производства рыбы целесообразно широко использовать в промышленно развитых странах с повышенной загрязненностью воды, в странах третьего мира, где особенно актуальна проблема питания, а также в регионах с хроническим дефицитом воды.

### ***Выращивание рыбы в установке «Биорек»***

Экспериментальная установка «Биорек» создана в 1978 г. (Аси, 1980). Она включает следующие основные узлы: шесть бассейнов для выращивания рыбы  $3,5 \times 1 \times 1$  м; два циркуляционных насоса; бойлер для подогрева воды; пластинчатый биофильтр; вертикальный отстойник; систему аэрации техническим кислородом и сжатым воздухом; компрессор и пульт управления. Оборудование размещается на площади  $40 \text{ м}^2$ , при этом общая площадь со вспомогательным оборудованием равна  $108 \text{ м}^2$  (рис. 14, 15).

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

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.

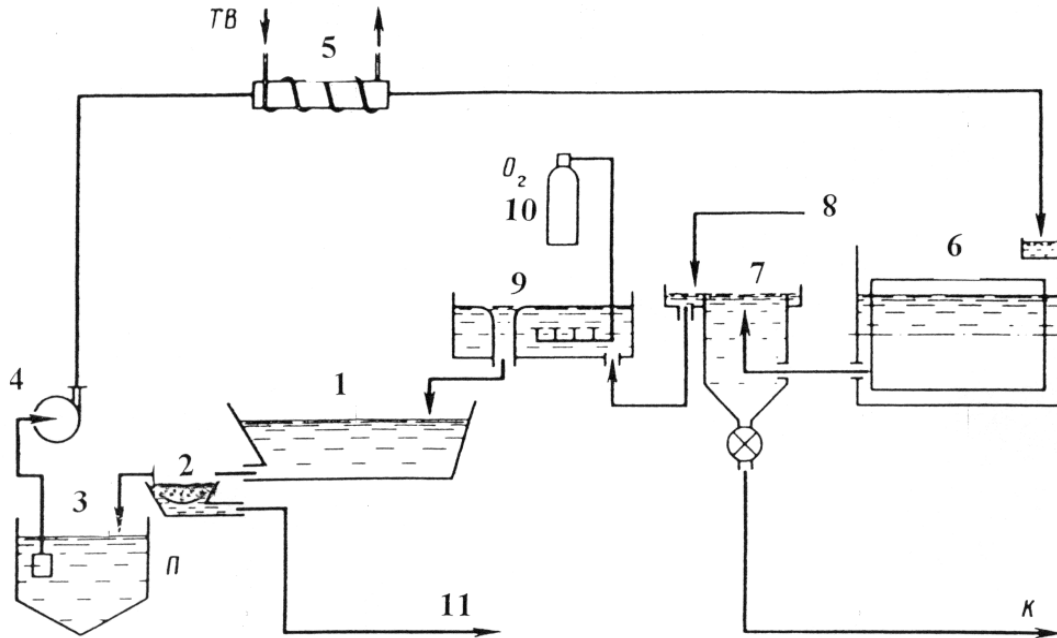


Рис. 14. Принципиальная схема установки «Биорек»: 1 – рыбоводные бассейны (6 шт.); 2 – механический фильтр; 3 – приямок; 4 – электронасос; 5 – бойлер (теплая вода); 6 – биологический фильтр; 7 – отстойник; 8 – подача свежей воды; 9 – аэратор; 10 – кислородный баллон; 11 – сброс воды в канализацию

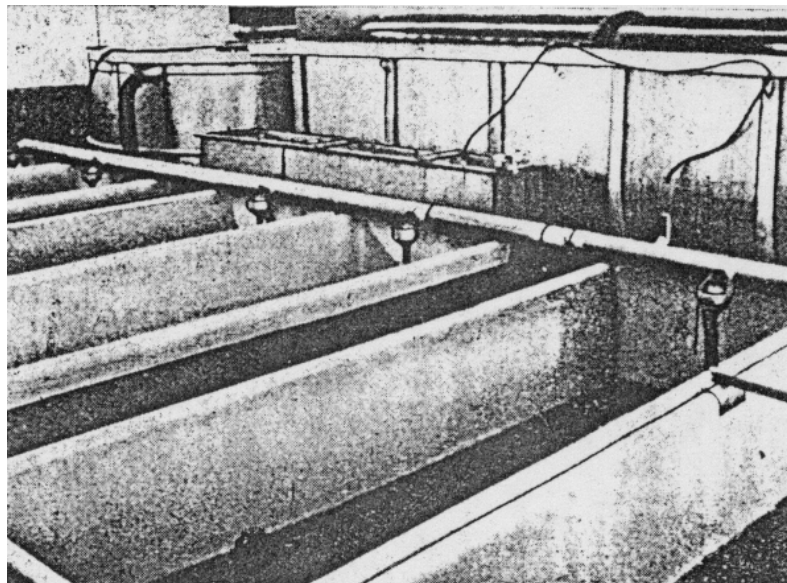


Рис. 15. Общий вид рыбоводных бассейнов установки «Биорек»

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 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 9 × 12 м, вспомогательное оборудование и лаборатория занимают площадь 9 × 6 м. Источником водоснабжения установки служат артезианские скважины. В комплекс рыбоводной системы входят 6 бассейнов размером 3,5 × 1 × 1 м и 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 равна 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 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 НИИхиммаша и Уралмаша (г. Екатеринбург). 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. Предвари-

тельные 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  $9,5(\pm 1)^\circ\text{C}$ , а со стадии «глазка» – при температуре  $12(\pm 1)^\circ\text{C}$ . Выдерживание свободных эмбрионов осуществляется при этой же температуре воды и насыщении воды кислородом до 95%.

В период подращивания молоди в установке «Биорек» температуру воды, равную  $14\text{--}17^\circ\text{C}$ , поддерживают с помощью терморегулирующего устройства.

Водообмен должен обеспечивать содержание кислорода на выходе из бассейна не менее 7 мг/л, на входе 25 мг/л (расход воды представлен в табл. 5).

Таблица 5

**Расход воды на 100 кг форели при температуре выращивания  $16^\circ\text{C}$**

Масса форели, г	Расход воды	
	$\text{м}^3/\text{ч}$	л/с
До 0,5	5,5	1,53
1,0	5,3	1,47
5,0	4,4	1,22
20,0	2,6	0,73
50,0	2,2	0,61

При повышении или понижении температуры выращивания на  $1^\circ\text{C}$  требуемый расход должен быть увеличен или уменьшен на 5%. Режим кормления молоди при выращивании в установке «Биорек» зависит от массы молоди (табл. 6).

Таблица 6

**Периодичность кормления молоди форели в установке «Биорек»**

Масса молоди форели, г	Количество кормлений в день, разы
До 2	10
5	8–10
10	8
40	6
Более 40	3–5

При выращивании в установке «Биорек» рыбоводные бассейны промывают 1–2 раза в час, понижая уровень воды 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 установке «Биорек»: до массы 12 г – 75 суток, от 12 до 50 г – 65 суток. Отход составляет: от мальков 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.

### ***Выращивание рыбы в замкнутых установках по круглогодичной или полициклической технологии***

Известны замкнутые установки для выращивания посадочного материала или товарной продукции по круглогодичной или полициклической технологии (Бутусова, 1985).

Под круглогодичной технологией следует понимать круглогодичное использование с целью поочередного производства посадочного материала разных видов рыб. Например, в Германии установки использовали для поочередного подращивания форели камлоопс, радужной форели, карпа, растительноядных рыб и др. При зарыблении установки разноразмерным посадочным материалом можно в течение года осуществлять многократный съем продукции. В обоих случаях регулируют плотность посадки, которая обеспечивала бы равномерную органическую нагрузку биофильтра.

При полициклической технологии выращивание осуществляется в несколько циклов, завершающихся получением конечной рыбной продукции. Например, при 2–3-циклическом производстве товарной рыбы происходит 2–3-кратное зарыбление рыбоводных емкостей посадочным материалом. При этом продолжительность цикла от зарыбления до выхода товарной рыбы составляет от 4 до 6 месяцев.

Полицикл при производстве посадочного материала обеспечивается регулярным получением потомства от производителей карпа, причем от одних и тех же самок можно получать икру до четырех раз за сезон. Продолжительность одного цикла равна 60 суткам. Количество получаемой икры равно 60–100 тыс. шт.

При производстве посадочного материала карпа целесообразно организовывать хозяйства индустриального типа, включающие участок выращивания и содержания производителей, а также участок инкубации и подращивания молоди. При производстве форели цикл выращивания целесообразно начинать с икры, завозимой из других хозяйств.

Продолжительность цикла выращивания от личинки до производителя равна 460 суткам. При этом нагрузка на биофильтр достигает 800–1040 кг.

Подращивание молоди до массы 50 мг осуществляют при температуре воды 27–28°C, при этом плотность посадки составляет 100–200 тыс. шт/м<sup>3</sup>, расход воды – 0,05 л/с на 1 кг массы рыбы (аэрация воздухом). При использовании чистого кислорода расход воды может быть уменьшен в 10 раз.

Кормят молодь науплиусами артемии салина и гранулированным кормом РК-С с размером крупки 0,25–0,5 мм. Продолжительность выращивания равна 10 суткам. В первый день личинки получают живой корм (200% ихтиомассы), к десятому дню его количество уменьшают до 10%. За этот период суточный рацион корма РК-С уменьшают с 75 до 25%. Науплиусы артемии задают молоди 7–8 раз в сутки, РК-С при ручной раздаче – до 48 раз в сутки, при использовании автокормушек – через каждые 5–10 мин. В емкостях типа «Силос» чистку проводят один раз в сутки.

Выращивание молоди массой от 50 мг до 1 г проводят при температуре 27–28°C, плотности посадки 30 тыс. шт/м<sup>3</sup>, расходе воды 0,05 л/с на 1 кг массы рыбы. Кормят рыб кормом РК-С с размером крупки 0,5–1,5 мм. Суточный рацион постепенно уменьшают с 20 до 8% массы рыбы. Раздают корм вручную через каждые 30 мин в течение 18 ч или с помощью кормораздатчиков. По достижении массы молоди 0,3 г можно применять автокормушки «Рефлекс». Чистят емкости один раз в сутки. За 20 суток молодь должна достичь массы 1 г при конечной рыбопродукции 29–30 кг/м<sup>3</sup>.

Выращивание молоди массой от 1 до 10 г проводят при температуре воды 26–27°C, плотности посадки 5–10 тыс. шт/м<sup>3</sup>. Рыбу кормят кормом РГМ-6М или РГМ-5В с размером крупки 1,5–2 мм. Суточный рацион уменьшают с 8 до 4% массы тела. Раздают корм автоматами или вручную до 18 раз в сутки. Продолжительность выращивания составляет 20 суток.

Выращивание молоди массой до 50 г осуществляют при температуре 24–25°C, плотности посадки 2,0–2,5 тыс. шт/м<sup>3</sup>. Рыбу кормят гранулированным кормом РГМ-5В или 12-80 с диаметром гранул 3,2 мм. Суточный рацион составляет 2,5% ихтиомассы, раздачу корма осуществляют не менее 12 раз в сутки. За 30 суток выращивания конечная рыбопродукция может достигнуть 100–120 кг/м<sup>3</sup>.

При выращивании рыбы в УЗВ особое внимание следует уделять процессу кормления. В основном используются корма типа РГМ и 16-80. Практика показала, что кормление следует производить 24–30 раз в сутки продолжительностью 5–10 мин. Корм, задаваемый малыми дозами, полнее потребляется рыбой и практически не выносятся из бассейна. Для этой цели в настоящее время применяются специальные автоматические кормушки нескольких модификаций, которые можно будет использовать для выращивания как посадочного материала, так и товарной рыбы.

#### *Контрольные вопросы*

1. В чем заключаются преимущества и недостатки УЗВ перед другими типами рыбоводных хозяйств?
2. Перечислите последовательно блоки и агрегаты стандартной УЗВ.
3. Охарактеризуйте действие автотрофных и гетеротрофных бактерий в биофильтре.
4. Объясните процессы нитрификации и денитрификации.
5. Поясните разницу действия аэротенков и биофильтров.
6. Назовите основные узлы типовой установки ВНИИПРХ.
7. Объясните основное конструктивное отличие установки ВИЗ-РКУ-240.
8. Поясните основные преимущества работы установки «Штелерматик».
9. Назовите место создания установки «Биорек» и ее характерные отличия.

## **ГЛАВА 3. Тепловодное индустриальное хозяйство**

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

Рыбохозяйственное использование теплых вод – новое направление современной аквакультуры. Оно включает в себя комплекс мероприятий по повышению эффективности культивирования гидробионтов путем оптимизации условий разведения и выращивания за счет использования сбросных отработанных теплых вод тепловых электро-

централей (ТЭЦ) и атомных электростанций (АЭС). В 1972 г. тепловые станции ежедневно сбрасывали 500 млн м<sup>3</sup> отработанной воды. В нашей стране насчитывалось более 200 тепловых электростанций с общей площадью водоемов-охладителей 140 тыс. га. Использование этих водоемов в рыбохозяйственных целях позволит существенно увеличить количество ценного продукта питания – рыбы.

Разведение и выращивание рыб на теплых водах широко практикуется в Германии, Польше, Англии, США, Японии и других странах. Рыбохозяйственное использование теплых вод может обеспечить существенное повышение эффективности рыбоводства в тех районах нашей страны, где прудовые хозяйства, работающие по традиционной технологии, неэффективны. Наряду с выпуском высококачественной товарной продукции рыбоводные предприятия на теплых водах призваны обеспечить повышение эффективности традиционных форм рыбоводства, снабжая прудовые, озерные товарные хозяйства и водохранилища крупным посадочным материалом.

В последние 40 лет сформировалось самостоятельное направление – индустриальное рыбоводство на теплых водах. Рыбоводные хозяйства на теплых водах не зависят от природно-климатических условий: вегетационный период продолжается круглый год. В них хорошо растут карп, форель, осетровые, растительноядные рыбы, канальный сом, тилapia, буффало и др.

В 1990 г. на теплых водах действовало более 50 хозяйств общей площадью 300 тыс. м<sup>2</sup>, производилось 28 тыс. т рыбы и 0,5 млн шт посадочного материала, а также действовало около 50 установок замкнутого цикла водообеспечения.

В таких хозяйствах основными формами интенсификации являются высокие плотности посадки и ускоренный водообмен, что практически исключает возможность выращивания рыбы на естественной кормовой базе, а это, в свою очередь, требует полноценных кормосмесей.

Рыбохозяйственное использование теплых вод энергетических объектов возможно с применением следующих типов рыбоводных хозяйств:

1) водоемы-охладители для нагула и воспроизводства ценных теплолюбивых видов рыб;

2) рыбоводники, использующие теплые воды для ускоренного выращивания производителей и получения ранней молоди ценных видов рыб;

3) высокоинтенсивные прудовые рыбоводные хозяйства, снабжаемые теплой водой;

4) садковые рыбоводные хозяйства в водоемах-охладителях для производства товарной рыбы и для выращивания молоди ценных видов рыб;

5) нагульные и полносистемные бассейновые рыбоводные хозяйства различных типов;

6) полносистемные рыбоводные предприятия типа «Акватрон» с регулируемыми условиями среды, обеспечивающие круглогодичное выращивание рыбы по полициклической технологической схеме;

7) замкнутые рыбоводные системы с циркуляцией воды;

8) комбинированные рыбоводные хозяйства, включающие питомники и зимовальные комплексы на теплых водах, а также прудовые хозяйства с традиционной технологией, товарные хозяйства на озерах и водохранилищах.

Хозяйства на теплых водах могут быть полносистемными, нагульными и питомными. Наиболее перспективно использовать их для выращивания крупного посадочного материала.

Основным объектом выращивания в садках и бассейнах на теплых водах ТЭС и АЭС до недавнего времени являлся карп (90–95% всего объема производства). Растительных рыб используют для зарыбления водоемов-охладителей, а также как объекты поликультуры в садках и бассейнах (10–50% от посадки карпа). Выращивают растительных рыб (посадочный материал и товарную рыбу) в садках, в поликультуре. При этом решающим фактором является обеспечение рыбы естественной кормовой базой.

На теплых водах зимовка карпа успешно проходит при средней температуре воды 9–12°C. При этом за зимний период карп не только не снижает массы, но и дает прирост в среднем на 65%, что обеспечивает в дальнейшем ускоренное получение товарной рыбы.

В садковых и бассейновых хозяйствах можно летом выращивать карпа, а в зимний период – радужную форель и стальноголового лосося, которые к весне достигают товарной массы. Тем самым срок получения товарной продукции сокращается на один год по сравнению с обычной технологией.

История развития тепловодного рыбоводства относится к 60-м гг., когда в г. Электрогорск Московской области организовано первое экспериментальное садковое хозяйство, а затем было построено первое бассейновое хозяйство в г. Конаково Тверской области (Веригин, 1962; Корнеев, 1982).

На первом этапе выяснялась принципиальная возможность использования теплых вод электростанций для выращивания растительных рыб, прежде всего белого амура, в целях обеспечения биологической мелиорации водоемов-охладителей и получения дополнительной рыбной продукции (Веригин, 1962). В 1963 г. ВНИИПРХом на экспериментальной базе в Электрогорске были начаты исследования по разработке биотехники садкового выращивания товарного карпа в водоемах-охладителях тепловых электростанций.



Результаты исследований, проведенных на Электрогорской опытной базе, легли в основу биотехники товарного выращивания карпа в садках, зимнего содержания карпа на теплых водах. Там же впервые были проведены работы по выращиванию производителей карпа с использованием теплых вод, по получению и выращиванию молоди карпа индустриальными методами (Корнеев, 1967, 1982; Корнеев и др., 1968, 1969).

В Электрогорске разрабатывалась биотехника зимнего выращивания форели в садках и получения от нее ранней молоди. Исследования по выращиванию бестера показали большие возможности использования теплых вод в осетроводстве, позволили разработать биотехнику товарного выращивания бестера и вплотную подойти к проблеме выращивания осетровых в управляемых условиях с обеспечением их воспроизводства и получения товарной икры (Петрова, 1978).

Значительный вклад в развитие рыбоводства на теплых водах внес Украинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (УкрНИИРХ), где с 1960 г. велись работы по рыбохозяйственному использованию водоемов-охладителей для формирования маточных стад и нагула растительноядных рыб дальневосточного комплекса, а также по использованию теплых вод для получения и выращивания молоди растительноядных рыб.

Наряду с работами по биотехнике выращивания и кормления карпа специалистами этого института разработана и внедрена в промышленность биотехника выращивания форели на теплых водах, бассейнового выращивания канального сома и угря, культивирования живых кормов для индустриальных хозяйств (Желтов, Федоренко, 1978; Галасун, Грусевич, 1978).

Институтом гидробиологии АН УССР проведены значительные исследования по изучению влияния сбросных теплых вод ТЭЦ на гидрохимический и гидробиологический режимы водоемов-охладителей, а также разработаны комплексные мероприятия по повышению эффективности выращивания товарного карпа на теплых водах. Участие технических институтов АН УССР в комплексной программе по рыбохозяйственному использованию теплых вод ТЭЦ обеспечило оперативную разработку и освоение новой технологии изготовления рыбных кормов (Романенко, 1978).

Затем исследования по рыбохозяйственному использованию теплых вод стали занимать важное место в работах ГосНИОРХа, где успешно решены вопросы воспроизводства карпа на теплых водах, полициклическая технология производства рыб с использованием теплых вод, зимовка рыб. Сотрудниками ГосНИОРХа получены высокобелковые корма для выращивания карпа разного возраста, созданы методы

культивирования живых кормов, изучены заболевания рыб в тепловодных хозяйствах, разработаны меры по их профилактике и лечению (Богданова, Конрадт, 1979; Остроумова, 1978).

С 1971 г. институтом «Гидропроект» им. С.Я. Жука также были начаты научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы, направленные на научное и техническое обоснование единой технологии производства электроэнергии и продуктов питания. Исследования этого института позволили теоретически обосновать и экспериментально проверить биотехнику круглогодичного выращивания рыб по полициклической технологии за счет оптимизации условий среды без дополнительных затрат топливно-энергетических ресурсов. В настоящее время строительство первого в нашей стране промышленного рыбоводного завода с круглогодичным выращиванием рыб по новой технологии ведется на базе Курской АЭС по проекту института «Гидропроект» им. С.Я. Жука. Существенный вклад в дело развития рыбоводства на теплых водах внесен сотрудниками КрасНИИРХа, которые продолжают разрабатывать эту проблему (Скляров и др., 2002).

Промышленное выращивание рыб на теплых водах в нашей стране начато с 1986 г., когда на первых экспериментальных садковых хозяйствах было выращено 1203 ц товарного карпа.

В последнее время еще работали 34 рыбоводных хозяйства на теплых водах, общая продукция которых составляла около 4 тыс. т, но в настоящий период их число сократилось. Кроме того, продолжается промышленное выращивание на теплых водах посадочного материала карпа, растительноядных рыб и новых объектов аквакультуры.

Применение подогретых вод в рыбоводной практике придало выращиванию товарной рыбы азональный характер. Рыбхозы на базе теплых вод создаются и успешно работают в различных регионах страны, в том числе севернее полярного круга. Эта особенность размещения тепловодных промышленных хозяйств позволяет решать проблему обеспечения населения живой и свежей пресноводной рыбой практически на всей территории России.

Преимущества ведения рыбоводного хозяйства на теплых водах ГРЭС, ТЭЦ и АЭС заключаются в следующем:

1. Обеспечивается выращивание, независимое от климатических условий. Кроме того, в тепловодных хозяйствах можно оптимизировать температурный режим выращивания, снизить пресс неблагоприятных факторов среды и сохранить все положительные качества индустриального рыбоводства.

2. Вегетационный сезон удлиняется до круглогодичного.

3. Использование теплых вод позволяет получать высокий выход рыбопродукции с единицы площади (или объема) рыбоводных емкостей (106–150 кг/м<sup>2</sup>). На Краснодарской ТЭЦ получено по 250–298 кг/м<sup>2</sup>.

4. Хозяйства строятся уже на существующих водоемах (отпадает необходимость в новом землеотводе). Земли используется в несколько раз меньше, чем при новом строительстве.

5. Для выращивания 1 т товарного карпа требуется в 3 раза меньше посадочного материала, чем в прудовом хозяйстве.

6. Тепловодные хозяйства обладают небольшими, компактно расположенными выростными площадями, благодаря чему экономится земля и появляется возможность строительства даже крупных рыбхозов непосредственно в промзонах городов и населенных пунктов. Компактность облегчает проведение механизации производственных процессов. Окупаемость в тепловодном рыбоводстве выше, чем в прудовом рыбном хозяйстве.

7. Близко располагаются к потребителю, что позволяет снижать транспортные расходы.

8. Обеспечивают возможность выращивать теплолюбивые высокопродуктивные и ценные виды рыб тропического и субтропического комплекса.

9. Создают возможность производить рыбную продукцию для реализации в любое время года.

10. Высокая концентрация производства позволяет механизировать и автоматизировать основные технологические процессы и достигать высокой производительности труда персонала, занятого на основном производстве, и т. д.

Наряду с положительными моментами выращивания рыб на теплых промышленных водах можно отметить и отрицательные, а именно.

1. Карп как монокультура становится экономически невыгодной, поэтому возникает необходимость выращивания ценных дорогостоящих рыб.

2. Специфические условия выращивания способствуют возникновению новых видов заболеваний.

3. Возникают большие потери кормов, частая смена сетного полотна, загрязнение водной среды.

В целом технология получения рыбы в тепловодных промышленных рыбхозах такова, что характер труда персонала в передовых хозяйствах сближается с характером труда рабочих, занятых в промышленных промышленных предприятиях. Одна из черт этой технологии, делающая привлекательной работу в тепловодных хозяйствах, – насыщенность механизмами и приборами, потребность в квалифицированных специалистах и рабочих, обладающих высоким уровнем знаний.

Можно ожидать, что в ближайшее время в хозяйствах на теплых водах будет происходить замена карпа более ценными и экономически более выгодными видами рыб. Это позволит тепловодному промышленному рыбоводству превратиться в высокоэффективное направление и стать конкурентоспособным.

*Выращивание рыб в поликультуре в промышленных условиях.* Положительный эффект поликультуры в промышленном рыбоводстве проявляется не только за счет более полного использования имеющихся пищевых ресурсов водоема, но и вследствие снижения отрицательного воздействия видоспецифических экзометаболитов при сохранении суммарной плотности посадки и благоприятных условий выращивания рыб (Виноградов, Ерохина, 1999). Следовательно, поликультура позволяет значительно увеличить суммарную плотность посадки выращиваемых гидробионтов по сравнению с монокультурой (без ущерба для эффективного роста используемых в ней объектов), повысить тем самым рыбопродукцию и улучшить другие рыбоводные показатели (Жигин, 2003).

В садковом и бассейновом тепловодном рыбоводстве широко применяют поликультуру. К карпу и канальному сому подсаживают годовиков растительноядных рыб, например толстолобиков (до 10–20%), которые отфильтровывают из воды пылевидные частицы комбикорма и естественный корм (зоо- и фитопланктон). Выращенные двухлетки служат посадочным материалом для зарыбления водоемов-охладителей или реализуются вместе с карпом как товарная рыба.

Хорошо зарекомендовала себя поликультура, состоящая из карпа и тиляпии. Сочетание сибирского осетра и нильской тиляпии довольно эффективно в условиях замкнутой системы циркуляции воды, но распространено еще мало. В этом случае в начале выращивания при посадке осетра средней массой 157 г за 160 дней получали рыбу конечной массой 800 г. Тиляпия при совместном выращивании достигала за этот период прироста массы от 52 г до 500 г. При этом тиляпия как конкурентоспособная рыба должна быть меньше осетра по массе. В этом случае при правильном подборе снижаются затраты кормов на 25% к общему приросту ихтиомассы и повышается рыбопродукция осетра на 12%.

Выращивание товарной рыбы в водоемах-охладителях организуют по нагульному пастбищному типу, т. е. при регулярном и массовом зарыблении их рыбопосадочным материалом. Основными объектами зарыбления являются растительноядные рыбы, посадочный материал которых выращивают в специализированных рыбопитомниках.

Зарыбление следует проводить сеголетками карпа и растительноядных рыб массой не менее 30–50 г, однако наибольший рыбоводный эффект получен при зарыблении водоемов-охладителей двухлетками растительноядных рыб средней массой не менее 150 г, которые становятся недоступными для хищников.

Плотность посадки сеголетков должна быть не менее 200–300 шт/га. При зарыблении водоемов двухлетками плотность посадки зависит от биомассы фито- и зоопланктона (табл. 7).

**Зависимость плотности посадки растительноядных рыб  
(белый и пестрый толстолобики) от биомассы фито- и зоопланктона**

Биомасса, г/м <sup>3</sup>		Плотность посадки толстолобиков, шт/га	
Фитопланктон	Зоопланктон	Белый + пестрый	Пестрый
До 1,5	1,5–2,5	До 60	50
3,0	2,5–3,0	До 120	75
5,0	4,0–5,0	До 200	100–125
6,8	6,0–8,0	250–300	150–200

За 3–4 года выращивания растительноядные рыбы могут достигать индивидуальной массы 10–15 кг. При этом рыбопродуктивность водоемов-охладителей может составлять 0,30–0,65 т/га.

Вылов растительноядных рыб из водоемов-охладителей площадью 1,6 тыс. га и более осуществляют тралами, закидными и ставными неводами. Наибольший эффект получают при использовании электроловильных комплексов ЭЛУ-4М и ЭЛУ-6. Они включают два буксирных катера БМК-130, плавающую площадку типа «катамаран», две буксируемые в кильватер лодки ЛЛХ-5,5. Комплекс оснащен электростанцией АБ-4, емкостью для выловленной рыбы, помещением для обогрева работающих в зимнее время и сигнальными приборами для работ в ночное время.

В летнее время, когда рыба активно перемещается в водохранилище, в комплексе с ЭЛУ-6 применяют ставные крупноразмерные сети, устанавливаемые впереди по направлению движения электротрала. Это позволяет перекрыть рыбе пути выхода из зоны действия электрического тока.

Новыми перспективными объектами культивирования в водоемах-охладителях являются представители рода *Ictiobus* семейства *Catostomidae* (чукучановые): большеротый и малоротый буффало, которые образуют легкооблавливаемые скопления. Они питаются зоопланктоном и в меньшей степени – бентосом и детритом. Эти новые объекты целесообразно использовать для зарыбления водоемов-охладителей совместно с толстолобиками и белым амуром. К карпу необходимо подсаживать годовиков белого толстолобика, гибрида белого и пестрого толстолобиков массой 20–30 г и более в количестве 10–15% от посадки карпа. Поликультура в садках позволяет эффективнее использовать естественную кормовую базу и искусственный корм, используемый при выращивании рыбы на теплых водах. Средняя масса двухлетков карпа в конце периода выращивания должна составлять 300–500 г, трехлетков – не менее 500 г. Двухлетки толстолобиков, достигшие массы 150–

200 г, могут быть в дальнейшем использованы для зарыбления естественных водоемов.

Возможная естественная продуктивность водоемов-охладителей в южных районах может составлять 5–6 ц/га. Особенно хорошо растут растительноядные рыбы. Для зарыбления лучше использовать крупную молодь рыб (табл. 8).

Таблица 8

**Нормы выращивания растительноядных рыб в водоемах-охладителях**

Показатели	Значения
Масса двухлетков при зарыблении, г	150–300
Масса 4–5-летков растительноядных рыб, кг	4–5
Промысловый возврат от двухлетков, %	60
Кормовой коэффициент:	
по макрофитам и фитопланктону	50
по зоопланктону	7
Рыбопродуктивность водоема, т/га	0,3–0,65

Максимальный прирост белого толстолобика бывает в возрасте 2–3 года, пестрого толстолобика – в 2–4 года, поэтому этих рыб выращивают до 4–5-летнего возраста.

***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 карпа 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 – январе-марте. Для дозревания производителей достаточно его кратковременное (5–15 суток) выдерживание при температуре 18–20°C.

Проведение нереста в январе-феврале дает возможность круглогодично получать молодь, так как помимо нереста в обычные сроки, зависящие от температуры поступающей технологической воды ТЭЦ, 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.

Множественность 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 водопользования, а также в бассейновых комплексах с прямоточным водоснабжением от источников теплой воды с постоянной в течение года температурой воды.

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. Этих особей содержат при относительно невысоких плотностях посадки (20–40 шт/м<sup>2</sup>) и обильном кормлении. В индустриальных хозяйствах самки карпов созревают в возрасте двух лет 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.

При раннем получении личинок производителей пересаживают из садков или бассейнов в проточные лотки, эмалированные ванны или квадратные бассейны. В течение первых суток температура воды должна достигать 18–20°C. При этой температуре производителей выдерживают до 5 суток. 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°C обычно во 2–3-й декаде апреля. Нерест должен завершаться до повышения температуры воды более 23°C. В противном случае происходит 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 второй декады мая, то самок и самцов отсаживают в емкости, куда подают воду с температурой не выше 14–15°C.

Половые продукты у карпа получают заводским способом. После проведения гипофизарных инъекций самки становятся текучими при температуре воды 17–19°C через 20–24 ч, при 20–22°C – через 12–16 ч. Индивидуальные колебания скорости созревания после гипофизарных инъекций довольно значительны, 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 ч до ожидаемого срока, последующие – через 1,5–2 ч. 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°C.

Сперму от нескольких самцов заготавливают до получения икры, собирая в стеклянные бюксы, и хранят 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 тромбобразование 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.

Инкубируют икру в аппаратах Вейса при температуре 20–22°C в течение 2–3 суток. 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, вмещающий 1 млн предличинок. При температуре воды 22–23°C предличинки находятся в прикрепленном состоянии в течение 1–2 суток. 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. Нормативы выращивания карпа на теплых водах представлены в табл. 9.

Таблица 9

**Нормативы выращивания в бассейнах на теплых водах ремонта и производителей карпа**

Показатели	Значения
1	2
Площадь бассейна, м <sup>2</sup>	10–20
Глубина слоя воды, м	1



1	2
Удельный расход воды, л/с на 1 кг	0,02–0,04
Продолжительность содержания	Круглогодично
Условия содержания самцов и самок	Раздельное
Температура воды, °С:	
оптимальная	25
допустимая	10–32
Плотность посадки производителей, кг/м <sup>3</sup>	30
Плотность посадки ремонта, шт/м <sup>3</sup> :	
годовики	50
двухлетки	50
двухгодовики	25
трехлетки	20
Средняя масса ремонта, кг:	
сеголетки	0,09
годовики	0,1
двухлетки	0,9
двухгодовики	1,0
трехлетки	2,2
трехгодовики	2,5
Средняя масса производителей, кг	3–5
Достижение половозрелости, лет	3–4
Продолжительность использования, лет	4
Запас производителей, %	100
Ежегодная замена производителей, %	30
Соотношение самок и самцов	3 : 1

*Выращивание посадочного материала.* 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 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;
- использование полноценных кормов;
- строгое соблюдение режима кормления.

В рыбоводных емкостях распределение воды должно быть равномерным как по площади, так и по объему. Подача воды должна осуществляться фронтально с помощью патрубков, рассекателей или флейт. В круглых или квадратных бассейнах и силосных емкостях применяют подачу воды с помощью флейт по периметру. Флейты могут быть проложены по дну или верхнему краю бассейна. 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 личинок.

В бассейнах и лотках так называемые «фонари» из газовой ткани, ограждающие водосливную трубу или сетки, отделяющие продуктивную зону в силосных емкостях от непродуктивной, должны быть съёмными и легкозаменяемыми. Для личинок массой 1–50 мг используют газовую ткань № 17–19, массой от 50 до 300 мг – ткань № 11, более 300 мг – ткань № 7–5. «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.

