

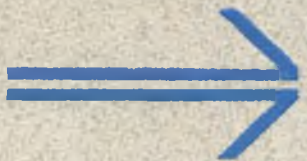
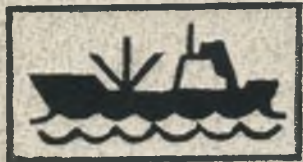


20  
K1094740

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ  
ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

А.П.ИВАНОВ

# РЫБОВОДСТВО В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ





УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

---

А.П.ИВАНОВ

# РЫБОВОДСТВО В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ

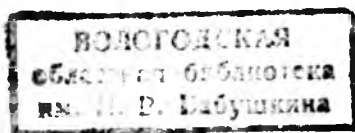
---

Допущено Управлением кадров и учебных заведений Минрыб-  
хоза СССР в качестве учебника для студентов ВУЗов, обучаю-  
щихся по специальности 1013 «Ихтиология и рыбоводство»



МОСКВА  
ВО «АГРОПРОМИЗДАТ»  
1988

1094740



ББК 47.2

И 20

УДК 639.31/32 (075.8)

Рецензенты: ст. преподаватель кафедры рыбоводства Калининградского технологического института рыбной промышленности и хозяйства, кандидат биологических наук Т. В. Козадаева; доцент кафедры рыбоводства Астраханского технического института рыбной промышленности и хозяйства, кандидат биологических наук В. Ф. Зайцев.

**Иванов А. П.**

**И 20 Рыбоводство в естественных водоемах. — М.: Агропромиздат, 1988. — 367 с.: ил.**

**ISBN 5—10—000277—8**

Учебник написан в соответствии с программой курса. Освещены вопросы влияния природных условий и антропогенных факторов на воспроизводство рыбных запасов. Рассматривается биотехника разведения и выращивания молоди проходных и полупроходных промысловых рыб на рыбоводных заводах и в нерестово-выростных хозяйствах, мелиорация и акклиматизация рыб и беспозвоночных. Подробно излагаются вопросы организации рыбного хозяйства на озерах и водохранилищах.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Ихтиология и рыбоводство».

**И** 4002030000—101 293—88  
**035(01)—88**

**ББК 47.2**

ISBN 5—10—000277—8

© ВО «Агропромиздат», 1988

Вся работа рыбной промышленности направлена на обеспечение бесперебойного и в достаточном количестве снабжения населения ценнейшим продуктом питания — рыбой.

Мясо рыбы — высококалорийный диетический продукт. Оно содержит ценные, легкоперевариваемые белки, необходимые для нормального роста, развития и жизнедеятельности организма, витамины и минеральные вещества. В жире рыбы содержится много ненасыщенных жирных кислот, которые легко усваиваются человеком. Высокие пищевые качества рыбы, сочетающиеся с диетическими свойствами, делают ее ценнейшим продуктом питания.

Чтобы полностью удовлетворить запросы населения в рыбных продуктах, нужно не только расширять, совершенствовать и рационально вести промысел рыбы в Мировом океане, но и по-хозяйски использовать внутренние водоемы. В настоящее время, когда на многих внутренних водоемах осуществляется комплексное использование водных ресурсов, необходимо сохранить и приумножить запасы ценных видов рыб путем их эффективного воспроизводства.

Воспроизводство рыбных запасов — единый процесс воспроизведения численности и биомассы рыб. Этот процесс состоит из двух основных периодов: размножения рыб обеспечивающего восстановление численности вида в данном водоеме, и их нагула, в результате которого образуется биомасса, составляющая собственно рыбные запасы. Ухудшение условий размножения или нагула рыб нарушает процесс воспроизводства рыбных запасов. Для его восстановления требуется проведение ряда мероприятий, основными из которых являются: размножение ценных промысловых рыб путем улучшения естественных условий и при помощи искусственного их разведения; улучшение видового состава промысловых рыб в соответствии с особенностями водоемов; улучшение режима рыбохозяйственных водоемов как среды обитания рыб. Каждое из этих мероприятий по воспроизводству рыбных запасов в естественных водоемах является самостоятельной задачей, входящей в компетенцию рыбоводства.

Под рыбоводством в естественных водоемах мы понимаем комплекс мероприятий, обеспечивающих процесс воспроизводства рыбных запасов, их сохранение, увеличение и качественное улучшение. Это достигается созданием благоприятных условий для размножения и нагула ценных видов рыб в естественных водоемах, путем искусственного их разведения, а также путем расширения их ареала (акклиматизации).

Все эти мероприятия можно подразделить на две категории. Первая оказывает непосредственное воздействие на рыбу, вторая — на ее жизненную среду. Поэтому первая категория мероприятий называется рыбоводными, а вторая — мелиоративными.

Рыбоводство в естественных водоемах осуществляет рыбоводно-мелиоративные мероприятия в морях, реках, озерах и водохранилищах, а также в лиманах и лагунах, связанных протоками и проливами с крупными промысловыми водоемами.

В естественных водоемах, особенно в крупных промысловых водоемах, воздействие человека на среду обитания рыб ограничено. Поэтому мероприятия, предусматривающие улучшение условий нагула рыбы в промысловых водоемах, получили относительно слабое развитие, но много сделано для улучшения условий размножения рыб. Особенно большие успехи достигнуты в искусственном рыборазведении.

Рыбоводство в естественных водоемах выделилось в самостоятельную дисциплину в процессе своего исторического развития. Оно изучает теоретические основы и разрабатывает биологические и технические способы, методы и мероприятия по искусственному разведению и акклиматизации рыб, улучшению условий их естественного размножения и нагула. Учитывая это, рыбоводство в естественных водоемах имеет тесную связь с рядом других наук — ихтиологией, физиологией, эмбриологией, генетикой, изучающих рыбу как живой организм и объект хозяйства, гидрологией и гидробиологией, изучающих водоемы как среду обитания рыб, то есть их физико-химический режим и кормовую базу.

Развитие рыбоводства в естественных водоемах началось в глубокой древности. Из дошедших до настоящего времени материалов известно, что еще задолго до нашей эры в Китае, а затем и в Римской империи существовали простейшие способы рыборазведения, которые сводились к улучшению условий размножения рыб в естественных водоемах путем создания искусственных нерестилищ. Китайцам и римлянам известен был и примитивный метод инкубации икры в искусственных водоемах. Они также зарыбляли личинками, а иногда и просто оплодотворенной икрой, собранной в естественных водоемах, каналы, пруды, затопленные рисовые поля и некоторые реки и озера. Так как большинство естественных водоемов изобиловало рыбой, не было необходимости заниматься воспроизводством рыбных запасов.

Шли века. Рыболовство совершенствовалось, вылов рыбы увеличивался. Особенно интенсивно ловили рыбу на путях ее мигра-

ций и в местах нереста, что привело к уменьшению количества рыбы в реках и озерах. Поэтому уже в XI—XIV вв. правительства некоторых европейских государств вынуждены были издать закон об охране рыбных запасов естественных водоемов. Этот закон запрещал ловить неполовозрелую рыбу, а также устанавливал ограничения сроков лова во время ее нерестового хода и на местах нереста. В России охрану запасов рыб в естественных водоемах в законодательном порядке начали осуществлять с XVII в.

Этот закон способствовал сохранению запасов рыб. Однако для обеспечения населения рыбой этого было мало, нужно было увеличивать рыбные запасы. В связи с этим взоры передовых людей того времени все чаще стали обращаться к рыбоводству, в котором они предугадывали мощный источник пополнения запасов рыбы в реках и озерах. Однако прошли столетия, прежде чем наступил прогресс в развитии рыбоводства.

Первым крупным шагом в деле развития рыбоводства в естественных водоемах явилось открытие Стефана Людвиг Якоби (1711—1784), сделанное им в области биологии размножения рыб. До открытия Якоби ученые считали, что у рыб, как и у наземных животных, икринки (яйца) оплодотворяются внутри организма. Якоби доказал, что процесс оплодотворения икры происходит в воде. Он разработал способ осеменения икры рыб в искусственных условиях, который стал широко применяться в рыборазведении и получил в рыбоводной литературе и практике название — мокрый способ осеменения икры рыб.

Открытие Якоби сыграло важную роль в деле развития рыбоводства в естественных водоемах и способствовало развитию биологической науки. Однако при жизни Якоби это открытие не получило широкого распространения.

Первым активным пропагандистом и деятельным участником по внедрению метода искусственного осеменения икры рыб в промышленное рыбоводство стал французский эмбриолог Жан Виктор Кост (1807—1873). Он усовершенствовал технологию инкубации икры, создал инкубационный аппарат, а также издал «Руководство по практическому рыбоводству».

В 1852 г. во Франции был открыт первый в Европе Гюнингенский рыбоводный завод, который был оборудован инкубационными аппаратами Коста. С основанием этого завода начинают быстро разворачиваться работы по массовому искусственному рыборазведению.

Инициатором и основоположником искусственного рыборазведения в России был Владимир Павлович Врасский (1829—1862). В 1854 г. он провел в селе Никольском (бывшей Новгородской губернии) первые опыты по искусственному осеменению икры форели. Анализируя и обобщая результаты проведенных исследований, В. П. Врасский раскрыл причины, влияющие на снижение количества оплодотворенной икры при искусственном ее осеменении. Этих причин оказалось две.

1. Если икринка при выходе из полости тела рыбы не встретится со сперматозоидом в первые минуты пребывания в воде, то она уже не оплодотворится, так как оболочки икринок в воде быстро набухают. При этом наружная оболочка отходит на некоторое расстояние от внутренней части яйца, канал (микропиле), через который сперматозоид проникает в икринку, закрывается и икринка не может быть оплодотворена.

2. Сперматозоид при выходе из полости тела рыбы, попав в воду, через 1—2 мин теряет свою активность и становится нежизнеспособным.

В. П. Врасский создал новый способ искусственного осеменения икры — сухой (точнее полусухой), или русский способ, получивший широкое применение в практике мирового рыбоводства.

В 1855 г. В. П. Врасский построил Никольский рыбоводный завод, который был первым рыбоводным заводом в России. Этот завод был научной лабораторией, в которой В. П. Врасский решал вопросы, связанные с теорией разведения промысловых рыб, и выполнял чисто производственные задачи. Завод был великолепно, по тому времени, оснащен оборудованием и имел хорошую производственную базу, позволявшую в массовом количестве выращивать рыбопосадочный материал таких видов рыб, как форель, лосось, сиг, ряпушка, стерлядь, который ежегодно выпускали в озера.

Одновременно с В. П. Врасским над проблемой развития рыбоводства в естественных водоемах в России работал П. И. Малышев, изучая вопросы искусственного разведения ценных промысловых рыб с целью заселения ими рек и озер Урала. В 1869 г. Ф. В. Овсянников успешно провел экспериментальную работу по осеменению и инкубации икры стерляди на р. Волге в районе г. Симбирска.

В. П. Врасский и его современники заложили прочный фундамент искусственного рыборазведения, на основе которого в дальнейшем были продолжены, углублены и расширены исследования в области рыбоводства в естественных водоемах.

В 1879 г. руководителем Никольского рыбоводного завода стал Оскар Андреевич Гримм (1845—1921) — крупнейший ученый в области рыбоводства. Он организовал при заводе ихтиологическую, гидробиологическую и гидрохимическую лаборатории. Завод стал школой по подготовке рыбоводов.

Успешная работа Никольского рыбоводного завода способствовала тому, что в конце XIX и начале XX вв. в разных уголках страны открылись частные и государственные рыбоводные заводы. В эти годы над вопросами искусственного рыборазведения начали работать такие крупнейшие русские ихтиологи и рыбоводы, как Н. А. Бородин, И. Н. Арнольд, В. К. Солдатов, А. А. Лебединцев, И. В. Кучин, А. Н. Державин.

В 1884 г. Н. А. Бородин осуществил искусственное осеменение икры севрюги, а в 1891 г. икры осетра на р. Урал. В 1901 г. он продолжал работы по искусственному разведению осетровых

рыб на р. Куре, в районе которой в 1903 г. было открыто отделение Никольского рыбоводного завода.