Бассейновый метод предполагает выращивание молоди в относительно небольшой емкости с постоянным водообменом при определенной температуре воды. Вода, поступающая в рыбоводное хозяйство с ГРЭС или ТЭЦ, может иметь суточные колебания температуры в 5–7°C. Изменения температуры, как правило, происходят не постепенно, а скачкообразно в течение 1–2 часов.

Характерной особенностью теплых вод является возможное переизбытие их газами. Если в этой воде без соответствующей обработки проводить инкубацию икры, то происходит инкрустация ее пузырьками газа и вынос из аппаратов. Рыба в такой воде заболевает газопузырьковой болезнью. Весной, в период паводка, во многих хозяйствах наблюдается увеличение содержания в воде механической взвеси, которая заметно уменьшает ее прозрачность.

Ранняя молодь очень чувствительна к изменениям внешней среды, ухудшение качества которой влечет снижение темпа роста и повышает отходы молоди. 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 менее 106–107%, а при выращивании личинок – менее 110%. От избытка азота 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.

На выращивание помещают личинок в возрасте 2–3 суток при плотности посадки 50–100 тыс. шт 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 со щелевидной насадкой. Стенки и дно лотка необходимо протирать поролоновой губкой.

Кормить личинок начинают сразу же после перехода их на внешнее питание. На ранних этапах (до 5–10-дневного возраста) им дают науплиусов артемии и искусственный корм. 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 ее развитие и поедаемость корма. Этап подращивания может завершаться по достижении рыбами массы 50, 200–300 или 1000 мг. Уже при индивидуальной массе молоди 50 мг ее можно пересаживать из лотков в садки или пруды, однако лучше это делать при массе 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. Плотность посадки молоди индивидуальной массой 1–2 г составляет не менее 1 тыс. шт/м<sup>3</sup>. Кормят сеголетков гранулированным комбикормом. Суточная норма кормления при оптимальной температуре воды должна составлять 4–7% массы тела (табл. 10).

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 (один раз в декаду).

Таблица 10

**Количество гранулированного корма в сутки для карпа в зависимости от массы тела и температуры воды, %**

Температура воды, °С	Масса рыбы, г				
	20–50	50–100	100–250	250–500	Более 500
12	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8
15	3,0	2,0	1,6	1,2	1,0
18	4,0	3,0	2,0	1,6	1,3
21	5,0	4,0	3,0	2,0	1,6
24	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0
27	7,0	6,0	5,0	4,0	2,2
30	8,0	7,0	6,5	4,5	2,5

Зимнее содержание карпа в тепловодных хозяйствах начинается при понижении температуры воды до 18–17°С, отмеченное в октябрь-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 водоподачи. Нормативы выращивания молоди карпа в бассейнах представлены в табл. 11.

Таблица 11

**Нормативы выращивания молоди карпа в бассейнах**

Показатели	Средняя масса, г				
	0,015	0,050	0,30	1,0	50,0
1	2	3	4	5	6
Площадь бассейнов, м <sup>2</sup>	1	1	1	1	1
Водообмен, мин	15–20	15–20	15–20	15–20	20–30
Толщина слоя воды, м	0,2–0,3	0,3	0,5	0,5	До 1

1	2	3	4	5	6
Температура воды, °С	25–30	25–29	27–29	27–29	27–29
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>3</sup>	50–100	50	50	25	1
Выживаемость, %	80	70	85	85	95
Продолжит. подращивания, сут.	6-7	7-8	15	15	90–120

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°С. При более низкой температуре потребляемый корм в связи со слабой усваиваемостью не восполняет энергетических затрат рыбы. Наиболее эффективным при температуре воды 11–12°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°С и выше целесообразно использовать гранулированный корм с высоким содержанием протеина. При более низких температурах можно применять корм, обычно используемый в прудовых хозяйствах.

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. Кормить карпа в садках и бассейнах можно также с помощью кормораздатчиков. Корм задают не более 8 раз в сутки в светлое время и контролируют его поедаемость.

При температуре свыше 16°С годовиков карпа приучают брать корм «с лету». 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 (металлической сетки) садка должен составлять 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 час 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 зареко-

мендовали 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 эти показатели достигали 170 кг/м<sup>2</sup>, при Курской АЭС в бассейнах – до 205 кг/м<sup>2</sup> (Сахаров, 1987; Марков, 1989). Более дешевую рыбу выращивали в садках и более дорогую – в бассейне.

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> (Остроумова, 1978). При этом более дешевую рыбу выращивали в садках, более дорогую – в бассейнах, особенно при оборотной и замкнутой системах водоснабжения. Были созданы рыбководные участки на ряде металлургических (Верх-Исетский, Челябинский, Западно-Сибирский, Новолипецкий) и машиностроительных (Калужский турбинный, Ижорский и др.) заводах, многих тепловых и атомных электростанциях (Сормовская ТЭЦ, Автозаводская ТЭЦ, Заинская ГРЭС, Рефтинская ГРЭС, Курская АЭС) и т. д. (Орлов, Рычагов, 1985; Орлов и др., 1994). Некоторые нормативы выращивания товарного карпа в бассейнах приведены в табл. 12.

Таблица 12

**Нормативы выращивания товарных двухлетков карпа  
в бассейнах на теплых водах**

Показатели	Значения
1	2
Площадь бассейна, м <sup>2</sup>	10–200
Уровень воды в бассейне, м	Не менее 1 м

1	2
Удельный расход воды на 1 кг рыбы, л/с, при массе, г: 1000 500 300	0,04 0,03 0,02
Время полной смены воды, мин	15–20
Температура воды, °С: оптимальная допустимая	25–28 23–34
Начальная средняя масса, г	50
Плотность посадки годовиков, шт/м <sup>2</sup>	250–300
Выживаемость, %	90
Конечная средняя масса, кг	0,5
Рыбопродукция, кг/м <sup>2</sup>	112–135

За 6 месяцев выращивания (с мая по октябрь) при средней температуре воды 25–27°С в течение 3–4 месяцев, а в конце сезона – 16–21°С прирост двухлетков наименьшей массой 50 г составляет 900–1100%, т. е. рыба достигнет товарной массы 500–600 г.

### ***Разведение и выращивание осетровых рыб индустриальными методами***

Становление индустриального осетроводства приходится на начало 90-х гг. XX в., когда наметилось массовое разведение и выращивание осетровых на теплых водах ГРЭС, ТЭС и АЭС.

Основные пути развития товарного осетроводства определены еще в 80-х гг. и имеют три направления:

1. Полноцикловая пастбищная аквакультура. Зарыбление озер и водохранилищ молодь осетровых.

2. Выращивание в обычных рыбоводных прудах в моно- и поликультуре.

3. Индустриальное осетроводство, основанное на интенсивных методах.

При прудовом методе оптимальными являются земляные пруды-садки площадью 0,1 га и глубиной 2,5–3 м или бассейны площадью до 20 м и глубиной до 1,5 м при хорошем водообмене. Для ведения товарного осетроводства в хозяйствах индустриального типа и пастбищной аквакультуры в условиях малых водоемов (водохранилищ, ильменей и др.) необходимы следующие условия:

- обеспечение соответствующей материально-технической базой;

- разработка полноценных рецептур корма для осетров разного возраста;
- разработка действенных профилактических мероприятий с улучшением качества воды и лечения различных заболеваний;
- проведение селекционных работ для формирования ремонтно-маточных стад гибридных форм осетровых с высокими продуктивными свойствами;
- разработка и совершенствование биотехнологии зимнего содержания разновозрастных осетровых, в том числе производителей, с целью снижения отходов.

Основным объектом товарного выращивания в рыбоводных хозяйствах на теплых водах является бестер – гибрид белуги и стерляди, обладающий хорошим темпом роста, высокой жизнеспособностью и широкой экологической пластичностью. Его можно легко приучить к питанию искусственными кормами. Самцы бестера становятся половозрелыми в возрасте 3–4 лет, самки – 6–8 лет.

Широкое распространение в товарном осетроводстве получил также сибирский (ленский) осетр. В естественных условиях эти рыбы обитают в суровых условиях короткого вегетационного периода, длительной зимовки, низкой кормовой обеспеченности. Они могут питаться при низких зимних температурах, в том числе подо льдом. Ленский осетр в природных условиях становится половозрелым при массе 1–2 кг (в возрасте 9–12 лет). Нерест его происходит в июне–июле при температуре воды 14–18°C.

При выращивании в хозяйствах на теплых водах значительно ускорилось половое созревание осетра: самцы становятся половозрелыми в 3–4 года, самки – в 6–7 лет. Нерест сдвигается на апрель–май. Уникальные стада осетровых сформированы в хозяйствах городов Алексин, Электрогорск, Новолипецк, Конаково и др. С 1981 г. на Конаковском заводе товарного осетроводства получают потомство ленского осетра, сеголетки которого достигают массы 130–170 г, двухлетки – 800–1000 г, трехлетки – 1500–2000 г.

Технологии разведения и выращивания бестера и ленского осетра очень близки. При интенсивном выращивании осетры хорошо растут при температуре 15–25°C. При повышении температуры более 25°C рост осетровых резко замедляется, хотя они хорошо переносят температуру воды до 27–30°C. Гибель их начинается при температуре 34–35°C. Бестер и ленский осетр хорошо растут на искусственных кормосмесях, в том числе и на гранулированных кормах. В хозяйствах на теплых водах осетровые достигают массы 1,5–2,0 кг в возрасте 3–4 года. При этом рыбопродукция составляет 60–85 кг/м<sup>2</sup>.

Схема разведения осетровых при полноциклическом культивировании включает следующие звенья технологического процесса:



- содержание производителей;
- регулирование половых циклов и стимуляция созревания рыб;
- получение икры и спермы;
- оплодотворение и инкубация икры;
- выдерживание и подращивание личинок;
- выращивание молоди и посадочного материала;
- отбор и выращивание племенных особей;
- формирование маточного стада;
- выращивание товарной рыбы.

При неполноциклическом выращивании в хозяйства завозят подрощенную молодь с осетровых заводов массой не менее 3 г. В некоторых случаях завозят икру и личинок при температуре 10–15°C.

Выращивание и содержание ремонтных групп и производителей осуществляют в садках площадью 24 м<sup>2</sup> и бассейнах площадью не менее 10 м<sup>2</sup>. Бассейны могут быть прямоугольными или круглыми. Глубина воды в садках достигает 2 м, в бассейнах – 1 м. Конечная плотность посадки может составлять 20–30 кг/м<sup>2</sup> при среднем приросте 2–4-летков 1–1,2 кг, более старших возрастных групп – 1,5–2 кг. Плотность посадки племенных групп должна быть в два раза меньше, чем при товарном выращивании осетровых, т. е. не более 50 кг/м<sup>2</sup>. При температуре воды 24°C необходимо подавать в бассейны более холодную воду из естественных водоемов. Водообмен в бассейнах должен осуществляться не менее двух раз в час.

В хозяйствах на теплых водах зрелые, готовые к нересту производители встречаются с октября по апрель. Икру от них получают при температуре 11–18°C, но лучше при температуре 13–16°C. Регулируя температуру воды, можно добиться готовности производителей к нересту в удобные сроки.

Перед нерестом производителям делают инъекции гипофиза осетровых рыб или карпа (в этом случае доза должна быть вдвое больше). Норма гипофиза осетровых для самок равна 2–4 мг/кг массы тела, для самцов – 2 мг/кг массы тела. Перед инъектированием самок и самцов размещают в отдельные бассейны размером 2 × 2 м.

Момент готовности самок к овуляции икры определяют визуально. При надавливании на брюшную полость из генитального отверстия вытекают половые продукты. Существует несколько способов получения икры у осетровых рыб.

*Первый способ* (вскрытие). Перед получением икры самок забивают. Чтобы кровь не попала в таз с икрой, так как это может ухудшить качество икры, самку обескровливают путем перерезания хвостовой или жаберной артерии. Места разреза обмывают водой, забинтовывают, чтобы кровь не попала на икру. Самку поднимают за голову через

перекладину или блок и закрепляют в вертикальном положении. Под брюшко подставляют таз, при этом часть икры свободно стекает в таз. Затем разрезают брюшко вверх от генитального отверстия на 20-30 см и вынимают основную порцию икры, после чего увеличивают разрез почти до головы и извлекают оставшуюся икру. Икру от каждой самки отбирают в отдельную посуду.

*Второй способ* (многократное сцеживание). У самок осетровых обычным путем может быть сцежена только порция икры, поступившая из полости тела в яйцеводы. Она составляет очень незначительную часть плодовитости самки. Следующее заполнение яйцеводов икрой происходит лишь через некоторое время. Методика многократного сцеживания предусматривает получение икры из яйцеводов самок небольшими порциями в течение длительного периода времени. Интервалы между последовательными сцеживаниями составляют обычно от нескольких минут до двух часов. Процедура сцеживания всей икры от одной самки растягивается на 6–12 и более часов. Недостатками многократного сцеживания являются длительность, трудоемкость, ухудшение качества икры в последних порциях и неполное сцеживание. Эта технология непригодна для крупномасштабного производства и в настоящее время на рыбноводных хозяйствах России не используется.

*Третий способ* (нерест инъецированных рыб в бассейнах). В конце 1950-х гг. рыбовод П.С. Ющенко разработал конструкцию специальных бассейнов для нереста осетров. Самцы и самки после гипофизарных инъекций помещались в эти бассейны и самостоятельно нерестились. Икра по мере ее выметывания быстро выносилась из бассейнов до приобретения ею клейкости. Собранную икру обесклеивали и помещали в инкубационные аппараты. Эта технология, однако, не вышла за рамки эксперимента.

*Четвертый способ* (кесарево сечение – метод частичного вскрытия брюшной полости с последующим наложением хирургических швов). Этот метод был разработан рыбоводом И.А. Бурцевым (1984) для получения икры от выращенных в прудах гибридов осетровых. Впоследствии метод кесарева сечения был использован многими другими исследователями на различных видах осетровых и веслоносе. Различные варианты этого метода сводятся к вариациям в размере и месте нанесения разреза и методике наложения хирургических швов. Хотя осетровые являются достаточно живучими и обычно быстро выздоравливают после кесарева сечения, некоторые рыбы все же погибают, особенно при недостаточной опытности рыбоводов. Дикие производители переносят эту операцию хуже, чем доместифицированные. Метод кесарева сечения достаточно трудоемок и не позволяет работать с большими производственными партиями рыб.

Получение икры методом кесарева сечения осуществляется следующим образом. Первую порцию икры от самки получают путем отцеживания. Затем самку помещают в специальный станок. На брюшной стенке на уровне 4–5 брюшных жучек, считая от хвоста, и на расстоянии 1,5–2 см от средней длины брюшка делают разрез длиной 5–7 см. Через него сливают примерно половину икры, а оставшуюся икру полностью извлекают из полости тела ложкой или рукой. После удаления икры разрез зашивают кетгутом, капроновыми или шелковыми хирургическими нитками с помощью хирургической иглы. Шов заживает в течение 1–2 месяцев.

Прооперированных самок содержат в бассейнах с гладким дном. Для осеменения икры берут сперму от трех самцов путем отцеживания катетером в пробирку или стаканчик. Хранят сперму в затененном и прохладном месте.

*Пятый способ* (надрезание яйцевода). Этот метод разработан рыбоводом С.Б. Подушка в 1985–1986 гг., прошел многолетние успешные испытания в ряде рыбоводных хозяйств и с каждым годом получает все более широкое распространение и признание. Известно, что яичники осетровых не имеют собственной полости и овулировавшая икра попадает непосредственно в полость тела. Перед тем как попасть во

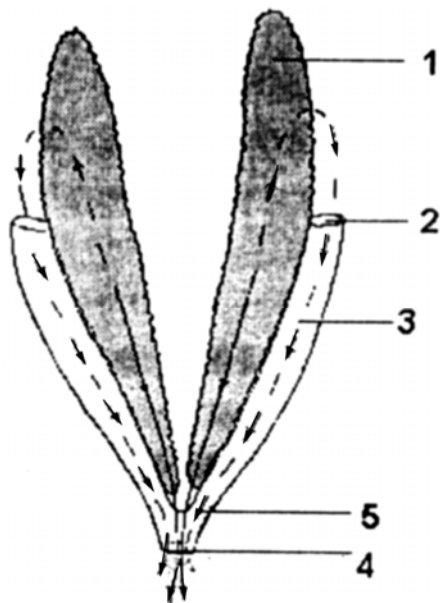


Рис. 16. Расположение яичников и яйцеводов у осетровых рыб: 1 – яичник; 2 – воронка яйцевода; 3 – яйцевод; 4 – генитальное отверстие; 5 – место надреза. (пунктирная линия – путь овулировавшей икры при естественном нересте)

внешнюю среду, яйца должны пройти через яйцеводы. Яйцеводы осетровых представляют собой две длинные трубки, расположенные в дорзо-латеральных частях брюшной полости (рис. 16). Как показало анатомическое исследование, собственно яйцеводами являются лишь передние участки этих труб, а остальные их части являются мочеточниками. Однако в рыбоводной литературе обычно используется название «яйцеводы» для всей структуры. Воронки яйцеводов значительно удалены от генитального отверстия в краниальном направлении. Эти анатомические особенности половой системы самок объясняют, почему у осетровых нельзя сцедить всю овулировавшую икру сразу. Массаж брюха от головы к хвосту приводит к выдавливанию икры только из яйцеводов, после чего их стенки спадают и дальнейшее сцеживание оказывается невозможным.

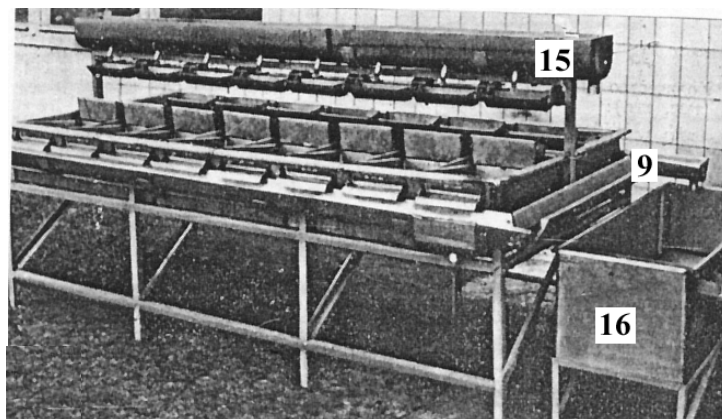
После надреза каудального участка одного из яйцеводов овулировавшая икра может поступать к генитальному отверстию непосредственно из полости тела, минуя яйцеводы, и сцеживание икры можно осуществлять обычным путем, как у костистых рыб.

Икру оплодотворяют мокрым методом при разбавлении спермы в 100–200 раз в зависимости от концентрации спермиев в эякуляте. В течение 3–5 мин икру со спермой перемешивают круговыми движениями, затем сливают излишнюю жидкость. После промывания икру помещают в аппараты для обесклеивания. При отсутствии аппарата обесклеивание проводят в тазу, перемешивая икру рукой. Отмывка клейкой икры считается законченной, если в течение 5 мин икринки не приклеиваются друг к другу или стеклу. Инкубируют икру в аппаратах Ющенко или «Осетр» (рис. 17).

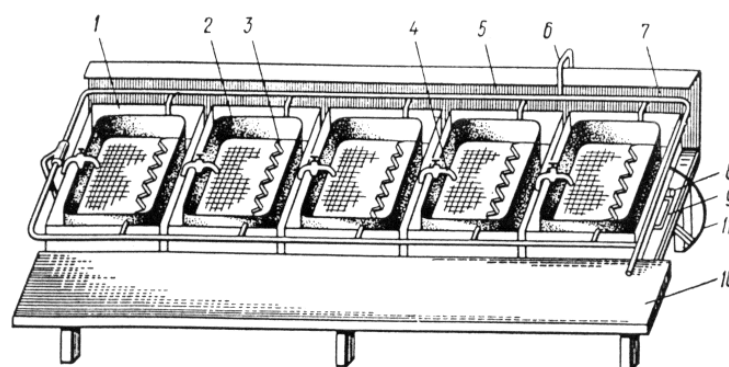
*Инкубационный аппарат «Осетр»* состоит из каркаса, двух емкостей с рыбоводными ящиками, перекидных ковшей, водоподающего желоба, сливных лотков и сортировочного устройства. Инкубация икры проходит во взвешенном состоянии, которое обеспечивается колебательными движениями рыбоводных ящиков. Под действием силы тяжести воды они быстро погружаются, а по мере ее вытекания – всплывают. Цикл повторяется вновь. После вылупления эмбрионы с током воды поступают по сливным лоткам в сортировочное устройство, где происходит отделение жизнестойких особей. В аппарат можно загрузить до 30–40 кг (2,8 млн икринок белуги или осетра) или до 32 кг (3,2 млн икринок севрюги). В аппарате имеется 16 инкубационных ящиков. Общий расход воды составляет до 4,8 м<sup>3</sup>/ч (1,3 л/с). Аппарат имеет габариты 340 × 160 × 148 см при общей массе 480 кг. Сравнительно с аппаратом Ющенко он позволяет увеличить выход жизнестойких личинок на 23%, улучшить условия работы рыбоводов, увеличить производительность труда в два раза и снизить расход воды.

*Аппарат Ющенко (Ю-IV) образца 1961 г.* применяется для инкубации обесклеенной икры осетровых. Аппарат металлический, передвижной, сложный по устройству, но простой в эксплуатации. Основу его составляет ванна размером 70 × 62 × 21 см, которая установлена на раме, выполненной из металлических трубок. Внутри ванны находится блок четырех лопастей. Над лопастями находится сетчатая инкубационная рама, вмещающая до 2,5–3 кг икры осетровых рыб. При работе аппарата вода из ванны вытекает через урвенную трубку в лоток, а из него в ковш. По мере наполнения ковш (объем 1,8 л) под действием силы тяжести начинает опускаться вниз, преодолевая тяжесть противовеса. В нижнем положении он сбрасывает воду через сифон. Освобожденный от воды ковш возвращается в исходное положение. При каждом ходе ковша тяга воздействует на центральный рычаг, который вращает вал. Тот, в свою очередь, при помощи крайних рычагов и ша-

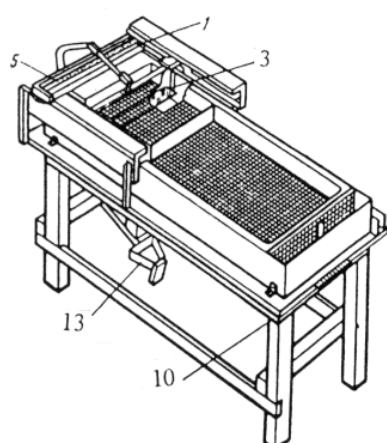
тунов приводит в движение блок четырех лопастей, благодаря чему икра периодически перемещается. При расходе воды в аппарате 4 л/мин лопасти начинают работать через каждые 40 с. Максимально возможный расход воды в аппарате составляет 27 л/мин.



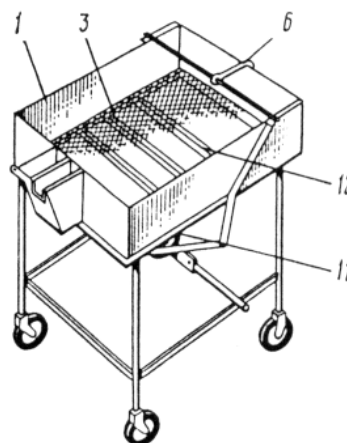
*а*



*б*



*в*



*г*

*Рис. 17. Аппараты для инкубации икры осетровых: а – аппарат «Осстр», б, в, г – аппараты Ющенко (б, в – стационарные, г – передвижные):*

- 1 – наружный ящик; 2 – внутренний ящик; 3 – подвижная лопасть; 4 – водоподающий кран; 5 – подвижная рама; 6 – регулятор движения лопасти; 7 – борт; 8 – водоподающая труба; 9 – водоотводящий лоток; 10 – стол; 11 – тяга; 12 – сетка; 13 – сифонный ковшик; 14 – аэратор; 15 – водоподающий лоток; 16 – сортировальная емкость*

*Аппарат Ющенко (Ю-II) образца 1954 г.* не уступает по надежности аппарату Ю-IV, превосходя его по количеству инкубируемой икры. Он имеет не одну, а 4–5 инкубационных секций. Его монтируют на столе. Каждая секция состоит из двух металлических ящиков: наружного – прямоугольной формы (размер 73 × 65 × 27 см) и внутреннего – полуовального с сетчатым дном (65 × 56 × 27 см). Между дном наружного ящика и сетчатым дном внутреннего ящика имеется свободное пространство.

При периодичности движения лопасти 3–4 раза в минуту в аппарат загружают следующее количество икры (тыс. шт): белуги – 300–450, осетра – 500–600, севрюги – 600–750, шипа – 600–720.

При завершении инкубации икры открывают задвижку конусного лотка и спускают вылупившихся предличинок вместе с вытекающей водой в сборный лоток. Полный сброс воды из секции в сборный лоток производится через клапанный край наружного ящика. Имеется модернизированный вариант этого аппарата с 8–10 секциями.

В период инкубации икры при возникновении развития сапролегнии необходимо проводить лечебные мероприятия раствором малахитового зеленого, фиолетового «К» или формалином. Для этого на 10–15 мин прекращают водоподачу и создают концентрацию фиолетового «К» – 5 мг/л, малахитового зеленого – 5 мг/л, формалина 40%-ного – 15 см<sup>3</sup>/л, формалина с поваренной солью – 0,5%-ный раствор. Икру с показателем оплодотворения 90% начинают обрабатывать на стадии средней гастрюлы, при более низком – на стадии желточной пробки.

Выход предличинок от оплодотворенной икры обычно составляет для белуги 70–75%, для гибридов – 70–75%, для осетра – 75–80%. Концентрация свободных эмбрионов в накопителе не должна превышать 500 экз/л. Учет личинок при пересадке ведут эталонным методом.

*Выдерживание личинок и выращивание молоди в лотках и бассейнах.* Свободных эмбрионов выдерживают в течение 12–14 суток при температуре воды 14–15°C и в течение 10 суток при температуре воды 18°C. При плотности посадки 3–5 тыс. шт/м<sup>2</sup> их выдерживают в лотках или квадратных бассейнах площадью 1–4 м<sup>2</sup>. Выживаемость личинок составляет 60% при водообмене 30 мин и температуре воды 17–20°C.

*Корма и кормление осетровых.* Кормление осетровых является важнейшей составляющей технологии разведения и выращивания в промышленных условиях. Содержание протеина в кормах может достигать 52% (табл. 13).

Ремонтные группы и производителей кормят гранулированным кормом РГМ-9ПО (РГМ-5В) и ОПК-1 с диаметром гранул 4,5–7,0 мм. Суточные дозы корма зависят от массы рыб и температуры воды (табл. 14).

Таблица 13

**Содержание основных питательных веществ в гранулированных комбикормах для осетровых, %**

Марка корма	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	Обменная энергия	Назначение корма
ОСТ-5	51	11	1,5	11	3560	Стартовый до массы 3–5 г
ОТ-6	44	12	2,5	10	3600	Производственный для массы более 3–5 г
РГМ-9ПО	52	12	1,5	11,5	3840	Производителям

Таблица 14

**Суточная норма корма для производителей ленского осетра, %% от массы тела**

Температура, °С	Масса рыбы, г		
	400–800	800–1500	Более 1500
12	2,1	1,7	1,5
18	3,2	2,7	2,2
21	4,0	3,2	2,6
25	5,0	3,7	3,3

Осетры хорошо потребляют рыбу и пастообразный корм, состоящий из рыбного фарша (50%), рыбной (13%), мясокостной (7%) и кровяной (5%) муки, дрожжей (8%), льняного и подсолнечного шротов (5%), пшеничной муки (2%), фосфатов (6%), растительного масла (2%), рыбьего жира (1%) и витаминного премикса (1%). Величина суточного рациона пастообразного корма в первое лето составляет 20–30% от массы рыбы, во второе – 6–10%, в третье – 4–6%, зимой – 2–4% массы рыбы. Осетровых кормят 4 раза в день в теплое время года и 1–2 раза в день в холодный период года.

Начало активного питания наблюдается при массе личинок 35 мг. Хорошим ориентиром начала кормления служит исчезновение меланиновой пробки. При задержке кормления у личинок появляется агрессивность: они хватают друг друга за грудные плавники зубами, откусывая края. Кормят личинок стартовым кормом СТ-07 и СТ-4А3 (табл. 14).

К искусственному корму добавляют 10–15% живого корма (науплии артемии, салина, олигохеты, пресноводный зоопланктон), особенно в течение первого месяца выращивания. В это время личинок кормят круглосуточно через каждые 2 часа в зависимости от поедаемости корма. После того как они достигнут массы 3 г, их кормят через 3–4 часа. Размер кормовых частиц должен соответствовать массе молоди (табл. 15).

Таблица 15

## Соответствие между массой осетровых и размерами гранул (крупки)

Средняя масса рыбы, г	Размер крупки и гранул, мм
До 0,1	0,2–0,4
0,1–0,5	0,4–0,6
0,5–1,2	0,6–1,0
1,2–2,5	1,0–1,5
2,5–5,0	1,5–2,5
5–20	2,0–3,2
20–50	3,0–3,5
50–200	3,5–4,5
200–400	5–6
Более 400	6–8
Производители	8–12

При выращивании в садках бестера и ленского осетра суточная норма корма должна быть увеличена вдвое.

Продолжительность подращивания личинок при водообмене 2–3 раза в час и выходе 50% до массы 1 г составляет 50 суток, до 3 г – 70–80 суток. Кормление осуществляют согласно нормам (табл. 16).

Таблица 16

## Количество гранулированного корма для осетровых в сутки в зависимости от температуры воды и средней массы тела, %

Т, °С	Масса рыбы, г						
	3–20	20–50	50–150	150–300	300–500	500–1500	Более 1500
12–17	6–8	5–7	3,5–4,5	2,5–3,5	2–3	1,2–1,7	0,7–1,1
17–20	7–10	5–8	4–5	3–4	2,5–3,5	1,5–2,0	1–1,5
20–24	8–10	6–8	4,5–5,5	4–5	3,5–4	2–3	1,3–1,8
24–27	6–8	5–7	3–4	2–3	2–3	1,0–1,3	0,7–1

При массе 3 г молодь пересаживают в садки и бассейны. Плотность посадки в бассейны площадью 10–15 м<sup>2</sup> составляет 400 шт/м<sup>2</sup>, в садки – 300 шт/м<sup>2</sup>. В конце периода выращивания сеголетки осетровых от молоди массой 3 г достигают массы 60–100 г при выживаемости 50–60%. В зимний период их содержат при плотности посадки 200 шт/м<sup>2</sup>.

Товарных двухлетков осетровых рыб выращивают при плотности посадки 50–100 шт/м<sup>2</sup>, трехлетков – 25–50 шт/м<sup>2</sup>. В бассейнах плотность должна быть меньше, так как они сильнее загрязняются экскрементами и остатками корма. Полный водообмен должен осуществляться 3 раза в час. Кормят рыб гранулированными кормами БМ-1А3, ПБС-4. Суточная норма сухих гранул составляет 5–10% от массы рыб,



влажных – 10–15%. Рыб кормят 2–3 раза в сутки. Количество гранулированного корма зависит от температуры воды и средней массы рыб. Рыбопродуктивность обычно составляет 25–30 кг/м<sup>2</sup> (табл. 17).

Таблица 17

**Рыбоводно-биологические нормативы выращивания осетровых в прудовых условиях**

Показатели	Значения
1	2
Норма загрузки инкубационных аппаратов (на один рабочий ящик)	
Аппарат Ющенко (II–IV модели):	
осетр: кг	3
тыс. шт/м <sup>2</sup>	165
белуга: кг,	3
тыс. шт/м <sup>2</sup>	120
Аппарат «Осетр»:	
кг	2,5
тыс. шт/м <sup>2</sup>	140
Выход свободных эмбрионов от количества оплодотворенной икры, %	70–80
Плотность посадки в лотки свободных эмбрионов, тыс. шт/м <sup>2</sup>	4–5
Выход мальков массой 3 г от перешедших на активное питание личинок, %:	
белуга	50
бестер	100
осетр и его гибриды	50–100
Выход сеголетков, %	80
Средняя масса сеголетков, г:	
белуга	250
бестер	120
осетр и его гибриды	80
Рыбопродуктивность по сеголеткам, т/га	8,4–9,6
Плотность посадки годовиков, тыс. шт/га:	
белуга	15
бестер	20
осетр	25
Выход двухлетков, %	95
Средняя масса двухлетков, г:	
белуга	1100
бестер	800
осетр	500
Рыбопродуктивность по двухлеткам, т/га	10–13
Плотность посадки двухгодовиков, тыс. шт/га:	
белуга	7
бестер	9
осетр	14

1	2
Выход трехлетков, %	95
Средняя масса трехлетков, кг:	
белуга	22,5
бестер	1,8
осетр	1,2
Рыбопродуктивность по трехлеткам, т/га	8,2–9,0

### ***Разведение и выращивание канального сома в индустриальных условиях***

Разведением канального сома занимаются в рыбхозах России, Украины, Молдавии, Грузии, Узбекистана, а также в странах в хозяйствах индустриального типа на ТЭС и АЭС.

Интенсивное развитие теплоэнергетики создает благоприятные предпосылки для широкого выращивания канального сома в хозяйствах индустриального типа, создаваемых в различных регионах страны.

*Формирование маточного стада.* Маточное стадо канального сома содержат в садках из дели ячеей от 10 до 20 мм и размером от 12 (3 × 4 м) до 24 (4 × 6 м) м<sup>2</sup>. Дно садков делают двойным, т. е. подшивают делью с ячейей 3,6 мм для уменьшения потерь корма.

Племенной материал отбирают из товарных двухлетков, отбраковывая уродливых, травмированных и отстающих в росте. При этом учитывают, что самцы должны быть крупнее самок. Племенных двухгодовиков выращивают при плотности посадки 85–100 шт/м<sup>2</sup>, старших возрастных групп ремонтного поголовья – 50 шт/м<sup>2</sup>, производителей – 20–10 шт/м<sup>2</sup>.

Для кормления используют гранулированный форелевый комбикорм (РГМ-5В; РГМ-8В; 16-80; СБ-3), а также пастообразные корма: фарш из рыбы или смесь из 80% селезенки, 20% рыбной муки и 1% форелевого премикса ПФ-2В. Пастообразные корма составляют 20–30% рациона, а в преднерестовый период – 40–50%. Рыбу кормят два раза в сутки, а в период низких температур – один раз в сутки. В период летнего выращивания суточный рацион составляет 4–5% массы рыбы.

Производителей содержат в садках до начала нереста. При повышении температуры до нерестовой у созревших рыб начинаются ожесточенные схватки. Сортировать и пересаживать их в другие садки в этот период не следует, так как подобное вмешательство только увеличивает агрессивность производителей и может привести к гибели. При

первых признаках беспокойства садки с производителями переводят в ту часть водоема, где температура воды на 3–4°C ниже, или увеличивают в 5–10 раз плотность посадки. Это успокаивает рыбу, так что с ней можно нормально работать.

Нерест канального сома осуществляют тремя методами: прудовым, садковым и аквариумным. При прудовом методе площадь пруда должна составлять 0,1 га (100 × 10 м), глубина – 1,5 м, оптимальная температура воды – 26–28°C, периодичность водообмена – 12 ч. В пруду устанавливают искусственные нерестовые гнезда (чистые, без посторонних запахов молочные бидоны, деревянные или металлические бочки, канистры и др.). Их устанавливают на глубине 50–70 см в горизонтальном положении (на боку) с отверстием к центру пруда. В пруд помещают самок и самцов при соотношении полов 1 : 1. Допускается посадка до 100 пар производителей на 1 га пруда. Для двух пар производителей устанавливают одно нерестовое гнездо. Через 2–3 суток искусственные нерестилища проверяют, предварительно отогнав самца (постучав палкой по бидону). Кладки икры можно оставлять в нерестовых гнездах до вылупления эмбрионов или переносить на инкубацию в аппараты «Днепр». В такой аппарат помещают 5–6 кладок икры при максимальном водообмене. Свободных эмбрионов сифоном выбирают из аппарата и переносят в лотки или ванны.

Ускорить нерест можно с помощью гипофизарных инъекций. При садковом методе для нереста используют садки из дерева, сетки, бетонных балок или отгораживают участок пруда. Площадь садка – 4,5 м<sup>2</sup> (3 × 1,5 м), глубина воды – 60–90 см. Стенки садка вкапывают в дно пруда так, чтобы они возвышались над водой на 30 см. Садки оборудуют нерестовыми гнездами и в период нереста высаживают в них пару производителей.

При аквариумном методе обеспечивают максимальный контроль над всеми этапами нереста. Для проведения нереста используют аквариумы вместимостью 200 л или обычные бытовые ванны, которые размещают в инкубационных цехах. Расход воды устанавливают на уровне 10–14 л/мин, температуру воды поддерживают в пределах 25–30°C. При необходимости воду следует подогревать. Во время нереста нужно тщательно следить за кислородным режимом и не допускать его снижения менее 5 мг/л. При температуре воды 25°C самки сома начинают перезревать уже через 15–20 дней.

Нерестовые пары подбирают таким образом, чтобы самец был немного крупнее самки при одинаковой готовности к нересту. Если одна из рыб недостаточно подготовлена к нересту, возникает острый конфликт: готовая к нересту особь ведет себя по отношению к неподготовленной крайне агрессивно. В этом случае нужно отловить из ванны неподготовленную к нересту рыбу и сформировать новую пару.

При аквариумном нересте производителям делают гормональные инъекции, что ускоряет нерест на две недели. Для этого используют гипофизы сазана, леща, растительноядных рыб, обыкновенного сома, буффало, карася, канального сома, а также хориогонический гонадотропин. Самкам делают трехкратные инъекции. Интервалы между первой и второй инъекцией составляют 12–24 ч, между второй и третьей – не более 12 ч. Самцам делают инъекцию одновременно с третьей инъекцией самкам. Наиболее результативно введение самкам нарастающего количества гормона: первая инъекция – 1,5–3,0 мг на особь, вторая – 3,0–6,0 мг на особь, третья – 10 мг/кг от массы рыбы. Самцам достаточно введение 5–10 мг гормона на особь. При использовании хориогонического гонадотропина применяют следующие дозировки: первая инъекция – 0,5–1,0 мг на особь, вторая – 2,0–4,0 мг на особь, третья – 3–6 мг/кг. Самцам вводят 2–4 мг гормона на особь.

Для снижения интенсивности воспалительных процессов, связанных с травматизацией, при каждой инъекции вводят пенициллин, разведенный в физиологическом растворе, на котором готовятся суспензии гипофиза или раствор хориогонического гонадотропина.

Канальный сом агрессивен при охране территории, поэтому при плотных посадках в преднерестовый период у рыб происходят жесткие схватки. Драки наблюдаются в садках с разной по полу структурой, поэтому до третьей инъекции самцов и самок нужно содержать отдельно. После третьей инъекции подбирают пары, и рыб помещают в ванны или аквариумы. Ванны и аквариумы необходимо закрывать закрепленными крышками, так как во время нереста рыба ведет себя беспокойно и может выпрыгнуть.

Нерест начинается обычно через 16–20 часов после третьей инъекции и может продолжаться несколько часов. После окончания нереста самок отлавливают и помещают на летний нагул. Самцов оставляют в ваннах, так как они участвуют в инкубации икры. При использовании хорошо подготовленных к нересту производителей икру откладывают не менее чем от 80% пар.

Обычно самцы хорошо справляются с обязанностями по инкубации икры. В кладках, где икра имеет большой процент оплодотворения, отхода в процессе инкубации почти не наблюдается. В то же время нередки случаи, когда самцы уничтожают (пожирают) кладки, причем с нормально развивающейся икрой. Явление это объясняют влиянием абиотических факторов: резкими колебаниями температуры, шумом и др. Однако факты уничтожения самцами кладок наблюдаются и при наличии вполне благоприятных абиотических условий. Скорее всего, такое аномальное поведение самцов объясняется их плохим физиологическим состоянием, которое является следствием неполноценного кормления.

Продолжительность эмбрионального развития у канального сома в зависимости от температуры колеблется от 5 (при 28–30°C) до 10 суток (при температуре 21–24°C). После завершения вылупления эмбрионов самцов отлавливают из ванн и переводят в пруды на летний нагул или оставляют для повторного нереста с другими самками.

Свободных эмбрионов до перехода на внешнее питание содержат в ваннах из расчета 150–200 тыс. шт на одну ванну, что происходит при благоприятной температуре на 3–4-е сутки после вылупления. Переход на внешнее питание совпадает с наполнением плавательного пузыря воздухом.

Ванны, в которых содержат личинок, оборудуют на вытоке защитными сетками. В случае недостатка ванн и аквариумов кладки икры можно забирать из них и инкубировать в аппаратах (например, в аппарате «Днепр»).

После перехода на смешанное питание личинок помещают на выращивание в мальковые или выростные пруды либо отправляют для дальнейшего выращивания в другие хозяйства. Учет личинок осуществляют эталонным способом.

Личинок канального сома подращивают при температуре 26–28°C в течение 10 суток в стеклопластиковых лотках вместимостью 1,5 м<sup>3</sup> при расходе воды 15–20 л/мин и плотности посадки до 30 тыс. шт/м<sup>3</sup>.

Личинок кормят 10–12 раз в сутки науплиями *Artemia salina*, прудовым зоопланктоном, пастообразным кормом (селезенка), стартовым кормом (РГМ-6М, АК-1СС, СБ-1), Корма скармливают поочередно, стремясь избегать однообразия, что улучшает результаты выращивания. При достижении личинками массы 100 мг уменьшают плотность посадки до 5 тыс. шт/м<sup>3</sup> и продолжают подращивать их до массы 1 г в течение 40–45 суток. Выживаемость личинок составляет 90%. В этот период доля живого корма в рационе может быть уменьшена до 20%, причем основными компонентами рациона становятся стартовый и пастообразный корма (селезенка). Величина гранул зависит от средней массы тела сома (табл. 18). Молодь, достигшую массы 1 г, переводят для дальнейшего выращивания в садки.

Таблица 18

**Величина гранул в зависимости от средней массы тела сома**

Масса рыбы, г	Размер гранул, мм
1	2
До 0,1	0,2–0,4
0,1–0,3	0,4–0,6
0,3–1,0	0,6–1,0
1,0–2,0	1,0–1,5

1	2
2,0–5,0	1,5–2,5
5–25	2,5–3,5
25–100	3,5–4,5
100–400	5–6
Более 400	6–8

*Выращивание сеголетков* канального сома в садках проводят в два этапа: первый этап – выращивание молоди до массы 5 г; второй – до массы 15–20 г. На первом этапе сеголетков выращивают в садках площадью 4–12 м<sup>2</sup>, изготовленных из дели с ячейей 3–5 мм при плотности посадки молоди массой 1 г до 2,5 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Выращивание сеголетков канального сома в садках занимает в 400 раз меньше площади, чем в прудах.

Для кормления используют пастообразный корм (селезенка) с добавкой 1% премикса и комбикорм. Соотношение пастообразного и сухого кормов должно составлять 1 : 1, количество кормлений – от 10 раз в день (в начале периода выращивания) до 6 (в конце периода выращивания). Продолжительность выращивания при благоприятных условиях – 30–45 суток. Выход молоди составляет 60%.

На втором этапе выращивания сеголетков переводят в садки площадью до 20 м<sup>2</sup>, изготовленные из дели с ячейей 8–12 мм, при плотности посадки 1 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Для кормления используют комбикорм и пастообразный корм (селезенка) с добавкой 1% премикса. Доля пастообразных кормов составляет 30%. Количество корма в сутки должно зависеть от температуры воды и средней массы рыбы (табл. 19).

Таблица 19

**Количество гранулированного корма в сутки для канального сома  
в зависимости от индивидуальной массы, %**

Т, °С	Масса рыбы, г									
	До 0,1	0,1–0,6	0,6–2	2–5	5–15	15–40	40–100	100–250	250–500	Более 500
9	4,0	3,9	3,7	3,4	2,8	2,4	2,1	1,7	1,4	1,2
12	6,0	5,5	5,0	4,0	3,0	2,7	2,3	1,9	1,6	1,5
15	8,0	6,2	5,5	4,4	3,5	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7
18	10,1	8,0	6,3	5,1	4,2	3,7	3,1	2,7	2,3	2,0
21	16,0	10,0	8,0	6,2	5,0	4,3	3,9	3,3	2,7	2,5
24	22,0	15,5	11,0	8,3	6,5	5,1	4,6	4,0	3,3	2,9
27	28,0	22,4	16,0	11,7	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,4
30	25,0	21,0	20,0	15,0	10,0	9,5	8,0	6,0	5,0	4,0

Зимой сеголетков можно оставить в тех же садках, в которых их содержат на втором этапе выращивания при той же плотности посадки. Зимой их нужно кормить обязательно. Величина рациона зависит от температуры воды: при 7–8°C – 0,5–1,0%; при 9–11°C – 1–2%; при 12–13°C – 3% от массы рыбы. Для кормления используют те же корма, что и в летний период. Можно использовать фарш из свежей и мороженой рыбы, добавляя в него 1% премикса или комбикорма СБ-1 и СБ-3.

При содержании в садках, установленных в водоеме-охладителе, сеголетки активно питаются и за осенне-зимний период увеличивают массу на 15–20%.

*Товарных двухлетков* канального сома выращивают в садках площадью 16–24 м<sup>2</sup>, изготовленных из дели с ячейей 14–20 мм. Посадку годовиков в садки производят в марте–апреле. Плотность посадки колеблется от 300 до 350 шт/м<sup>2</sup> при массе годовиков 15–20 г.

Наряду с сухими можно использовать пастообразные корма (селезенка, фарш из свежей или мороженой рыбы с добавкой 1% премикса), составляющие 10–20% рациона при частоте кормления два раза в день (утром и вечером). Рацион равен 4–5% от массы рыбы. При продолжительности выращивания около 6 месяцев двухлетки достигают массы 400 г. Выживаемость составляет 80%, выход продукции – 90–120 кг/м<sup>2</sup>.

В бассейнах площадью до 220 м<sup>2</sup> при водообмене до 4–6 раз в час плотность посадки годовиков канального сома составляет 200–250 шт/м<sup>2</sup> (150–190 шт/м<sup>3</sup>). При температуре 28–29°C и благоприятном гидрохимическом режиме конечная масса товарных двухлетков может достигать 500–700 г.

Для мелиоративных целей в садки к сому подсаживают карпа и толстолобика из расчета 20 шт/м<sup>2</sup>. Этим улучшается санитарное состояние в садках, стимулируется лучший аппетит сома, получается дополнительная товарная продукция.

### ***Разведение и выращивание тилапий в промышленных хозяйствах***

На протяжении многих веков рыбы семейства Cichlidae являются основным источником питания в некоторых странах Азии и Африки. Эти рыбы занимают ведущие позиции в мировой аквакультуре. В 1997 г. производство тилапий достигло 1 млн т, уступая только карповым и лососевым. Благодаря специфическим особенностям размножения культивирование тилапии можно легко осуществлять круглогодично.

Тилапии являются прекрасным модельным объектом при изучении разнообразных вопросов физиологии, биохимии, генетики и селекции рыб, а также и их воспроизводства.

Тилапии наряду с карпом являются популярным объектом аквакультуры многих стран. Они широко представлены в Африке и на Ближнем Востоке. В настоящее время их стали выращивать и в регионах с умеренным климатом, используя энергию теплых вод ТЭЦ, АЭС и геотермальных вод, большие запасы которых имеются на Дальнем Востоке, в Западной Сибири и на Северном Кавказе. Как тропические рыбы они хорошо развиваются в летнее время в водоемах-охладителях. Успешно проходит их выращивание в установках с замкнутым циклом водообеспечения.

*Содержание производителей и ремонтного молодняка.* Тилапии достигают половой зрелости в возрасте до одного года. Сроки полового созревания определяются условиями содержания, в первую очередь температурным режимом, а также кормлением. Так, при температуре 27–29°C самки тилапии мозамбика созревают в возрасте 3–4 месяцев, самцы немного раньше. При более низкой температуре созревание происходит позднее. Например, в водоемах-охладителях Черепетской и Приднепровской ГРЭС, тилапия мозамбика при содержании в садках созревает в возрасте 4–5 месяцев. Тилапия аурея и нилотика созревают несколько позже – обычно в возрасте 5–6 месяцев. Имеются данные о том, что чем хуже условия существования, тем раньше тилапии достигают половой зрелости.

При содержании в прудах ремонтного молодняка и производителей плотность посадки молоди не должна превышать 5–10 тыс. шт/га, производителей – 1–2 тыс. шт/га. Плотность посадки производителей при садковом и бассейновом содержании должна составлять 20–30 шт/м<sup>2</sup>. Производителей необходимо кормить полноценными комбикормами с 25–30%-ным содержанием протеина. В период нерестовой кампании нужно вводить в рацион компоненты, богатые витаминами, а именно дрожжи, ряску, водоросли.

Разведение тилапии в нашей стране базируется главным образом на индустриальных методах выращивания. Важное значение при этом приобретает племенная работа. Основным методом селекции тилапии в настоящее время является массовый отбор, предполагающий сохранение на племя лучших по фенотипу особей. Важнейшими направлениями селекции тилапии являются следующие: ускорение роста, лучшее использование корма, повышение устойчивости к низким температурам, замедленное половое созревание.

Массовый отбор в маточное стадо проводят среди молодых, впервые созревающих производителей в основном по массе и экстерьеру. В дальнейшем производителей оценивают по качеству потомства. При массовом отборе следует принимать во внимание наличие у тилапии полового диморфизма. У разных видов тилапии половой диморфизм



выражен различно. Наиболее сильно он проявляется у тилапии из рода *Oreochromis*. У тилапий рода *Sarotherodon* он выражен слабо, а у тилапии рода *Tilapia* отсутствует. Самцы тилапий рода *Oreochromis* существенно превосходят по массе самок, поэтому отбор самых крупных особей на племя без учета этого обстоятельства может привести к диспропорции в соотношении полов.

Оптимальное соотношение самцов и самок тилапий, относящихся к разным родам, заметно различается. Это необходимо учитывать при формировании маточных стад. У тилапий рода *Oreochromis* оптимальное соотношение самцов и самок составляет 1 : 5–1 : 7. У тилапий рода *Sarotherodon* к одной самке подсаживают 1–2 самцов. У тилапий, откладывающих икру на субстрат, соотношение самцов и самок составляет 1 : 1.

Плодовитость у тилапий разных родов существенно различается. Так, виды, не охраняющие потомство, имеют значительно большую плодовитость. Например, самка тилапии цилли может откладывать 5000 икринок и более. У тилапий, инкубирующих икру в ротовой полости, плодовитость заметно ниже. Величина рабочей плодовитости зависит от массы самки: тилапия мозамбика может выметать за один нерест в зависимости от массы тела и условий содержания от 100 до 2500 икринок (табл. 20).

Таблица 20

#### Репродуктивная характеристика тилапии

Вид тилапии	Масса рыбы, г	Плодовитость, шт		Размер икры	
		абсолютная	рабочая	Диаметр, мм	Масса, г
Мозамбика	25–1200	1500–4000	100–2500	1,8–2,5	2,3–6,4
Ауреа (голубая)	70–850	340–3600	240–2200	2,0–2,6	2,5–6,9
Гибрид «Красная»	90–420	510–2100	380–1400	2,1–2,6	2,1–6,5
Макроцефала	80–350	310–950	200–600	2,5–3,0	6,0–7,55
Мариа	70–280	2100–8300	1200–5000	1,0–1,4	1,1

При выборе технологии заводского воспроизводства тилапии необходимо принимать во внимание особенности их размножения. Например, половозрелые тилапии рода *Oreochromis* в условиях оптимального температурного режима и хорошей обеспеченности кормом способны регулярно откладывать икру через 25–35 суток, а искусственное прерывание вынашивания потомства у самок на 1–5 суток после нереста приводит к ускорению икрометания.

*Разведение тилапии.* Эти рыбы хорошо размножаются как в прудах, так и в каналах, бассейнах, аквариумах и садках.

При разведении в прудах на 0,1 га помещают 30–50 самок и 15–30 самцов. В зависимости от вида соотношение самок и самцов может быть различным. Различать самок и самцов в период нереста легко. Так, самцы тилапии мозамбика значительно крупнее самок и отличаются от них темной окраской. У тилапии макроцефала более темные самки. Кроме того, половой диморфизм у тилапии выражается в разном строении мочеполювого сосочка: у самок при визуальном наблюдении видны два отверстия, а у самцов – одно.

Большинство видов тилапий размножается при температуре 24–28°C. Самцы в период нереста становятся агрессивными, и каждый из них занимает охраняемую им территорию, которая может составлять от 0,5 до 6 м<sup>2</sup> в зависимости от вида тилапии. Затем начинается постройка гнезда. У тилапий, откладывающих икру на субстрат, защищают территорию, копают гнездо и ухаживают за потомством оба родителя. Самка выметывает икру, которую осеменяет самец. Икра клейкая. Нерест длится 2,5–3 часа. Инкубация проходит в течение 2–3 суток. После вылупления эмбрионы находятся 3–4 суток в гнезде, после чего переходят на активное питание.

Тилапии, вынашивающие икру в ротовой полости, также строят гнездо, но после осеменения и оплодотворения икры забирают ее в рот. При нересте в бассейнах или аквариумах, при размножении тилапий, относящихся к роду *Oreochromis*, к одному самцу подсаживают 5–7 самок. Самец выбирает готовую к нересту самку и отгоняет остальных. Нерест длится 5–15 мин. Самка выметывает икру, которую тут же осеменяет самец. Оплодотворенную икру самка забирает в рот.

Отнерестившихся особей нетрудно отличить по характерному подчелюстному мешку и периодическим «жующим» движениям челюстей, вследствие чего происходит перемешивание икры во рту. Самок, инкубирующих икру, лучше пересадить в отдельную емкость или отгородить перегородкой. Отсаживать самок нужно стеклянной или пластмассовой банкой, так как сачок использовать нельзя из-за того, что самки выбрасывают икру из ротовой полости.

Инкубация икры и вынашивание личинок в ротовой полости представляет собой идеальную защиту для потомства: слизистая оболочка ротовой полости этих рыб выделяет секрет, угнетающий, по-видимому, развитие бактерий и грибков, а непрерывное перемешивание икры в ротовой полости способствует хорошей аэрации и вместе с тем лучшему контакту с секретом слизистой оболочки.

У тилапий, инкубирующих икру в ротовой полости, развитие икры продолжается от 3 до 10 суток и зависит от вида рыб и температуры воды. У тилапий мозамбика и ауреа при температуре воды 27–28°C вылупление эмбрионов проходит на 4–5-е сутки, у «красной» тилапии (гибрид-

ная форма: самка *O. mossambicus* × самец *O. niloticus*) – на 5-е сутки. Молодь покидает рот самки только при переходе на активное питание. Длительность пребывания во рту, т. е. от вылупления до перехода на активное питание при температуре 27–28°C, колеблется от 4,5 до 8,5 суток.

Во время вынашивания икры и личинок самка не питается. После перехода личинок на активное питание – это совпадает с их первым выходом из ротовой полости (на 11–13-е сутки после нереста) – у самок начинают активно расти ооциты новой генерации, которые будут выметаны при следующем нересте.

У рыб, вынашивающих потомство в ротовой полости, наблюдается высокая пластичность репродуктивной функции. Например, если на 2–3-и сутки после нереста искусственно прервать инкубацию икры, то последующее икрометание наступит через 18–20 суток. У особей с естественно протекающей инкубацией интервалы между нерестами составляют в среднем 25–35 суток (например, у тилапии мозамбика).

У самок отмечается индивидуальная вариабельность по темпу икрометания. Это следует учитывать при проведении племенной работы. Так, в зимний период периодичность икрометания увеличивается, что, по-видимому, связано с изменением таких факторов, как освещенность и кормление.

С возрастом и массой плодовитость самок заметно возрастает. Также существенно увеличиваются размер и масса икринок и личинок. Выход личинок при естественной инкубации достигает 98%. Проводить инкубацию икры тилапии можно в аппаратах Вейса или в небольших емкостях вместимостью 3–5 л с подачей воздуха. Хорошие результаты получают при инкубации икры и содержании эмбрионов в 8%-ном растворе поваренной соли. При такой инкубации выход эмбрионов составляет 80–95%.

Существенное влияние на выживаемость личинок тилапии оказывает размер икры. Поэтому при отборе производителей предпочтение следует отдавать особям с более крупной икрой.

Тилапия легко размножается по сравнению с другими рыбами, что в ряде случаев ведет к перенаселению водоемов, снижению продуктивности и является одной из сложных проблем при ее культивировании. Поэтому выращивать тилапию лучше совместно с хищными рыбами (сом, угорь большеротый окунь).

При выращивании тилапии в монокультуре эффективным является содержание в водоеме особей одного пола, что исключает возможность размножения. Так как самцы у большинства видов растут значительно быстрее самок, то выращивание только одних самцов позволяет значительно увеличить выход продукции. Однако сортировка и отбор однополых особей весьма трудоемки, хотя самцы значительно крупнее

самок. Они имеют крупные челюсти и массивную голову, плавники у них больше по размерам, заостренные и удлинненные. Окраска у самцов более яркая. Отличаются они и по характеру поведения, являясь более агрессивными.

Отличить самца и самку можно по половому сосочку. У самцов на конце полового сосочка имеется мочеполовое отверстие, сам сосочек имеет удлиненную коническую форму. У самок половое отверстие расположено отдельно от мочевого и находится на передней стороне сосочка, ближе к вершине. Метод определения пола по строению полового сосочка у молоди, особенно если слабо выражены другие вторичные половые признаки, труден и требует высокой квалификации рыбоведа. Весьма перспективным представляется способ межвидовой гибридизации, позволяющий получать преобладающее количество самцов в потомстве (табл. 21).

Таблица 21

#### Варианты скрещивания для получения самцов

Самка	Самец	Количество самцов, %
<i>O. aureus</i>	<i>O. hornorum</i>	100
<i>O. niloticus</i>	<i>O. hornorum</i>	100
<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	80–90
<i>O. niloticus</i>	<i>O. mossabicus</i>	85

Представляет интерес способ получения однополого потомства путем искусственной реверсии (изменения) пола производителя. Так, скармливание личинкам с пищей половых гормонов, например тестостерона, в течение первых нескольких недель после вылупления позволяет увеличить выход самцов. Рекомендуется использовать молодь длиной 9–11 мм при плотности посадки в бассейны 2600–3000 шт/м<sup>3</sup>. Доза гормона этинитестостерона – 60 мг, метилтестостерона – от 30 до 60 мг на 1 кг корма. Время скармливания составляет от 3 до 6 недель. Выход самцов достигает 80–100%.

Следует отметить, что использование гормональных препаратов для получения однополого потомства довольно трудоемко и требует определенных навыков при работе с большим количеством молоди.

*Выращивание молоди и товарной рыбы.* Выращивать молодь и товарную рыбу можно в прудах, садках, бассейнах и других емкостях. Но для эффективного выращивания тилляпии подходят водоемы с температурой воды 23°C и выше на протяжении 4-х месяцев и более.

В садках и бассейнах молодь выращивают в два этапа: первый – выращивание молоди до 1 г при плотности посадки 10 000–20 000 шт/м<sup>3</sup>,

второй – выращивание до 5–10 г при плотности посадки 2000 шт/м<sup>3</sup>. При поддержании кислорода на оптимальном уровне возможны и более плотные посадки. Продолжительность выращивания составляет 30–45 суток. Выход молоди – 80–85%. При переходе на активное питание личинки имеют крупные размеры и способны потреблять гранулированные комбикорма. На первом этапе содержание протеина в комбикорме должно составлять 30–34%. По мере роста его количество можно снизить до 23–26%.

При выращивании молоди в прудах до массы 3–5 г плотность посадки должна быть 200–250 тыс. шт/га. Пруды должны быть небольшими по площади, хорошо спланированными и высокопродуктивными. Выход молоди составляет 75–80%.

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 равен 3–5 г. Весь цикл выращивания – от получения личинок до товарной продукции – составляет 160–180 суток. Таким образом, в условиях с оборотной системой водоснабжения в течение года возможно многократное получение продукции.

*Поликультура.* Эффективным является метод совместного выращивания тилляпии и карпа в садках и бассейнах. Для кормления тилляпий можно использовать комбикорма, предназначенные для карпа. Эти рыбы используют экскременты карпа, обрастания на стенках бассейнов и садков. Все это снижает расход кормов, улучшает гидрохимический режим, способствует увеличению продуктивности на 10%.

Выращиванием товарной тилляпии заканчивается цикл работ рыбководных хозяйств с нерегулируемым температурным режимом. На зиму оставляют только маточное поголовье, которое содержат в бассейнах или других емкостях с подогревом воды. Температура воды должна составлять 20–23°C, величина рациона – 2–3% от массы рыбы. При таком режиме производители увеличивают свою массу на 25–50%. В феврале–марте при повышении температуры до 25–27°C получают потомство, подращивают молодь и проводят новый цикл выращивания (рис. 18).

В хозяйствах с регулируемым температурным режимом выращивать тилляпий можно круглый год, например на геотермальных водах, но при этом необходимо учитывать химический состав геотермальных вод. Некоторые из них непригодны для разведения и выращивания. В условиях установок с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) за 4–6 месяцев 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 тилапий как добавочных рыб с карпом обеспечивает более эффективное потребление кормов. Кормовой коэффициент понижается до 0,2–0,3.

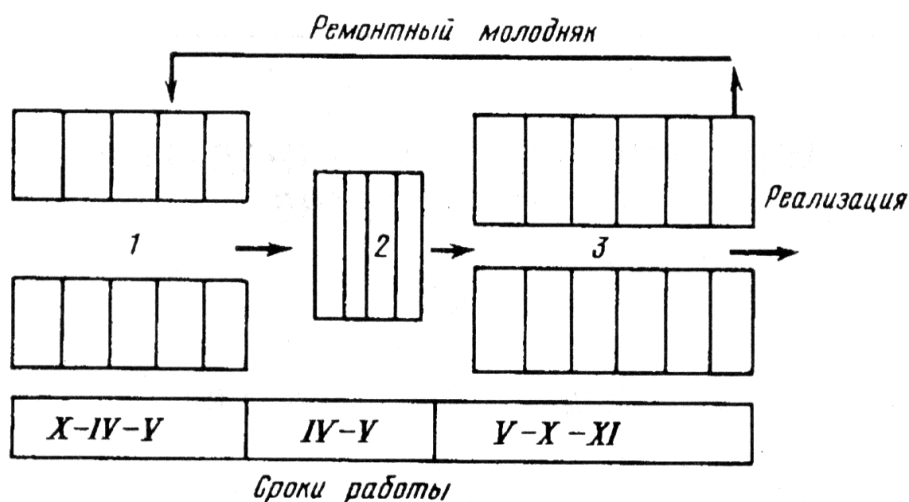


Рис. 18. Схема выращивания тилапий в водоемах с нерегулируемой температурой воды: 1 – цех зимнего содержания производителей; 2 – емкости для подращивания молоди; 3 – емкости для выращивания товарной рыбы

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

В процессе выращивания необходимо ежедневно добавлять 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.

Тилапию в УЗВ кормят обычно кормами марки РКС, РГМ-5В, 12–80 и т. д. с соответствующим размером частиц (0,5–3,0 мм). Применяют автоматизированную раздачу кормов. Внесение зелени (крапива, листья лопуха, салат и др.) осуществляют вручную. Опыт выращивания в УЗВ позволил выработать некоторые бионормативы (табл. 22).

**Рыбоводно-биологические нормативы выращивания тилляпии в УЗВ**

Масса, г	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Выживаемость, %	Период выращивания, сут	Водообмен, ч
2–15	2,5	75	30	1
15–60	20	95	30	1
60–100	60	96	30	1
100–140	90	97	30	1
140–180	120	97	30	1
180–220	150	97	30	1
220–250	150	93	30	1

В процессе выращивания при достижении рыбой массы 15 г отбирают для дальнейшей работы 95%, поддерживая температуру воды в пределах 27–28°C. Нагрузка на биофильтр (УЗВ – 10 т/год) составляет 2 т. Кормовой коэффициент корма РГМ-5В при массе 2–100 г. равен 1,2, при массе 100–200 г. – 1,5 и при массе 200–300 г – 1,5 (табл. 23).

**Технологические показатели работы УЗВ при выращивании тилляпии**

Масса, г	Плотность посадки в силосе объемом 4 м <sup>3</sup>		Расход воды, м <sup>3</sup> /ч
	Количество, шт	Общая масса, кг	
2–10	2164	21,6	4,5
10–30	1969	98,4	10,0
50–100	1893	189,5	10,0
100–150	1837	192,0	11,2
150–200	1731	346,2	11,6
250–300	1680	420,0	11,8

Своеобразие биологии тилляпии, ее всеядность и неприхотливость к условиям внешней среды позволяют организовывать выращивание ее в поликультуре с карпом и осетровыми рыбами (Жигин, 2003).

***Выращивание угря в промышленных условиях***

По вкусовым достоинствам угря во многих странах причисляют к самым любимым продуктам внутреннего и прибрежного рыболовства. Большой спрос на угря способствует постоянному росту цен на международном рынке. Так как уловы из естественных водоемов не могут удовлетворить спрос, то объем его производства повышают за счет разведения, особенно в странах Восточной Азии (Япония, Тайвань и др.).

Производство угря интенсивными методами получило бурное развитие с начала 60-х гг., в первую очередь в Японии. В настоящее время около 50% мирового улова товарного угря производят в рыбоводных хозяйствах. Только Япония производит 24 000 т угря, остров Тайвань – 9000 т, Южная Корея – 200–400 т. Филиппины начали строительство угревых промышленных хозяйств. То же самое происходит в Австралии и Новой Зеландии. Опыт по развитию промышленных методов разведения угря проводили в Германии, Франции, Испании, Дании, недавно в СНГ и Венгрии. В Италии существуют вековые традиции разведения угря в лагунах Венеции и Комаччио. Известно также о попытках развития угреводства в Египте и на Кубе.

Разведение угря в прудах Японии началось в 1878 г. и является высокорентабельным при существующих условиях. Оно ведется множеством частных предприятий, объединенных в кооперативы по поставке и сбыту. С начала 60-х гг. производство товарного угря в прудах возросло в 2–3 раза и составляет 70% общего улова, а в естественных водоемах улов составляет 30%. Эта тенденция, по-видимому, сохранится и в будущем. Ограничивающим фактором является лишь получение стекловидного угря. По этой причине Япония с 1969 г. закупает подрощенного угря на острове Тайвань и в Южной Корее, а стекловидного угря – в странах Европы.

Разведение угря в Японии сконцентрировано в нескольких центрах в окрестностях Токио, в префектуре Шизоуки, в которой сосредоточено 65% общего производства японских угреводных ферм. В процессе развития выделились предприятия по выращиванию посадочного материала, ферм по производству товарного угря и смешанные предприятия.

Практикуется два способа выращивания угря: прудовый и тоннельный (только на о. Хоккайдо).

Стекловидного угря (личинок) отлавливают в зимние месяцы и помещают в основном в небольшие пруды площадью 100–350 м<sup>2</sup> и глубиной 0,6–0,7 м. Только в апреле, когда температура воды достигает 15°C, начинают кормление. По опыту известно, что к этому моменту погибает 50% поголовья. В последнее время отмечается тенденция к уменьшению размеров прудов и повышению плотности посадки при одновременном повышении технического оснащения для подачи кислорода.