В 1904 г. И. Н. Арнольд осуществил впервые в рыбоводной практике искусственное осеменение икры каспийского пузанка и сельди черноспинки.

В 1907—1908 гг. В. К. Солдатов провел опыты по искусственному осеменению и инкубации икры кеты. В 1909 г. был построен на Дальнем Востоке лососевый рыбоводный завод для разведения тихоокеанских лососей (кеты и горбуши).

В 1909 г. И. В. Кучин впервые искусственно осеменил и проинкубировал икру белорыбицы на р. Уфе. Для искусственного разведения этой рыбы был построен на хуторе Угрюмка рыбоводный завод, на котором В. Х. Афанасьев продолжил работу по сбору икры и ее инкубации. В дальнейшем опыты по искусственному разведению белорыбицы были продолжены на Волжской биологической станции в г. Саратове.

В 1914 г. на р. Урал был построен временный осетровый рыбоводный завод, на котором проводились испытания различных инкубационных аппаратов. В этом же году на р. Куре А. Н. Державин, проводя опыты по разведению осетра и севрюги, разработал метод обесклеивания икры осетровых рыб путем отмывки ее в воде с примесью тонкого ила. Этот метод нашел широкое распространение благодаря резкому снижению гибели икры при инкубации. Он применяется на осетровых рыбоводных заводах до настоящего времени. В те годы были начаты исследования по разведению лосося на реках Куре и Самуре.

Большую работу по развитию рыбоводства в естественных водоемах проводило организованное в 1887 г. Российское общество рыбоводства и рыболовства. Однако искусственное разведение в царской России развивалось медленно и стихийно. Масштаб работ был незначительный. Положение коренным образом изменилось после Великой Октябрьской революции. В 1918 г. в системе Народного Комиссариата продовольствия было создано Главное Управление рыболовства и рыбоводства (Главрыба). В задачу этой организации входили массовое искусственное разведение промысловых рыб, развитие сети рыбоводных заводов, получение посадочного материала и акклиматизация рыб, а также составление и осуществление плана государственного рыбоводства. В 1922 г. Главрыбой было созвано Собрание по рыбоводству. На нем было отмечено, что конечной целью рыбоводства является повышение доходности рыбного промысла на основе увеличения уловов рыбы. Рыбоводные же мероприятия должны быть элементом общего хозяйственного плана эксплуатации того или иного водоема. В связи с этим рыбоводство было ориентировано на те водоемы, где производился интенсивный лов рыбы и наблюдалось сокращение их запасов. В 1922—1923 гг. расширилась производственная база рыбоводства: вошли в эксплуатацию рыбоводные предприятия на Дальнем Востоке, на севере и юге европейской территории страны, например Самурский, Теп-



ловский, Ушковский лососевые заводы, завод на р. Зимняя Золотица для разведения семги, завод на озере Севан для разведения форелей. Масштабы рыбоводных работ значительно увеличились — выпуск личинок всех видов рыб достиг 152,5 млн. шт.

В 1928 г. состоялось Первое Всероссийское совещание по рыбному хозяйству, в котором приняли участие представители союзных и автономных республик. На нем был рассмотрен первый пятилетний план рыбоводных работ. На конец пятилетки намечалось выпустить в естественные водоемы 650 млн. личинок лососевых и осетровых рыб и 3,5 млрд. личинок корюшки и карповых рыб. Утвержденный на пятилетку план был выполнен уже в 1932 г.

В 1934 г. был организован Главрыбвод, в ведение которого было передано руководство и проведение всех мероприятий по рыборазведению, мелиорации и регулированию рыболовства в водоемах союзного значения. Перед Главрыбводом была поставлена задача по сохранению и увеличению рыбных запасов в условиях гидростроительства на реках. Требовалось мобилизовать большие силы отечественной биологической науки. Ученые должны были решить эту сложную и ответственную задачу — компенсировать рыбоводно-мелиоративными мероприятиями тот ущерб, который будет нанесен запасам ценных видов рыб в результате гидростроительства, коренным образом меняющего гидрологический режим рек, резко сокращающего нерестовый фонд анадромных рыб и ухудшающего условия их естественного размножения.

Искусственное рыборазведение, которому отводилась ведущая роль в решении этой задачи, необходимо было направить по пути интенсификации. В связи с этим надо было создать новый технологический процесс промышленного рыборазведения. Старая же, так называемая классическая система рыборазведения, разработанная еще в прошлом веке и предусматривающая выпуск рыбоводными предприятиями личинок, была признана неэффективной.

Одним из первых инициаторов перехода на интенсивную форму рыборазведения был А. И. Березовский. Он рекомендовал приступить к проведению исследований, на основе которых разработать научно обоснованную биотехнику выдерживания производителей рыб и получения от них зрелых половых продуктов, вне мест естественного нереста, искусственного осеменения и инкубации икры, выращивания жизнестойкой молоди и выпуска ее на нагул в естественные водоемы с благоприятными условиями для дальнейшего роста и развития. Предложение А. И. Березовского было поддержано ведущими советскими учеными.

Для коренной реконструкции рыбоводства были развернуты широкие биологические исследования, направленные на разработку новых и усовершенствование существующих практических приемов искусственного рыборазведения применительно к каждому виду рыб и району. С этой целью были созданы специальные лаборатории во Всесоюзном институте морского рыбного хозяй-

ства и океанографии (ВНИРО) и его филиалах (Саратовском, Каспийском), Центральная лаборатория основ рыбоводства Главрыбвода при Ленинградском университете, лаборатории и станции различных зональных управлений рыбоводства. В этих лабораториях, а также в ряде институтов Академии наук (зоологии, морфологии животных и др.), на кафедрах Московского, Ленинградского, Томского, Иркутского и других университетов в 30—50-х годах проводились широкие биологические исследования.

Интенсивное рыборазведение, которое было нацелено на выращивание молоди, должно было обеспечить масштабность проводимых работ. Количественная сторона, как указывал Б. И. Черфас, является решающей при любом методе разведения рыб, так как при недостаточном масштабе работы даже наиболее совершенный метод может не дать должного эффекта в виде возврата промысловой продукции.

Получение зрелых производителей являлось наиболее сложным вопросом, который предстояло решить при разработке новой биотехники разведения промысловых рыб. Дело в том, что даже при естественном водном режиме рек нельзя заготовить необходимое количество зрелых производителей вне нерестилищ. Этот вопрос еще более осложняется при гидростроительстве на реках, так как некоторые виды рыб вообще лишаются мест нереста и их самцы и самки не созревают в изменившихся гидрологических условиях. В связи с этим в 30-е годы были начаты исследования по получению зрелых производителей на рыбоводных предприятиях.

Проведенные А. Н. Державиным на Куринском рыбоводном заводе опыты по выдерживанию производителей реофильных рыб в садках выявили те факторы, которые способствуют созреванию их половых продуктов. Благодаря этим исследованиям был разработан экологический метод стимулирования созревания половых желез у реофильных рыб в заводских условиях.

Параллельно с экологическим направлением в разработке проблемы получения зрелых производителей рыб в искусственных условиях развивалось и физиологическое направление исследований, которое возглавил Н. Л. Гербильский. В 30-е годы он провел гистологические исследования на леще, карпе, судаке, осетровых и обосновал механизм воздействия гипофиза на созревание производителей рыб. Он установил гонадотропную активность гипофиза рыб в различные периоды годового цикла. Н. Л. Гербильский и Б. Н. Казанский провели опыты по выявлению специфичности действия гипофизов, заготовленных от различных видов рыб, на созревание производителей разных видов рыб. Б. Н. Казанский, Л. М. Нусенбаум и О. Б. Чернышев разработали способ оценки гормональной активности гипофизов.

Проведенные многочисленные эксперименты по введению в организм производителей гипофиза дали положительные результаты — их половые железы созревали. Таким образом был разработан метод гипофизарных инъекций. Он получил широкое

применение в практике искусственного разведения рыб, особенно осетровых.

Вместе с тем ученые продолжали углублять свои познания о качестве заготавливаемых производителей для рыбоводных целей. Так, в 50-х годах И. А. Баранникова провела исследования по гистологии и гонадотропной функции гипофиза у осетровых различных внутривидовых биологических групп. Эти работы имели большое теоретическое и практическое значение для дальнейшего развития искусственного разведения осетровых рыб.

Влагодаря созданию экологического метода и метода гипофизарных инъекций рыбоводы не стали ловить зрелых производителей на нерестилищах, так как это наносило ущерб естественному размножению рыб. Работа по заготовке производителей была перенесена с нерестилищ в низовья рек, то есть на рыбопромысловые участки.

Следовательно, к началу массового гидростроительства, развернувшегося в нашей стране в 50-х годах, когда реки перекрывались плотинами и многие нерестилища исчезли, ученые решили проблему получения зрелых производителей непосредственно на заводе. В эти годы были уточнены шкалы зрелости половых желез наших промысловых рыб. Много внимания было уделено также исследованиям биологической оценки методов искусственного осеменения икры, которой занимались Т. А. Детлаф, А. С. Гинзбург, Н. И. Николукин, Т. И. Привольнев и др. Эти исследования были успешно завершены. Для лососевых, осетровых и карповых рыб были разработаны способы осеменения икры.

Одновременно проводились экспериментальные работы по дозированию спермы, то есть выяснялся вопрос о количестве молок, которое необходимо вносить при осеменении икры различных видов рыб. Эти работы также были успешно выполнены. Большой научный вклад в практику дозирования спермы при осеменении икры внесли Г. М. Персов, А. С. Гинзбург и Т. А. Детлаф.

Параллельно с проводимой работой по получению зрелых производителей были развернуты широкие исследования по решению второй проблемы искусственного рыборазведения — разработке технологии выращивания молоди ценных промысловых рыб в различных рыбохозяйственных бассейнах.

В 40—50-х годах советские ученые провели многочисленные исследования в области биологии размножения, роста и развития ценных видов промысловых рыб. Под руководством В. В. Васнецова и С. Г. Крыжановского в институте морфологии животных Академии наук СССР были осуществлены исследования эмбриогенеза и экологии размножения рыб, а также морфогенеза молоди рыб.

Исследования по экологии размножения и физиологии рыб были проведены также специалистами ГосНИОРХа и других научных учреждений рыбной промышленности. Б. И. Черфас разработал биологические основы рационального озерного хозяйства, наметил основные пути создания рыбного хозяйства на водо-

хранилищах. Ценные исследования по развитию рыбного хозяйства в этих внутренних водоемах страны провели также П. А. Дрягин, П. В. Тюрин, И. И. Лапницкий, Б. М. Себенцов, Е. В. Мейснер, П. В. Михеев и др.

Под руководством Г. С. Карзинкина были проведены исследования по физиологии питания молоди карповых, окуневых, осетровых и лососевых рыб на основе изучения ее обмена веществ. Он разработал основы биологической продуктивности водоемов. Н. Л. Гербильский, разработавший метод стимулирования созревания половых желез у производителей рыб при помощи гипофизарных инъекций, совместно с Б. Н. Казанским и И. А. Баранниковой развил учение о внутривидовых биологических группах, создал прудовый метод выращивания молоди осетровых рыб, обосновал ряд теоретических положений по биологии осетровых и ведению осетрового хозяйства.

Н. И. Кожин создал прудовый метод выращивания молоди сиговых рыб, исследовал возможности повышения продуктивности озер северо-западной части европейской территории страны. Он, как и Н. Л. Гербильский, был одним из основоположников современного осетроводства. Заведая лабораторией ВНИРО, Н. И. Кожин возглавлял в системе рыбной промышленности исследования по проблеме воспроизводства рыбных запасов в условиях гидростроительства. Под руководством Н. И. Кожина и Г. С. Карзинкина был создан комбинированный метод выращивания молоди осетровых.

Важные исследования по биологии и биотехнике разведения проходных карповых рыб осуществил Т. Б. Берлянд. Успешные исследования были проведены М. А. Летичевским, который разработал биотехнику разведения полупроходных рыб в дельте Волги и биотехнику разведения белорыбицы.

Исследования, проведенные Н. Д. Жуковским, Н. В. Европейцевой, Н. И. Котовой, Х. А. Лейзарович, Е. М. Маликовой, Л. М. Нусенбаумом, Т. И. Привольным, А. А. Протасовым, Н. И. Яндовской и другими учеными и рыбоводами-практиками позволили разработать технологию разведения и биотехнику выращивания молоди каспийского и балтийского лососей и семги. Одновременно с этим ценные исследования были проведены А. И. Смирновым по рационализации биотехнического процесса разведения тихоокеанских лососей.

В эти годы многие советские ученые и специалисты-практики успешно проводили исследования и вносили свой достойный вклад в создание новых технологических процессов искусственного разведения проходных и полупроходных рыб.

В 50—60-х годах были разработаны биотехнические методы и нормативы по разведению проходных и полупроходных рыб, переделаны старые, спроектированы и построены новые рыбоводные предприятия, производственный процесс на которых уже начинался с заготовки незрелых производителей и заканчивался выпуском молоди в естественные водоемы. Таким образом, в ре-

зультате совместного усилия советских ученых и практиков была завершена реконструкция искусственного рыборазведения. Предложенная А. И. Березовским схема технологического процесса разведения ценных видов рыб на рыбоводных заводах была воплощена в жизнь.

В 60—70-х годах продолжалось дальнейшее углубление исследований по рыборазведению. В эти годы Ю. П. Алтухов и В. И. Лукьяненко возглавили исследования по популяционной генетике рыб. Результаты проведенных ими исследований по лососевым и осетровым рыбам имеют большое теоретическое и практическое значение. На основании этих исследований разработаны рекомендации по сохранению генетической структуры, гетерогенности популяций рыб и предотвращению их вырождения при искусственном разведении.

В настоящее время в нашей стране имеется широкая сеть рыбоводных заводов, рыбоводных пунктов и нерестово-выростных хозяйств. Эти рыбоводные предприятия расположены на всех основных рыбопромысловых водоемах — в бассейнах Баренцева, Белого, Балтийского, Азовского, Черного, Каспийского, Аральского и дальневосточных морей, а также в центральных районах европейской части СССР, в районах Армении, Урала и Сибири.

В СССР имеется около 170 заводов и хозяйств по искусственному разведению рыб. Они ежегодно выпускают в водоемы более 8 млрд. шт. молоди ценных промысловых рыб, в том числе 7 млрд. шт. молоди леща, сазана, судака и растительноядных рыб, более 130 млн. шт. молоди осетровых, 630—970 млн. шт. молоди лососей, 16 млн. шт. молоди белорыбицы и около 130 млн. шт. молоди сиговых.

При решении задачи интенсификации искусственного рыборазведения в нашей стране одновременно проводилась работа по улучшению условий естественного размножения и нагула рыб. Так, А. И. Березовский и М. И. Тихий дали ценные рекомендации по рыбохозяйственной мелиорации водоемов. Их рекомендации претворены в жизнь. Много внимания было уделено также интродукции рыб и кормовых беспозвоночных. Л. А. Зенкевич, Б. С. Ильин, Б. Г. Иоганзен, А. Ф. Карпевич, Т. С. Расс и другие ученые разработали теоретические основы акклиматизации гидробионтов. Это позволило приступить к научно обоснованному заселению водоемов ценной ихтиофауной и повышению их рыбопродуктивности. Благодаря этой большой работе, которая была выполнена учеными и практиками в 30—60-х годах, рыбоводство в естественных водоемах вышло на новый этап своего развития.

В современных неблагоприятных гидрологических условиях в бассейнах наших южных морей рыбоводство является мощным источником пополнения рыбных запасов на Азове и Каспии. Так, в Азовском море запасы проходных и полупроходных рыб поддерживаются в основном за счет продукции рыбоводных предприятий. В Каспийском море 25 % уловов осетровых получают за

## Объекты искусственного разведения в СССР по отдельным районам и бассейнам

Бассейн Белого и Баренцева морей	Семга
Бассейн Балтийского моря	Балтийский и озерный лосось, кумжа, сиги, пелядь, сырть, судак, лещ, сазан
Центральные районы европейской части РСФСР	Сиги, пелядь, щука, судак, лещ, сазан, растительноядные рыбы
Бассейн Азовского и Черного морей	Лосось черноморский (кумжа), белуга, осетр, севрюга, рыбец, шемай, судак, лещ, сазан, тарань
Бассейн Каспийского моря	Лосось каспийский (кумжа), белорыбца, белуга, осетр, севрюга, шип, кутум, судак, лещ, сазан, рыбец
Районы Армении	Сиги, пелядь, форели
Бассейн Аральского моря	Сазан, лещ, судак, растительноядные рыбы
Районы Урала и Сибири	Осетр, омуль, сиги, пелядь, чир, муксун, форели, лещ, сазан, судак, растительноядные рыбы
Бассейн Тихого океана	Кета, горбуша, сима, кижуч, нерка, чавыча

счет особей заводского происхождения. Рыбоводство оказывает также определенное влияние на увеличение запасов и уловов ценных видов рыб в озерах и водохранилищах. Принятые в последние годы постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР направлены на ускорение темпов развития рыбоводства во внутренних водоемах. В этих документах определены масштабы увеличения производства рыбы в прудовых и озерных рыбоводных хозяйствах, а также намечены рыбоводно-мелиоративные мероприятия по сохранению и увеличению рыбных запасов в морях, водохранилищах и крупных озерах.

Следовательно, на современном этапе, когда продолжается рост гидростроительства и ирригации, отрицательно влияющих на природные экосистемы водоемов, важная роль в сохранении и увеличении рыбных запасов отводится рыбоводству. Оно обеспечивает улучшение структуры биогидроценозов и более рациональное использование биопродукционных возможностей водоемов. Рыбоводство является одним из важных рычагов управляемого рыбного хозяйства. Для создания такого хозяйства в водоемах необходимо не только совершенствовать режим промысла рыбы, но и модернизировать на индустриальной основе технологический процесс искусственного рыборазведения, повысить его эффективность, сохранять естественное размножение рыб, обеспечивать нормальные условия для нагула рыб и поддерживать генофонд их популяций.

В связи с возникающими перед рыбоводством новыми задачами, от решения которых во многом зависит дальнейшее развитие рыбного хозяйства в наших внутренних и окраинных морях, озерах и водохранилищах, Советское правительство уделяет большое внимание подготовке высококвалифицированных кадров, способных решать сложные проблемы по искусственному рыборазведению, улучшению условий естественного воспроизводства рыбных запасов, акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных.

---

**ПРОБЛЕМЫ РЫБОВОДСТВА**

---

**Глава I****ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА****§ 1. ПОЛОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ И СОЗРЕВАНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК**

Для успешного осуществления рыбоводных и мелиоративных мероприятий, предусматривающих сохранение и увеличение рыбных запасов в естественных водоемах, необходимы глубокие знания жизненного цикла наших ценных промысловых рыб. Эти мероприятия направлены в основном на обеспечение размножения рыб, поэтому рассмотрим некоторые теоретические положения, которые раскрывают его сущность.

Размножение — это звено жизненного цикла рыбы, обеспечивающее во взаимодействии с другими звеньями воспроизводство популяции и сохранение вида. Для каждого вида рыб характерны свои специфические особенности размножения. Они обусловлены адаптацией разных видов рыб к определенным условиям размножения и развития молоди, которая дает пополнение, необходимое для сохранения вида и поддержания его численности.

Понятие размножения рыб включает: развитие половых желез, нерест, оплодотворение, эмбриональное и постэмбриональное развитие.

Наши промысловые рыбы, как правило, раздельнополы. Половые железы самок называются яичниками, в них образуются зрелые женские половые клетки — яйца (икринки). Половые железы самцов называются семенниками, в них образуются зрелые мужские половые клетки — сперматозоиды.

Половая зрелость у отдельных видов рыб наступает в различном возрасте. Время наступления половой зрелости у одного вида рыб также весьма различно. Оно варьирует не только у разных популяций одного и того же вида, но и у рыб одной популяции.

Это явление необходимо рассматривать как адаптацию организма рыб к условиям среды в целях наилучшего обеспечения воспроизводства вида.

Большинство карповых, окуневых и лососевых рыб достигают половой зрелости в возрасте 2—6 лет. У некоторых видов рыб период развития половых клеток затягивается на более длительное время. Так, осетровые становятся половозрелыми в возрасте

6—12 лет. При этом необходимо отметить, что половозрелость у самцов, как правило, наступает на 1—2 года раньше, чем у самок.

Под влиянием факторов внешней среды (прежде всего температуры и корма) развитие половых клеток может ускоряться или замедляться, а в некоторых случаях даже приостанавливаться. Так, например, лещ, обитающий в наших южных водоемах, становится в массе половозрелым на 3—4-м году жизни. В водоемах центральных районов страны лещ созревает на 4—5-м году. В наших северных водоемах со сравнительно низкой годовой температурой половозрелость у леща наступает на 5—7-м году. Аналогичную картину по скорости созревания половых клеток можно наблюдать и у других видов рыб. Низкие температуры воды приостанавливают окончательное созревание половых продуктов у осетровых рыб. Недостаточное питание рыб задерживает созревание их половых клеток; полноценное питание, полностью обеспечивающее организм в питательных веществах, ускоряет их созревание. Известно также, что уменьшение численности популяции рыбы под влиянием промысла приводит к повышению обеспеченности пищей, а это отражается на ускорении полового созревания особей.

Сдвиги во времени наступления половой зрелости у рыб могут происходить под действием факторов внешней среды не только у разных популяций одного и того же вида, но и у одной и той же популяции. Например, волжская белуга достигает половой зрелости в возрасте от 10 до 18 лет.

Развитие женских половых клеток (оогенез) и мужских половых клеток (сперматогенез) — длительный и сложный процесс. Каждая половая клетка, прежде чем она окончательно созреет, должна обязательно пройти в своем развитии ряд стадий. При этом следует различать два процесса: 1 — период до достижения половой зрелости, начиная от возникновения первичных половых клеток и кончая образованием зрелых половых продуктов; 2 — периодическое созревание определенной части половых продуктов в течение межнерестового периода (после достижения половой зрелости). Первый процесс более длительный, чем второй, и у разных видов рыб занимает разное время. Периодическое же созревание половых продуктов у половозрелых особей требует меньшего времени, но опять-таки продолжительность его у разных видов рыб различна. Так, сазан, лещ, судак и многие другие виды рыб размножаются, как правило, ежегодно, а осетровые рыбы лишь через 3—5 лет, а отдельные особи — через 9 лет. Исключение составляют тихоокеанские лососи, которые после размножения погибают.

Стадии зрелости половых желез можно определять при помощи разработанных для каждой группы рыб так называемых шкал зрелости. Так, для карповых и окуневых существуют шкалы С. И. Кулаева и В. А. Мейена, для осетровых — шкалы А. Я. Недошивина, А. В. Лукина и И. Н. Молчановой. Каждая из этих



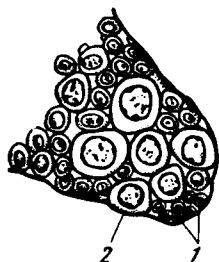


Рис. 1. Участок яичника I стадии зрелости:

1 — оогонии; 2 — ооциты начала протоплазматического роста

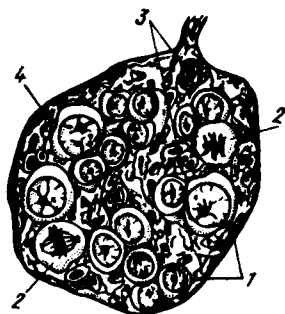


Рис. 2. Поперечный срез семенника I стадии зрелости:

1 — сперматогония; 2 — делящаяся сперматогония; 3 — кровеносный сосуд с эритроцитами; 4 — оболочка семенника

шкал показывает специфические особенности процесса созревания половых продуктов только у данной группы рыб. О. Ф. Сакун и Н. А. Буцкая разработали две универсальные шкалы для всех наших промысловых групп рыб. Первая шкала отражает общий ход созревания половых продуктов у самок, а вторая — у самцов. Эти шкалы позволяют определить стадии зрелости половых желез по их внешнему виду и гистологическому строению. На основании этих двух шкал разработана единая универсальная шкала зрелости половых желез самок и самцов с кратким описанием оогенеза и сперматогенеза.