Современные фермы ведут выращивание угря в мелких прудах (бассейнах) под теплицами. Пруды питают проточной водой, нагретой до температуры 25°C, чтобы гарантировать стекловидному угрю лучший рост в начале выращивания. Первоначально молодь размещают в бетонные круглые бассейны площадью 20 м<sup>2</sup> и глубиной 0,6 м. Плот-



ность посадки составляет  $0,4 \text{ кг/м}^2$ . Воду подают с помощью форсунок по всей водной поверхности, при этом возникает циркуляционное вихревое течение. Спуск осуществляется через центральную трубу. В течение первого месяца отход составляет 20–50%.

Через 20–30 дней масса стекловидного угря удваивается. Его облавливают, сортируют на две размерные группы и пересаживают в более крупные бассейны площадью 30–100  $\text{м}^2$  и глубиной 1 м при плотности посадки  $100 \text{ г/м}^2$ . Бассейны проточные, питаемые теплой водой, дополнительно аэрируемые форсунками. В течение следующих 20–30 дней длина угря достигает 12 см. Его снова сортируют и пересаживают в бассейны для посадочного материала (конец апреля – начало мая). Это позволяет сократить время выращивания угря до трех месяцев по сравнению с обычными методами.

В качестве корма вначале используют олигохет или мясо моллюсков, а затем постепенно заменяют его измельченной рыбой. При добавлении 1% водорослевой муки как связующего вещества удается избежать загрязнения воды кормовыми остатками. Через некоторое время дают только рыбный фарш. В современных угревых хозяйствах через 4 недели постепенно переходят на специальные пастообразные корма. Дневной рацион кормов составляет вначале 15–30% от массы молоди угря.

Для выращивания молоди угря используют пруды прямоугольной формы площадью 200–300  $\text{м}^2$  и средней глубиной 1 м, находящиеся на открытых местах. Для угря длиной более 20 см края прудов оснащают козырьками для предупреждения переползания. С конца июля до начала августа, когда угорь достигает длины около 20 см, его снова облавливают, сортируют и пересаживают в специальные угревые пруды, в которых он зимует. В следующем году угорь вырастает до товарной массы (150–200 г).

Незначительная часть угрей (20–25% от массы поголовья, а по количеству особей – намного больше), не достигшая размеров товарной рыбы, зимует особо. В августе следующего года к этому стаду подсаживают трехлетков угря текущего года в количестве 50% остаточного поголовья, вместе с которым они вырастают через год до товарной массы.

Для производства товарного угря обычно используют непроточные пруды (культура стоячей воды), размеры которых в современных хозяйствах составляют лишь 500–1000  $\text{м}^2$ . Глубина прудов – 1–1,5 м, их откосы часто укрепляют каменной кладкой или бетонированием. Плотность посадки составляет  $0,6–2,8 \text{ кг/м}^2$ .

Кормят товарного угря свежей и мороженой рыбой, а в настоящее время преимущественно пастообразными или гранулированными комбикормами. Суточная норма пастообразного корма составляет до 10%,

а гранулированного комбикорма (в расчете на сухую массу) – 2% от массы рыбы. На крупных предприятиях расход сухих кормов достигает 2 кг, а при кормлении рыбой – 6–8 кг на 1 кг прироста.

Оптимальной считают температуру 25–28°C, но летом она часто повышается до 30–32°C и хорошо переносится японским угрем. При температуре ниже 15°C (с декабря до середины апреля) питание приостанавливается.

Основная проблема угреводства заключается в достаточном снабжении прудов кислородом. Японские рыбоводы получают кислород путем усиленного разведения в прудах фитопланктона. Ускоренного развития синезеленых водорослей достигают при добавлении в воду мочевины, фосфата калия и рыбного отвара. Фитопланктон в нужной степени снижает солнечную радиацию (желательная прозрачность равна 14–40 см). Планктон на 97–100% должен состоять из фитопланктона. Зоопланктон при разведении угря нежелателен. С присутствием в прудах коловраток ведут борьбу путем смены воды, ветвистоусых рачков – с помощью трихлорфона. Поскольку явление регенерации каждые 2–3 месяца ведет к массовой гибели водорослей, воду следует обновлять или тщательно аэрировать. Кроме того, ночью возможен временный дефицит кислорода, поэтому современные пруды оборудованы водяными колесами, которые перемешивают и тем самым аэрируют воду. Для повышения содержания кислорода у дна используют вертикальные насосы, откачивающие придонную воду и разбрызгивающие ее по поверхности.

В промежутке между первой и второй неделями выращивания пруды известкуют, чтобы удалить органические загрязнения. Для нейтрализации вредных сульфатов вносят окись железа.

Товарного угря выращивают до массы 100–150 г (максимум до 200 г). В обычных прудах в результате облова получают 6 т/га, в проточных же выход может возрасти до 40 т/га. На хорошо организованных предприятиях более 30% выращиваемых стекловидных угрей достигает товарной массы.

На о. Тайвань выращивание угря проводят в мелких прудах, частично в теплой воде, при этом получают продукцию до 100 т/га. При использовании сухих комбикормов расход их достигает 2,1–2,6 на 1 кг прироста, а при применении гранулированного корма, смешанного с 5–10% рыбьего печеночного жира, расход корма составляет 1,9 кг на 1 кг прироста.

В Италии еще сотни лет назад в солоноватых водах лагун Адриатического побережья занимались интенсивным выращиванием угря. С помощью воды, стимулирующей миграцию рыбы, стекловидный угорь весной поднимается из моря по системе каналов и попадает на

отдельные участки лагун, где он растет в течение 5–10 лет до покатной стадии. Осенью с помощью опять же подачи морской воды его вылавливают системой ловушек, преграждающих отводной канал. Подобным образом раньше получали от 4 до 29 кг/га продукции (средние данные за 100 лет – 16,2 кг). При дополнительном зарыблении продукция повышалась до 30–40 кг/га, а в благоприятные урожайные годы – до 90 кг/га (при кормлении отходами с боен – до 143 кг/га). В Италии и Франции ведутся опыты по созданию угреводных прудовых хозяйств.

В Германии была разработана трехступенчатая технология выращивания угря начиная со стекловидной стадии как исходного материала.

Первая ступень – производство *подрощенного угря* из стекловидного в специальных бассейнах-желобах или в комбинации с прудами для зарыбления естественных водоемов, а также для последующего выращивания в тепловодных установках.

Вторая ступень – производство *посадочного угря* в бетонных бассейнах-желобах или мелких тепловодных прудах.

Третья ступень – производство *товарного угря* в бассейнах-желобах, циркуляционных прудах и в садках, а в летнее время – в определенном объеме (в прудах).

Через 20 месяцев выращивания при температуре 23°C и кормлении естественными кормами (а также смесью из рыбного фарша и сухого корма для молоди форели) и только сухим кормом масса угря увеличилась от 2 до 200 г. Некоторые особи при массе 200 г прекращали прием пищи.

В других опытах кормление пастообразным кормом оказывалось значительно эффективнее в отношении потерь привеса и расхода корма по сравнению со стандартным угревым сухим кормом. Опыты позволяли сделать вывод, что 30% исходного материала угря пригодны для интенсивного выращивания, при этом можно получить рыбопродуктивность до 75 кг/га.

*Основные производственные сооружения при промышленном выращивании угря.* На первой ступени промышленного производства угря при подращивании личинок угря в условиях высокой концентрации большие требования предъявляются к надежности рыбоводных сооружений, так как личинки могут ускользнуть через отверстия и щели или выползти из бассейна. Кроме того, при интенсивном выращивании должен вестись строгий контроль.

В качестве емкости для разведения угря используют бассейны – желоба из стеклопластика размером 4 × 0,75 × 0,75 м. Уровень воды в бассейнах должен составлять 25–45 см. Чтобы угорь не мог уйти, в бассейнах имеется сквозной козырек шириной 6 см, наклоненный

внутри. При необходимости козырек можно оборудовать дополнительным электрооградителем в форме медных полос, к которым подключено напряжение в 2 В.

Сток в бассейне на расстоянии 40 см от его края ограждают тщательно замазанными, вставленными в пазы решетками из нержавеющей или латунной сетки с ячейей для стекловидного угря – 1,12, для подрощенного угря средней массой более 1 г – 2 и для угря массой 5 г – 3 мм. Регулирование высоты уровня воды производят дощатыми шандорами или подвижной трубой.

Важнейшим элементом бассейна является дно. Наиболее дешевый путь – устройство грунтового дна, которое способствует развитию естественной кормовой базы. Кроме того, угри без труда находят в нем укрытия. Положительную роль играет мутность воды от взвешенных частиц грунта. К недостаткам естественного дна относится то, что при облове часть рыб прячется в ил. Оттуда их удается извлечь только с помощью электролова, да и то с большим трудом. Дезинфекция таких водоемов также затруднена. Опустившиеся на дно рыбы разлагаются. В результате возникает распространение инфекции, снижается и без того невысокое содержание кислорода в придонных слоях воды.

Бассейны-желоба оборудованы ящиками для содержания и кормления рыбы. Лучше всего зарекомендовали себя ящики размером  $2,8 \times 0,5 \times 0,12$  м. Ящики подвешивают таким образом, чтобы дно из капроновой дели с ячейей около 1 см покрывалось водой, а верхний край выступал выше уровня воды. Над ящиком устанавливают подводящий пластмассовый желоб размером  $3,0 \times 0,3 \times 0,15$  м с двойным рядом отверстий, из которых вода под действием силы тяжести капает в ящик и бассейн. Поток воды в подводящем желобе регулируется из центральной трубы или подводящего канала с подключенной смесительной системой (холодная и теплая вода) и при заданных условиях питает аэрационную установку (градирню).

Бассейны-желоба подключают отдельно к общей подающей системе и блоками (по 4 бассейна в каждом) объединяют с общим сборным лотком. Бассейны имеют уклон к вытоку от 5 до 7 см.

Для содержания угря массой более 8 г пригодны каналовидные бетонные бассейны с соотношением длины к ширине от 4 : 1 до 8 : 1. Для производства товарного угря пригодны прямоугольные, квадратные или трапециевидные небольшие бассейны-пруды площадью до 100–150 м<sup>2</sup>, имеющие циркуляцию воды. Высота уровня не должна превышать 0,6 м. Товарного угря выращивают также в садках, установленных в пруды в летние месяцы при дополнительной искусственной аэрации.

Угревые бассейны должны иметь донный спуск для централизованного облова и очистки. Спуск ограждается решетками из нержа-

вешущей стали или перфорированного пластика. Для угря массой 6 г используют решетки с круглой перфорацией и размером отверстий 6 мм, для угря более 10 г – 8 мм, более 18 г – 10 мм.

В Германии для выращивания товарного угря применяют также круглые, наполовину врытые в землю пластмассовые бассейны. Диаметр таких бассейнов – 6 м, глубина – 3 м. В центральной части размещены ловушка и водоспускная труба. На боковых стенках бассейна закреплена сетка высотой 20–30 см, предотвращающая расползание угрей. В некоторых случаях на внутренней поверхности стенок с этой же целью устанавливают загнутую внутрь пластинку-козырек. Такое же устройство применено и в бассейнах бункерного типа. В конструктивном отношении эти бассейны аналогичны тем, что применяют для выращивания форели (силосные башни).

*Корма и кормление угря.* При интенсивной технологии выращивания угря основные питательные вещества (без учета естественной пищи) – белки, незаменимые аминокислоты, углеводы, жиры, витамины и микроэлементы задают в виде комбинированных кормов. Для стекловидного угря используют корм следующего состава (табл. 24).

Таблица 24

Состав кормов для стекловидного угря, %

Ингредиенты	Влажный корм	Сухой корм
Вода	51,0	7,6
Белок	20,5	39,6
Жиры	6,5	16,6
Углеводы	7,0	21,6
Коллаген	1,2	4,2
Зола	13,0	10,7

В рыбоводных хозяйствах по завершении стартового кормления трубочником переходят на мясные отходы, измельченную рыбу, селезенку, печень. К боенским субпродуктам перед скармливанием добавляют рыбий жир, кормовую муку растительного и животного происхождения, микроэлементы и витамины. В настоящее время применяют гранулированные корма или крошку из гранул. Отмечено, что на влажном корме угри растут лучше, поскольку он, видимо, является более полноценным и легче усваивается.

Для обеспечения хорошего роста угря необходимо высокое качество корма. Пастообразные комбикорма готовят непосредственно в рыбхозах. Хранение свежих компонентов и готового корма требует наличия холодильника, а для его приготовления необходима кормокухня, оснащенная мясорубками, дробилками и смесителями.

В качестве стартового корма можно использовать тресковую икру, которая вначале способствует быстрому росту. Однако продолжительность ее использования ограничивается 30 днями. При более длительном использовании икры возникают признаки недостаточности питания и повышения восприимчивости к микробактериозу. Поэтому икру лучше применять как отдельный корм лишь в течение примерно 15 дней. Затем скармливают смесь корма, включающую высокий процент икры. Постепенно в течение 30 дней долю икры заменяют селезенкой.

Потребность в кормах при производстве угря удовлетворяется еще не полностью. При использовании пастообразных комбикормов для подращивания угря расход их достигает 10–15 кг на 1 кг рыбы, при выращивании посадочного угря – около 10 кг, а при кормлении гранулированным кормом товарной рыбы – 6 кг на 1 кг рыбы. При определенных производственных условиях расход кормов можно довести до 6–9 кг для пастообразного корма и 2–4 кг – для гранулированного (табл. 25).

Таблица 25

Состав кормов для угрей массой до 25 г, %

Ингредиенты	Стекловидный угорь		Посадочный угорь
	Стартовый корм	Корм для выращивания	Производственный корм
Кормовые дрожжи	10	10	0
Сухое молоко	10	10	0
Рыбная мука	20	20	0
Угревая мука	15	15	43
Смесь биоактивных веществ	1	1	1
Рыбий жир	9	9	6
Тресковая икра	0	10	0
Селезенка (свиная)	5	15–25	10
Кормовая рыба	0	10	40–50

*Перевозка угря.* Многие страны испытывают недостаток в стекловидном угре и импортируют его из районов с большими запасами (Франция и др.). Лов, содержание и перевозка стекловидного угря в рыбоводные хозяйства и водоемы связаны со многими трудностями и отрицательно отражаются в последующем на качестве товарного угря. Следует не допускать даже малейших кожных повреждений, которые могут вызвать гибель рыбы.

Обычно перевозку осуществляют в деревянных ящиках (85 × 50 × 40 см) автомобильным, железнодорожным и авиационным транспортом. На стопку из восьми рамок, обтянутых капроновым ситом (старая

конструкция), размещают около 2 кг стекловидного угря. В девятую (верхнюю) рамку кладут кусочки льда. При медленном таянии льда температура при перевозке внутри рамок сохраняется в диапазоне 4–10°C и угорь остается во влажном состоянии. Растаявший лед заменяют новым. Ящики со стекловидным угрем предохраняют от солнечного света, сквозняков, высушивания и воздействия низкой температуры воздуха.

При перевозке в ящиках угря перед высадкой рекомендуется опрыскать или облить водой той температуры, в которую его будут помещать. Это способствует адаптации угря к определенной температуре и очистке жабр от слизи или удалению пузырьков воздуха. При длительной перевозке и возможных остановках транспорта резко увеличивается отход ( за 9 ч – 7, в течение 16,5 ч – 16,7 и 34 ч – 48,8%).

В настоящее время практикуют использование легких полистироловых ящиков различных размеров (например, 68 × 24 × 9,5 см). На дно ящиков кладут небольшой мешок со льдом. В ящики помещают 1,5–2 кг стекловидного угря, затем связывают по три ящика, помещая их один над другим. Подобным образом перевозят, например, угря, импортируемого из Европы в Японию. Перевозка угря в европейских странах воздушным транспортом по сравнению с другими видами транспорта дает лучшие результаты.

Специальные транспортные емкости имеют преимущество прежде всего при длительных перевозках угря. Снабжение кислородом воды осуществляется через воздухопровод с помощью компрессора. Добавление морской соли к воде не рекомендуется, так как при этом потери при перевозке хотя и не увеличиваются, но значительно возрастают в период адаптации. При перевозке в воде при очень низкой температуре воздуха, которая обычно бывает при получении стекловидного угря в январе и феврале, возникает угроза переохлаждения воды, что увеличивает отход. В процессе разгрузки нельзя сразу выпускать угря в рыбоводные емкости в морозную погоду. Недостаточное снабжение стекловидного угря кислородом может привести к значительному ущербу и последующим потерям.

Здоровый стекловидный угорь обычно находится на дне наполненной водой емкости в состоянии покоя в изогнутой форме с поднятой головой, тогда как поврежденный угорь лежит вытянувшись, часто на боку, почти неподвижный. Если же он плавает, то движения его неkoordinированы. Часто при этом он не трогается с места и слабеет в судорогах. В отличие от более или менее неподвижных стекловидных угрей поврежденные рыбы часто бывают внутри молочно-мутными. Все эти признаки можно обнаружить лишь тогда, когда угри находятся в воде: вне воды они менее отчетливы. Травмированные угри имеют обычно повышенный отход в адаптационный период.

Другими признаками губельного повреждения угря являются побеление печени, сердца и мозга, а также механические повреждения кожи.

Стекловидного угря спускают из транспортной емкости с помощью шланга в емкость с дном из капроновой сетки. Прежде чем взвесить угря и затем поместить его в пластиковые бассейны-желоба, надо проследить, чтобы с него стекла вода.

Прием и пересадку в рыбоводные емкости необходимо проводить осторожно и быстро. Температура воды в них должна быть на 1–2°C выше, чем при перевозке. Температуру следует повышать постепенно в течение 8 ч, чтобы максимум через 3 дня она достигла температуры содержания в бассейнах.

*Технология выращивания угря.* Требования к условиям выращивания угря. Основные гидрохимические показатели: температура воды оптимальная в период адаптации – 10°C: для молоди угря – 24°C; для товарного угря – 22°C.

Содержание растворенного кислорода в воде на уровне 90–100% насыщения – не менее 6 мг/л;

Соленость воды в системе: оптимальная – 4–5‰; допустимая – 18‰;

Общий аммонийный азот ( $\text{NH}_3 - \text{N} + \text{NH}_4$ ) – не более 2–4 мг/л;

Нитритный азот ( $\text{NO}_2 - \text{N}$ ), мг N/л – не более 0,1–0,2 мг/л;

Нитратный азот ( $\text{NO}_3 - \text{N}$ ), мг N/л – не более 60 мг/л.

Плотность посадки стекловидного угря в один бассейн площадью около 2 м<sup>2</sup> и объемом 400–500 л составляет 4–6 тыс. шт, или до 2 кг/м<sup>3</sup>. Конечная масса рыбы достигает 12 кг на бассейн, или 5–6 кг/м<sup>2</sup>.

После трех месяцев выращивания 40% молоди угря достигает необходимой кондиции.

В течение первых 1–1,5 месяцев проводится сортировка молоди угря по реакции на корм. Для этого используют сачки 30 × 30 см с соответствующей ячейей. Затем в бассейны устанавливают кормовые ящики, при помощи которых в течение последующих двух месяцев практически ежедневно отбираются попавшие туда угри. Оставшиеся особи являются браком.

После трех месяцев выращивания массы 0,5 г и менее достигают около 25% общего числа посаженной молоди, массы 0,5–1,5 г – также около 25%, свыше 1,5 г – примерно 15%.

Основной отход рыбы наблюдается в течение первого месяца выращивания (15%). Через 3 и 6 месяцев отход, как правило, незначительный. Однако до 30% молоди угря может не брать корм и не расти.

Мальков угрей массой 1,5 г и выше обычно оставляют для дальнейшего выращивания в круглых бассейнах объемом по 10 м<sup>3</sup>, а более мелких реализуют.



По истечении года от начального количества остается приблизительно 40% молоди. Из них массы 15 г достигают 35–40%, 20 г и выше – 15–20%, 9–10 г – 25%, 6 г и меньше – по 10–13%.

Выращивание товарного угря от массы 10–16 г до 250 г при отходе до 3% продолжают в течение 1–2 лет со скоростью роста 0,2–0,4% в сутки. Выход угря с одного бассейна должен составлять 500 кг, или 50 кг/м<sup>3</sup>.

Кормление угря осуществляют два раза в день. Корм задают в количестве 1,5% от массы крупного угря и до 15% от массы молоди.

Кормовой коэффициент при выращивании угря от 5 до 60 г составляет 1,5; от 60 до 110 г – 2–2,5; свыше 110 г – 2,5–3 по сухому веществу корма.

Сортировку угря при достижении 12-месячного возраста проводят при зарыблении бассейнов и далее один раз в два месяца при помощи сортировального ящика с изменяющимся зазором между прутьями решетки. С его помощью можно сортировать до 700–800 кг угря в сутки. Средняя масса угря и расстояние между прутьями находятся в определенном соотношении (табл. 26).

Таблица 26

#### Соотношение между щелями сортировального устройства и массой угря

Ширина щели, мм	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11
Масса тела, г	До 6	9,5	15	20	25	30	45	70	100

Из-за больших различий в размерах особей требуется сортировка, так как мелкие ослабевшие рыбки оттесняются от корма и поедаются более крупными угрями. Сортировочные процессы из-за сильной нагрузки на рыб не рекомендуется проводить в течение первых 3–4 месяцев. Сортировку начинают тогда, когда визуально около 25% угрей по своей величине значительно отличаются от средних размеров поголовья, а также при наличии значительно более крупных особей угря, из-за которых возникает угроза каннибализма. Сортировки проводят каждые 2–3 месяца, а в промежутках каждые 8 дней проводят учет численности в форме пробных взвешиваний и подсчетов, чтобы составить представление о процессе роста и необходимом суточном рационе. Перед сортировкой рыбу не кормят.

Сортировку проводят очень осторожно, при подаче воды. Нельзя одновременно брать в сачок более 3–4 кг подрошенного стекловидного угря, взвешивать его и сортировать. Угря массой менее 40 г сортируют с помощью сетей. Для более крупных экземпляров возможно использовать сортировочные установки. Сортировочные сети натягивают на деревянные рамки, из которых любые две могут при сортировке размещаться одна на другой. Таким образом, при использовании ячеей со-

ответствующего размера одновременно образуются три фракции. В зависимости от размера ячеи удерживаются угри различной массы. Так, 3-миллиметровой сетью удерживаются угри массой более 1 г, 5-миллиметровой – более 4–5 г; 8-миллиметровой – более 10 г; 10-миллиметровой – более 17 г; 12-миллиметровой – более 27 г.

Не рекомендуется смешивать угря разных возрастных групп. При этом во фракции ниже 170 г увеличивается количество самцов угря, так как самки растут быстрее. При достижении 70–80% особей стадии серебристого угря (определено с помощью проб по 100 шт) их можно продавать. Через 27–30 месяцев после второй сортировки 75% самцов угря достигают массы 150 г. Дифференциация размеров у самцов меньше, чем у самок. Последние примерно через 3 года становятся серебристыми и достигают средней массы 360 г.

Для всего стада средняя масса составляет 250–270 г, при этом 55% особей имеют массу свыше 300 г, 36% – свыше 130 г и 9% ниже 130 г.

Выращивание угря до товарной массы. В период адаптации плотность посадки стекловидного угря не должна превышать 2 кг/м<sup>2</sup>. В этот период стекловидный угорь приспосабливается к условиям содержания и вскармливания при промышленном производстве. В течение 14 дней погибают все травмированные при отлове и перевозке рыбы. Жизнеспособные угри пигментируются. Происходят изменения длины и ширины тела, отчего индивидуальная масса его уменьшается до 0,25 г. При обильном кормлении после достижения температуры воды 13–15°C угорь начинает принимать пищу. Развивается функциональная деятельность его пищеварительной системы.

Период адаптации завершается, когда угорь начинает расти: это происходит на 15–30-й день после зарыбления. В итоге начальных потерь и уменьшения средней массы угря общая биомасса его поголовья может снизиться до 50%.

Период подращивания. Новое зарыбление желоба, несмотря на отходы, не проводится до первой сортировки. Через 360 дней угорь достигает средней массы 8 г, а масса поголовья повышается минимум в 6 раз по сравнению с покатной. В первые 300 дней (до достижения средней массы 5 г) происходит медленный рост угря в среднем на 1% в день, а впоследствии (до достижения средней массы 8 г) – на 0,8% в день. Индивидуальные способности роста угря могут сильно колебаться, что ведет к значительным различиям внутри поголовья.

Производство посадочного угря. При индивидуальной массе угря 8 г его переводят в бетонные бассейны. При минимальном

приросте 0,6% в день рыбы через 200 дней достигают средней массы 26 г, через следующие 100 дней – 50 г, после чего их помещают в емкости для производства товарного угря.

При средней массе 1 г и использовании решеток с отверстиями 2 мм плотность посадки угря может составить 100–150 кг/м<sup>3</sup>. Плотность посадки товарного угря при хорошем снабжении водой и кислородом достигает 250 кг/м<sup>3</sup>.

Производство товарного угря. У угря массой более 50 г минимальный суточный прирост составляет 0,4–0,5%, так что через следующие 300–360 дней его средняя масса достигает 200–250 г. Отход при перевозке составляет в норме 5%. Превышение этого уровня свидетельствует о недостатках содержания угря до или во время перевозки, что может повлиять на дальнейшее увеличение общих отходов. Нормой общих потерь во время фазы адаптации считают 30–35%. Потери достигают максимума в течение первых 5 дней, затем они постепенно снижаются. Через 15 дней среднесуточный отход должен быть ниже 0,15%. Возникновение всплеск в кривой потерь вызывается новыми повреждениями рыб. После 120-суточного содержания среднесуточный отход должен быть ниже 0,1%. Таким образом, до достижения массы 8 г выживают минимум 25% посаженного стекловидного угря, до товарного угря – минимум 16–17%.

Профилактические и лечебные мероприятия. До начала производства и после завершения каждого рыбоводного этапа необходимо все рыбоводные устройства тщательно очистить, продезинфицировать и затем промыть. Необходимо также постоянно дезинфицировать весь инвентарь – сачки, щетки и т. д.

Регулярно (один раз в неделю) поголовье должна обследовать рыбоводная санитарная служба, которая наблюдает за его поведением. При отклонении от нормы, в частности при ухудшении активности питания, необходимо выяснить причины. За исключением профилактических ванн при подрачивании стекловидного угря (в дополнение к взвешиваниям и сортировке) медикаменты следует принимать только после точной диагностики. Решающими факторами успеха выращивания являются современная диагностика и лечение.

Большое значение для выращивания здоровых, жизнестойких угрей и снижения потерь имеет гигиена рыб. Главным требованием является бережное обращение с рыбой во всех рабочих процессах. Даже незначительные повреждения рыб ведут к их гибели. Важно также использовать только безусловно свежие, полноценные корма и постоянно поддерживать чистоту в рыбоводных емкостях. Особенно трудно-

емка эта работа на этапе подращивания угря. Неиспользованный корм из кормушек необходимо удалять через 30–45 мин после каждого кормления. Следует также удалять остатки корма из бассейнов и с решеток, чтобы избежать засорения и перелива. Соответствующий контроль необходимо проводить и во время кормления.

Ежедневно производят две основные чистки: одну утром, после первого кормления, вторую вечером, после последнего. Они включают сбор и учет по количеству и массе мертвых и поврежденных особей угря, удаление осадка, в том числе остатков корма, экскрементов, плесени, грубых загрязнений из подающего желоба, а также со стенок и дна бассейнов с помощью щеток и сетных рамок путем понижения уровня воды при удалении шандор.

**Содержание в прудах.** В климатических условиях Центральной Европы преимущества имеет производство угря в тепловых хозяйствах. Содержание угря в прудах при естественной температуре воды ограничивается летними месяцами и может существовать не как самостоятельный метод, а в комбинации с первым методом. Целесообразно непосредственное подключение таких прудов к тепловым бассейнам для промышленного производства угря, что позволит избежать долгих перевозок, использовать техническое оборудование для обоих методов, а также продлить вегетационный период в прудах при использовании теплой воды. Для эксплуатации подобной системы можно взять за основу японские методы, но при этом рекомендуется лучшее снабжение воды кислородом путем увеличения ее циркуляции и дополнительного насыщения кислородом.

Пруды пригодны на всех ступенях производства угря. Их зарыбляют, когда температура воды достигает 15°C. При этом не следует опасаться перерыва в наличии естественного корма, так как угорь, в том числе стекловидный, поступает в пруды подкормленным. Используют те же корма, что и при выращивании угря в тепловых хозяйствах. Если пруды используют для производства товарного угря, то рекомендуется высаживать посадочного угря массой 50–60 г, что гарантирует получение в летний период товарного угря.

Облов проводят прежде, чем температура воды снизится до 12–13°C, иначе угорь садится на дно и облов его затрудняется. Облов проводят ночью с помощью ящика-рыбоуловителя, помещенного ниже водоспуска. Если за ночь пруд не был полностью обловлен, то в утренние часы облов все равно прекращают и продолжают только следующей ночью. Перед обловом следует с помощью трихлорфона уничтожить имеющихся в изобилии водяных клопов (*Corixa*), так как выделенные ими экскременты при концентрации в рыбоуловителе мо-

гут привести к тяжелейшим повреждениям и последующей гибели угря. Подрощенного посадочного угря помещают в тепловодные рыбо-водные емкости при соответствующей температуре воды. Бережно обработанные угри тотчас после пересадки начинают прием пищи.

Преимущество прудового метода, особенно при подращивании угря, заключается в незначительной затрате рабочей силы, однако полученные результаты бывают намного ниже максимальных показателей в тепловодных хозяйствах.

Технология выращивания товарного угря в установках замкнутого цикла водообеспечения. Технологическое оборудование установки замкнутого водообеспечения для выращивания молоди и товарного угря включает в себя:

- рыбоводные емкости 3,0 м<sup>3</sup> (3–6 шт);
- блок биологической очистки БО-1;
- насосную станцию из одной группы насосов производительностью 5 м<sup>3</sup>/ч;
- водоподогреватель, приборы контроля среды – 1 комплект;
- оксигенатор безнапорного типа производительностью 45 м<sup>3</sup>/ч;
- водоподогреватель, приборы контроля водной среды, систему трубопроводов – 1 комплект;
- автоматизированную систему подачи корма из 3–6 кормораздатчиков.

Промышленная установка рассчитана на модуль полной заводской готовности блоков (на месте только их монтаж) для оснащения промышленных комплексов по выращиванию товарного угря.

Корма и кормление. Используются крупка и гранулированные корма следующих типов в зависимости от массы рыб.

Основной рецепт для молоди до 30 г (в %): рыбная мука – 20, пшеничная мука – 8, мука из криля – 30, этанольные дрожжи – 10, водорослевая мука – 2, премикс – 1, соевый шрот – 15, холин-хлорид – 0,2, подсолнечный шрот – 10, жир – 5, горох – 5.

Для более крупной рыбы возможно применение кормов типа ЛК-5, РГМ-6М, приготовленных при обязательном введении в состав не менее 20% соевого шрота. Желательно также дополнение кормов 5% крилевой муки и 1–2% рыбьего жира.

При возможности поставки хорошие результаты дает система использования комбикормов фирмы «Provimi» (табл. 27).

## Характеристика корма для угря разной массы

Тип корма	Размер, мм	Масса рыбы, г
Крупка	0,4–0,6	0,2–0,5
Крупка	0,6–1,5	0,5–1,0
Крупка	1,5–2,5	1,0–10,0
Гранулы	2,0–3,2	10,0–50,0
Гранулы	3,0–4,0	50,0 и выше

Скорость роста по периодам выращивания должна составлять до массы 3–5 г – 1–1,4%/сут., 10 г – 1–1,2%/сут., 60–100 г – 0,8–1,0% /сут., 150–200 г – 0,6–0,7%/сут.

Рыбоводно-биологические нормативы выращивания угря.

## 1. Выращивание стекловидного угря.

Выращивание проводят в «плоских» бассейнах площадью до 2 м<sup>2</sup> и полезным объемом воды до 500 л, оснащенных специальными крышками, препятствующими уходу из них молоди угря.

Время выращивания	90 суток
Температура воды	25°C
Содержание кислорода	100–120% насыщения
Кормление	12 раз/сут.
Суточный рацион	4–6% от массы рыбы
Корм	Стартовый и корм для угря, форели
Плотность посадки	4–6 тыс. шт/м <sup>2</sup> (до 20 кг/м <sup>3</sup> )
Продукция	40 кг/м
Выживаемость	80%
Конечная масса	1–3 г
Затраты корма	1,0–1,8 ед
Время первой сортировки	1–1,5 месяца от начала сортировки

## 2. Выращивание угря до массы 10 г.

Время выращивания	90–120 суток
Температура	25°C
Плотность посадки	до 2000 шт/м <sup>3</sup>
Кормление	12 раз/сут.
Суточный рацион	3–5% от массы рыбы
Затраты корма	1,5 ед.
Выживаемость	100%

### 3. Выращивание угря до массы 150–200 г.

Время выращивания	220–330 суток
Температура	25°C
Плотность посадки	200–400 шт/м <sup>3</sup>
Норма кормления	2–4%/сутки
Затраты корма	1,6–2,0 ед.
Выживаемость	90%
Ежесуточное добавление свежей воды	до 10%
Продуктивность	70–75 кг/м <sup>3</sup>

Сортировка угря осуществляется один раз в 1–2 месяца при помощи ящика с изменяющимся зазором между прутьями. Сортировка более крупной рыбы проводится по реакции на корм с применением ящиков с решеткой 15–20 мм. Бассейны оборудованы крышками для предотвращения ухода рыбы и кормушками.

Применение технологии позволит организовать производство товарного угря от посадочного материала (стекловидного угря, подрощенной молоди) с получением к концу первого года эксплуатации оборудования товарной продукции массой 100–150 г и последующим регулярным съемом товарной рыбы массой 150–250 г.