**I стадия** — неполовозрелые молодые особи. Половые железы имеют вид тонких прозрачных (иногда сероватого, желтоватого или розового цвета) тяжей, прилегающих к стенкам полости тела. Половые клетки у самок представлены или только оогониями, или оогониями и молодыми ооцитами периода протоплазматического роста (рис. 1). Половые клетки самцов представлены сперматогониями (рис. 2).

**Оогонии** — это первичные половые клетки, которые образуются у самок рыб из зачаткового эпителия в течение всей жизни. Эти клетки имеют округлую форму и очень небольшие размеры, поэтому их нельзя обнаружить невооруженным глазом, а можно лишь рассмотреть на гистологических препаратах при сильном увеличении под микроскопом. Они прозрачны и содержат относительно крупное ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы.

Оогонии развиваются и делятся, что приводит к увеличению их численности. Этот период в развитии половых клеток называется периодом деления оогоний. Затем часть оогоний перестает делиться, проходит период ядерных преобразований (так называемого синаптенного пути) и начинает увеличиваться в размерах — расти. Половые клетки в период роста носят название

ооцитов. Рост молодых ооцитов идет за счет увеличения количества протоплазмы — этот период в их развитии называется периодом протоплазматического, или малого, роста.

Сперматогонии — это первичные половые клетки, которые образуются у самцов рыб из перитонеального эпителия. Они имеются у самцов в любое время года и на любой стадии полового цикла. Сперматогонии — самые крупные половые клетки в семенниках, округлой формы и с большим ядром, окруженным широким слоем цитоплазмы.

II стадия — созревающие особи или особи с развивающимися половыми продуктами после нереста. Яичники прозрачны и почти бесцветны. Вдоль них проходит крупный кровеносный сосуд, дающий боковые ответвления. В яичниках некоторых рыб (например, осетровых) имеется большое количество жировой ткани. При рассматривании яичников через лупу хорошо различимы ооциты периода протоплазматического роста, которые составляют основную массу половых клеток (рис. 3). Много ооцитов проходят конечные фазы этого периода. Они имеют крупные размеры за счет увеличившегося ядра и объема протоплазмы. Отдельные ооциты закончили протоплазматический рост, их можно уже различить невооруженным глазом. Вокруг ооцитов закладывается слой фолликулярных клеток, образующихся из зародышевого эпителия яичников. Это начало формирования фолликулярной оболочки. Наряду с ооцитами, прошедшими период протоплазматического роста, в яичниках присутствуют также оогонии и ооциты начальных фаз периода протоплазматического роста. Эти половые клетки представляют резервный фонд, который может быть

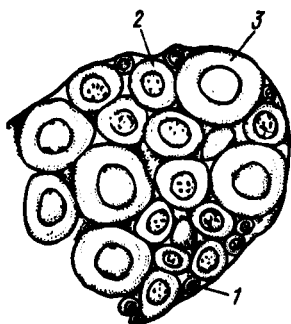


Рис. 3. Участок яичника II стадии зрелости:

1 — оогонии; 2 — ооциты начала протоплазматического роста; 3 — ооциты конца протоплазматического роста

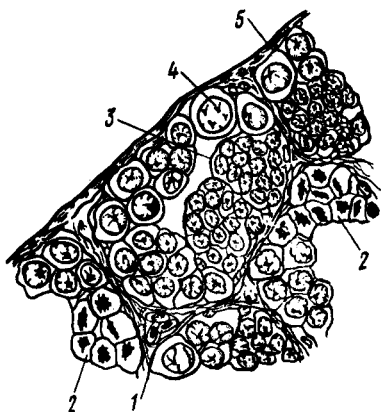


Рис. 4. Участок семенника II стадии зрелости:

1 — кровеносный сосуд с эритроцитами; 2 — делящаяся сперматогония; 3 — циста с мелкими сперматогониями; 4 — сперматогония; 5 — оболочка семенника

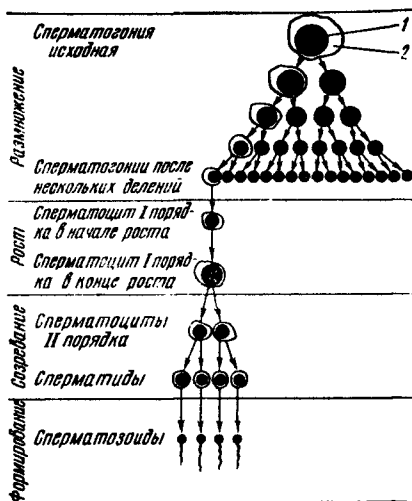


Рис. 5. Относительное уменьшение размеров мужских половых клеток в процессе сперматогенеза:

1 — ядро клетки; 2 — цитоплазма

ствие этого из каждой исходной сперматогонии образуется группа более мелких сперматогоний, окруженных общей оболочкой. Такие группы половых клеток носят название цист (рис. 4 и 5). В результате размножения сперматогоний семенники увеличиваются в размерах, теряют прозрачность и становятся мутными.

**III стадия** — половые железы хорошо развиты. Яичники занимают от трети до половины объема брюшной полости и содержат ооциты, видимые невооруженным глазом. Ооциты растут не только за счет увеличения объема протоплазмы, но и в результате накопления в плазме питательных или трофических веществ, представленных зернами (гранулами) желтка и каплями жира (рис. 6). Этот период в развитии ооцитов назван периодом трофоплазматического, или большого, роста. К концу периода роста ооциты достигают размеров, во много десятков раз превышающих исходные размеры оогоний. Ооциты при этом становятся непрозрачными, мутными и приобретают за счет жировых капель и гранул желтка окраску от светло-желтой с различными оттенками до ярко-оранжевой. Соответственно изменяется и цвет яичников. У осетровых благодаря накоплению в поверхностном слое цитоплазмы мелких гранул буровато-черного пигмента ооциты приобретают характерную для них темную окраску. Кроме жировых капель и гранул желтка, в ооцитах костистых рыб появляются вакуоли, содержащие вещество углеводной природы. У осетровых эти вещества откладываются в ооцитах в виде мелких гранул, а вакуолей в них не образуется. На этой стадии

использован организмом самки полициклических рыб (нерестящихся несколько раз в течение жизни) после будущего нереста в следующем цикле созревания половых продуктов.

Семенники имеют вид округлых тяжей или тонких лент сероватого или бело-розового цвета. У некоторых видов, например у проходных сельдей и лососей, вследствие хорошего развития кровеносных сосудов семенники приобретают оттенки от розового до багрово-красного. Половые клетки у самцов представлены сперматогониями в состоянии размножения. Сперматогонии несколько раз делятся, увеличиваясь при этом в числе и уменьшаясь в размерах. Вслед-

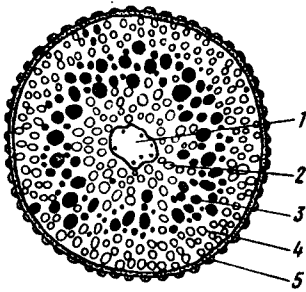


Рис. 6. Ооцит периода трофоплазматического роста из яичника III стадии зрелости:

1 — ядро; 2 — капли жира; 3 — желточные зерна; 4 — вакуоли; 5 — оболочки ооцита

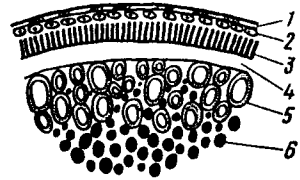


Рис. 7. Строение оболочки ооцита плотвы:

1 — соединительнотканная оболочка; 2 — фолликулярная оболочка; 3 — ворсинки; 4 — радиально-исчерченная оболочка; 5 — вакуоли; 6 — желток

формируются оболочки ооцита (рис. 7). Данный процесс начинается с образования микроворсинок на поверхности ооцита. У основания микроворсинок появляется тонкий слой гомогенного бесструктурного материала. Этот слой образуется в непосредственном контакте с поверхностью ооцита и на некотором расстоянии от фолликулярных клеток. При накоплении желточных включений в ооците формируется еще один слой, состоящий из пучков трубчатых структурных элементов. Он располагается между тонким гомогенным слоем и поверхностью цитоплазмы. Затем внутренний структурированный слой переходит в гомогенный наружный и оба слоя образуют единую оболочку. У осетровых, кеты, салаки, окуня, атлантической сельди, тихоокеанской сельди и у некоторых других рыб эта оболочка состоит из двух слоев: наружного и внутреннего. Однако у многих других рыб она, как правило, имеет только один слой.

Эта оболочка пронизана канальцами, в которых располагаются микроворсинки ооцита. При рассмотрении оболочки ооцита под микроскопом видна характерная радиальная исчерченность, создаваемая тончайшими порами канальцев, что и обусловило ее название — радиально-исчерченная оболочка (*zona radiata*). Эта оболочка состоит из межклеточного вещества, пронизанного радиальными канальцами, в которых проходят микроворсинки ооцита и в периферической их части отростки фолликулярных клеток. Питательные вещества из отростков фолликулярных клеток поступают в межклеточное пространство, где они захватываются микроворсинками ооцита посредством пиноцитоза. Следовательно, ооцит со сформировавшейся *zona radiata* окружен фолликулярными клетками, которые образуют фолликулярную оболочку, или фолликул. Внешняя поверхность фолликула покрыта соединительной оболочкой. Над *zona radiata* у ооцитов многих видов рыб формируется еще наружная оболочка, которая бывает представлена единым слоем гомогенного или ворсин-

чатого строения. Так, у плотвы наружная оболочка ворсинчатая. У осетровых рыб на поверхности зона radiata образуется вторая оболочка, которая состоит из радиально расположенных столбиков (сотовый слой). Такая оболочка называется студенистой, ячеистой, или сотовой, оболочкой. У ряда рыб на радиально-исчерченной оболочке образуются выросты в виде гребней и нитей. У одних рыб эти выросты распределены по всей зоне radiata, а у других они располагаются на ограниченном ее участке. Различия в строении оболочек ооцитов разных видов рыб обусловлены адаптацией икринки к условиям развития, осуществляющейся в процессе филогенеза. Так, у рыб, икра которых после вымета развивается в толще воды, где возможность травмирования и гибели яиц от механического воздействия со стороны окружающей среды незначительная и требуется максимальное облегчение яиц для обеспечения хорошей их плавучести, ооциты имеют весьма простое строение оболочек, представленное одной лишь зоной radiata или дополнительно покрытой сверху очень тонким гомогенным слоем. У рыб, которые мечут икру на грунт и растения в придонных слоях воды, где вероятность повреждения яиц от механического воздействия окружающей среды большая, ооциты имеют зону radiata и наружную оболочку или же вместо последней выросты на зоне radiata. Когда яйцо попадает в воду, наружная оболочка, или выросты, набухает, приобретает клейкость и является приспособлением для прикрепления яйца к субстрату.

Таким образом, III стадия зрелости яичников характеризуется наличием ооцитов периода трофоплазматического роста. Вместе с тем в яичниках полициклических рыб присутствуют и половые клетки резервного фонда, состоящего из оогоний и ооцитов периода протоплазматического роста.

Семенники на III стадии зрелости значительно увеличиваются в объеме, они плотные и упругие. Цвет семенников в начале этой стадии — розовато-серый, а в конце — желтовато-белый. Семенные каналцы заполнены цистами с половыми клетками. Сперматогонии, пройдя на II стадии зрелости семенников период размножения, вступают в период роста и превращаются в сперматоциты 1-го порядка (рис. 8). Эти клетки несколько увеличиваются в размерах и подвергаются сложным ядерным преобразованиям, играющим важную роль в наследственности. Затем мужские половые клетки вступают в период созревания и дважды последовательно делятся. В результате деления из каждого сперматоцита 1-го порядка возникают сначала два сперматоцита 2-го порядка, а потом четыре сперматиды, отличающиеся от исходных клеток меньшими размерами, относительно большим ядром, которое окружено очень тонким слоем цитоплазмы. В процессе двух делений число хромосом в сперматиде уменьшается вдвое. Это явление связано с наследственностью. Образовавшиеся сперматиды вступают в период формирования и постепенно превращаются в зрелые сперматозоиды (рис. 9). Головка у сперма-

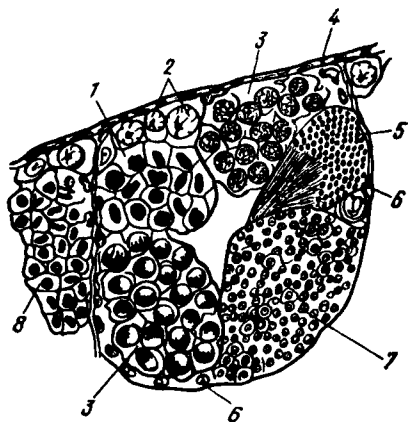


Рис. 8. Участок семенника III стадии зрелости:

1 — циста с делящимися сперматоцитами 1-го порядка; 2 — сперматогония; 3 — циста со сперматоцитами 1-го порядка; 4 — оболочка семенника; 5 — циста со зрелыми сперматозоидами; 6 — фолликулярный эпителий; 7 — циста со сперматидами; 8 — циста с делящимися сперматоцитами 2-го порядка

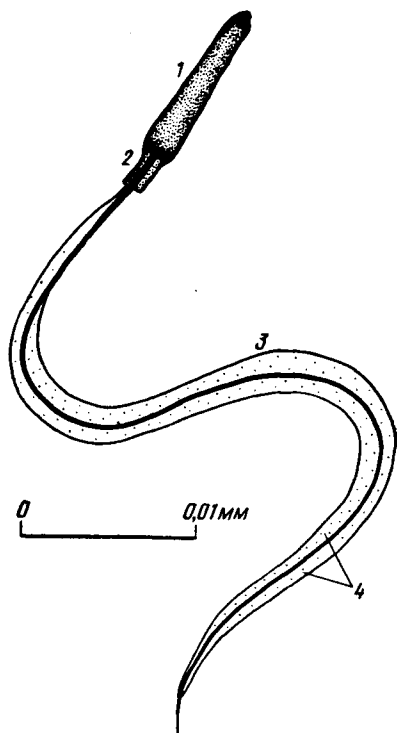


Рис. 9. Сперматозоид осетра:

1 — головка; 2 — средняя часть; 3 — хвост; 4 — тонкие складчатые выросты

тозоидов разных видов рыб неодинакова по своей форме. У одних видов рыб форма головки шаровидная, яйцевидная или желудеобразная (большинство костистых рыб), у других палочковидная (осетровые и некоторые костистые рыбы).

Основную массу головки сперматозоида составляет ядро. На передней части головки сперматозоида осетровых рыб находится небольшое тельце — акросома, имеющее форму шапочки, которая отсутствует у большинства исследованных сперматозоидов костистых рыб. К задней части головки примыкает средняя часть сперматозоида, в образовании которой принимают участие клеточный центр и митохондрии сперматиды. Средняя часть переходит в хвост, который образован осевой нитью, окруженной слоем цитоплазмы и покрыт снаружи поверхностной плазматической мембраной. Хвост осуществляет двигательные функции сперматозоида. После образования в цистах сперматозоидов оболочка цист разрывается и они свободно лежат в семенном канальце.

Сперматозоиды неподвижны в спермиальной жидкости и приобретают подвижность только в воде. Это самые мелкие клетки из всех исходных половых клеток, содержащихся в семенниках. Так, у сазана диаметр исходных сперматогоний равен 14 мкм, а

диаметр только головки зрелого сперматозоида — 1,5 мкм. Общая длина сперматозоида у севрюги, белуги и осетра около 50 мкм.

Таким образом, в семенниках III стадии зрелости вначале присутствуют сперматогонии, сперматоциты 1-го и 2-го порядков и сперматиды, а в конце этой стадии появляются группы зрелых сперматозоидов. Если разрезать семенник лезвием бритвы, то края разреза не оплывают, а остаются заостренными. В начале III стадии зрелости семенников лезвие бритвы остается чистым, а в конце ее, в связи с появлением первых групп сперматозоидов, на нем содержатся беловатые следы спермы.

IV стадия — яичники крупные, достигли или почти достигли полного развития и занимают большую часть полости тела. Цвет яичников у разных рыб неодинаков. Обычно он желтый с различными оттенками или оранжевый, а у осетровых рыб — серый или почти черный в зависимости от степени пигментации ооцитов. В яичниках присутствуют ооциты, закончившие трофоплазматический рост и предназначенные для вымета во время предстоящего нереста. Яичники полициклических рыб содержат наряду с этими половыми клетками оогонии и ооциты протоплазматического роста, составляющие резервный фонд. Те ооциты, которые закончили трофоплазматический рост и достигли характерных размеров для икринок данного вида рыбы, вступают в период созревания — завершающий период развития половых клеток. В этот период ядро ооцита смещается к микропиле. Костистые рыбы имеют одно микропиле, у осетровых рыб их несколько. Микропиле — это канал, пронизывающий радиально-исчерченную оболочку, а также и студенистую оболочку, если последняя имеется у ооцита. Этот канал представляет собой воронкообразное углубление поверхности оболочки (оболочек), которое переходит в короткий концевой канал, открывающийся в цитоплазму на внут-

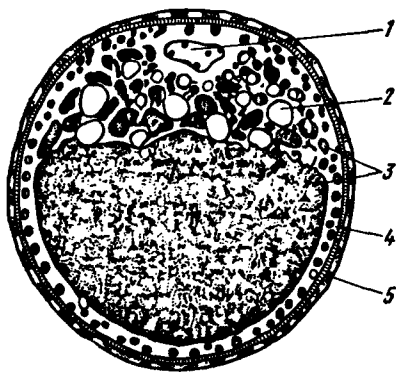


Рис. 10. Ооцит из яичника IV стадии зрелости:

1 — ядро; 2 — капли жира; 3 — желток; 4 — вакуоли; 5 — оболочки ооцита

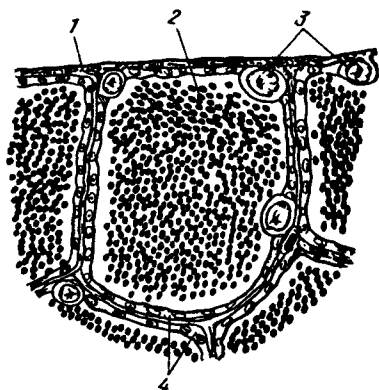


Рис. 11. Участок семенника IV стадии зрелости:

1 — оболочка семенника; 2 — сперматозонды; 3 — сперматогония; 4 — фолликулярный эпителий

ренной стороне радиально-исчерченной оболочки. В процессе смещения ядра в ооците ядро и желток располагаются полярно. На одном полюсе (анимальном) находятся ядро и основная масса цитоплазмы, на другом (вегетативном) — желток. Затем происходит частичное или полное слияние желтка с жиром и ооциты становятся прозрачными (рис. 10).

Семенники на IV стадии зрелости достигают наибольшей величины. Они имеют молочно-белый цвет. При разрезании семенника его края оплывают, закругляются и на срезе выступает капля густой спермы. На этой стадии зрелости завершается сперматогенез.

В семенных канальцах семенников содержатся зрелые сперматозоиды, вышедшие из цист (рис. 11). Семенники содержат также и запасной фонд половых клеток, представленных сперматогониями. При надавливании на брюшко рыбы, как и при разрезании ее семенника, из генитального (полового) отверстия появляется капля спермы, имеющей консистенцию густой сметаны.

V стадия — текучие половые продукты. При поднятии рыб за голову или при легком надавливании на их брюшко икра и сперма свободно вытекают из полового отверстия. В течение этой стадии завершается подготовка ооцитов к оплодотворению. У ооцитов осетровых рыб ядрышки ядра растворяются, а его оболочка приобретает складчатость на вегетативной стороне, через которую кариоплазма частично выходит в цитоплазму. В этой части ооцита образуется большая лакуна, которая заполнена материалом, не содержащим желточных гранул. Ядро быстро уменьшается в размерах. Кариоплазма большей частью перемешивается с цитоплазмой, а незначительная ее часть сохраняет островки, образующие разветвленную сеть. Затем процесс мейоза вступает в завершающую фазу — оболочка ядра растворяется и начинаются мейотические деления. После этого зрелые ооциты рыб освобождаются от фолликулярной и соединительнотканной оболочек. Фолликулы разрываются, и ооциты у большинства рыб выпадают в полость яичников, а у лососевых и осетровых рыб, имеющих незамкнутые яичники, — в полость тела.

Разрыв фолликул и выход икринок в полость яичников или полость тела (процесс овуляции) у одних рыб протекают синхронно, у других носят растянутый характер (несколько часов или даже суток). Лопнувшие фолликулы остаются в яичниках, где они в дальнейшем рассасываются. Яичники полициклических рыб содержат, кроме лопнувших фолликул, также резервный фонд половых клеток.

На V стадии зрелости семенников образуется семенная жидкость, которая сильно разрежает концентрацию сперматозоидов и вызывает их вытекание. Сперма имеет консистенцию молока или жидкой сметаны. Семенники мягкие на ощупь. По мере вытекания спермы размер семенников постепенно уменьшается.

VI стадия — посленерестовое состояние половых желез. Половые продукты выметаны.



Яичники небольшого размера, дряблые и воспаленные. Они часто имеют багрово-красный цвет от кровоизлияний, возникших при разрыве фолликул. Присутствующие в яичниках опустевшие фолликулы и оставшиеся невыметанными единичные зрелые икринки рассасываются. Этот процесс называется резорбцией. После этого в яичниках полициклических рыб остается лишь резерв незрелых половых клеток, отсутствующий у моноциклических рыб, которые нерестятся только один раз в жизни (например, тихоокеанские лососи). Состав половых клеток резервного фонда у полициклических рыб соответствует II стадии зрелости яичников, поэтому новый половой цикл начинается у них со II стадии зрелости яичников.

Семенники уменьшились в размерах, сжались и имеют вид тонких вялых тяжей. Сперма отсутствует в семенных канальцах. Кровеносные сосуды семенников расширены. Цвет семенников — розоватый или буроватый. При разрезании семенника появляется небольшое количество желтоватой жидкости. После этой стадии семенники полициклических рыб переходят во II стадию зрелости, ибо содержащиеся в них сперматогонии вступают в период размножения, и начинается новый половой цикл.

Рассмотренная шкала стадий зрелости половых желез может быть использована при анализе рыб с единовременным нерестом, при котором самки мечут икру только по одному разу в год. Однако имеются рыбы с порционным икрометанием (многие карповые, некоторые сельди и окуневые). Самки таких рыб мечут икру несколько раз в течение года. У этих рыб ооциты, предназначенные для вымета в данном году, созревают неодновременно. Асинхронность развития ооцитов проявляется в период трофоплазматического роста (на III стадии зрелости яичников). При переходе яичников в IV стадию зрелости не все ооциты одновременно заканчивают трофоплазматический рост. Поэтому после вымета самкой первой порции икры яичник переходит не в VI, а в III стадию зрелости, которую принято обозначать III<sub>2</sub> или VI—III<sub>2</sub>. На этой стадии в яичниках присутствуют лопнувшие фолликулы и ооциты трофоплазматического роста. После вымета самкой второй порции икры яичник переходит в III<sub>3</sub> стадию зрелости. Такая смена стадий зрелости яичников продолжается до момента вымета самкой всех порций икры, когда яичники переходят в VI стадию зрелости.

Что касается самцов, то они выметывают сперму, как правило, порционно. Сперматогенез продолжается во время нереста, поэтому стадии зрелости семенников меняются.

## § 2. НЕРЕСТ И ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Достигнув половой зрелости, рыбы совершают нерестовые миграции, то есть они перемещаются от мест нагула или зимовки к местам икрометания, где завершается у них созревание половых клеток и происходит нерест.