### ***Технология выращивания посадочного материала форели в установке с замкнутым циклом водообеспечения***

*Условия культивирования форели в УЗВ.* Выращивание рыб в индустриальных условиях в отличие от традиционных форм рыбоводства не требует больших земельных площадей и водных ресурсов, обеспечивает значительную рыбопродукцию на единицу объема воды рыбопродуктивной емкости (200 кг/м<sup>3</sup>), до минимума сводит потери комбикорма, позволяет довести выработку на одного рабочего до 100 т товарной рыбы в год. Кроме того, выращивание рыбы данным способом поддается управлению вплоть до полной автоматизации всех процессов, позволяет создавать как целые рыбоводные комплексы, так и отдельные установки, которые можно использовать в условиях любых отраслей и производств в виде подсобных хозяйств для получения товарной продукции.

При разработке нормативов для УЗВ основное внимание было уделено выращиванию посадочного материала рыб. Материалы и нормативы по форели получены на установке «Биорек» 1977–1983 гг., в основу которой положен вращающийся погружной биофильтр.

*Особенности выращивания радужной форели в УЗВ.* Своеобразие условий, создаваемых в установках с замкнутым циклом водоснабжения, отражаются на скорости роста и развития радужной форели. Соз-

дание оптимального температурного, газового, химического режимов в большей степени раскрывает потенцию роста и на определенных этапах развития рыб стимулирует созревание половых продуктов. В условиях естественного хода температуры воды в регионах традиционного форелеводства на выращивание 40–50 г посадочного материала для форели уходит до 240–300 суток, в условиях установок с замкнутым циклом водоснабжения требуется не более 170 суток.

Особенностью условий УЗВ для форели является то, что еще не создано конструкций, в которых осуществлялось бы охлаждение воды в летний период, поэтому УЗВ используются в традиционные сроки работы форелевых питомников, но с менее продолжительным технологическим циклом благодаря оптимизации абиотических факторов.

В дальнейшем посадочный материал предполагается использовать в нагульных хозяйствах и, таким образом, сокращать продолжительность выращивания товарной форели до одного календарного года.

В перспективе благодаря применению в конструкции УЗВ тепловых насосов, способных как охлаждать, так и подогревать воду, применение установок по выращиванию форели станет двухциклическим в течение календарного года (табл. 28).

Таблица 28

Технологическая схема эксплуатации УЗВ, месяцы

Циклы	Месяцы												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	→				40-50 г								0,1 г
2				0,1 г	→				40-50 г				

Условные обозначения:

→ – период выращивания

▨ – реализация в хозяйство с естественной динамикой температуры

▩ – инкубация икры

▧ – реализация в тепловодные хозяйства

Ввиду того что нагрузка биомассы форели на экосистему УЗВ существенно ниже, чем по карпу, ввиду большей требовательности к качеству воды и менее эффективной работы биофильтра при оптимальной температуре для форели, выращивание товарной рыбы в УЗВ экономически нецелесообразно.



При содержании радужной форели в условиях УЗВ в течение полного годового цикла в возрасте годовиков средняя масса рыб может достигать 1–1,5 кг. Все самцы в этом возрасте (12–14 месяцев) и при таких весовых кондициях обычно бывают половозрелыми. Самки до 80% от общего количества также бывают половозрелыми. Общая сумма градусо-дней к этому моменту достигает 4000 и более, что достаточно для созревания рыб. Надо отметить, что для завершения созревания и получения качественных половых продуктов необходимо устроить период пониженной до 6–8°C температуры воды длительно — 35–50 суток (сумма 300 градусо-дней).

После получения зрелых половых продуктов следует перевести производителей на выращивание при температуре воды 14–16°C. Через 150–170 суток (2200–2500 градусо-дней) при проведении преднерестового содержания по указанной ранее схеме можно получить новую партию половых продуктов.

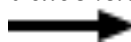
В привязке к прогрессивной схеме эксплуатации УЗВ это будет выглядеть следующим образом (табл. 29).

Таблица 29

Схема эксплуатации производителей радужной форели в УЗВ

Циклы	Месяцы													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	→		■			→						■		
2	→		□			→						□		

Условные обозначения:



— содержание производителей



— получение, оплодотворение и инкубация икры



— преднерестовое содержание при температуре 6–8°C (адаптацию в градиенте 14°C/6°C, проводят в течение 3–4 суток)

В условиях УЗВ применение сбалансированных кормовых смесей рецептур РГМ-5В, РГМ-8П, РГМ-6М, ФЭС-М позволяет выращивать физиологически полноценную рыбу.

Радужная форель способна переносить недлительные повышения концентрации общего аммония, нитратов выше допустимых значений, но при этом температура воды, кислорода и рН должны соответствовать жизненным потребностям рыб (табл. 30).

## Допустимые концентрации веществ в воде рыбоводных емкостей УЗВ

Вещества	Концентрация предельная, мг/л
Инкубация икры и выдерживание личинок	
NH <sub>4</sub> – NH <sub>3</sub> – N	0,5
NO <sub>2</sub>	0,12
NO <sub>3</sub>	5
Взвешенные вещества	До 10
Выращивание молоди до массы 40–50 г	
NH <sub>4</sub> – NH <sub>3</sub> – N	2
NO <sub>2</sub>	0,12
NO <sub>3</sub>	До 55
Взвешенные вещества	До 10
Выращивание товарной рыбы	
NH <sub>4</sub> – NH <sub>3</sub> – N	2,5
NO <sub>2</sub>	0,2
NO <sub>3</sub>	До 60
Взвешенные вещества	До 25
рН при выращивании всех возрастов	7–8

*Технические условия выращивания посадочного материала форели в установке с замкнутым циклом водоснабжения ВНИИПРХ–СПИАГУ.* Технология разработана с использованием установки ВНИИПРХ–СПИАГУ мощностью 10 т для выращивания посадочного материала карпа. В измененной технологической схеме предусматривается в первом цикле выращивать в декабре–мае посадочный материал форели в количестве 1,5 т, во втором цикле – товарного канального сома в количестве 2,5 т. Применяя прогрессивную технологию с тепловым насосом, за два цикла выращивания можно получить 3 т сеголетков форели средней массой 40–50 г. Если эти нормативы использовать в 50-тонной УЗВ для выращивания посадочного карпа, то на ней можно выращивать до 20 тонн посадочного материала форели.

В состав базовой установки (потенциальная производительность 3 т, одного цикла – 1,5 т) входит следующее оборудование (табл. 31).

Таблица 31

## Характеристика установки для выращивания форели

Оборудование	Количество
1	2
Бассейны-силосы, шт	8
Объем, м <sup>3</sup>	4
Биофильтр-отстойник, шт	1
Объем, м <sup>3</sup>	20

1	2
Оксигенатор, шт	1
Производительность оксигенатора, м <sup>3</sup> /ч	20
Кормораздатчики, шт	1
Терморегулятор (тепловой насос), шт	1
Инкубационно-личиный участок	1
Клиноптилолитовый фильтр емкостью, кг	200
Лотковые аппараты, шт	3
Бассейны для содержания производителей, шт	3

Введение в состав линии ремонтно-маточного участка должно обеспечивать его соответствие установке для выращивания посадочного материала. Преднерестовое выдерживание производителей проводят в бассейнах инкубационно-личиного участка (табл. 32).

Таблица 32

#### Характеристика установки для ремонтно-маточного стада

Параметры установки	Значения
Производительность по массе, т/год	3
Площадь застройки, м <sup>2</sup>	250
Водопотребление на технологические нужды, м <sup>3</sup> /год	150 000
Установленная мощность, кВт	25
Потребление электроэнергии, тыс. кВт · ч/год	200
Потребление тепла, Гкал/год	800
Потребление кислорода, тыс. м <sup>3</sup> /год	2,2

Режим эксплуатации УЗВ представлен в таблице 33.

Таблица 33

#### Режим эксплуатации УЗВ при круглогодичном выращивании посадочного материала

Рыбоводные циклы	Сроки выращивания		Выход продукции		Температурный режим	
	Начало	Конец	Кол-во, шт	Индивидуальная масса, г	Естественный	Сбросная вода ТЭЦ
Первый						
Инкубация	1 мая	5 июня	39 000	0,1		
Выращивание молоди	5 июня	15 ноября	30 000	50,0	–	+
Второй						
Инкубация	15 ноября	20 декабря	39 000	0,1		
Выращивание молоди	20 декабря	1 июня	30 000	50,0	+	–

Одна аналогичная установка, эксплуатируемая в полициклическом режиме, может обеспечить посадочным материалом производственные мощности нагульного хозяйства в объеме товарной продукции около 20–25 т/год.

*Технология выращивания посадочного материала форели в УЗВ.* В условиях эксплуатации УЗВ особо возрастают требования к качеству воды (табл. 34).

Таблица 34

**Требования к качеству воды в УЗВ**

Показатели	Норма
<b>Инкубация</b>	
Реакция среды (рН)	7–8
Содержание кислорода на входе, мг/л	Не менее 10
Содержание кислорода на выходе из аппарата, мг/л	Не менее 8
Температура воды, °С	9–12
Содержание углекислоты, мг/л	До 2
<b>Выращивание</b>	
Реакция среды (рН)	7–8
Содержание кислорода на входе бассейнов, мг/л	Не менее 9
Содержание кислорода на выходе из бассейнов, мг/л	Не менее 7
Температура воды, °С	15–18
Содержание углекислоты, мг/л	До 10

В период выращивания допускается 150–200%-ное насыщение воды кислородом. При этом рН, температура воды измеряются через 1–3 ч в течение суток, все остальные показатели – два раза в сутки.

*Корма.* Для кормления молоди форели используются корма РГМ-6М и РГМ-5В с разным размером крупки (гранул) (табл. 35).

Таблица 35

**Размер крупки корма в зависимости от массы тела молоди форели**

Масса молоди, г	Размер крупки (гранул), мм
До 0,2	0,4–0,6
0,2–1,0	0,6–1,0
1,0–2,0	1,0–1,5
2,0–5,0	1,5–2,5
5,0–15,0	3,2
15–50,0	4,5

Суточная доза корма задается в соответствии с табличными данными (табл. 36).

Таблица 36

## Количество корма в зависимости от массы молоди и температуры воды, %

Температура воды, °С	Масса молоди, г						
	До 0,25	0,25–1,0	1,0–2,5	2,5–5,0	5,0–12,0	12,0–23,0	23,0–50,0
15	7,2	6,8	6,8	5,2	3,8	2,8	2,3
16	7,7	7,1	6,4	4,9	4,1	3,1	2,3
17	7,2	6,8	6,1	4,9	4,0	3,1	2,5
18	6,7	6,8	6,0	4,5	4,0	3,1	2,5

Специально для УЗВ разработана рецептура комбикорма ФЭС-М, который заменяет корм РГМ-6М. Специфичность ФЭС-М – это повышенный прирост биомассы рыб при снижении в воде уровня загрязняющих веществ на 20%. Кормовой коэффициент составляет 0,9–1. Промышленные партии не выпускаются. Рецептура ФЭС-М приводится в табл. 37.

Таблица 37

## Рецептура корма для молоди форели в УЗВ

Компоненты	Содержание, %	Заменители
Мука рыбная, размер частиц	47	–
Пшеничные зародышевые хлопья (ПЗХ) экстрагированные	20	100%-ные ПЗХ без экстрагирования
Концентрат рыбного белка	8	–
Дрожжи пивные неочищенные	10	100%-ные кормовые гидролизные
Сухое обезжиренное молоко	5	100%-ные ПЗХ
Рыбий жир	8	–
Премикс ПФ-2В	2	ПМ-1 или ПФ-4П
В корме содержится, %:		
белков	51	–
жиров	15	–
углеводов	14	–
зола	10	–

*Выращивание молоди форели в УЗВ.* Производителей форели при выдерживании в течение 7–14 дней при температуре 6–8°С до получения половых продуктов не кормят. Кислородный режим поддерживают 100–110%-ные насыщения барботажем и подачей кислорода после оксигенатора. Плотность посадки производителей составляет 10 шт/м<sup>3</sup>. Обычно содержат двойной запас производителей: 30 самок и 10 самцов.

Для получения 43 тысяч икринок необходимо иметь 15 самок и 5 самцов (3 : 1). Применяют общепринятую методику взятия половых

продуктов, осеменения и оплодотворения. Воду очищают через фильтры из клиноптилолита или цеолита, которые адсорбируют ионы  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ .

Применяют следующие рыбоводно-биологические нормативы при инкубации икры (табл. 38).

Таблица 38

**Нормы эксплуатации инкубационной установки с блоком очистки и выращивания молоди форели**

Показатели	Значения
1	2
Загрузка аппарата горизонтального типа икрой, тыс. шт/м <sup>2</sup>	80–90
Температура в период инкубации, °С	8–12
Расход воды при инкубации на 1000 икринок:	
до стадии глазка, л/мин	0,1
до конца вылупления, л/мин	0,2
Расход воды при выдерживании личинок, л/мин	0,4
Пропуск части воды через клиноптилолитовую установку, %	30
Оптимальное соотношение диаметра и высоты сорбционной колонки	1 : 7
Объем воды в системе инкубации на 1000 икринок, л	10
Подпитка системы свежей воды ежедневно, %	1–5
Объем воды, необходимый на выдерживание 1000 личинок	20–100
Затраты клиноптилолита на 1000 личинок, кг	2
Содержание растворенного кислорода на выходе, мг/л	8
Отход оплодотворенной икры в период инкубации, %	5–10
Наступление стадии глазка, градусо-дни:	
при 8°С	144–180
при 10°С	128–160
Начало вылупления, градусо-дни:	
при 8°С	245–305
при 10°С	240–300
Массовое вылупление, градусо-дни:	
при 8°С	344
при 10°С	320–340
Продолжительность выдерживания личинок, сутки:	
при 5°С	30
при 10°С	20
при 14°С	12–15
Выживаемость свободных эмбрионов, %	80–90
<b>Выращивание личинок до массы 250 мг</b>	
Температура воды, °С	15–16
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>3</sup>	120
Продолжительность выращивания, сутки	10–15
Выживаемость, %	95

1	2
Режим кормления	Авто-кормушки
Частота кормления, раз/сутки	20
Выращивание мальков от 250 мг до 1 г	
Температура воды, °С	15–18
Плотность посадки, тыс. шт/м <sup>3</sup>	90
Продолжительность выращивания, сутки	20–30
Выживаемость, %	95
Режим кормления	Авто-кормушки
Частота кормления, раз/сутки	16
Выращивание молоди от 1 до 50 г	
Температура воды, °С	15–18
Плотность посадки до 10 г, тыс. шт/м <sup>3</sup>	10
Сортировка на три размерные группы массой, %	
крупная 12–17 г	20
средняя 8–10 г	60
мелкая 4–6 г	20
Последующее выращивание при плотности посадки, тыс. шт/м <sup>3</sup>	2–4
Продолжительность этапа, сутки	110–120
Выживаемость, %	85
Режим кормления	Авто-кормушки
Частота кормления, раз/сутки	8

Поднявшиеся на плав личинки кормятся в течение трех суток в лотковых аппаратах, затем они переводятся в емкости для выращивания.

По завершении выращивания молодь сортируют и переводят в адаптационный бассейн, где температуру воды понижают при градиенте до 1°С/сут., т. е. до температуры, необходимой при перевозке. Некоторые нормативы выращивания радужной форели представлены в табл. 39.

Таблица 39

#### Рыбоводно-биологические нормативы выращивания форели в УЗВ

Показатели	Значения (норма)
1	2
Температура воды, °С	
Инкубация икры	9–12
Вылупление личинок	9–12
Выдерживание свободных эмбрионов	12–14
Подращивание личинок	14–16
Выращивание сеголетков	15–16
Выращивание товарной форели	14–18

1	2
<b>Предельно-допустимые концентрации веществ в рыбоводных емкостях</b>	
<b>Инкубация икры и выдерживание личинок</b>	
NH <sub>4</sub> – NO <sub>3</sub> – N, мг/л	0,5
NO <sub>2</sub> , мг/л	0,12
NO <sub>3</sub> , мг/л	5
Взвешенные вещества, мг/л	До 10
Величина pH для всех возрастов	7–8
NH <sub>4</sub> – NH <sub>3</sub> – N	0,5–2,0
NO <sub>2</sub>	0,2
NO <sub>3</sub>	до 60
Взвешенные вещества	до 25
<b>Расход воды м<sup>3</sup>/ч на 1 т ихтиомассы при температуре воды 16°С</b>	
Средняя масса, г:	
до 0,5	55
до 1,0	53
до 5,0	44
до 20	26
до 50	22
до 100	18
до 500	14
<b>Плотности посадки рыбы, кг/м<sup>3</sup></b>	
Масса, г:	
до 0,5	10
до 1,0	20
до 5,0	30
до 20	45
до 50	60
до 500	90
500 и более	до 100
<b>Сроки выращивания, сутки</b>	
Масса, г:	
от 0,5 до 12	75
от 12 до 50	65
от 50 до 250	155
<b>Выживаемость, %</b>	
При массе, г:	
от начала инкубации до стадии малька	75
от стадии малька до 12	90
от 12 до 50	95
от 50 до 300	90
от 300 и более	99
<b>Затраты корма для рыб, кормовой коэффициент</b>	
При массе, г:	
от 0,1 до 0,5	0,1–1,0
от 0,5 до 1,0	1,0–1,1



1	2
от 1,0 до 12	1,1–1,2
от 12 до 50	1,2–1,4
от 50 до 200	1,5
от 200 до 800	1,6
Периодичность кормления форели, раз в сутки	
При массе, г:	
от личинки до 2	10–12
от 2 до 5	10
от 5 до 10	8–10
от 10 до 40	8
от 40 и более	5–3

*Контрольные вопросы*

1. В чем преимущество выращивания рыб на теплых водах ТЭЦ и АЭС?
2. Каковы преимущества садковых хозяйств по сравнению с бассейновыми?
3. Расскажите о перспективах использования водоемов-охладителей для рыборазведения.
4. Каким способом повышают эффективность выращивания карпа в садках?
5. Каковы методы получения икры осетровых рыб, которые применяют в индустриальном рыбоводстве?
6. В каких аппаратах инкубируют икру осетровых?
7. Каких осетровых выращивают в садках на теплых водах?
8. Назовите особенности биологии канального сома.
9. Каковы способы выращивания канального сома в индустриальном рыбоводстве?
10. Расскажите об особенностях биологии разных видов тилляпии.
11. Расскажите о способах разведения и выращивания тилляпии в прудах, бассейнах и садках.
12. Каковы требования к качеству воды в УЗВ при промышленном производстве тилляпии?
13. Расскажите о видах угря, его биологических особенностях, а также об уровне международного развития угреводства.
14. Назовите основные абиотические факторы, влияющие на выращивание угря.
15. В чем заключаются особенности производственной технологии выращивания угря?
16. Перечислите необходимое оборудование и материалы для разведения и выращивания форели в УЗВ.
17. В чем состоит своеобразие выращивания форели в УЗВ?
18. Как изменяются биологические свойства форели в УЗВ?

## ГЛАВА 4. Интенсификация и техническое обеспечение индустриального рыбоводства

### *Применение анестезирующих веществ в индустриальном рыбоводстве*

В индустриальном рыбоводстве при разведении и выращивании рыб возникает необходимость различных манипуляций (хендлинга): помка, просмотр, взвешивание производителей, их бонитировка, инъекирование, получение половых продуктов, проверка на зрелость и т. п.

При этих манипуляциях наблюдается сильное стрессирование рыб, их травматизация, увеличение времени на проведение операции. Первые попытки и применения анестетиков в нашей стране относятся к началу 50-х гг. Для избежания стрессирования, побочных явлений применяют анестезирование рыб (наркозирование), которое производится большей частью в растворах анестетиков (транквилизаторах) или инъекированием раствора в тело рыбы, что проводится крайне редко.

Рыба теряет активность, физиологические процессы в ней затормаживаются. Действие наркоза прекращается через определенное время, когда уменьшается концентрация анестезирующего вещества, что достигается пересадкой ее в чистую воду.

Анестезию можно применять как для кратковременного, так и для продолжительного усыпления рыб. Для кратковременного обездвиживания рыб (на несколько минут) анестезию применяют с целью пересадки из одной емкости в другую, при проведении инъекций, а также при искусственном получении икры и спермы, проведении морфологических измерений, индивидуальном взвешивании и тщательном индивидуальном обследовании каждой рыбы: обследование личинок под микроскопом, взятие крови. Для длительного обездвиживания анестезию применяют с целью снижения активности рыб на время их перевозки. Концентрация анестетика обусловлена видом рыбы, видовой активностью и размерами тела. При более высокой температуре воды действие анестетика более эффективно.

При искусственном воспроизводстве пресноводных и морских рыб применяют широкий спектр анестетиков в соответствующих концентрациях.

Термин «анестезия» в медицине означает обезболивание, что не всегда отражает суть эффекта, который известные анестетики вызывают у рыб. Чаще всего с их помощью достигается обездвиживание, успокаивающее (седативное) действие.

Наркотизация рыбы наиболее часто достигается путем помещения анестетика в водный раствор. Очень крупным рыбам, например произ-

водителям осетровых, акулам, анестезирующим раствором орошают жабры. При перевозках анестезированную каким-либо препаратом рыбу можно завернуть в мокрую марлевую салфетку, положить в подходящий контейнер и перевозить во влажной среде.

Достаточно велико количество средств, используемых для рыб в качестве анестетиков. Они 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: фенobarбитал, веронал, барбитал натрия, мединал и др. Применяют также вещества, используемые в анестезиологии для ингаляционного наркоза (диэтиловый эфир, углекислый газ).

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. В современной медицине популярны нехимические способы анестезии: электронаркоз, а также акупунктура (иглоукалывание) и стрессовая анальгезия. Для рыб используют лишь первый из этих способов, и на его основе функционирует известный прибор «электролов».

*Хинальдин* наиболее широко применяется в практике промышленного рыбоводства в нашей стране и за рубежом. Очевидно, этот препарат может быть использован и аквариумистами.

Хинальдин (2-метил хинолин) – вещество, выделенное из каменноугольной смолы. Его формула –  $C_{10}H_9N$ , удельный вес – 1,058–1,61, температура кипения составляет 245–247°C. Хинальдин взрывоопасен и огнеопасен. Его используют при производстве красок и взрывчатых веществ. Хинальдин производят на Нижнетагильском металлургическом комбинате.

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%.

Хинальдин представляет собой густую желтовато-коричневую жидкость, нерастворимую в воде. Его переводят в водный раствор после предварительного смешивания со спиртом или ацетоном в соотношении 1 : 10. Для рыб этот раствор безвреден, так как препарат исполь-

зуют при слабых концентрациях. Единственный его недостаток – резкий запах, что, впрочем, неудобно лишь для рыбовода. Чтобы избавиться от проблемы с растворением хинальдина, а также от его резкого запаха, можно применять водорастворимую соль – сульфат хинальдина, которая столь же эффективна, как и чистая субстанция. Соль гидрохлорид хинальдина (гидрохлорид 2-метилхинолин) – белый порошок, иногда с розоватым или сероватым оттенком. Хорошо растворим в воде. Идентичен по действию хинальдину.

Действие хинальдина уже исследовано на аквариумных рыбах. Так, для усыпления золотых рыбок его разводят в воде до концентрации 5–15 мг/л. Для некоторых цихлид (*Sarotherodon melanotheron*, *S. niloticus*, *S. guineensis*) наркотизирующая концентрация хинальдина колеблется от 25 до 1000 мг/л и находится в прямой зависимости от температуры и солености воды. Продолжительность наркотизации этим препаратом составляет около 5 мин. После перенесения в чистую воду рыбы «просыпаются» и восстанавливают все рефлексy через одну – максимум две минуты.

Другой, наиболее популярный, анестетик – это M.S.-222, или трикаин метансульфонат, или этил-т-аминобензонат метасульфона. 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.

Гематоэнцефалический барьер рыб значительно более проницаем, чем у наземных позвоночных, что облегчает проникновение многих нейтральных веществ в центральную нервную систему.

Высокая проницаемость жабр и кожи рыб позволяет вводить нейротропные препараты без инъекций путем простого добавления в воду, где находится рыба. Выделяются анестетики через жабры, почки и с желчью.

Анестетики можно разделить на три группы:

1. Летучие анестетики – высоколетучие жидкости и газы (хлороформ, фторотан, диэтиловый эфир, закись азота  $\text{NO}_2$  – веселящий газ).
2. Нелетучие анестетики – производные углеводов.
3. Спирты (метиловый спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$ ), метанол (не применяется из-за высокой токсичности).

Этанол  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  не применяется. Используется третичный амиловый спирт (диметилэтилкарбинол, 2-метил-2-бутанол), третичный бутиловый спирт (2 метилпропанол-2 триметилкарбинол).

За рубежом наиболее широко применяется M.S.-222 (трикаинметансульфонат) – 0,13–0,26 г/л. В России чаще используются следующие анестетики:

- хинальдин (2-метилхинолин) – 5–12 мг/л;
- хинальдингидрохлорид – 25 мг/л;
- пропоксат – 3–4 мл/л;
- амиленгидрат – 7–13 г/л;
- комбелен – 0,1–0,2 мл/л;
- пропоксимол – 0,05–0,4 мл/л;
- третичный амиловый спирт – 0,25–0,5 мл/л;
- третичный бутиловый спирт – 0,3–3,5 мл/л;
- трибромэтанол 5–50 мл/л;
- уретан (этиловый эфир карбаминовой кислоты) – является канцерогеном для человека, поэтому применяется редко, хотя малая концентрация допускает работу с ним при дозировке 0,5 мг/л;
- эфир  $C_2H_5-O-C_2H_5$  (1,5–2%-ный – летучий, 0,0172 г/л – взрывоопасный);
- трихлорбутанол – 0,25–0,4 г/л;
- хлоралгидрат – 20–30 г/л;
- хлорэтон – 0,2–0,4 г/л;
- эвгенол – 100 мг/л;
- серный эфир – 17,2 мг/л;
- менакаин – 0,03–0,06 г/л и др.;
- изобутиловый спирт (изобутанол);
- изопропиловый спирт (пропанол-2, диметилкарбинол);
- метилпептинол (дормизон, обливон, сомнезин);
- дозировка менакаина 0,1 г/л (для лобана, сингиля, пеленгаса).

На Икрянинском осетровом заводе (на Волге) применяют анестетик амизол, кетамин (он же кеталлар, кетажест, калипсол). Производят его в Германии. Вводят внутримышечно по 10 мг/кг. Выход из наркоза происходит через 1,5–22 мин в зависимости от температуры раствора и состояния рыбы.

В Германии используют анестетик хлорбутанол (150 мл препарата на 100 л воды) для осетра, форели, карпа, европейского и африканского сома, линя, амура, толстолобика, судака, золотого карася и др. Если рыба в анестетике находилась до 22 мин, то в пищу ее можно использовать через 29 дней.

Часто наиболее эффективным наркотизирующим действием обладают смеси разных анестетиков, например хинальдин и трикаинметансульфонат или хинальдин и менакаин. Чистый хинальдин способен кумулироваться в организме рыбы по истечении 10 мин.

Считают, что смесь анестетиков предпочтительнее использовать при перевозках пресноводных и морских рыб. Такая транквилизация

действует на рыб щадяще, не вызывая опасного состояния – глубокого наркоза, а лишь приводя к длительной заторможенности рыб.

Идеальный анестетик для рыбоводных целей должен обладать следующими свойствами:

- 1) легко растворяться в пресной и морской воде;
- 2) обладать широким пределом безопасности для работающих с ним;
- 3) давать возможность для полного и быстрого восстановления активности рыб;
- 4) обладать высокой активностью воздействия;
- 5) обладать поливалентностью;
- 6) быть экономичным;
- 7) характер действия препарата должен соответствовать его применению, не давать побочных эффектов.

Различают следующие стадии наркоза рыб:

1. Начальный эффект – учащенное дыхание, повышение движение с последующим его замедлением.
2. Утрата равновесия – плавательное движение очень замедленное, происходит опрокидывание тела.
3. Потеря ориентировочного рефлекса – рыбы лежат на боку, не реагируют на раздражители.
4. Остановка дыхания и полная неподвижность рыб.

Условно принимаются три стадии восстановления:

- 1) восстановление плавательных движений и равновесия;
- 2) возбуждение;
- 3) нормализация.

Индивидуальная вариабельность реакции на наркотизирующий препарат (полиреактивность) наблюдается у самых разных видов рыб при действии различных препаратов.

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.

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

С усилением интенсификации производства рыбы, а также с переходом к промышленным методам выращивания естественная пища имеет все меньшее значение.

При больших плотностях посадки кормление искусственно приготовленными кормами становится единственным методом получения рыбной продукции. Если в прудах получают 70–80% продукции за счет кормления, то в хозяйствах индустриального типа – практически 100%. Поэтому качеству и количеству кормовых смесей должно уделяться большое внимание. Корм должен быть полноценным, т. е. удовлетворять потребности рыб в основных питательных веществах для нормального роста и развития.

Для правильной организации кормления необходимо определять и уточнять уровень потребности карповых, лососевых, осетровых и других культивируемых рыб в протеине, жире, углеводах, минеральных солях 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 прудового и индустриального рыбоводства, понижения кормового коэффициента до 1,5–2,5 единиц в индустриальных хозяйствах и 2,5–3 единицы в прудовых условиях.

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

Протеин – основная часть живой материи. Это сырой материал для роста тканей и органов и поэтому необходим организму на всех этапах жизненного цикла (как пластический, строительный материал). Протеины, или белки, являются высокомолекулярными органическими азотистыми соединениями. Слово «протеин» (греч.) означает «первый». Белки – составная часть растений и животных. Белками их называют по сходству внешнего вида с белками куриного яйца, хотя есть белки (фиброин, кератин) другой консистенции. Протеины делят на две группы: простые белки (собственный протеин) и сложные белки (протеиды). Протеины обеспечивают рост органов и тканей. Кормовой протеин содержит белковую и небелковую формы азота. Полноценность белка определяется наличием незаменимых аминокислот, не синтезируемых в организме. Из общих 24 аминокислот 10 являются незаменимыми. Их синтез в организме не происходит. Исследования показали, что для некоторых рыб, в том числе и лососевых, незаменимыми оказались те же аминокислоты, которые являются незаменимыми и для высших животных. Кроме того, белки играют важную роль в качестве ферментов протеиназ – пепсина, трипсина, химотрипсина и ряда дипептидаз кишечного сока, расщепляются до пептидов и аминокислот, всасываемых слизистой оболочкой кишечника в кровь.

Кормовой протеин включает как белковую, так и небелковую формы азота. Пищевую ценность белка определяет его аминокислотный состав. Для белков растительного и животного происхождения характерно содержание 20 аминокислот. Выяснено, что для лососевых, как и для высших животных, необходимо 10 незаменимых аминокислот: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин. Они незаменимы также для карпа, канального сома, угря и морской камбалы (табл. 40).

Таблица 40

**Потребность рыб в незаменимых аминокислотах**

Аминокислоты	Потребность, г/кг		
	Лососевые	Карп	Угорь
Аргинин	25	23	17
Гистидин	7	9	8
Изолейцин	10	10	16
Лейцин	16	13	20
Лизин	21	22	20
Метионин	10	12	19
Фенилаланин	21	25	22
Треонин	8	15	15
Триптофан	2	3	6
Валин	16	14	15

Аминокислотный состав тела рыбы не является суммой аминокислот, поступающих из пищеварительного тракта, а образуется в результатах их активации и частичной трансформации.

Потребность рыб в белке значительно выше, чем у теплокровных животных. Для молоди лососевых и угря необходимо 45–55%, а для взрослых особей – 35–45%. Для карпа и канального сома – 30–38%. Для молоди всегда выше – до 55%.

У рыб как пойкилотермных животных потребность в протеине зависит от температуры воды. Так, для молоди радужной форели при температуре 8°C необходимо 40–42% белка, а при температуре 15°C – 52–55%. Потребность в протеине повышается и при увеличении солености воды.

Усвоение белка зависит от вида рыбы, возраста, температуры воды, концентрации протеина в пище и его происхождения. У взрослой рыбы оно достигает 80–95%, у молоди – ниже. Повышение концентрации белка в крови ведет к лучшему его усвоению и повышению температуры до определенного момента, способствует улучшению усвоения. Утилизация зависит от энергетической обеспеченности пи-



щи. Утилизация протеина повышается с возрастанием жира в диете до определенных величин.

Из 1 г кормового протеина рыба использует 3,5–4 ккал энергии. На 1 кг прироста рыбе требуется 550–650 г протеина при использовании полноценных гранул. На энергетический обмен потребуется 70% протеина. Смесь протеинов усваивается лучше, чем каждый протеин в отдельности. Поэтому питательная ценность комбикорма тем выше, чем богаче набор компонентов.

**Жиры.** Жир является основным источником энергии в кормах и участвует в обеспечении ряда физиологических функций организма. Жиры делятся на простые, сложные и нейтральные. Жирные кислоты, входящие в состав этих веществ, делятся на насыщенные и ненасыщенные.

В организме рыбы жиры гидролизуются липазами и фосфолипазами и используются на энергетические нужды или присоединяются в тканях к фосфолипидам.

Липиды рыб состоят из большого количества полинасыщенных жирных кислот. Полноценный искусственный комбикорм должен содержать в основном мягкие жиры, усваиваемые на 90–95%. Они экономят белок для построения массы тела. Твердые жиры усваиваются на 60–70% и обладают невысоким биологическим эффектом. При низкой температуре они могут закупорить пищеварительный тракт у молоди. Из 1 г жира рыба использует 8 ккал энергии, т. е. почти в 2 раза больше, чем из 1 г протеина.

Отсутствие или недостаток жирных кислот приводит к снижению роста, повышению отхода рыб, расстройству ряда физиологических функций, ослаблению пигментации, некрозу лучей хвостового плавника, церроидному перерождению печени, изменению в мышцах, почках, поджелудочной железе, оводнению тканей, снижению уровня белка и жира в теле. Заметим, что карп более стоек к дефициту жирных кислот по сравнению с лососевыми. В корме обязательно должны присутствовать олеиновая, линоленовая и линолевая жирные кислоты (особенно линоленовая).