Морские рыбы постоянно живут и размножаются в море. Пресноводные рыбы живут в реках и пресных озерах. Они размножаются в основном в тех же местах, где и постоянно обитают, или же вблизи от них. Проходные рыбы живут в море, а размножаются в реках, по которым большинство из них проходит сотни километров, преодолевая сильные течения, водопады, пороги и препятствия, встречающиеся на их пути к местам икрометания. Проходными рыбами называют и тех, которые постоянно живут в реках, в пресных озерах, а для размножения уходят в море (угорь и др.). Полупроходные рыбы обитают в основном в опресненных участках моря, а для размножения входят в реки, не поднимаясь по ним столь высоко, как проходные.

В нерестовый период у самок рыб, у которых половые железы находятся в IV стадии зрелости, под воздействием гонадотропного гормона гипофиза завершается оогенез и происходит овуляция (икринки выходят из фолликулов). Овуляция у рыб осуществляется только при определенных условиях внешней среды, среди которых важное значение имеют температура воды, гидрохимический режим, наличие или отсутствие течения воды, наличие самцов, для многих рыб нерестовый субстрат. Если после наступления для данного вида рыб нерестовых температур хотя бы один из перечисленных факторов среды неудовлетворителен, то овуляция не происходит, ооциты подвергаются резорбции, а фолликулы атрезии (зарастанию).

Для рыб это явление имеет большое приспособительное значение, так как их яичники освобождаются от ооцитов старшей генерации и начинают новый цикл развития.

После овуляции происходит брачный акт, который называется нерестом, а то место, где он совершается, — нерестилищем.

**Экологические группы рыб.** Место нереста является приспособлением рыб к наиболее благоприятным условиям для эмбрионального и постэмбрионального развития. В связи с этим С. Г. Крыжановский разделил всех анадромных и туводных пресноводных рыб на следующие экологические группы.

**Литофилы** размножаются на каменистых, гравийных и твердых глинистых грунтах рек с быстрым течением и олиготрофных озер, в которых имеются благоприятные условия для дыхания зародышей. К этой группе относятся лососи, сиги, осетровые и некоторые карповые рыбы.

**Фитофилы** размножаются в реках, озерах, водохранилищах и прудах, откладывая икру на растительный субстрат (на вегетирующие или отмершие растения) в стоячей или слабопроточной воде. К этой группе относятся лещ, сазан, судак, щука, окунь, плотва, карась и др.

**Псаммофилы** размножаются в реках и озерах с песчаными грунтами и при наличии благоприятных условий для дыхания зародышей. Икру они откладывают на подмытые течением корешки растений, а иногда на песок. К этой группе принадлежат пескари и некоторые гольцы.

Пелагофилы размножаются в реках и озерах. Они мечут икру в толщу воды. Эмбриональное развитие происходит в плавучем состоянии и при благоприятных условиях дыхания. К этой группе относятся проходные сельди, чехонь, белый амур, белый и пестрый толстолобики и др.

Остракофилы размножаются в реках, откладывая икру в жаберную полость двустворчатых моллюсков. Условия дыхания для развивающихся зародышей не очень благоприятные. К этой группе относятся горчаки.

Некоторые рыбы относятся одновременно к разным группам, например литофильно-фитофильные рыбы. В зависимости от условий среды такие рыбы (рыбец, кутум, язь) могут откладывать икру на каменистом грунте и на растительности. Знание экологических групп дает возможность биологически обоснованно вести технологический процесс искусственного рыборазведения, а также проводить мелиоративные мероприятия в водоемах с целью обеспечения эффективного естественного размножения рыб.

**Продолжительность нереста.** Каждому виду рыб свойственна определенная температура воды, при которой может произойти нерест, и требуются для этого соответствующие нерестилища.

У большинства рыб самцы первыми подходят к нерестилищам. Затем на местах нереста появляются самки. Соотношение самок и самцов на нерестилищах обычно один к одному. Однако это соотношение не является постоянным, ибо оно может быть неодинаковым не только у разных популяций одного и того же вида, но и может изменяться у одной и той же популяции по годам.

Во время нереста самки выметывают икру, а самцы осеменяют ее. Соприкосновение спермы с икрой называется осеменением.

Самки после вымета икры уходят с нерестилищ. Исключение составляют лишь самки некоторых видов рыб. У большинства рыб самцы после осеменения икры первых подошедших к местам нереста самок остаются на нерестилищах. Они принимают участие в нересте с другими самками, которые подходят на нерестилища позже. В течение нерестового периода один самец может осеменить икру нескольких самок.

Продолжительность периода икрометания отдельной особи зависит от особенностей созревания половых клеток у данного вида рыб. Если рыба обладает единовременным типом созревания ооцитов, то ее нерест разовый, кратковременный. Так, вобла выметывает икру за одно утро. К рыбам с типично разовым нерестом относятся также лососи, сиги, белорыбица, осетровые и др. Если рыба с порционным созреванием ооцитов, то ее нерест порционный, растянутый. К рыбам с типично порционным нерестом относятся проходные сельди, чехонь, усачи, шемая и др.

В зависимости от условий среды обитания некоторые виды рыб обладают единовременным и порционным созреванием ооцитов, а отсюда и соответствующим типом нереста. Так, у леща и сома нерест может быть разовый и порционный. Самка леща выметывает икру в течение 5—10 сут. Подобное явление наблю-

дается и у самок сазана, но у них икротетание длится дольше, чем у самок леща. Рыбцы также обладают различным типом икротетания. У каспийского рыба, как правило, нерест единовременный, а у кубанского порционный.

Различие в типе нереста является адаптивным свойством рыб, благоприятствующим воспроизводству вида в сложившихся условиях среды в данном водоеме. Оно обусловлено гидрологическим режимом водоема и условиями питания молоди.

Продолжительность нереста одного вида рыб зависит от типа икротетания (рыбы с порционным нерестом имеют более длительный нерестовый период, чем рыбы с единовременным нерестом), от структуры нерестового стада (при многовозрастной структуре стада нерест растянут во времени), от наличия в популяции экологических групп (разные экологические группы могут иметь разное время нереста), от температуры воды (понижение температуры воды в период нереста приостанавливает этот процесс и тем самым увеличивает его продолжительность).

Экологические особенности размножения рыб необходимо учитывать при рыборазведении и строительстве искусственных нерестилищ.

**Внутривидовые биологические группы рыб.** Время нереста у различных видов рыб весьма разнообразно и приурочено к различным сезонам года. Наши промысловые рыбы, у которых нерест происходит в различные сезоны, разделяют на две группы:

1) весенне-летненерестующие: щука, сом, судак, вобла, сазан, лещ, рыбац (сырть), кутум, осетр, севрюга, белуга, шип и многие другие виды;

2) осенне-зимненерестующие: лососи, сизи, белорыбца, налим и др.

Первая группа рыб нерестится в марте — августе, а вторая — в сентябре — январе. У обеих этих групп вылупление предличинок приурочено к весне и лету, когда в водоемах происходит интенсивное развитие кормового планктона, являющегося пищей для всех видов рыб на ранних стадиях их развития.

Неодинаковые календарные сроки икротетания свойственны также рыбам одного вида и даже одной популяции.

Проходные рыбы идут на нерест в реки в разное время года и с различной степенью зрелости половых желез. Одни из этих рыб нерестятся вскоре после захода в реку, другие только на следующий год. Наблюдая такое явление, Л. С. Берг пришел к заключению, что у некоторых лососевых и осетровых рыб существуют яровые и озимые расы. Яровые рыбы мигрируют из моря в реки, где они мечут икру в этом же году. Озимые рыбы идут из моря в реки, где они нерестятся только на следующий год.

Н. А. Гербильский, Б. Н. Казанский и И. А. Баранникова, изучив особенности размножения курунского и волжского осетра, установили наличие биологических групп внутри их популяций, развив тем самым учение Л. С. Берга о сезонных расах. Так, осетр, мигрирующий из Каспия в Волгу, имеет четыре биологиче-

ских группы: ранний яровой осетр, поздний яровой осетр, озимый осетр летнего хода и озимый осетр осеннего хода.

Ранний яровой осетр входит в Волгу ранней весной с гонадами в близкой к завершению или завершённой IV стадии зрелости и мечет икру вскоре после подъема в реку, когда наступают нерестовые температуры (в середине мая — начале июня).

Поздний яровой осетр входит в Волгу весной и летом с гонадами в незавершённой IV стадии зрелости и нерестится в этом же вегетационном сезоне после снижения высоких летних температур (в июле — августе).

Озимый осетр летнего хода мигрирует в Волгу в мае — июле со слабо развитыми половыми продуктами (яичники находятся в III—IV, а семенники — во II—III стадиях зрелости) и мечет икру ранней весной следующего года (в конце апреля — мае).

Озимый осетр осеннего хода мигрирует в Волгу в августе — сентябре с гонадами в близкой к завершению IV стадии зрелости и нерестится так же, как и озимый осетр летнего хода, ранней весной следующего года (в конце апреля — мае).

Все указанные экотипы мигрантов, за исключением позднего ярового осетра, являются русским осетром. Поздний яровой осетр представлен в основном особями другого осетра — персидским осетром.

Кроме куринского и волжского осетра, внутривидовая дифференциация существует у осетра и в ряде других рек. Биологические группы имеются также внутри популяций севрюги и белуги в реках Каспийского и Азовского бассейнов.

Зашедшие в реку озимые формы осетровых с яичниками в IV стадии зрелости, в которых ооциты достигли дефинитивных размеров (конец трофоплазматического роста), зимуют в ней. Ооциты же находятся в таком состоянии вплоть до весны. Когда наступают благоприятные условия для нереста этих рыб, происходит завершение оогенеза под воздействием гонадотропного гормона гипофиза. Следовательно, оогенез не завершается без стимулирующего влияния этого гормона. Такого рода адаптация, которая осуществляется за счет задержки ооцитов в состоянии завершённого протоплазматического роста, зависит от функции клеток мезоаденогипофиза, продуцирующих гонадотропный гормон. Осенью содержание этого гормона в гипофизе озимых форм осетровых в два раза ниже, чем весной и летом у яровых.

Большое значение в адаптации той или иной популяции некоторых видов лососевых рыб, например семги, к условиям размножения имеет образование карликовых самцов в пределах данной популяции, которые постоянно обитают в реке и принимают участие в нересте с мигрирующими самками.

Места нереста озимых рыб расположены в верхнем течении рек, а яровых рыб — в нижнем. Такая внутривидовая дифференциация проходных рыб в отношении мест нереста также носит приспособительный характер и позволяет использовать нерестилища, расположенные в различных точках реки на очень большом

ее протяжении, благоприятные условия для выживания потомства. После нереста производители проходных рыб и их молодь мигрируют из рек в море.

Наличие биологических групп рыб внутри популяции обусловлено условиями ареала. Внутрипопуляционная дифференциация рыб не проявляется при отсутствии необходимых условий для ее развития.

Таким образом, дифференциация в пределах популяции — это приспособление рыб к условиям размножения и развития. Внутрипопуляционная дифференциация — это важнейшая видовая адаптация к условиям ареала, что приводит к наиболее полному использованию его возможностей.

Знание внутрипопуляционной дифференциации позволяет не только научно обоснованно решить вопрос о регулировании рыболовства и лимитировании вылова ценных проходных промысловых рыб, но и правильно размещать рыбоводные заводы и определять их мощность. Это дает возможность составлять сезонный график работы по разведению различных биологических групп в необходимом количестве и соотношении, с тем чтобы сохранить генетическую и экологическую структуру популяций и увеличить их численность.

Сохранение внутрипопуляционной дифференциации у рыб особенно важно в современных изменившихся условиях их обитания в естественных водоемах под влиянием отрицательных природных и антропогенных факторов, когда наблюдаются сокращения нерестовой площади и совпадения мест нереста у многих биологических групп рыб, нарушения динамики хода производителей в реки и ухудшения их физиологического состояния. В связи с этим требуется дальнейшая интенсификация рыборазведения, предусматривающая внедрение в производство новых приемов и методов управления биологическим процессом.

В настоящее время разработан метод регулирования хода полового цикла и созревания производителей осетровых, что позволяет осуществлять разведение всех биологических групп этих рыб в промышленных масштабах. Внедрение этого метода в производство позволяет рационально управлять осетровым хозяйством в наших южных морях.

**Плодовитость.** Воспроизводительная способность рыб зависит от их абсолютной плодовитости. Абсолютная плодовитость — это количество находящихся в яичниках (гонадах) самки икринок, которые могут быть выметаны в нерестовый период данного года.

Абсолютную плодовитость обычно определяют весовым методом учета икры. Для этого у взвешенной и измеренной рыбы вынимают гонады, взвешивают икру, берут порцию икры от 0,2 до 20 г (в зависимости от размеров икринок) и подсчитывают количество икринок в ней. Размер икринок в различных частях гонад может быть разным, поэтому берут не менее трех порций икры из различных участков и производят подсчет икринок. Затем опре-

деляют среднее количество икринок в 1 г, что дает возможность установить абсолютную плодовитость. Значительно труднее определять абсолютную плодовитость этим методом при порционном икрометании. Практически установлено, что абсолютную плодовитость у рыб с порционным нерестом можно определить путем просчета только в том случае, если число порций икры не превышает трех. К таким рыбам относится большинство рыб наших широт с порционным икрометанием. Подсчет икринок в гонадах производится в каждой порции, которая может быть выметана в данном году. Отсюда общее количество икринок в этих порциях дает искомую величину абсолютной плодовитости.

Размеры икринок у рыб разных видов сильно отличаются. Наиболее плодовитые рыбы имеют наиболее мелкую икру, и наоборот. Так, диаметр икринки сазана 1,5—2 мм, щуки — 2,5—3, себрюги — 2,4—3,2, осетра — 2,8—3,8, белуги — 3,3—4, лосося — 5—7 мм. У самок одного и того же вида рыб величина абсолютной плодовитости повышается с увеличением их размеров, массы, возраста (обычно до начала старения) и улучшением условий их обитания, в частности питания.

Во время нереста рыб происходит осеменение икры. Сперматозоид проникает внутрь икринки через отверстие в ее оболочке — микропиле. При слиянии женского и мужского ядер (пронуклеусов) происходит оплодотворение, которое дает начало развитию эмбриона (зародыша). С этого момента начинается развитие организма рыбы.

### **§ 3. ПЕРИОДЫ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РЫБ**

В процессе онтогенеза рыб выделяют следующие периоды: эмбриональный, личиночный, мальковый и половой зрелости. Каждый период характеризуется своей качественной спецификой. Так, для эмбрионального периода характерно эндогенное питание желтком желточного мешка. Специфику личиночного периода составляет питание внешней пищей. В начале этого периода личинки питаются еще смешанной пищей, то есть эндогенно-экзогенно, а затем потребляют пищу только извне. Они имеют временные личиночные органы. В мальковый период эти органы исчезают, а появляются новые, характерные для взрослых рыб. В течение каждого периода организм рыбы проходит ряд этапов, которые состоят из стадий развития. Группа же последовательных этапов развития, объединенных одинаковой качественной спецификой, составляет период развития.

Теоретические основы этапности развития рыб были разработаны В. В. Васнецовым, который сформулировал основные положения этой теории. Они сводятся к тому, что в течение различных периодов онтогенеза (эмбрионального, личиночного, малькового и половой зрелости) развитие рыб идет не только постепенно и непрерывно, но и прерывисто, скачкообразно. При этом происходят резкие изменения в строении систем органов, протекаю-

## Абсолютная плодовитость рыб

Вид рыбы	Количество икринок, тыс. шт.	Вид рыбы	Количество икринок, тыс. шт.
<i>Осетровые</i>		Кета	1,3—4,8
Калуга	420—4100	Горбуша	0,6—2,9
Белуга:		Нерка	1,7—6,5
волжская	224—7100	Чавыча	4,6—14,3
уральская	211—3200	Кижуч	1,2—6,3
куринская	329—2790	Сима	1,4—5,2
донская	360—4200	Нельма	130—420
Шип:		Белорыбица	115—405
уральский	180—900	Пелядь	20—100
куринский	280—1300	Муксун	20—125
Осетр русский:		Рипус	4—15
волжский	59—754	Омуль	8—74
куринский	84—837	Сиг:	
уральский	60—890	лудога-ладожский	8—30
донской	90—450	волховской	23—55
кубанский	87—820	чудской	16—82
Осетр персидский:		байкальский	17—85
куринский	60—650		
волжский	80—500	<i>Карповые</i>	
Осетр атлантический рионский	90—1815	Рыбец:	
Осетр сибирский:		терский	14—123
обский	89—640	донской	28—128
енисейский	79—250	кубанский	24—132
байкальский	100—250	Сырть	17—65
ленский	35—240	Кутум	27—280
Осетр амурский	29—434	Шемая:	
Севрюга:		кубанская	5—60
волжская	92—633	куринская	4—30
уральская	80—650	Сазан:	
куринская	35—360	волжский	100—1810
кубанская	50—380	куринский	96—1620
донская	70—350	донской	85—1750
Стерлядь:		Лещ:	
средневожская	3—137	волжский	84—338
обская	6—45	куринский	80—350
иртышская	6—16	донской	60—550
		Тарань кубанская	16—146
		Амур белый	30—2000
		Толстолобик:	
		белый	100—1500
		пестрый	80—1800
		<i>Окуневые</i>	
		Судак:	
		волжский	116—823
		куринский	90—740
		донской	110—945
		кубанский	100—1170

щие быстро, иногда в течение нескольких часов и даже минут. Эти морфологические изменения неразрывно связаны с изменениями биологических особенностей рыб. Между такими скачкообразными изменениями происходят постепенный рост и медленные,



иногда едва заметные количественные изменения. Все эти изменения протекают в определенных пределах, поэтому они не изменяют основного качества, характеризующего данный интервал развития рыбы. Иначе говоря, качественные особенности организма и его отношения с внешней средой сохраняются неизменными. Такие интервалы относительной стабильности в развитии рыб между двумя скачкообразными изменениями называются этапами.

Каждый этап развития рыб характеризуется определенными особенностями строения организма, биологическими свойствами и требованиями к условиям внешней среды. При отсутствии необходимых условий рыбы задерживаются на том или ином этапе. При этом они замедляют или прекращают рост и погибают.

Таким образом, развитие рыб, по теории В. В. Васнецова, идет и постепенно и прерывисто (скачкообразно) и распадается на ряд следующих друг за другом этапов, в течение которых происходят рост и медленные постепенные изменения, но не происходит каких-либо принципиальных изменений в строении, физиологии или биологии организма рыбы. Развитие рыб есть последовательная смена приспособлений их организма к внешней среде в течение определенных этапов развития.

С. Г. Крыжановский, Н. Н. Дислер и Е. Н. Смирнова, развивая основные положения теории этапности развития рыб, установили, что определенные этапы у разных видов рыб протекают различно, имеют неодинаковую продолжительность и нередко свои специфические особенности. Этот вывод весьма важен для разработки биотехники искусственного разведения рыб. Он указывает на необходимость изучения биологических и экологических особенностей этапов развития каждого вида рыб, являющегося объектом искусственного разведения.

Наши ученые (Т. А. Детлаф, Я. И. Гинзбург, Е. Ф. Еремеева, Н. О. Ланге, Е. Н. Дмитриева, Р. Я. Брагинская, И. А. Садов, Б. С. Матвеев, Е. Б. Зарянова, Н. В. Европейцева, Л. М. Нусенбаум и многие другие) провели в этом направлении широкие исследования. Результаты проведенных ими исследований дали возможность охарактеризовать биологические и экологические особенности развития рыб на разных этапах.

Знание этапов развития позволили ученым рекомендовать рыбоводным предприятиям выращивать молодь анадромных рыб до покатного состояния, переход в которое сопровождается сложными изменениями, подготавливающими организм к существованию в новых условиях среды — в условиях жизни в море. Для решения практических задач, стоящих перед искусственным рыбо-разведением, большое значение имеет изучение факторов внешней среды, влияющих на организм рыб на разных этапах развития. Все это способствует разработке наиболее эффективных приемов разведения рыб.

Учение об этапности развития рыб явилось важнейшей теоретической основой для разработки биотехники выращивания мо-

луди ценных промысловых рыб и способствует повышению эффективности искусственного рыборазведения.

**Эмбриональный и личиночный периоды развития.** Оплодотворенная икринка — это уже развивающийся зародыш, который проходит ряд этапов развития. Так, на этапе оплодотворения, после проникновения сперматозоида в икринку, наблюдаются сложные преобразования и перемещения ее содержимого. Через 2—15 мин после осеменения икринки некоторых видов рыб (осетровых, карповых и др.) становятся клейкими и легко приклеиваются к субстрату. Оболочки икринок набухают в воде, становятся прозрачными и прочными. Икринки значительно увеличиваются в размерах. Удельная масса икринок уменьшается. Перивителлиновое пространство заполняется жидкостью. Поверхностный слой цитоплазмы смещается по направлению к противоположной стороне анимального полюса. Этот этап заканчивается соединением женского и мужского пронуклеусов. Переход к следующему этапу развития — этапу дробления — начинается с момента появления на икринках первой борозды, которая образует два бластомера. На этом этапе каждая икринка последовательно делится на все большее количество бластомеров, а в конце его достигает стадии бластулы. Затем зародыш вступает в новый этап развития — этап гастрюляции, при котором начинают формироваться тело зародыша и его желточный мешок. На следующем этапе развития зародыша происходит нейруляция. У зародыша образуется нервная трубка, которая представляет собой зачаток центральной нервной системы.

В дальнейшем у зародыша изменяется форма тела, обособляется хвостовой отдел, формируются отделы головного мозга, закладываются органы чувств и железы вылупления. У зародыша начинает формироваться пищеварительная и выделительная системы, образуются сердце и кровеносные сосуды, закладываются жаберные карманы, появляется зачаток печени, образуются мышечные волокна, клетки крови и начинается вакуолизация клеток хорды. Тело зародыша расчленяется на отдельные сегменты, и на нем появляется плавниковая складка.

Зародыш, пройдя ряд этапов развития, уже имеет функционирующее сердце и кровообращение, а также нервную систему и отвечает на внешние раздражения. В это время прочность оболочек икринок ослабляется под воздействием ферментов вылупления и зародыши освобождаются от них. Эмбриональный период заканчивается на этапе, при котором вылупившиеся предличинки завершают свое развитие и становятся личинками.

Зародыш с первого же этапа своего развития вступает в тесный контакт с окружающей его внешней средой. Огромное влияние на развитие зародыша (эмбриогенез) оказывают температура воды, газовый режим, рН, соленость, осмотическое давление и освещенность. Эмбриогенез у каждого вида рыб протекает в определенных температурных границах, при этом различают температурный оптимум, температурный порог и температурный макси-

Таблица 1. Длительность инкубации икры рыб в зависимости от температуры воды

Вид рыбы	Температура воды, °С	Длительность инкубации икры, сутки
Семга	0,5—0,7	210—240
Лосось:		
невский	1,3—1,7	165—190
куринский (кумжа)	3,5—4,5	120—125
черноморский (кумжа)	8,5—9,5	40—45
Горбуша	6—11	90—50
Кета	3—4	150—90
Сиг озерный	4—8,4	90—55
Белорыбца	0,5—6,5	140—120
Кутум	8—15	21—8
Лещ	20—23	6—4
Сазан	19—20	4—3
Судак	14—15	12—10
Щука	8—10	20—15
Осетр	20—21	82—75*
Севрюга	18—23	89—61*
Стерлядь	10—14	168—264*
Рыбец	19—21	63—48*

\* Для этих видов рыб длительность инкубации икры указана в часах.

мум. При искусственной инкубации икры рыбоводу наиболее часто приходится сталкиваться с влиянием на эмбриогенез температуры воды и ее газового режима.