Четкого представления об оптимальном количестве жира пока не имеется. Повышенное количество жира в рационе форели вызывает отек полости тела, церроидное перерождение почек и печени. Содержание жира высокого качества может достигать до 25% (обычно около 12%). Важно, чтобы в корме сохранялся баланс протеина и жира: чем больше белка, тем выше должно быть количество жира. Жирность карпового корма должна составлять 4–8%. Особенно опасны и вредны окисленные жиры. У форели они могут вызвать снижение витаминов, канцерогенное действие.

Для предотвращения снижения жира в корм вводят антиокислители, содержащие подвижный атом водорода, который, соединяясь с активным радикалом делает его малоактивным.

К естественным антиокислителям относятся лецитин, ксантофил, госсипол, токоферол, эфиры аскорбиновой кислоты; синтетическим антиокислителям – сантохиндигудин и др., ионил, бутилоксианизол, бутилокситолуол и др. Иногда бывает полезно использовать сразу два или более антиокислителей.

Углеводы являются наиболее дешевыми и доступными источниками энергии. К ним относятся галактозы (рибоза, глюкоза, фруктоза, триозы, тетрозы, пентозы, гексозы и др.). Углеводы можно разделить на простые – не способные к гидролизу, и сложные, гидролизуемые на простые (олигосахариды, полисахариды).

Форель плохо переваривает углеводы. За счет низкого продуцирования инсулина углеводный обмен лососевых рыб носит характер диабетического. Уровень углеводов для лососевых составляет 20–30%, для молодежи он должен быть ниже. Известно, углеводы корма усваиваются лососевыми рыбами в среднем на 40% и в 1 г кормовых углеводов содержится 1,6 ккал доступной энергии.

Допускается, что в кормах для форели может присутствовать до 10% клетчатки, которая благотворно действует на усвоение углеводов. Комплекс сырой клетчатки почти не переваривается, а у карпа расщепление и всасывание идет интенсивно.

К дисахаридам относятся сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза; к полисахаридам – гликоген, крахмал, гелицеллюлоза, целлюлоза.

**Минеральные вещества.** Нормальная жизнедеятельность рыб проходит только в присутствии минеральных солей. Вопрос этот изучен недостаточно. Потребность рыб в минеральных веществах очень мала. В соленой воде рыба способна сама регулировать потребление солей через жабры, кожу и слизистые покровы ротовой полости. Обычно компоненты, входящие в состав кормовой смеси, не удовлетворяют полностью потребности рыбы в минеральных веществах, поэтому их часто добавляют дополнительно в виде минеральных премиксов.

Рыбам требуется Ca, P, Mg, K, S, Cl (макроэлементы) и Fe, Cu, Mn, Co, Zn, Mo, Se, Cr (микроэлементы). В тканях были обнаружены бром, бор, мышьяк, ванадий, кадмий, барий, стронций, но их функции неясны.

Кальций участвует в образовании костей и свертывании крови. Железо необходимо для образования гемоглобина и др. Сера входит в состав многих белков и инсулина. Кобальт оказывает влияние на кроветворение. Марганец связан с гормонами и витаминами. Цинк содержится в инсулине и эритроцитах. Кальций, фосфор, кобальт и хлор ак-

тивно поглощаются из воды. Отдельные элементы могут вступать в антагонистические взаимоотношения: одни подавляют другие. Дефицит йода вызывает увеличение щитовидной железы у форели, а недостаток кобальта снижает темп роста и гематокрит радужной форели. Дефицит магния вызывает у карпа потерю аппетита, ухудшение роста, вялость, судороги и высокую смертность. Минимальный уровень потребности в минеральных солях у форели и карпа составляет 4–5%.

Потребность рыб в минеральных веществах также зависит от температуры воды, вида рыб и их массы (табл. 41). С повышением температуры воды потребность рыб в минеральных веществах возрастает. Молодь рыб всегда остается более требовательной к количественному и качественному составу минеральных веществ.

Таблица 41

**Потребность в минеральных веществах молоди форели и карпа**

Минеральный элемент	Потребность, мг/сут на 1 кг массы рыбы	Необходимое содержание, мг/кг корма
Фосфор	20–600	400–12 000
Кальций	До 700	2800–14 000
Магний	15–30	До 600
Железо	До 8	До 160
Цинк	До 5	До 100
Медь	До 0,3	3–6
Марганец	До 0,1	13–20
Кобальт	До 0,01	0,1–1,2
Йод	До 0,03	0,6–2,8
Селен	До 0,02	0,1–0,25

Необходимо помнить, что недостаток и избыток минеральных солей оказывает отрицательное воздействие на организм рыбы. При этом необходимость в обогащении корма минеральными веществами отпадает, если комбикорм содержит более 40% компонентов животного происхождения (рыбная мука или мясокостная мука). При бассейновом и садковом методе выращивания все же необходимо вводить в корма специальный минеральный премикс.

Витамины – это незаменимые для жизни органические вещества разнообразной структуры, выполняющие роль биокатализаторов химических реакций и реагентов фотохимических процессов, протекающих в живой клетке, и участвующие в обмене веществ в составе ферментных систем.

Биосинтез витаминов происходит в основном вне организма животного, поэтому витамины должны поставляться извне, с пищей. Ави-

томинозная пища приводит к резко выраженному нарушению обмена веществ у рыбы. Лишь после изучения роли витаминов стал возможен перевод рыбы с естественных кормов на искусственные комбикорма.

Витамины делят на две группы:

– жирорастворимые: А – ретинол, D – холекальциферол, E – токоферол, K – менадион.

– водорастворимые: B<sub>1</sub> – тиамин, B<sub>2</sub> – рибофлавин, B<sub>6</sub> – пантотеновая кислота, B<sub>4</sub> – холин-хлорид, B<sub>5</sub> – никотинамид, B<sub>6</sub> – пиридоксин, B<sub>12</sub> – цианкобаламин, B<sub>c</sub> – фолиевая кислота и др.

Ингредиенты, входящие в рационы для рыб, содержат определенное количество витаминов, но они в основном содержат меньшее количество витаминов, чем нужно рыбе. Поэтому в кормосмеси вводят витаминный комплекс – премикс, включающий также и антиокислитель с наполнителем. К последнему предъявляется целый ряд требований, которые способствуют эффективному действию витаминов. БАВ, вводимые в премиксы, должны быть устойчивы к наполнителю и обладать химической совместимостью.

Микроэлементы вводят, как правило, в виде окислов, карбонатов или гидроксидов, хотя иногда применяют сульфаты и хлориды.

*Характеристика основных компонентов комбикормов для рыб.* Известно, что чем разнообразнее состав комбикорма, тем выше его питательность. Максимальный эффект получают от кормового протеина, состоящего из суммы протеинов животного, растительного и морского происхождения. Лучшие корма включают 15–20 компонентов различной природы, не считая витаминов, минеральных солей и другие биологически активные вещества (БАВ). Кроме того, в корма вводят специальные добавки.

Антибиотики – это продукты жизнедеятельности микроорганизмов, способные убивать или задерживать развитие вредных микробов, повышающие защитные функции организма и в некоторых случаях положительно влияющие на рост животных. Эффективность антибиотиков зависит от вида, возраста, физиологического состояния рыбы, соотношения в рационе других биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов и пр.).

Обычно в комбикорма добавляют не чистые антибиотики, а их кормовые препараты – биовит-20, 40, 50 и 80, кормогризин, бацитрацин и др. Из чистых антибиотиков используют пенициллин, стрептомицин, тетрациклин и др. Введение антибиотиков должно осуществляться очень осторожно, применять их необходимо только в лечебных целях.

Гормоны – это биологически активные вещества различного происхождения (белки и продукты их распада, жироподобные вещества), продуцируемые железами внутренней секреции и регулирующие

многие функции в организме рыб. Они могут ускорять или замедлять рост, подавлять и стимулировать генеративный обмен, изменять пол. Они представляют существенный интерес, но пока не нашли широкого применения в рыбоводстве.

**Вкусовые и красящие вещества.** Рыбы обладают избирательной способностью к одинаково доступной пище в зависимости от вкуса, запаха и цвета корма. Привлекательность корма зависит от наличия в нем разных белков, аминов, аминокислот, гликопротеидов, липидов и др. Так, карповых привлекают альдегиды и кетоны – продукты окисления жира, угря – глицин и аланин. Сильным привлекающим действием для основных культивируемых рыб является рыбий жир. Красный цвет корма бывает предпочтительным для лососевых рыб.

**Антиокислители.** Известны многие антиоксиданты, предохраняющие окисление липидов и витаминов. Естественными антиоксидантами являются токоферол и лецитин. Содержание синтетических антиоксидантов – сантохина (этоксихина, сантоквина), бутилокситолуола (ионола), бутилоксианизола, дилудина, анфелана и др., которые вводятся в корма, не должно превышать 0,2%. Применение смеси нескольких антиоксидантов усиливает их действие.

**Ферменты** являются стимуляторами биохимических процессов. Они способствуют ускорению реакции гидролиза, что способствует лучшему усвоению пищи организмом. Отмечено ускорение роста форели и канального сома при добавлении в комбикорма щелочной протеиназы, амилазы и амилсубтилина. Вопрос воздействия ферментов на рыб еще недостаточно изучен.

**Транквилизаторы (атарактики)** – это вещества, которые обладают общеуспокаивающим действием на организм животного. Их применяют для профилактики стрессовых явлений, что является актуальным при выращивании рыб в промышленных условиях с высокой плотностью посадки. Резерпин, аминазин, мепробамат, патакал, атаракс, этизин, дипразин и другие являются веществами такого действия.

**Связующие вещества** используются для повышения прочности комбикормов и предотвращения вымывания питательных веществ. Их вводят как в гранулы, так и тестообразные корма. К таким веществам относятся карбоксиметилцеллюлоза, полиакриловая кислота, соли натрия, желатин, активированные глютен, обработанный крахмал, поваренная соль, альгининовая кислота, лигносульфаты кальция и натрия. Связующим действием обладают также отдельные компоненты рыбных кормов, такие как пшеничная, водорослевая и кровяная мука, а также сухой обрат.

**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 и т. д. В них содержатся до 70% углеводов и витамины группы В. Особенно они ценны для кормления карповых. В зерне содержится до 5–20% белков (альбумины, глобулины, проламины и глютеины). Из всех углеводов в зерне содержится 49–86% крахмала, 3–5% сахара, 2–3% клетчатки. Пектиновые вещества составляют лишь доли процента. Жиры злаков состоят из линоленовой и олеиновой кислот (85%). Среди макроэлементов преобладает фосфор и калий (до 80%). Наиболее ценна пшеница: из 1 кг пшеницы карп усваивает до 500 г питательных веществ.

В составе кормов используются темные и светлые отруби. Из бобовых используют сою, горох, люпин, вику, штамм чечевицы. Они содержат до 25–35% протеина, который усваивается на 70–80%. По этому показателю первое место занимает соя. Широко используются отходы маслостойного производства – жмых и шрот. Жмых содержит в 3–5 раз больше жира и в 1,5–2 раза меньше клетчатки, чем шрот. Наиболее ценным является соевый шрот, обладающий благоприятным аминокислотным составом. Им заменяют до 50% рыбной муки. Подсолнечниковый и хлопчатниковый шроты менее ценны. Последний содержит госсипол, токсичный для форели. Льняной шрот очень часто используется в кормах. Арахисовый, конопляный, клещевинный и горчичный шроты применяют редко.

В последнее время в кормопроизводстве большое внимание уделяется 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. Уникальный набор веществ зародышей позволяет заменять до 50% рыбной муки в составе комбикорма и даже кормить радужную форель только одними 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. Качество ее зависит от количества в ней жира, поваренной соли и фосфата кальция.

Протеин рыбной муки имеет полный набор аминокислот. Жиры состоят из ненасыщенных жирных кислот. Липиды и аминокислоты легкодоступны организму форели.

Мясокостная мука – хороший источник животного белка. Ее вырабатывают из отходов мясного производства. В ней много незаменимых аминокислот – аргинина и гистидина, но и много быстроокисляющихся жиров, что ограничивает ее применение. Количество в корме не превышает 10%.

Кровяная мука вырабатывается из крови фибр и кости. В ней содержится до 70–85% протеина и не более 5% жира. Питательная ценность невелика из-за дисбалансированности по аминокислотному составу. Небольшие ее дозы стимулируют пищевую реакцию рыб.

Крилевая мука – ценный источник протеина, является продуктом переработки морских ракообразных, ценный источник протеина и ненасыщенных жирных кислот. В ней много каратиноидов. Используется в кормах для карпа и форели.

Мука из переработки птицы. Ею заменяют до 50% рыбной муки, но при этом надо добавлять синтетические аминокислоты.

Сухой обрат и обезжиренное молоко – ценные продукты молочного производства. Широко применяются в составе кормов, особенно молоди рыб.

Корма микробного происхождения. В последнее время чаще стали использовать в кормах продукты промышленного биосинтеза с помощью автотрофных организмов – дрожжей. Микроорганизмы превращают простые, сложные и синтетические вещества (простые сахара, соли аммония, спирт, уксусную кислоту, густат-альдегид, углерод, парафин, нефть, природные газы и т. д.) в ценные кормовые белки.

Дрожжи содержат 44–54% протеина, богатого 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. Используют и твердые жиры, заботясь о необходимости хотя бы минимального содержания в них незаменимых жирных кислот.

*Состав комбикормов и методы кормления рыб в промышленных условиях.* Кормление карпа. До недавнего времени молодь карпа выращивали только на естественных кормах. Однако этот процесс очень трудоемкий и экономически невыгодный. Поэтому было взято направление на приготовление стартовых искусственных кормов. 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. Плотность посадки личинок массой до 150 мг – 50 тыс. шт/м<sup>3</sup>. При хороших условиях плотность посадки личинок массой 10 мг составляет 250 тыс. шт/м<sup>3</sup>, а при массе 10–15 мг – 100 тыс. шт/м<sup>3</sup>.

Таблица 42

## Состав кормов для молоди карпа, %

Ингредиенты	Эквизо-1	Эквизо-2	РК-С	Старт-1М	Старт-2М
	Средняя масса мальков				
	До 50 мг	До 1 г	До 3 г	100 мг	До 1 г
Мука рыбная	–	18	35	30	14
Дрожжи специальные	–	–	50	–	–
Казеинат натрия	–	–	6	–	–
Пшеничная мука	–	10	4,8	9	20
БВК	–	35	–	50	50
Дрожжи гидролизные	–	30	–	10	6
Премикс ПФ-2В	–	–	1	1	1
Масло растительное	–	–	1,5	–	–
Метионин	–	1	1,5	–	–
Холинхлорид 50%-ный	–	–	0,2	–	–
Мука рисовая	–	–	–	–	9

Кормить личинок стартовыми кормами следует с самого начала их питания. Далее в случае их подкормки науплиями артемии салина или зоопланктоном это необходимо делать для приучения личинок к сухим кормам.

Для кормления сеголетков карпа в садках и бассейнах ГосНИОРХ рекомендует корма из 19 компонентов (табл. 43).

Таблица 43

## Состав комбикормов карпа в садках и бассейнах, %

Ингредиенты	Марка корма				
	12-80	16-80	16-78	16-82	111-9
	Средняя масса карпа, г				
	1-40	от 40	от 40	от 150	1-500
1	2	3	4	5	6
Рыбная мука	20	10	18	5	19
Мясокостная мука	11	–	8	6	1
БВК	20	14	–	10	3
Дрожжи гидролизн.	10	20	20	5	3
Шроты:					
подсолнечниковый	10	15,5	12	15	10
соевый	8	15	7	15	20
Пшеница	16,5	19	12	15	19
Овес	–	–	8	10	4
Ячмень	–	–	9	10	10
Кукуруза	–	–	–	–	10
Меласса	3	3	3	–	–



1	2	3	4	5	6
Травяная мука	–	–	–	5	–
Мел	–	1	1	1	–
Фосфат неорганический	–	1	1	1	–
Метионин	0,5	0,5	–	0,5	–
Соль поваренная	–	–	–	0,5	–
Протосубтилин	–	0,5	–	0,5	–
Премикс-П5-1	1	1	11	11	1

Эти 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 (ВНИИПРХ), РГМ-8М (ВНИИПРХ), ЛК-56 (СеврыбНИИпроект), ЛК-5П (СеврыбНИИпроект) 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.

Кормление личинок форели и тихоокеанских лососей начинают при подъеме на плав, когда желточный мешок рассосался на 50%. Личинок атлантического лосося начинают кормить при 70%-ном остатке желточного мешка, когда они еще лежат на дне (табл. 44).

Таблица 44

#### Размер частиц корма в зависимости от массы рыб (лосось, форель)

Масса рыб, г	Размеры крупки, гранул, мм	Частота кормления	
		Радужная форель	Проходной лосось
До 0,2	0,4–0,6	12	24
0,2–1,0	0,6–1,0	10	18
1–2	1,0–1,5	9	12
2–5	1,5–2,5	8	10
5–15	3,2	8	8
15–50	4,5	6	8
50–200	6,0	4	6
200 и выше	8,0	–	–

Суточная доза кормления должна определяться массой рыб и температурой воды.

Производственные корма также содержат более 20 компонентов: РГМ-5В (ВНИИПРХ), РГМ-8В (ВНИИПРХ), 114-1 (ГосНИОРХ), Р-3а (КрасНИИРХ), ЛК-5П (СеврыбНИИпроект), 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 ГосНИОРХ при массе молоди 0,05–15 г, РГМ-2МС (ВНИИПРХ) – при массе до 0,3 г.

Эффективность выращивания молоди сиговых зависит от нормирования суточных рационов и правильного соотношения между массой рыбы и частиц корма.

Для канального сома разработаны корма СБ-1 (КрасНИИРХ), СБ-3 (КрасНИИРХ). 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.

В отличие от других рыб осетровые нуждаются в более концентрированных кормах, обеспеченных энергией в основном за счет жира. Прежде всего это касается молоди бестера. В составе стартовых кормов для бестера должно быть 45–55% протеина, 16–20% жира и 6–12% углеводов. Применяют корма рецепта СТ-07 (ЦНИОРХ), СТ-4А3 (АзНИИРХ), БМ-1 (АзНИИРХ), при этом размеры частиц корма примерно одинаковы, как и для других рыб. 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.

Рыбоводство и животноводство дают продукцию с близкими качествами при использовании одних и тех же производственных ресурсов, но отдача при выращивании рыбы выше: доля съедобной части выше, затраты труда на единицу продукции меньше, усвоение белка и его переваримость лучшее, а вот углеводистые корма рыбами усваиваются хуже, поэтому ими нельзя перегружать рационы кормления.

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.

## *Бонитировка рыб в промышленных хозяйствах*

Во всех рыбоводных хозяйствах (фермах) ежегодно проводят инвентаризацию (учет) поголовья, а также осуществляют и бонитировку (оценку рыб по комплексу показателей).

При инвентаризации выбраковывают особей, не отвечающих предъявленным требованиям, осуществляют мечение рыб, пополняют стадо производителей из групп ремонта старшего возраста.

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 карпов, форель, осетров и других 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. В процессе ее у производителей и ремонтного поголовья определяют пол, возраст, массу, состояние здоровья (по внешним признакам), количество особей в каждой возрастной группе. В этот период проводят сохранность индивидуальных номеров у производителей, серийных меток у ремонтного поголовья и при необходимости их возобновляют.

Возраст производителей и ремонта устанавливают на основании индивидуальных номеров и серийных меток. Если производителей ранее не метили, то возраст определяют по числу годовых колец на чешуе, а у малочешуйчатых особей – ориентировочно по показателям массы и другим признакам.

Массу особей ремонтного поголовья в пользовательных хозяйствах устанавливают по средней пробе на основании группового взвешивания (50–100 экземпляров).

В племенных хозяйствах массу рыб определяют путем индивидуального взвешивания – не менее 100 особей ремонтной молодежи и 50 особей ремонта старшего возраста. Массу сеголетков и годовиков определяют с точностью до 1 г, двухлетков и двухгодовиков – до 10 г, трех- и четырехлетков и трех- и четырехгодовиков – до 50 г. Массу производителей устанавливают на основании индивидуального взвешивания с точностью до 50 г.

При проведении инвентаризации выбраковке подлежат травмированные, больные, с дефектами телосложения и отставшие в росте рыбы, а также не отвечающие по племенной ценности требованиям хозяйства.

Во время инвентаризации рыбу метят. Серийные метки ставят карпам в возрасте двух полных лет. Индивидуальный номер присваивают при переводе ремонтного старшего возраста в стадо производителей.

Данные инвентаризации ремонтного поголовья и производителей записывают в соответствующий журнал.

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

**Бонитировка производителей.** В племенных хозяйствах бонитировку производителей проводят трижды в течение срока их использования: первую – при переводе рыб из группы старшего ремонта в стадо производителей, вторую – после второго нереста, третью – при достижении самками восьми-девяти-, а самцами семи-восемьюгодовалого возраста (для карпа).

В пользовательных хозяйствах производителей ежегодно оценивают по данным инвентаризации, а также собственной продуктивности и качеству потомства. Производителей, не удовлетворяющих требованиям хозяйства, выбраковывают. Бонитировку производителей проводят с использованием данных инвентаризации.

Производителей карпа оценивают по происхождению (только при первой бонитировке), комплексу признаков (возраст, телосложение, масса, соответствие желательному типу), собственной продуктивности и качеству потомства.

Происхождение (породную принадлежность) карпов устанавливают по племенным документам и путем оценки соответствия показателей телосложения признакам определенной породы или группы карпов.

Для взятия промеров у производителей используют доску, треугольник (модификация – ВНИИПРХ) и мерную ленту. Измерения проводят с точностью до 0,5 см (рис. 19–21).

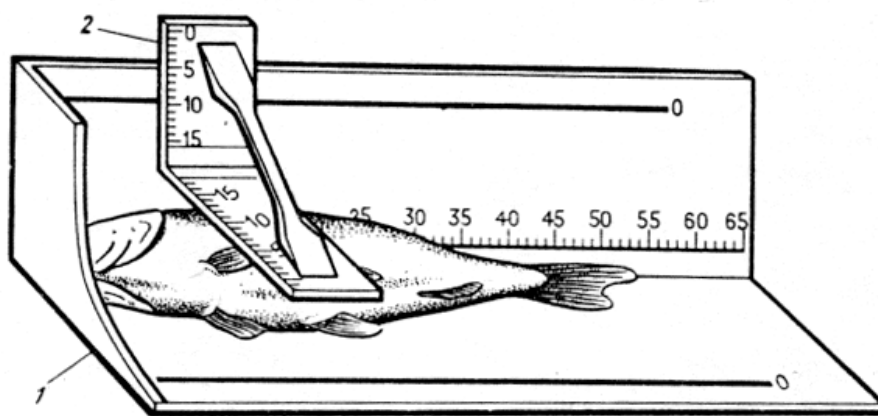


Рис. 19. Приспособление для измерения рыб (модификация ВНИИПРХ):  
1 – измерительная доска; 2 – мерный треугольник

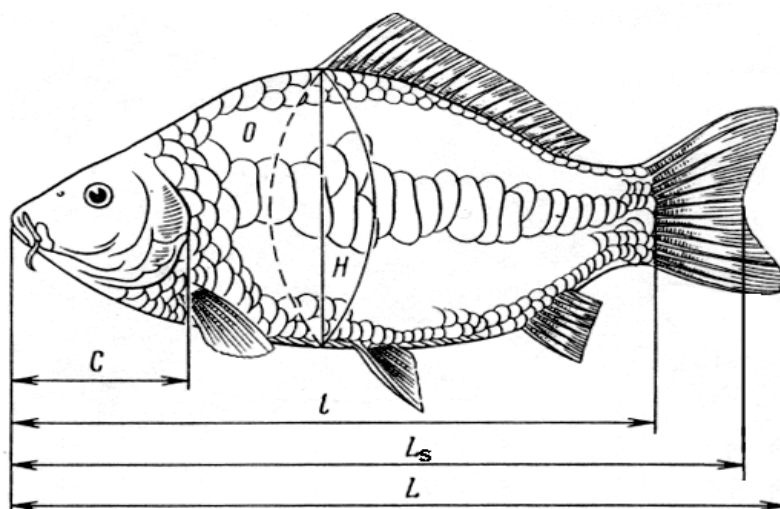


Рис. 20. Схема измерения карпа:

$L$  – абсолютная длина;  $L_s$  – длина по Смитту;  $l$  – длина тушки;  $C$  – длина головы;  
 $O$  – наибольший обхват тела;  $H$  – наибольшая высота тела

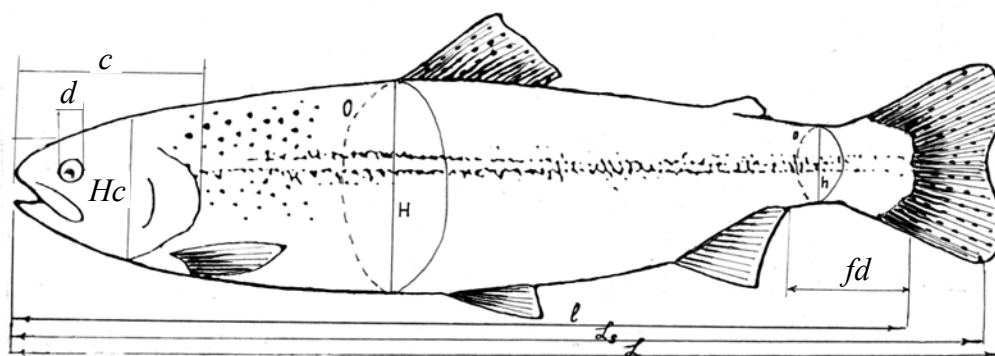


Рис. 21. Схема измерения форели при бонитировке:

$C$  – длина головы;  $H_c$  – высота головы;  $d$  – диаметр глаза;  
 $fd$  – длина хвостового стебля;  $o$  – наименьший обхват;  
 $O$  – наибольший обхват тела;  $H$  – наибольшая высота тела;  
 $h$  – наименьшая высота тела

При измерении рыба должна лежать на правом боку, касаясь спиной боковой стенки измерительной доски, а концом рыла – передней стенки. Рот рыбы при определении длины тела должен быть закрыт.

Результаты измерений и рассчитанные индексы телосложения записывают в журнал инвентаризации и бонитировки производителей, где указывают также породность (чистопородный – ч/п, соответствует временному стандарту группы – в/с, беспородный – б/п).

Бонитировку производителей по возрасту, телосложению, соответствию желательному типу выполняют на основании комплексной шкалы, которую разрабатывают для каждой породы или группы карпа. На основании измерений и осмотра рыб оценивают значение каждого признака в баллах.

При разведении в хозяйстве разных пород или групп карпов разрабатывают стандартные показатели, которые дают возможность отобрать производителей по каждому признаку. Стандарты считают сначала временными, и действуют они в период эксплуатации одного-двух поколений производителей. После стабилизации основных показателей, которые отмечают в 4–5-м поколении рыбы или в период утверждения породы, временные стандарты заменяют постоянными для определения породы или группы карпа.

В комплексной шкале применяют коэффициенты значения признака, которые тем выше, чем важнее для племенной характеристики производителя оцениваемый показатель. Окончательный балл по каждому признаку определяют путем умножения балла на коэффициент.

Для оценки самцов в период нереста применяют также показатели качества спермы, устанавливаемые по пятибалльной шкале: все спермии подвижные, движение поступательное – 5; спермии подвижные, но небольшая часть их совершает колебательные движения – 4; спермии подвижны, но большее количество их совершает колебательные движения – 3; значительная часть спермиев подвижна, но движение преимущественно колебательное – 2; большинство спермиев неподвижно – 1.

Для воспроизводства используют самцов с оценкой качества спермы 4 и 5 баллов. Оценку качества спермы заносят в журнал бонитировки производителей в качестве дополнительного показателя.

В племенных хозяйствах и фермах на каждого производителя, участвующего в воспроизводстве, заполняют карточку.

Бонитировка ремонтного поголовья. Ремонтное поголовье следует оценивать по происхождению и живой массе. При оценке происхождения в племенных хозяйствах (фермах) учитывают класс родителей – производителей (самца и самки) или группы производителей, причем предпочтение отдают качеству самок. Определение класса особей ремонтного поголовья по происхождению проводят по схеме для всех пород или групп карпа.

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.

Разделение производителей по полу. В промышленных хозяйствах самок и самцов рыб часто высаживают на зимовку совместно. Возможно также случайное попадание отдельных самок к самцам и наоборот. В связи с этим весной при бонитировке необходимо разделение производителей по полу. Разделение рыб по полу проводят также в созревающих ремонтных группах.

Разделение рыб по полу является важной и ответственной операцией. Присутствие среди самок хотя бы одного самца может вызвать неконтролируемый нерест самок в преднерестовых прудах. Нежелательно также и попадание самок к самцам.

Пол у самцов определяют обычно по выделению молок при надавливании на брюшко в области генитального отверстия. Однако при пониженной температуре самцы плохо или совсем «не текут». В этих случаях для визуальной диагностики пола используют ряд дополнительных признаков: форму брюшка, строение генитального отверстия, наличие брачного наряда (у самцов).

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. При пониженной температуре на месте бугорков могут быть заметны мелкие точечные образования. Первый луч грудных плавников у самцов несколько утолщен и более жесткий, чем у самок.

У растительноядных рыб можно отличить самцов от самок по наличию шипиков на внутренней поверхности грудных плавников, которые прощупываются при движении пальцев от концов плавника к его основанию. У белого амура они очень мелкие, и внутренняя поверхность грудных плавников похожа на наждачную бумагу.

Самцы канального сомика молок не выделяют. Наиболее характерным половым признаком у них является наличие уrogenитального сосочка (отсутствующего у самок) впереди анального плавника. Кроме того, самцы крупнее самок, имеют массивную голову с хорошо развитыми мышечными бугорками и более темную окраску тела.

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

Разделение рыб на племенные классы. В промышленных стадах племенной класс рыб устанавливают на основе их индивидуальной оценки. Рыб при этом внимательно осматривают, определяют выраженность у них половых признаков: учитывают размерную категорию рыб (крупные, средние, мелкие), характер телосложения, обращают внимание на возможность наличия у рыб травм и заболеваний. По результатам такой оценки рыб разделяют на группы – племенные классы.

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. Такие самки имеют тугое на ощупь брюшко, и по этому признаку их трудно отличить от самцов. К этому же классу принадлежат сильно отстающие в росте, травмированные и больные рыбы, 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.

Следует отметить, что присвоение рыбам того или иного класса несколько условно. Производители с одинаковыми показателями в разных стадах могут быть отнесены к разным классам в зависимости от численности этих стад, их общей качественной характеристики, планируемой напряженности отбора и т. п. По этим же причинам может быть различно и количественное состояние классов. Обычно это соотношение планируют заранее, и на его основе в ходе бонитировки устанавливают критерии, по которым рыб распределяют на классы.

В селекционных работах может применяться более сложная система оценки класса рыб. При определении класса производителей учитывают также сведения по их фактической плодовитости в предшествующих нерестах. В некоторых случаях используют оценку производителей по потомству и другие специальные методы.

Индивидуальные измерения рыб. Визуальную оценку племенных рыб при бонитировке дополняют индивидуальными измерениями, на основании которых позднее рассчитывают соответствующие индексы. Индивидуальные промеры карпа и форели показаны на рис. 20, 21. Необходимо дать название каждому измеренному отрезку и обозначить его символом.

Индивидуально измеряют обычно всех самок первого класса. В остальных группах для получения необходимой характеристики обычно берут среднюю пробу (не менее 30 рыб). У каждой рыбы определяют массу тела  $P$  (в граммах), длину тела  $l$ , наибольшую высоту  $H$ , наибольшую толщину тела  $B$  и наибольший обхват  $O$  (в см).

Измерение длины, высоты и толщины тела рыб проводят на мерной доске с помощью бонитировочного угольника. Для определения наибольшего обхвата используют мерную ленту (сантиметр).



По данным взвешивания и измерений рыб рассчитывают экстерьерные индексы:

– коэффициент упитанности  $K_y$ , %:

$$K_y = \frac{P \cdot 100}{l^3};$$

– индекс прогонистости  $K_n$ :

$$K_n = \frac{l}{H};$$

– индекс толщины (широкоспинности)  $K_t$ , %:

$$K_t = \frac{B \cdot 100}{l};$$

– индекс головы  $K_r$ , %:

$$K_r = \frac{C \cdot 100}{l};$$

– индекс обхвата  $K_o$ , %:

$$K_o = \frac{O \cdot 100}{l},$$

где  $P$  – масса тела, г;

$l$  – длина тушки, см;

$H$  – наибольшая высота тела, см;

$B$  – наибольшая толщина тела, см;

$C$  – длина головы, см;

$O$  – обхват тела, см.

Данные индивидуальных измерений и расчетные экстерьерные индексы заносят в журнал по форме. В последующем их подвергают статистической обработке с определением по каждому показателю средней арифметической с ошибкой и коэффициента вариации.

Экстерьер рыб зависит от их видовых и породных особенностей, возраста, а также условий содержания. Ориентировочные значения признаков экстерьера для производителей карпа даны в табл. 45.

Повышенные по сравнению со стандартом для соответствующей породы значения  $l/H$  при соответственно низких величинах коэффициента упитанности свидетельствуют о неудовлетворительном состоянии племенного стада. Ухудшение экстерьерных показателей может быть связано с плохим летним нагулом рыб или неблагоприятной зимовкой. Такие рыбы, как правило, имеют невысокую плодовитость. Среди них может наблюдаться повышенная гибель, особенно после гипофизарных инъекций при получении потомства заводским способом.

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 неблагополучном состоянии племенного стада свидетельствует и увеличение коэффициента изменчивости признаков.

**Мечение племенных рыб.** Различают серийное и индивидуальное мечение рыб. Серийное мечение применяют при маркировке групп, различающихся по происхождению, возрасту, полу. Индивидуальное мечение, при котором каждая особь имеет свою метку, необходимо для паспортизации производителей, а также при специальных работах, таких как оценка производителей по потомству, изучение возрастной и сезонной динамики селекционных признаков и т. п.

Из числа известных способов мечения в работах с племенными рыбами наиболее пригодны три: подрезание плавников, мечение красителями и криоклеймение.

Подрезание плавников – наиболее простой способ серийного мечения. Прямыми ножницами обрезают примерно  $2/3$  длины одного из парных (грудного, брюшного) плавников или лопасть (верхнюю или нижнюю) хвостового плавника. Необходимо следить, чтобы срез был ровный, под прямым углом к плавниковым лучам. В течение вегетационного сезона плавники отрастают, однако на месте среза остается рубец, заметный в течение нескольких лет (рис. 22).

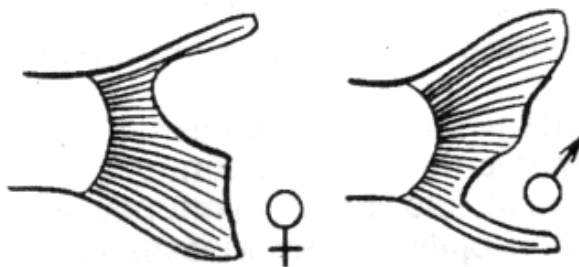


Рис. 22. Мечение рыб подрезанием плавников

Подрезание парных плавников используют обычно для мечения групп, различающихся по происхождению и возрасту. Следует, однако, иметь в виду, что подрезание грудных плавников препятствует нормальному движению рыб (особенно у рыб младшего возраста), поэтому при небольшом числе групп для их мечения лучше использовать подрезание одного из брюшных плавников. При маркировке рыб по полу самкам рекомендуется подрезать верхнюю, самцам – нижнюю лопасти хвостового плавника.

Мечение раствором красителей является эффективным способом мечения рыб с крупной чешуей (карпы, белые амуры и др.). Для мечения применяют стойкие водорастворимые красители, используемые в текстильной промышленности. В нашей стране широкое распространение получили 4%-ные водные растворы активных красителей марки «Х».

Раствор красителя вводят с помощью шприца с иглой в чешуйчатые кармашки. Необходимо следить, чтобы раствор не попал в мышцы, так как это может вызвать воспаление на месте инъекции.

Инъекцию растворов красителей используют как для серийного, так и для индивидуального мечения. При индивидуальном мечении применяют десятичную систему обозначения меток, наносимых в области брюшка. Цвет красителя соответствует определенному разряду цифр (синий – единицы, красный – десятки, оранжевый – сотни), а место введения – значению цифры (от 1 до 9) (рис. 23).

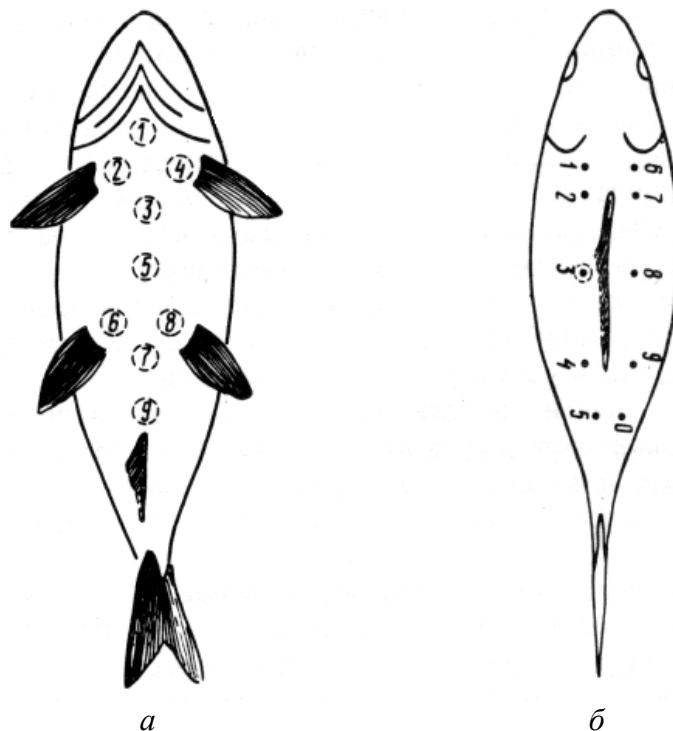


Рис. 23. Схема мечения рыб красителями:  
а – индивидуальное мечение; б – групповое мечение по возрасту

Цифровую систему меток используют также для серийного мечения групп разного возраста. Метки наносят оранжевым красителем в области спины. Каждой группе присваивают свой серийный номер (от 0 до 9), соответствующий последней цифре года рождения этих рыб. Метки, нанесенные раствором красителей, хорошо заметны в течение нескольких лет.

Криоклеймение осуществляют тавром, охлажденным до низких температур с помощью, например, жидкого азота или твердого диоксида углерода (CO<sub>2</sub>).

Этот метод применяют как для серийного, так и для индивидуального мечения рыб с мелкой чешуей (форель, толстолобик, пелядь), а также для мечения карпов с редуцированным чешуйным покровом

(разбросанных, голых, линейных). У чешуйчатых карпов, белых амуров и других рыб с крупной чешуей метки быстро исчезают. Основные показатели экстерьера у карповых рыб показаны в табл. 45.

Таблица 45

**Показатели экстерьера у производителей карпа и амурского сазана**

Порода	Пол рыб	Средние значения признаков			
		$K_v$	l/H	Вr/l, %	O/l, %
Украинский карп	Самки	3,1–3,6	2,2–2,7	–	–
	Самцы	3,0–3,5	2,3–2,8	–	–
Парские карпы	Самки	3,0–3,1	2,8–3,0	19–20	86–88
	Самцы	2,8–2,9	3,0–3,2	18–19	82–84
Ропшинские карпы	Самки	2,5–2,8	2,8–3,2	17–19	–
	Самцы	2,4–2,6	3,0–3,4	16–18	–
Амурский сазан	Самки	2,3–2,5	3,5–3,7	15–17	75–80
	Самцы	2,2–2,4	3,6–3,8	15–16	70–75

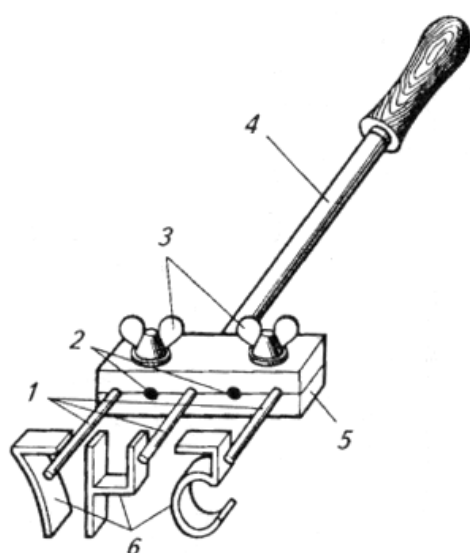


Рис. 24. Приспособление для термального мечения рыб:  
1 – штоки; 2 – отверстия для закрепления матриц; 3 – винты;  
4 – рукоятка; 5 – державка;  
6 – матрицы

При мечении охлажденное тавро прижимают к поверхности тела рыб на 1–3 с (в зависимости от вида и возраста рыб). На месте клеймения на коже изменяется пигментация, которая может оставаться хорошо заметной в течение нескольких лет.

В некоторых рыбхозах применяют устаревший метод выжигания меток нагретым до высокой температуры (докрасна) тавро. Метки сохраняются в течение длительного времени, однако рыбы болезненно переносят эту операцию (рис. 24).

Существует подкожная инъекция дихлортриазиновых (М-проционовых) красителей. Раствор готовится из расчета 200 мг красителя на 10–15 мл воды. Затем иглой шприца вводится под кожу от 0,02 до 0,5 мл на рыбу в зависимости от средней массы и возраста, начиная с массы 15 г. Метки могут сохранять свою яркость до 6–7 лет (Савостьянова, 1974). Конечные результаты бонитировки производителей золотой форели в качестве примера представлены в табл. 45, 46.

Савостьянова, 1974). Конечные результаты бонитировки производителей золотой форели в качестве примера представлены в табл. 45, 46.

Таблица 46

**Рыбоводно-биологические и продукционные признаки самцов  
золотой форели, полученные в результате бонитировки**

Показатели	$\bar{x} \pm s_x$	Пределы	$\sigma$	CV, %	N
1	2	3	4	5	6
<b>Пластические признаки</b>					
Длина тела по Смиуту, см	46,0±0,3	43,0–49,5	1,9	4,5	50
Масса тела, г	1219±27	890–1580	187	15	50
Длина головы, см	11,4±0,1	10,2–12,7	0,6	5,2	50
Высота тела, см	11,0±0,12	9,8–12,4	0,9	7,7	50
Толщина тела, см	4,9±0,05	4,3–5,5	0,4	7,4	50
Наибольший обхват тела, см	25,8±0,27	23,0–29,0	1,9	7,4	50
<b>Индексы тела</b>					
Коэффициент упитанности	1,2±0,01	0,9–1,4	0,1	7,9	50
Индекс прогонистости	4,20±0,03	3,9–4,7	0,2	5,2	50
Индекс толщины, %	10,7±0,1	9,5–11,6	0,6	5,4	50
Индекс головы, %	24,7±0,1	21,9–26,1	1,0	4,0	50
Индекс обхвата, %	56,0±0,4	49,5–59,8	2,6	4,7	50
<b>Репродуктивные признаки</b>					
Рабочая плодовитость, млн шт	807±62	250–1648	438	54,2	50
Относительная плодовитость, млрд шт	0,7±0,1	0,2–1,3	0,4	54,4	50
Объем эякулята, мл	13,5±1,0	3,5–28,0	7,3	54,0	50
Подвижность спермиев, с	21,9±0,6	18,0–35,0	3,9	17,8	50
Концентрация спермиев, млн/мм <sup>3</sup>	6,1±0,1	4,6–7,3	0,8	13,4	50
Продуктивность, млрд/кг	0,7±0,1	0,2–1,3	0,4	54,4	50

Таблица 47

**Рыбоводно-биологические и продукционные признаки самок  
золотой форели, полученные в результате бонитировки**

Показатели	$\bar{x} \pm s_x$	Пределы	$\sigma$	CV, %	N
1	2	3	4	5	6
<b>Пластические признаки</b>					
Длина тела по Смиуту, см	45,9±0,3	43,2–50,3	1,8	3,9	50
Масса тела, г	1339±22	1100–1780	157	12	50
Длина головы, см	9,7±0,1	8,6–10,7	0,5	5,0	50
Высота тела, см	10,9±0,11	9,3–12,5	0,8	7,0	50
Толщина тела, см	5,0±0,05	4,3–5,4	0,3	6,7	50
Наибольший обхват тела, см	26,8±0,29	23,0–31,0	2,1	7,7	50
<b>Индексы тела</b>					
Коэффициент упитанности	1,38±0,01	1,26–1,52	0,07	5,0	50
Индекс прогонистости	4,21±0,05	3,56–4,95	0,34	8,0	50

1	2	3	4	5	6
Индекс толщины, %	10,9±0,1	9,2–12,0	0,9	8,3	50
Индекс головы, %	21,1±0,1	19,0–23,3	1,0	4,?	50
Индекс обхвата, %	58,4±0,7	51,1–69,7	5,3	9,0	50
Репродуктивные признаки					
Масса икринки, мг	82,7±1,6	63,0–103,0	11,4	13,7	50
Диаметр икринки, мм	5,16±0,03	4,70–5,50	0,22	4,32	50
Рабочая плодовитость, шт	2784±65	1827–3570	460	16,5	50
Относительная плодовитость, шт/кг	2110±61	1305–2780	432	20,5	50
Продуктивность, г/кг	179,1±4,3	99,2–216,8	30,2	17,5	50

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

Интенсификация прудового рыбоводства и развитие новых индустриальных методов неразрывно связаны с механизацией и частичной автоматизацией важнейших технологических процессов.

При промышленных методах рыбоводства большое значение приобретает общая механизация и частичная автоматизация важнейших производственных процессов, что позволяет:

- повысить производительность труда;
- снизить затраты физического труда и потребность в рабочей силе;
- устранить вредные для рабочих процессы и снизить затраты труда на единицу продукции.

При механизации производственных процессов должны быть максимально использованы и применены стандартное оборудование и механизмы, выпускаемые серийно заводами рыбной и других отраслей промышленности.

Под механизацией понимается использование машин и механизмов в рыбоводных процессах. В современном индустриальном хозяйстве должны быть механизированы следующие производственные процессы:

- вылов товарной рыбы, ее сортировка и учет;
- вылов рыбопосадочного материала, его сортировка и учет;
- загрузка и выгрузка рыбы в транспортные емкости и зимовальные комплексы;
- кормление молоди и взрослой рыбы в бассейнах, садках и прудах;
- профилактическая обработка и лечение рыбопосадочного материала;
- внесение минеральных и органических удобрений в пруды;
- известкование ложа прудов;

- выкос жесткой растительности и ее удаление;
- 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).

Механизированное рыбоводное оборудование должно быть представлено следующими основными устройствами и сооружениями:

- кормораздатчики;
- камышекосилки;
- грузоподъемные механизмы (краны, погрузчики, тельферы и др.);
- механизированные склады, бункеры;
- автотранспорт для кормов, удобрений и др.;
- аэраторы разных типов;
- инкубационные аппараты;
- приборы для гидрохимических и других анализов;
- оборудование для санитарной обработки рыбы и рыбоводных емкостей;
- прочее рыбоводное оборудование для рыбоводных предприятий.

Механизация должна обеспечивать повышение рыбопродуктивности водоемов путем своевременного проведения мелиоративных работ, удобрения, облова прудов, бассейнов, садков, сортировки рыбы, снижения отхода рыбы (своевременная аэрация, оксигенация при дефиците кислорода), сокращения потерь корма при многоразовом механическом кормлении.

При бассейновом и садковом методах выращивания рыбы уровень механизации гораздо выше, чем при прудовом выращивании.

Процесс механизации необходимо постоянно совершенствовать, при этом следует создавать качественно новые технические средства.

Предпринимались неоднократные попытки перехода от отдельных машин к созданию комплекса механизированных и автоматизированных линий и систем с применением манипуляторов, микропроцессорной техники для полной механизации и автоматизации основных технологических процессов.

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).

Основой комплексной механизации в аквакультуре являются:

- обеспечение полной механизации всех производственных процессов;
- высокая производительность труда и минимальная стоимость работ;
- снижение удельной материало- и энергоемкости рабочих процессов;
- внедрение прогрессивной технологии с сокращением числа операций и уменьшением количества применяемых машин;
- внедрение сменного навесного технологического оборудования;
- внедрение технологического оборудования, заимствованного из смежных отраслей народного хозяйства.

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.

Для реализации высоких ступеней автоматизации необходимы следующие условия:

- высокий уровень науки и техники, особенно электроники, измерительно-регулирующей техники, а также соответствующая квалификация обслуживающего персонала;
- поточное производство с широкой специализацией и концентрацией, планомерным обслуживанием и ремонтной базой;
- регулярное материально-техническое снабжение материалами стабильного качества для обеспечения непрерывности процесса и исключения брака и простоев.

Средства механизации должны отвечать следующим требованиям:

- 1) иметь оптимальную производительность;
- 2) не травмировать живую рыбу;
- 3) иметь максимальную продолжительность эксплуатации (надежность, износоустойчивость, ремонтоспособность, коррозиестойкость машин и механизмов);

4) соответствовать правилам техники безопасности и требованиям гигиены труда (необходимо исключить возможность несчастных случаев и травм, т. е. должна быть обеспечена безопасность труда);



- 5) обладать простотой обслуживания (возможность управления одним человеком, возможность быстрого освоения навыками обслуживания, не требовать особого контроля);
- 6) соответствовать целям рыбоводства;
- 7) иметь невысокую энергоемкость и материалоемкость;
- 8) иметь небольшие габаритные размеры и массу, транспортабельность конструкции, особенно переносных установок.

В условиях механизированного хозяйства существенно повышаются требования к квалификации работников, которые должны обладать большей оперативностью и сноровкой. Для работы механизмов источник электроснабжения должен быть достаточен и непрерывен. При производстве земляных работ используется тяжелая землеройная техника: бульдозеры, драглайны, экскаваторы, скреперы, грейдеры и др. При выращивании рыбы наиболее трудоемкие процессы должны быть механизированы в первую очередь – это облов прудов, бассейнов, садков.

**Облов прудов.** Облов должен проводиться в течение максимально короткого времени. Он предполагает наличие концентрации рыбы, подачу к местам сортировки, сортировку по видам и массе, взвешивание, подсчет и транспортировку.

В рыбоуловителях используют сетной концентратор, который более эффективно используется при облове выростных и редконагульных прудов. Рыбу перегружают либо небольшими контейнерами, либо копелером. Они малопроизводительны, но действуют надежно.

**Сортировка.** Для подачи рыбы на сортировальные столы применяют цинковые перегружатели или небольшие ленточные транспортеры.

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

Для механизации облова прудов можно использовать электроловильные установки (ЭЛУ-3М, ЭЛУ-4М, ЭЛУ-5Б, ЭЛУ-6Б), рыбонасосную установку ПРБУ-200АПБ, рыбоперегрузатель Н-17-ИЛВ, «Карп-2».

Вылов товарной рыбы из неполностью спускных прудов значительно облегчается при электролове с помощью электрогона ЭРГ-1-8 и батарейного импульсного агрегата «Пеликан».

**Аэрация воды.** Выращивание рыбы проходит наиболее эффективно, если концентрация кислорода в рыбоводных емкостях составляет около 100% насыщения. Для создания рыбам благоприятного кислородного режима применяется аэрация воды с помощью разных технических средств.

В процессе аэрации происходит перемешивание воды с полной или частичной ликвидацией температурной, кислородной, химической и другой стратификаций. Усиливается массообмен с атмосферой с со-

ответствующей инвазией в воду кислорода при его недостатке (аэрация) и эвазией из воды кислорода при его избытке (деаэрация). Происходит увеличение теплообмена воды с атмосферой и повышение температуры воды летом и понижение – зимой. Усиливаются процессы деструкции органического вещества в иловых отложениях. Изменяются световые, тепловые и гидродинамические условия существования фитопланктона с усилением развития зеленых и угасанием синезеленых водорослей. Ускоряются процессы нитрификации, ослабляется интенсивность загрязнения, стабилизируется рН, улучшается усвоение корма рыбой, понижаются кормовые затраты. Происходит снижение расходов воды на получение 1 кг рыбопродукции от 20–30 м<sup>3</sup> – при традиционных технологиях до 4–6 м<sup>3</sup> – в интенсивных (с аэрацией). При планируемой рыбопродуктивности 3 т/га желателно уже прибегать к принудительной аэрации, а при 5 т/га ее следует проводить обязательно.

Способы аэрации воды можно разделить на три большие группы: гидромеханические, химико-физические и биологические.

Гидромеханические способы можно разделить на четыре группы по способу осуществления аэрации: подача воды в воздух (кинетические способы), подача воздуха в воду, перемешивание и изменение их параметров.

Аэрация подачей воды в воздух осуществляется путем разбрызгивания воды в атмосфере. При этом происходит абсорбция кислорода водой во время пребывания ее в воздухе, падения в водоем, бурления и увлечения пузырями воздуха в глубину. В зависимости от степени дробления массы воды, поступающей в воздух, можно выделить три способа аэрации:

1) нераздробленной струей, проходящей в воздухе значительное расстояние (100 м) и образующей в месте падения в водоем очаги бурления, пенообразования и течения;

2) каплями, проходящими в воздухе не более 20 м и не образующими бурления, но создающими значительное увеличение поверхности контакта воды с воздухом;

3) в виде мелкодиспергированной взвеси воды – аэрозоля, обеспечивающего увеличение продолжительности и площади контакта частиц воды с воздухом, что позволяет длительное выдерживание рыбы.

Аэрация подачей воздуха в воду осуществляется внедрением массы воздуха в воду и дроблением его на мелкие пузырьки, что существенно увеличивает время контакта его с водой. В результате движения пузырьков воздуха при бурлении и перемешивании происходит насыщение воды кислородом. В воде растворяется только 7% поданного воздуха, и эффект аэрации зависит от продолжительности контакта воздуха и воды. При небольшой глубине (0,1–1 м) эффект насыщения возрастает.

Аэрация подачей воздуха в воду производится двумя способами:

1) инъекцией, т. е. подачей воздуха в воду под давлением в придонные, более обедненные растворенным кислородом слои, что усиливает перемешивание и эффект атмосферной аэрации;

2) эжекцией, или подсосом воздуха в воду, происходящим за счет разрежения, образующегося в потоке при достижении достаточных скоростей движения, способствующего дроблению пузырьков воздуха, перемешиванию воды и ее аэрации.

Известны три способа аэрации при гидромеханическом перемешивании:

1) образованием течений, сопровождающееся перемещением больших объемов воды (движение воды в этом случае идет по замкнутым, сильно вытянутым траекториям, соизмеримым с размерами водоема, при этом плоскость перемещения частиц обычно вертикальная);

2) образованием вихрей (частицы движутся по круговым траекториям, расположенным в горизонтальных плоскостях, с образованием воронок в центре вращения);

3) образованием волнения, возникающего в результате возмущения поверхности водоема и сочетающего в себе круговое движение частиц в вертикальной плоскости и течение (стоксово течение).

Аэрация воды изменением параметров состояния воды и воздуха основана на использовании свойства воды и воздуха изменять скорость и величину абсорбции кислорода при воздействии на их физические характеристики (давление и температуру).

Методы гидромеханической аэрации применяются как в аквакультуре, так и в других отраслях промышленности, использующих различные водоемы (например, при очистке сточных вод).

Химико-физические способы аэрации основаны на внесении в водоем веществ, которые взаимодействуют с водой и выделяют кислород. При этом происходит разложение перекиси водорода на воду и атомарный кислород, обладающий повышенной окислительной способностью. Для получения 1 кг кислорода необходимо внести в воду 2,1 кг перекиси водорода или 7 кг 30%-ного раствора перекиси, называемого пергидролью. Необходимо иметь в виду, что перекись водорода в чистом виде для аэрации воды не применяют, так как она очень токсична для рыб. Поэтому применяют только перекиси и соли надкислот (производные от перекиси водорода), распад которых протекает довольно медленно и без образования токсичных концентраций перекиси водорода. Химические способы аэрации применяются крайне редко.

Способы аэрации воды электролизом также не нашли применения из-за высокой энергоемкости и загрязнения воды продуктами разрушения электродов.

Биологические способы аэрации основаны на регулировании фотосинтеза водных растений, в основном фитопланктона. В процессе фотосинтеза из углекислого газа и воды образуется органическое вещество и выделяется кислород.

В каждом конкретном случае применяют определенный тип аэраторов (табл. 48).

Аэраторы следует располагать в рыбоводных емкостях так, чтобы при их работе не образовывалось застойных зон. При невозможности насыщения воды во всей рыбоводной емкости создают лишь комфортную зону площадью 25%.

Таблица 48

#### Использование различных типов аэраторов в рыбоводных емкостях

Типы аэраторов	Пруды	Бассейны	Садки	УЗВ	Живо-рыбный транспорт	Живо-рыбные базы
Кинетические	+	+++	+	–	–	++
Гидромеханические	+++	+	+	–	–	+
Механические	+++	–	+++	–	–	–
Пневматические	+	+	+	–	++	+++
Пневмогидравлические	++	++	+	–	–	–
Оксигенаторы	–	++	+	+++	++	++

*Примечание.* Символами обозначены: +++ весьма пригоден; ++ пригоден; + условно пригоден; – непригоден.

Аэрационная установка Н-17-ИФВ предназначена для аэрации воды в водоемах глубиной не менее 1 м. Установка включает аэратор С-16М2, установленный на двух понтонах, размещенных на платформе и жестко соединенных между собой. При вращении ротора через полый вал аэратора воздух из атмосферы всасывается в зону разряжения, созданную вращающимся ротором, насыщая при этом воду кислородом.

Аэратор Винт-Н17-ИФЕ предназначен для аэрации воды в прудах глубиной не менее 1 м. Он представляет собой полый внутри гребной винт с потокообразователем и электродвигателем, установленным на понтонах. Вращением винта воздух подается в воду. Образованная воздушно-водяная смесь распространяется потокообразователем в выбранном направлении по водоему. Один аэратор охватывает 0,3 га площади пруда. Абсолютная производительность аэратора составляет 7,2 кг O<sub>2</sub>/ч.

Аэратор «Ерш» предназначен для аэрации воды в водоеме с малой проточностью и глубиной не менее 1 м. Аэрация происходит за счет

создания направленного тока воды, образуемого вращением частично погруженного в воду ротора, и усиливается за счет лопастей уголков, создающих над водой облако мелкодисперсной воздушной смеси. Абсолютная производительность аэратора – 12 кг O<sub>2</sub>/ч.

Установка аэрационная Н17-ИФГ предназначена для аэрации зимовальных прудов и бассейнов глубиной не менее 1 м. Аэрирующее устройство представляет собой корпус с электродвигателем, соединяемым при помощи муфты с полым валом. На конце вала имеется ротор. При его вращении происходит подсос воздуха из атмосферы в зоны, находящейся за зубьями и лопастями вращающегося ротора. Абсолютная производительность аэратора – 1,5 кг O<sub>2</sub>/ч. Он охватывает зону 0,04 га.

Описанные аэрационные установки работают по принципу продувания атмосферного воздуха в виде мелких пузырьков через воду. При этом кислород воздуха, находящийся в пузырьках, по мере прохождения через толщу воды частично растворяется в ней. Особенно эффективен этот прием при малом содержании в воде кислорода: насыщение воды до концентрации 5–7 мг/л идет достаточно быстро, а дальнейшее увеличение его концентрации уже требует больших затрат энергии и времени.

Поэтому для рыбоводных хозяйств индустриального типа, зимовальных комплексов, живорыбных баз, где рыба содержится при высокой плотности посадки, более эффективным является метод оксигенации. Принцип оксигенации заключается в том, что в специальной герметической емкости (оксигенаторе) давление кислорода повышается по сравнению с воздушной средой в 5–7 раз. В результате происходит принудительное насыщение и перенасыщение воды чистым (техническим) кислородом. В рыбоводстве используют различные установки оксигенации воды.

Возможны два варианта подачи оксигенированной воды в бассейны. Первый вариант: вся вода, поступающая к рыбе, пропускается через оксигенатор. При этом содержание в ней кислорода на выходе из оксигенатора должно быть оптимальным.

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.

Мелиоративные работы. Существуют биологические и механические методы мелиорации. Среди различных работ по мелиорации значительное место отводится скашиванию и уборке высшей водной растительности.

Камышекосилка КГ-1 предназначена для скашивания водной растительности в естественных и искусственных водоемах глубиной

не менее 0,4 м. Работой камышекосилки управляет оператор. Ее производительность составляет 0,4–0,85 га/ч, ширина захвата режущего аппарата – 2,8 м, скорость движения при кошении – 1,0 м/с, а при чистой воде – 1,5 м/с.

Камышекосилка К-2 предназначена для скашивания и транспортировки по воде жесткой водной растительности. Она может быть использована для заготовки водной растительности и приготовления компостов. Все узлы камышекосилки (гидросистема, шнекорулевые колонки, лебедка) установлены на лодке, приводимой в движение дизельным двигателем. Производительность при кошении составляет 0,8–1,2 га/ч при транспортировке скошенной растительности до 10 т/ч. Глубина кошения – 1,6 м, ширина захвата – 2,8 м.

Камышекосилка КМ-1Н-17-ИФИ ручная и малогабаритная предназначена для скашивания камыша и другой растительности на мелководье и с береговой зоны водоема.

Режущий аппарат и ходовые колеса камышекосилки приводятся в движение от двигателя внутреннего сгорания «Дружба-4» через коробку передач. Полые ходовые колеса обеспечивают сцепление с грунтом и плавучесть камышекосилки при глубине до 0,4 м. Производительность составляет 0,05 га/ч, ширина захвата – 1,07 м, скорость движения при кошении – 0,5 м/с, допустимая глубина водоема в месте кошения – до 0,4 м.

*Механизация процессов кормления рыб.* Эффективность кормления рыб определяется не только качеством кормов, но и методом кормления. Механизация процессов кормления в рыбоводных хозяйствах различных типов осуществляется в нескольких направлениях. В прудовом рыбоводстве корм вносят на определенные кормовые участки (способ кормовой «дорожки» или по кормовым местам), а также при помощи различных кормораздатчиков (кормушек). При этом применяют специальные машины-кормораздатчики для доставки кормов к местам кормления рыбы. В садках и бассейнах кормление можно механизировать полностью.

Кормораздатчик ПД-06 предназначен для дозирования раздачи гранулированных кормов в пруды с берегов при кормлении рыбы «дорожкой» или по точкам. Доза корма из бункера подается в трубопровод, где подхватывается воздушным потоком, создаваемым вентилятором, и выбрасывается в пруд. Грузоподъемность – 800 кг, разовая доза выдачи корма – 1 кг, дальность выброса корма – 5–12 м, площадь кормового пятна – 2 м<sup>2</sup>.

Кормораздатчик КН-800 предназначен для раздачи гранулированного корма порциями по точкам в рыбоводные пруды площа-

дью до 100 га. Он представляет собой бункер с системой для дозированной выдачи корма и является навесным. Этот кормораздатчик устанавливается на тракторе «Беларусь ЮМЗ-6». Обслуживает его один оператор. Грузоподъемность – 800 кг, разовая доза выдачи корма – 1 кг, дальность выброса корма – 15–12 м, площадь кормового пятна – 6 м<sup>2</sup>.

Кормораздатчик плавучий Н17-ИКШ предназначен для раздачи гранулированного корма в водоемы площадью 50 га и более. Раздача корма, поступающего из бункера, происходит при помощи воздуха, подаваемого вентилятором. Количество его регулируется заслонкой. Грузоподъемность – не менее 3 т, производительность – 2,5–5,5 т/ч, скорость с грузом – 1,1 м/с, без груза – 2,2 м/с.

Кормораздатчик плавучий грузоподъемностью 10 т представляет собой комплекс по транспортировке гранулированных кормов на водоемах площадью более 100 га, для загрузки автокормушек типа «Рефлекс-1500» и «Рефлекс-3000». Загрузка кормораздатчика идет самотеком, а выгрузка – пневматическая с помощью вентиляторов. Производительность – 2,5–5,5 т/ч.

Кормораздатчик КР-4М предназначен для внесения гранулированных комбикормов в водоемы. Раздача корма идет непрерывно («дорожкой») на обе стороны агрегата за счет гравитационных сил. Обслуживают кормораздатчик два рабочих. Грузоподъемность – 4 т, емкость бункера – 5,7 м<sup>3</sup>, скорость хода порожнего – 9,5 км/ч, загруженного – 7,2 км/ч.

Кормораздатчик СКР-1,5 предназначен для раздачи гранулированных или сыпучих кормов в пруды по кормовым «дорожкам». Он состоит из понтона и бункера прямоугольной формы. Понтон смонтирован из двух металлических труб. Во время движения кормораздатчика при открытии заслонок корм из бункера через проемы поступает в водоем. Количество выдаваемого корма регулируется шириной щели, образуемой заслонкой и кромкой разгрузочного окна.

Кормораздатчик ИКФ предназначен для раздачи гранулированных кормов по заданной программе в рыбоводные силосы при выращивании товарной рыбы в промышленных установках с замкнутым циклом водоснабжения. Принцип действия кормораздатчика основан на использовании технологической вибрации, создаваемой разбрасывателем для распределения корма по поверхности бассейна. Работа кормораздатчика осуществляется в автоматическом режиме командами с блока управления Н17-ИЭВ, а в ручном режиме – нажатием кнопки управления. Производительность – 600 г/мин, разовая доза выдачи корма – 20–500 г, вместимость бункера – 50 м<sup>3</sup>.

Линия раздачи гранулированных кормов в бассейны Н17-ИЕЦ-1 предназначена для автоматизированной по задан-

ной 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 «Рефлекс», различных по назначению. Они надежны в работе, могут выдать нестандартные по размеру гранулы, а также тестообразные корма. При использовании автокормушек потери корма сокращаются на 20–60%.

Автокормушка «Рефлекс Т-1-50» предназначена для выдачи корма по требованию рыб (рис. 25). Под нижним, полностью открытым отверстием бункера расположен опорный столик-диск с диаметром большим, чем отверстие. Произвольному высыпанию гранул корма из бункера препятствует конус корма, образующийся на опорном диске. Корм с диска сбрасывается в воду небольшими порциями под действием кольцевого сбрасывателя, являющегося продолжением верхней S-образной части рычага маятника, подвешенного на поперечной планке при помощи шаровой опоры. Количество выдаваемого корма регулируется путем увеличения или уменьшения зазора между диском и нижним краем бункера при помощи стойки с винтовой резьбой. Кожух с вырезом для регулировки и чистки выдающегося механизма защищает корм, находящийся на диске, от воздействия дождя и ветра. Имеется рукоять для дистанционного открывания и закрывания крышек бункеров автокормушек в дождливую погоду.

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.



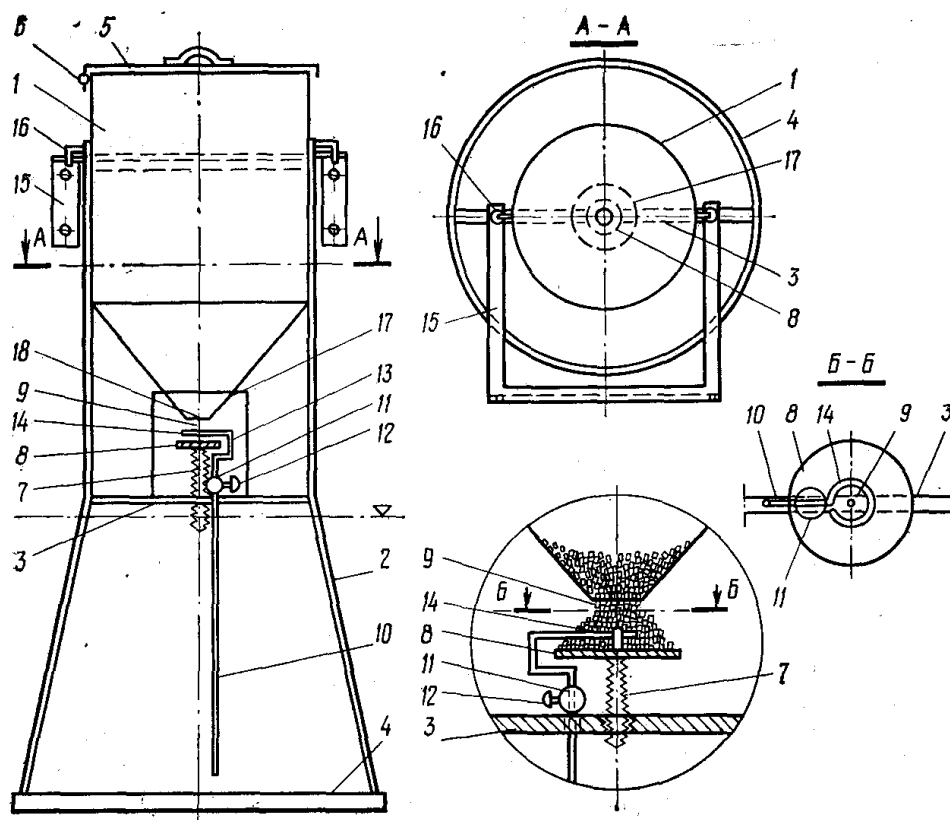


Рис. 25. Автокормушка «Рефлекс»: 1 – бункер; 2 – стойка поддона; 3 – поперечная планка; 4 – поддон; 5 – крышка бункера; 6 – петля крышки; 7 – стойка с винтовой нарезкой; 8 – диск; 9 – штырь; 10 – маятник; 11 – шаровая опора; 12 – стопорный винт; 13 – изгиб маятника; 14 – кольцевой сбрасыватель; 15 – кронштейн; 16 – крючья; 17 – защитный кожух

Многомаятниковые универсальные автокормушки «Рефлекс-МТ-У» предназначены для кормления молоди и товарной рыбы. Устройство обеспечивает надежный контакт рыбы и маятников механизма, выдающего гранулы. Автокормушки имеют несколько маятников, подвешенных к опорному диску на петлевидных головках. В опорном диске имеется центральное отверстие и несколько периферийных отверстий меньшего размера. В этих отверстиях свободно подвешиваются легкие периферийные и более тяжелые маятники. Длина маятников составляет около 1 м. Расстояние между периферийными маятниками или отверстиями на диске устанавливается в зависимости от размеров выращиваемой молоди рыб. После того как молодь достигнет массы 20 г, периферийные маятники могут быть удалены и рыба может кормиться, используя только центральный маятник.

Многомаятниковая автокормушка «Рефлекс Т-1500» предназначена для кормления рыбы в нагульных прудах. Она состоит из двух бункеров, вмещающих по 750 кг гранулированного корма и ус-

тановленных над водой на двух герметичных понтонах цилиндрической формы (рис. 25). На дне корытообразного бункера имеется щель, через которую гранулированный корм высыпается на опорную планку – швеллер, подвешенную под ней. На планке подвешены 20 маятников длиной до 1,5 м, которые могут отклоняться в любую сторону под воздействием рыб.

Автокормушки «Рефлекс-1500» (есть модификации с объемом бункеров от 1000 до 3000 кг) вписываются в существующую схему механизированной кормораздачи: кормосклад – эстакада (или силос БМУ-20, БМУ-40) – автокормушка. К местам установки их буксируют моторной лодкой.

Более выгодна загрузка автокормушек кормами с использованием плавающего кормораздатчика АРК-С с емкостью бункера 2,5 т. Одна автокормушка устанавливается на 10 га площади пруда.

Аэрокормушки используют для раздачи тестообразных кормов. Они позволяют снизить размывание в воде корма, и его потери уменьшаются примерно в два раза.

Аэрокормушка представляет собой раму из металлического уголка или дерева высотой не более 10 см и с натянутой снизу металлической сеткой или капроновой латексированной делью с ячейей 30–35 м. Сначала автокормушку с кормом помещают на поверхности или в толщу воды. После того как рыбы привыкнут к ней и станут активно захватывать корм через сетчатое дно, ее поднимают над поверхностью воды. Расстояние от поверхности воды до сетчатого дна должно быть равно длине головы кормящейся рыбы: для сеголетков – 1 см, для двухлетков – 2–3 см.

Для раздачи тестообразных кормов можно использовать шнековый кормораздатчик. Его устанавливают на береговом мостике на уровне воды. Он обеспечивает кормом в радиусе 0,5–0,7 м. Тестообразный корм выдавливается из бункера через сдерживающий клапан шнеком в кормопровод, который вращается вместе со шнеком. При определенных условиях вращение кормопровода может обеспечивать сама рыба.

Для кратковременного хранения кормов непосредственно в хозяйствах широко применяют береговые механизированные кормохранилища открытого типа с металлическими силосными саморазгружающимися башнями. Загружают такие башни с помощью механических или пневматических транспортеров, корм выдают непосредственно в плавающие кормораздаточные устройства. Длительно хранить рассыпные и гранулированные корма лучше в силосных хранилищах, смонтированных совместно с кормоцепами. Емкость таких хранилищ составляет от 160 до 480 т.

Следует отметить, что доля ручного труда в отечественном рыбодоводстве остается еще очень высокой. Слабо механизированы процессы

облова выростных и нагульных прудов, бассейнов и садков, взвешивание и погрузка рыбы в живорыбный транспорт, получение и подсчет личинок и еще целый ряд рыбоводных процессов. Остаются большими энергозатраты и водопотребление при получении рыбопосадочного материала заводским методом.

Для решения вопросов механизации в отечественном рыбоводстве необходимы следующие мероприятия:

1. Сосредоточить усилия научных и проектно-конструкторских организаций отрасли на создании комплексно-механизированных линий и технологических схем рыбоводных емкостей, обеспечивающих концентрацию, вылов, сортировку, взвешивание и погрузку в живорыбный транспорт.

2. Разработать комплекс оборудования для инкубационно-личиночных цехов карповых и других рыб с регулируемыми параметрами водной среды и технологических процессов, системой регенерации тепла, позволяющего возможно раннее получение жизнестойкого рыбопосадочного материала.

3. На основе практики необходимо осуществлять разработки конструкций облегченных садковых линий для различных типов водоемов из понтонных и садковых модулей, позволяющих набирать садковые линии в различных вариантах их установки.

4. Совершенствовать разработку изотермических контейнеров для перевозки живой рыбы, абсорбционных генераторов кислорода, различных типов кормораздатчиков; повышать квалификацию кадров механизаторов (необходимо иметь каталог техники – сельскохозяйственной, мелиоративной и др.).

5. Осуществлять повышение теоретических знаний (проведение учебы, курса лекций, конференций) по механизации технологических процессов рыбоводства; повышать квалификацию механиков рыбоводных хозяйств; проводить обмен передовым опытом.

6. Организовать машиноиспытательную станцию, сеть базовых (опорных) предприятий для испытания образцов рыбоводной техники в различных типах рыбоводных хозяйств.

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

Транспортирование рыб связано с соблюдением определенных условий и правил. При межхозяйственных перевозках необходимо получить разрешение ветеринарной службы на право перевозки и иметь ветеринарное свидетельство на перевозимую рыбу.

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

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

*Перевозка спермы.* Зрелые сперматозоиды в семенной жидкости находятся в неактивном состоянии. В таком состоянии их можно перевозить при низкой температуре на значительные расстояния. 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.

Сперма при температуре 0–5°C может сохраняться до 8 суток, при температуре 5–6°C – 3 суток. В герметически закрытой пробирке за 3–5 ч она теряет жизнеспособность, поэтому необходимо создать контакт с кислородом воздуха. Но при длительном хранении и свободном доступе воздуха сперма высыхает. Добавка пенициллина в количестве 5 тыс. М.Е. на 1 мл спермы увеличивает время ее хранения до 7–14 дней.

Найдено, что разведенную сперму радужной форели можно сохранять при температуре 2°C в закупоренных сосудах с O<sub>2</sub> без потери способности к оплодотворению в течение 23 суток. Однако консервация спермы при отрицательных температурах не возможна без применения криоконсервантов (глиуерина, диметилсульфоксида, этиленгликоля и пропиленгликоля), которые препятствуют повреждению сперматозоидов кристалликами льда. Для разбавления спермы используют слабый раствор поваренной соли.

С целью длительного хранения сперму подвергают глубокому замораживанию – *криоконсервированию* в жидком азоте при температуре – 196°C. В этом случае она бывает жизнеспособной не менее одного года. Замораживают сперму в пропиленовых пробирках объемом 2 мл, которые выдерживают такую температуру, не разрушаясь.

При размораживании в пузырек со спермой добавляют 0,5 мл воды температурой 7–8°C, затем в течение 8 мин взбалтывают в воде температурой 50–60°C. Как только сперма приобретает сметанообразную консистенцию, ее сразу смешивают с икрой.

Пробирки со спермой затыкают ватным тампоном, обертывают марлей и помещают в термос со льдом.

*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). При большей продолжительности наблюдается значительно больший отход). В специальных пенопластовых контейнерах-ящиках икру можно транспортировать в течение 5 суток. Обычно отход за период транспортировки составляет не более 4%. Контейнер размером 55 × 45 × 50 см удобен при транспортировке в автомобиле, железнодорожном вагоне и самолете.

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

В период перевозки температура может быть от 5 до 8°C, оптимальная – 2–5°C. Икра должна находиться в спокойном состоянии. На верхнюю рамку, покрытую салфеткой, кладут лед, который тает и охлаждает икру сверху донизу. Перед загрузкой идет орошение икры водой для выравнивания температуры. 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. Важным условием при перевозке является определение заранее соотношений транспортной емкости, воды и рыбы. При этом регламентирующим условием является содержание растворенного кислорода и углекислоты. Критическая концентрация CO<sub>2</sub> для карпа составляет 140 мг/л, для форели – 60 мг/л (солевого аммиака – 25–30 мг/л). 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 типа В-20.* Для перевозки живой рыбы используют четырехосные живорыбные вагоны типа В-20. В вагоне установлены два бака общей емкостью 30 м<sup>3</sup> (13 и 17 м<sup>3</sup>) и баки для льда. Для понижения температуры воды на 1°C необходимо 15 кг льда. Аэрация воды осуществляется путем перекачивания ее через 120 фор-

сунок. Такой способ насыщения воды кислородом позволяет увеличивать плотность посадки рыбы в вагон в 2–4 раза. Вагоны данной конструкции физически устарели из-за отсутствия баз по хранению льда. Длительность транспортировки составляет три дня.

Нормы загрузки товарного карпа в вагоны в зависимости от температуры воды составляют (в т): 0–2°С – 10; 2–5° – 9; 5–10° – 8; 10–15° – 6; 15–20° – 4. При транспортировке других видов рыб, таких, например, как щука, судак, форель, рекомендуют менее плотные посадки, и только карася можно загружать больше (на 20–25%). Нормы посадки товарной рыбы зависят от длительности транспортировки.

В настоящее время существуют следующие нормативы при перевозке живой рыбы в вагоне В-20, т:

Зимой	до 8,0
Весной и осенью	4,7
Летом	4,0

Срок транспортировки – до 3 суток. Вагон типа В-20 используется только для перевозки не только товарной рыбы, но и посадочного материала.

Приведем нормативы перевозки сеголетков карпа средней массой 20 г (при температуре 10°С).

Живорыбный вагон В-329 предназначен для перевозки молоди и производителей при температуре наружного воздуха от –40°С до +30°С. Вагон состоит из трех отсеков: в первом – помещение для проводников, во втором – баки с живой рыбой, в третьем установлены два дизельных мотора, вырабатывающих энергию для работы аэраторов (эжекторов), расход которых составляет 15 л/с, или 54 м<sup>3</sup>; холодильные установки и электроосвещение. В нем можно транспортировать 12 т рыбы. Вагон может присоединяться как к грузовому, так и пассажирскому составу. Он термоизолирован. После 20 лет конструирования он не был запущен в серийное производство. Длительность транспортировки составляет 4 дня.

Двухвагонная секция. Вторая попытка создания новых железнодорожных средств доставки живой рыбы была предпринята Брянским механическим заводом в 1977 г. Секция состояла из одного дизельного вагона и одного грузового. При массовых перевозках рыбы к секции могут подключаться дополнительно один-два грузовых вагона. Обслуживание секции осуществляют два специалиста. Проектная грузоподъемность по рыбе при плотности посадки 1 : 1,25–1 : 1,35 составляет 17 т, продолжительность перевозки – 4–6 суток.

Живорыбные прорези редко стали использоваться из-за медленности транспортировки и загрязненности водной среды, отчего рыба приобретает неприятные вкусовые качества. Обычно использова-

лись в дельте Волги при перевозке сома, сазана, щуки, леща, линя, осетров и других рыб в течение двух суток.

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 АЦТП-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. Разгрузка осуществляется через брезентовый рукав диаметром 250 мм или сачком. Забор воды проводится вакуумным насосом.

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. Максимальная скорость – 50 км/ч.

Живорыбный автопоезд ИКА-4 на базе ЗИЛ-130 с прицепом имеет 4 съемных контейнера объемом 9 м<sup>3</sup>. В каждом имеется боковой выгрузной люк. Позволяет транспортировать рыбу на любой грузовой автомашине до 1000 км в течение 30 ч. Аэрация воды осуществляется бензокомпрессорной установкой. Заполнение емкости производится насосом в течение 20 мин.

Практикуется также перевозка в съемных контейнерах, изготовленных из легких, нетоксичных, антикоррозийных материалов типа ИКФ-4 (плоская крышка) и ИКФ-5 (выпуклая крышка). По дну контейнеров проложены перфорированные шланги, через которые осуществляется аэрация воды. Перевозят 900 кг рыбы за один рейс. Емкость контейнера составляет 1,8–1,9 м<sup>3</sup>. Дальность перевозки – до 400 км.

Аэрация воды осуществляется воздухом, подаваемым от компрессора производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч. В качестве распылителей используются наколотые иглой резиновые шланги.

Норма посадки в такие машины во многом зависит от длительности перевозки, температуры воды и конечной цели транспортировки. Если рыба после перевозки будет сразу же реализована, то можно допускать высокие плотности. Если же она должна храниться долгое время, то плотности должны быть ниже. При транспортировке водных организмов с целью акклиматизации нормы посадки должны быть еще меньше, так как конечная цель в данном случае – это не экономия на транспортных расходах, а всемерное создание таких условий, при которых перевозимые объекты не только останутся живыми, но восстановят свое здоровье и будут способны воссоздать в ближайшей перспективе самовоспроизводящуюся популяцию.

Первоначальная расчетная загрузка автомашины составляла 1,5 т товарного карпа. В практике живорыбных баз применяются следующие нормы посадки (т): карп – 1,0; линь – 1,5; сом – 1,1; щука, лещ – 0,8. Температура воды составляет 3–5°С, длительность транспортировки – 3–5 ч.

При перевозке судака с целью акклиматизации используются следующие нормативы: 230 кг (средняя масса – 1,5 кг) и 120 кг (средняя масса – 3 кг). Длительность транспортировки – не более 12 ч. Температура воды – от 6 до 14°C. Для перевозки в живорыбных автомашинах и железнодорожных вагонах разработаны нормативы (табл. 49).

Таблица 49

**Норма загрузки рыбы в автотранспорт и живорыбный вагон**

Вид рыб	Живорыбная автомашина		Ж-д. вагон, производители
	Молодь	Производители	
Карповые	0,03–0,1	0,1–0,2	0,1
Лососевые	0,01–0,03	0,1	0,1
Осетровые	0,01–0,03	0,05–0,1	0,1

При внутрихозяйственных перевозках на небольшие расстояния используют различной конструкции ручные и механические тележки:

- 1) двухколесные универсальные тележки (ТУ-250А) – в бидонах, бочках и др.;
- 2) трехколесные универсальные тележки (ТУ-250Б);
- 3) ручная четырехколесная тележка (УТР-0,3) с опрокидывающимся кузовом;
- 4) мототележка (С-751) объемом 0,3 м<sup>3</sup>;
- 5) грузовой мотороллер МГ-150 – объемом 0,27 м<sup>3</sup>;
- 6) самоходное шасси Т-16М (наиболее распространен вариант грузоподъемностью 750 кг);
- 7) трактор ДТ-20;
- 8) трактор «Беларусь».

В некоторых хозяйствах широко используются гидрожелоба – наклонные лотки. Рыба в них движется вместе с потоком воды, подаваемой насосом.

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.

Перевозка в полиэтиленовых пакетах является наиболее распространенной и удобной. Ее преимущества заключаются в удобстве хранения, компактности заполненных пакетов, относительно низкой стоимости, простоте изготовления, удобстве переноски: масса пакета с водой и рыбой составляет 20–22 кг (общий объем – 40–20 л воды и 20 л кислорода), возможности постоянного наблюдения за поведением объ-



екта перевозки через стенки пакета, возможности перевозки в любую точку земного шара любым видом транспорта, хорошим насыщением воды в пакете кислородом (содержание кислорода в воде пакета может достигать 160–360%). Одноразовость использования пакетов исключает перевозку паразитарного начала. Нормы загрузки рыбы в пакет разных семейств рыб представлен в табл. 50.

Таблица 50

**Норма загрузки рыбы в пакет при транспортировке в течение суток, кг**

Вид рыбы	Икра	Молодь	Производители
Карповые	–	0,03–0,1	0,6
Лососевые	0,4*	0,02–0,1	0,4–0,6

*Примечание.* Символ \* – сиговые.

Расчет нормы посадки рыбы в полиэтиленовый пакет проводят по формуле:

$$B = \frac{ЛУ}{ДПК},$$

где  $B$  – масса рыбы, кг;

$L$  – количество воды, л;

$D$  – длительность транспортировки до начала угнетенного состояния, ч;

$P$  – выделение углекислоты организмами, мл/кг · ч;

$U$  – критический уровень  $CO_2$  в воде, мл/л (предельно допустимая концентрация ПДК);

$K$  – коэффициент растворения углекислоты в воде (0,4–0,5).

Начало угнетения дыхания для карпа наблюдается при накоплении 30–60 мг/л углекислоты, для форели – при 20–30 мг/л (табл. 51).

Таблица 51

**Пороговое содержание растворенного кислорода для рыб**

Виды рыб	Пороговое содержание $O_2$ , мл/л
Карп	0,7–1,0
Карп (молодь)	1,7–2,7
Осетр	1,0–1,3
Осетр (сеголетки)	0,7–1,3
Осетр (молодь)	1,5–1,8
Осетр (личинки)	1,1
Осетр (икра)	4,0
Стерлядь разновозрастная	2,4
Форель разновозрастная (10°C)	1,3–1,8
Лосось (годовик)	0,7–0,8
Лосось (молодь)	0,8–11,3

Лосось (личинки)	0,8–2,1
------------------	---------

Нормы посадки разных рыб в один стандартный пакет зависят от длительности перевозки и индивидуальной массы.

*Правила перевозки живой рыбы и оплодотворенной икры.* Все вопросы, связанные с ввозом (вывозом) рыбы, оплодотворенной икры, решаются в пределах страны департаментом ветеринарии Минсельхоза РФ. За разрешением необходимо как можно раньше письменно обратиться в Департамент.

За 30 дней до вывоза (ввоза) рыбы и других объектов грузоотправитель (грузополучатель) обязан письменно сообщить главному ветеринарному врачу своего района о предстоящей операции, вывозимых (ввозимых) объектах и водоемах, в которые эти объекты будут направлены или из которых их вывозят.

Живая рыба, оплодотворенная икра принимаются к перевозке только при предъявлении грузоотправителем ветеринарного свидетельства по установленной форме. Категорически запрещается вывоз рыбы, оплодотворенной икры из водоемов неблагополучных по фурункулезу, а также при выявлении новых болезней, при которых предусмотрено карантинирование (в том числе инфекционный некроз гемопозитической ткани лососевых).

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

Карантинный цех в период инкубации икры и подращивания личинок на протяжении всего периода карантинирования 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 карантинирования (органами местной ветслужбы, а при необходимости – департаментом ветеринарии).

#### *Контрольные вопросы*

1. Для чего применяют анестезирующие вещества в рыбоводстве?
2. Поясните механизм воздействия анестетика.
3. Назовите наиболее употребляемые анестетики.
4. Обоснуйте необходимость кормления рыб при выращивании в промышленных условиях.
5. Назовите группы основных питательных веществ.
6. Как влияют абиотические и биотические факторы среды на эффективность кормления рыб?
7. Какую роль выполняют специальные добавки в корма?
8. В связи с чем возникает необходимость проведения бонитировки и инвентаризации в промышленных хозяйствах?

9. Какие мероприятия проводит рыбовод в период бонитировки производителей рыб?
10. Когда возникает необходимость мечения рыб?
11. В чем состоит необходимость механизации и автоматизации в аквакультуре?
12. Перечислите виды механизации и автоматизации в аквакультуре.
13. Каковы методы аэрации воды в рыбоводстве?
14. В связи с чем возникает необходимость транспортировки рыб?
15. Какие виды транспорта применяются при внутриводоемных и межводоемных перевозках рыб?
16. Какие правила необходимо соблюдать при перевозке рыб?

## Литература

1. Указания по контролю за гидрохимическим и гидробиологическим режимами прудов товарных хозяйств / Г.Г. Акимова, С.А. Баранов, В.И. Бахтина и др. – М.: ВНИИПРХ, 1980. – 54 с.
2. *Алабастер Д., Ллойд Р.* Критерии качества воды для пресноводных рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 342 с.
3. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 296 с.
4. *Амбросимова Н.А., Васильева Л.М.* Основные пути развития товарного осетроводства // Пробл. современного товарного осетроводства: Тез. докл. первой науч.-практ. конф. 24–25 марта 1999 г. – Астрахань, 1999. – С. 3–4.
5. *Андряшева М.А.* Актуальные проблемы разведения и селекции сиговых рыб // Биология сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С. 192–204.
6. *Андряшева М.А.* Методические указания по созданию племенных маточных стад пеляди в прудовых и озерных хозяйствах. – Л.: ГосНИОРХ, 1986. – 6 с.
7. *Апостол П.А. и др.* Совместное выращивание овощей и рыбы в замкнутых системах // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПРХ, 1985. – Вып. 46. – С. 165–166.
8. *Аси А.* Экспериментальная рециркуляционная установка «Биорек» для выращивания форели // Рыбное хоз-во. – 1980. – № 2. – С. 30–31.
9. *Багров А.М.* Аквакультура России на период до 2005 года // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы: Материалы междунар. науч.-практ. конференции 18–21 сент. 2000 г. – Киев, 2000. – С. 9.
10. *Бардач Дж., Риттер Дж., Макларни У.* Аквакультура. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 291 с.

11. *Бобылев Ю.В. и др.* Рыбоводная компактная установка «ВИЗ-РК(к)-240» // Рыбное хоз-во. – 1985. – Вып. 2. – С. 7–11.
12. *Богданова Л.К., Конрадт А.Г.* Опыт многократного получения потомства от карпа за вегетационный период // Тр. ГосНИОРХ. – Л., 1979. – Вып. 143. – С. 11.
13. *Бурдиян М.А.* Методы выращивания посадочного материала сиговых в озерах Сибири // Тр. ГосНИОРХ. Т. 3. – Псков, 1978. – С. 124–128.
14. *Бурцев И.А. и др.* Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра. – М.: ВНИРО, 1984. – 22 с.
15. *Бутусова Е.Н.* Выращивание рыбы в замкнутых системах с очисткой воды погружными биофильтрами // Рыбное хоз-во. – 1985а. – Вып. 5. – 13 с.
16. *Бутусова Е.Н.* Форелевое хозяйство «Сходня» // Рыбное хоз-во. – 1985б. – Вып. 3. – С. 2–7.
17. *Ведемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л.* Стресс и болезни рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – С. 128.
18. *Веригин Б.В.* Теплоэнергетика и рыбное хозяйство // Рыбное хоз-во. – 1962. – № 9. – С. 14–18
19. *Виноградов В.К., Ерохина Л.В.* Оптимизация видового и количественного состава поликультуры как метод повышения эффективности товарного рыбоводства // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: 2-й Междунар. симпозиум, Адлер (Россия). – Краснодар, 1999. – С. 25.
20. *Волошенко Б.Б.* Рыбохозяйственное освоение некоторых сигов в водоемах европейской части СССР // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1982. – Вып. 181. – С. 7–13.
21. *Галасун П.Т., Грусевич В.В.* Биотехника выращивания канального сома во внутренних водоемах УССР. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1978. – 6 с.
22. *Головков Г.А., Крупкин В.З.* Значение некоторых сиговых как новых объектов товарного рыбоводства в водоемах различных типов и зон. – М.: Рыбное хоз-во, 1974. – С. 29.
23. *Головков Г.А., Кузьмин А.Н.* Биология пеляди и биотехника ее разведения. – М.: Рыбное хоз-во, 1963. – 54 с.
24. *Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Волошенко Б.Б.* Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. – Л.: 1978. – 37 с.
25. *Голод В.М.* Новая порода форели – Рофор // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: 2-й междунар. симпозиум. Материалы докл., 4–7 окт., 1999. – Краснодар, 1999. – С. 30–31.
26. *Гриневский Э.В.* Установка «Штелерматик» // Рыбоводство и

рыболовство. – 1977. – С. 17–18.

27. *Грищенко Л.И., Акбаев М.Ш., Васильков Т.В.* Болезни рыб и основы рыбоводства. – М.: Колос, 1999. – 456 с.

28. *Желтов Ю.А., Федоренко В.А.* Экспериментальные кормосмеси для выращивания разновозрастных групп карпа на теплых водах // Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. – Киев: Выща шк., 1978. – С. 115–118.

29. *Жигин А.В.* Выращивание сибирского осетра в поликультуре с тилипией // Создание и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб с использованием теплых вод различного происхождения: Тез. докл. науч.-практ. конф. 22–23 дек. 2003 г. – СПб., 2003. – С. 22–25.

30. *Канидьев А.Н. и др.* Основные направления и перспективы развития индустриального форелеводства // Биологические ресурсы развития водоемов СССР. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – С. 85–94.

31. *Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А.* Первый поливитаминный премикс отечественного производства для форели // Рыбное хоз-во. – 1976. – № 11. – С. 12–14.

32. *Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А.* Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами. – М.: ВНИИПРХ, 1977. – 91 с.

33. *Канидьев А.Н., Гриневский Э.В.* Установка «Штелерматик» для непрерывного выращивания товарной рыбы // Рыбное хоз-во. – 1977. – Вып. 6. – С. 18–22.

34. *Каспин Б.А., Луньков А.Д., Шлихунов В.М.* Проектирование и строительство рыбоводных предприятий. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 320 с.

35. *Катасонов В.Я., Черфас Н.Б.* Селекция и племенное дело в рыбоводстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 184 с.

36. *Киселев А.Ю.* Установки с замкнутым циклом водоиспользования и технология выращивания в них объектов аквакультуры // Рыбное хоз-во. – 1997. – Вып. 1. – 80 с.

37. *Князева Л.М., Костюничев В.В.* Временные нормативы по выращиванию посадочного материала сиговых в лотках и садках на искусственных кормах. – Л.: ГосНИОРХ, 1968. – 7 с.

38. *Корнеев А.Н.* Опыт садкового выращивания карпа в субтермальных водоемах. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 40 с.

39. *Корнеев А.Н.* Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 151 с.

40. *Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Петрова Т.Г.* Первый опыт выращивания гибридов белуга х стерлядь в сетчатых садках на теплых водах ГРЭС // Рыбоводство на теплых водах СССР и за рубежом. – М.:

Агропромиздат, 1969. – С. 115–124.

41. *Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н.* Первый опыт получения потомства карпа в садках на теплых водах // Тр. 1-го Всесоюз. совещ. по прудовому рыбоводству. – М.: ВНИРО, 1968. – С. 19–22.

42. *Кудерский Л.А.* Рыбное хозяйство внутренних водоемов России: индустриальное рыбоводство // Рыбное хоз-во. – 1999. – Вып. 1. – С. 1–56.

43. *Лавровский В.В.* Биологические основы механизации и автоматизации процессов кормления рыб в тепловодных хозяйствах // Сб. науч. тр. Вып. 175. – Л.: ГосНИОРХ, 1981. – 167 с.

44. *Лавровский В.В.* Временные рекомендации по применению замкнутого водоснабжения при промышленном выращивании молоди радужной форели. – Л.: ГосНИОРХ, 1976. – 17 с.

45. *Малашкин Н.Н.* Методические указания по выращиванию молоди сигов в приспускных озерах-питомниках. – Л.: ГосНИОРХ, 1978. – 13 с.

46. Методические указания по совершенствованию технологии разведения радужной форели. – М.: ВНИИПРХ, 1988. – 14 с.

47. *Орлов Ю.И. и др.* Рыбоводные установки: современное состояние // Рыбное хоз-во. – 1990. – Вып. 3. – 84 с.

48. *Орлов Ю.И., Рычагов Л.Н.* Подсобные рыбоводные хозяйства промышленных предприятий // Рыбное хоз-во. – 1985. – Вып. 3. – 72 с.

49. *Орлов Ю.И., Швец Э.Е., Бутусова Е.Н.* Индустриальное рыбоводство: достижения есть – проблемы остаются // Рыбное хоз-во. – 1994. – № 4. – С. 38–45.

50. *Остроумова И.Н.* Круглогодичное выращивание карпа на гранулированных кормах в условиях теплых вод // Рыбное хоз-во. – 1978. – № 12. – С. 24.

51. *Павлов Д.С. и др.* Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. – М.: Науч. мир, 2001. – 200 с.

52. *Петрова Т.Г.* Предварительные рекомендации по биотехнике товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием теплых вод. – М.: ВНИИПРХ, 1978. – 22 с.

53. *Поляков Г.Д.* Пособие по гидрохимии для рыбоводов. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 87 с.

54. Правила охраны поверхностных вод от загрязнений. – М.: Агропромиздат, 1975. – 43 с.

55. *Привезенцев Ю.А.* Использование теплых вод для разведения рыбы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 176 с.

56. *Романенко В.Д.* Метаболические особенности тепловодной адаптации рыб при их садково-бассейновом выращивании // 4-я Всесоюз. конф. экологии, физиологии и биохимии рыб. – Т. 1. – Астрахань, 1979,

57. Романенко В.Д. Эколого-физиологические проблемы тепловодного рыбоводства // Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. – Киев: Выща шк., 1978. – С. 6–13.

58. Савваитова К.А. и др. Камчатские благородные лососи (систематика, экология, перспективы использования как объекта форелеводства и акклиматизации). – Воронеж: ВГУ, 1973. – 120 с.

59. Савостьянова Г.Г. Методические указания по проведению селекционной работы в форелеводстве. – Л.: ГосНИОРХ, 1974. – 17 с.

60. Садлаев К.А. Форелевое рыбоводное хозяйство. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 84 с.

61. Скляр В.Я., Шацкий С.Ю., Яковчук М.П. Рыбоводно-биологические нормативы для эффективного производства карпа на тепловодных хозяйствах. – 2-е изд., перераб. – Краснодар, 2002. – 15 с.

62. Титарев Е.Ф. Индустриальное рыбоводство: Сборник заданий к практическим занятиям // Рыбное хоз-во. – 2005. – 296 с.

63. Титарев Е.Ф. Фермерское форелевое хозяйство. – М.: ВНИЭРХ, 1994. – Вып. 2. – 62 с.

64. Титарев Е.Ф. Форелеводство. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 168 с.

65. Титарев Е.Ф. Холодноводная аквакультура. Ч. 1. Холодноводное форелевое хозяйство: Учебное пособие // Рыбное хоз-во. – 2005. 124 с.

66. Титарев Е.Ф. Холодноводная аквакультура. Ч. 2. Разведение и выращивание тихоокеанских и атлантического лососей: Учебное пособие // Рыбное. – 2005. – 70 с.

67. Титарев Е.Ф. Холодноводная аквакультура. Ч. 3. Разведение и выращивание сиговых рыб: Учебное пособие // Рыбное хоз-во. – 2005. – 44 с.

68. Титарев Е.Ф., Канидьева А.Н. Инструкция по эксплуатации полносистемных форелевых хозяйств при использовании нагретой воды охлаждающей системы тепловых электростанций. – М.: ВНИИПРХ, 1975. – 66 с.

69. Титарев Е.Ф., Линник А.В., Сергеева Л.С. Типовая технология разведения и выращивания разных форм радужной форели. – М.: ВНИИПРХ, 1991. – 86 с.

70. Федоров В.В., Шейко Б.А. Рыбообразные и рыбы: Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – С. 7–69.

**Григорьев Сергей Сергеевич  
Седова Нина Анатольевна**

**ИНДУСТРИАЛЬНОЕ РЫБОВОДСТВО**

***Часть 2***

***Интенсивное разведение рыбы  
в промышленных условиях***

*Учебное пособие для студентов специальности  
110901 «Водные биоресурсы и аквакультура»  
очной и заочной форм обучения*

Редактор Г.Ф. Майорова  
Технический редактор Е.Е. Бабух  
Набор текста С.С. Григорьев, Н.А. Седова  
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух

Подписано в печать 03.07.2008 г.  
Формат 61\*86/16. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 8,47. Уч.-изд. л. 8,69. Усл. печ. л. 10,18  
Тираж 100 экз. Заказ № 98

Издательство  
Камчатского государственного технического университета



Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35