Зародыш у рыб с весенне-летним нерестом развивается в течение нескольких суток, а у рыб с осенне-зимним нерестом — в течение нескольких месяцев (табл. 1).

Температура, при которой эмбриогенез протекает наиболее нормально, называется температурным оптимумом. Повышение температуры ускоряет эмбриогенез, а понижение замедляет этот процесс.

#### Длительность развития зародыша севрюги по А. Н. Державину

Средняя температура воды, °С	Часы	Средняя температура воды, °С	Часы
20	80	25	52,5
21	71	26	49,3
22	64,3	27	46,5
23	59,8	28	44,0
24	55,9		

Температура, ниже которой эмбриогенез не происходит, называется температурным порогом. Однако пороговая температура не приводит к гибели зародышей при воздействии в течение ограниченного промежутка времени. При восстановлении оптимальной температуры эмбриогенез возобновляется и протекает нормально.

Температура, выше которой эмбриогенез прекращается и зародыш погибает, называется температурным максимумом.

Все эти три температурных режима можно показать на примере инкубации икры осенненерестующих рыб (лососи, сиги и др.) и рыб весенне-летнего нереста (окуневые, осетровые, карповые и др.). У осенненерестующих рыб температурный порог эмбриогенеза 0°C, температурный оптимум — 2—5, а температурный максимум 15—18°C. У рыб весенне-летнего нереста температурный порог эмбриогенеза равен 2—6°C, а температурный максимум — около 30°C. Температурный оптимум эмбриогенеза рыб весенне-летнего нереста различается даже у рыб одного вида.

### Температурные границы эмбриогенеза промысловых рыб в реках

Вид рыбы	Температурные условия эмбриогенеза, °C	Вид рыбы	Температурные условия эмбриогенеза, °C
Белуга	7—17	Лосось (кумжа):	
Осетр волжский:		куринский	6—2
ранний яровой	9—12	черноморский	8—2
поздний яровой	20—25	терский	11—1
озимый летнего хода	8—11	Нерка	6—1
озимый осеннего хода	8—15	Кета	14—0,1
Осетр куринский:		Горбуша	10—0,1
ранний яровой	12—18	Кижуч	7—1
озимый летнего хода	10—15	Чавыча	7—1
яровой осеннего хода	20—15	Белорыбица	6—0,1
поздний яровой	23—15	Нельма	8—0,1
Осетр донской	9—22	Омуль	5—0,3
Севрюга	14—25	Сиги	6—1
Шип	10—18	Рыбец:	
Стерлядь	10—15	кубанский	14—27
Семга	6—0,1	каспийский	16—22
Лосось балтийский	6—1	Сырть	15—21
		Кутум	8—16
		Судак	8—16
		Лещ	12—25
		Сазан	17—25

Из приведенных данных видно, что у некоторых видов рыб, обитающих в разных водоемах, температурные условия эмбриогенеза могут несколько отличаться. Особенно резкое отличие бывает у различных биологических групп рыб одного вида, обитающих как в разных зонах одного и того же ареала, так и в одной зоне.

Знание температурных границ, в которых нормально протекает эмбриогенез, важно не только для более точного прогнозирования будущего урожая рыб, но и для правильного ведения процесса инкубации икры при искусственном рыборазведении.

Не менее важную роль на процесс формирования зародыша

Таблица 2. Этапы развития рыбки (по Е. Н. Смирновой, М. З. Владимирову и Р. С. Вольскису)

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа	
			часы	сутки
<i>Эмбриональный период</i>				
<b>I этап</b> — образование плазменного бластодиска и перивителлинового пространства—начинается с момента оплодотворения и сопровождается концентрацией плазменного материала на анимальном полюсе и оводнением перивителлинового пространства	17—18	—	1,25	—
<b>II этап</b> —дробление бластодиска от появления первой борозды до морулы мелких клеток	17,8	—	9	—
<b>III этап</b> —образование бластулы. Процесс дробления blastomeres прекращается, их размеры становятся предельно малыми. Внутри бластодиска образуется полость—бластоцель. Края бластодиска наползают на желточный мешок. Анимальный участок желточного мешка вдавливаются в эту полость, отчасти заполняя ее	18,3	—	6	—
<b>IV этап</b> —образование гастролы. Бластодерма, обрастающая желточный мешок, подворачивается, образуя в одном из участков краевой зоны зародышевый узелок, и дает начало образованию зародышевых пластов. Желточный мешок, в начале этапа имеющий шаровидную форму, к концу его вытягивается по продольной оси, принимая удлиненную, яйцевидную форму	19,3	—	7	—
<b>V этап</b> —начало органогенеза. Происходит закладка головного и туловищного отделов, дифференцировка зачатков основных органов. В течение этапа формируется 21—24 туловищных миотомов. Зародыши неподвижны	19,3	—	17	—
<b>VI этап</b> —у зародышей образуются глазные бокалы, хрусталики, обонятельные ямки и отолиты, заканчивается сегментация мезодермы в туловищном отделе, развивается хвостовой отдел, и совершается его сегментация в пределах 11—12 миотомов. Желточный мешок имеет грушевидную форму. Тело сзади окаймлено зачаточной общей непарной плавниковой складкой. Дыхание осуществляется диффузионно, всей поверхностью тела. Начинает сокращаться сердце. Зародыши становятся подвижными	21,7	—	11	—
<b>VII этап</b> —у зародышей заканчивается сегментация хвостового отдела и начинается распрямление головы в связи с ее обособлением от желточного мешка. Рот зачаточный, в виде	16—18	—	48—72	—

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа	
			часы	сутки

ямки. Появляются форменные элементы крови, развивается эмбриональная сосудистая система, несущая дыхательную функцию, в виде кювьеровых протоков на передней расширенной части желточного мешка и нижней хвостовой вены в анальном отделе общей непарной плавниковой складки. Кровь по мандибулярным дугам аорты из сердца поступает в голову, а в туловище—по спинной аорте, которая, загигаясь в хвосте, переходит в хвостовую вену, спускающуюся в анальный отдел общей непарной плавниковой складки. Грудные плавники зачатковые

**VIII этап**—на этом этапе происходит вылупление предличинок из яичевых оболочек. Голова окончательно распрямляется и полностью отделяется от желточного мешка. В начале этапа желточный мешок грушевидный, к концу его становится сигаровидным. Рот нижний, неподвижный, открытый. В глазах увеличивается количество меланинового пигмента, они становятся черными, к концу этапа в них появляется гуанин. В слуховых пузырьках дифференцируются полукружные каналы. Формируются жаберно-челюстной аппарат, печень, желточный и плавательный пузыри. Кювьеровы протоки значительно укорачиваются. Сосудистая сеть нижней хвостовой вены достигает максимального развития. В общей непарной плавниковой складке формируются хвостовая, спинная и анальная лопасти. Функционируют железы приклеивания. На теле появляется пигмент, в кровяных тельцах—гемоглобин. Предличинки имеют отрицательную реакцию на свет. Они приклеиваются к субстрату. В конце этапа предличинки начинают время от времени всплывать

**IX этап**—рот становится подвижный. Увеличиваются слуховые пузырьки и отолиты. Приобретают подвижность грудные плавники. Наряду с эмбриональными органами дыхания, представленными сетью нижней хвостовой вены в анальном плавнике и сегментальной сосудистой сетью в спинной плавниковой складке, дыхательная функция выполняется жабрами. В начале этапа начинается кровообращение в лепестках жаберных дуг. К концу этапа лепестки удлиняются и становятся разветвленными. Кювьеровы протоки уже не

20 — 79 —

16—17 8,0—8,6 48 —

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа	
			часы	сутки

функционируют как эмбриональный орган дыхания. Значительно уменьшается объем желточного мешка. Предличинки постепенно утрачивают отрицательную реакцию на свет. Они начинают всплывать на поверхность воды и захватывать пузырьки воздуха, наполняя им плавательный пузырь, а наполнив, переходят к постоянному плаванию в толще воды

*Личиночный период*

I этап (B)—на этом этапе для личинок характерен смешанный тип питания: личинки захватывают пищу извне (инфузории, коловратки, одноклеточные водоросли) и питаются еще за счет содержимого желточного мешка. Рот не совсем конечный, не полностью закрывающийся. Дыхательная функция выполняется главным образом жабрами. Роль эмбриональных дыхательных систем уменьшается. Сеть сегментных сосудов в значительной степени редуцируется. Плавательный пузырь однокамерный, заполнен воздухом. Желточный мешок имеет перетяжку. Дегенерируют железы приклеивания. В течение этапа формируется до четырех липидотрихий	17,2—18	8,6—9,3	—	2
II этап (C <sub>1</sub> )—начинается с перехода личинок на исключительно экзогенное питание в связи с полным использованием содержимого желточного мешка. Рот конечный. Закладываются хрящевые нижние дужки позвонков (гипуралий), продолжается формирование липидотрихий (в количестве до восьми в пределах этапа). Питаются одноклеточными водорослями, коловратками, инфузориями, молодью кладоцер и копепод	17—20	8,9—9,7	—	4
III этап (C <sub>2</sub> )—рыло значительно удлиняется. Жаберные крышки начинают окостеневать, но они еще не достигают пояса грудных плавников. Исчезают эмбриональные дыхательные системы. Редуцируются выросты сегментных сосудов. Нижняя хвостовая вена частью скрыта под миотомами. Плавательный пузырь однокамерный, но с зачатком передней камеры. Кишечник в виде трубки. Конец хорды загнут под тупым углом вверх, под ним имеются разросшиеся гипуралии и отходящие от них косо вниз липидотрихии. В течение этапа формируется полное число липидотрихий (до 20). Питаются одноклеточными водорослями и молодью кладоцер и копепод	15—20	9,3—11,7	—	8

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа	
			часы	сутки
<b>IV этап (<math>D_1</math>)</b> —плавательный пузырь становится двухкамерным. Передняя его камера заполнена воздухом. В хвостовом плавнике костные лучи. В спинном и анальном плавниках мезенхимные лучи. Спектр питания тот же, что и на III этапе	18—22,2	11,3—13,9	—	6
<b>V этап (<math>D_2</math>)</b> —края жаберных крышек заходят за пояс грудных плавников. В спинном и анальном плавниках костные лучи. Хвостовой плавник выемчатый. В брюшных и грудных плавниках развиваются мезенхимные лучи. Питаются взрослыми формами кладоцер и колепод, личинками фитофильных хирономид	19	12,3—15,7	—	6
<b>VI этап (<math>E</math>)</b> —жаберные крышки полностью окостенели. Появились первые две петли кишечника. Костные лучи развиты во всех плавниках. Редуцированы остатки плавниковой складки позади спинного и анального плавников. Брюшные плавники выступают за края преанальной складки. Спектр питания тот же, что и на V этапе	19,5	15,7—18,8	—	13
<b>VII этап (<math>F</math>)</b> —переходный к мальковому периоду развития. Рот перемещается в нижнее положение. Обонятельное отверстие полностью разделено перегородкой на два. Мягкие лучи в непарных плавниках становятся ветвистыми. Остатки плавниковой складки полностью редуцируются. Заканчивается формирование позвонков и ребер. Вентральные концы миотомов смыкаются по средней линии. Жаберные крышки и бока приобретают серебристую окраску. В конце этапа на теле появляется чешуя. Питаются зоопланктоном и зообентосом	15—20,5	16—19	—	6

оказывает и газовый режим. При отсутствии кислорода в воде зародыш погибает от удушья. Пониженное содержание кислорода в воде замедляет развитие зародыша. Если же недостаточность кислорода проявляется при повышенной температуре (по сравнению с оптимумом), то развитие зародыша идет ненормально, что приводит к уродству, а в дальнейшем— к гибели. Подобное явление наблюдается и при высоких концентрациях  $\text{CO}_2$ , которые могут быть при инкубации большого количества икры в небольшом объеме непроточной воды. В этом случае  $\text{CO}_2$  сдвигает активную реакцию среды в кислую сторону и нарушает газовый обмен в клетках зародыша.



Таблица 3. Этапы развития сазана (по В. В. Васнецову, Е. Ф. Еремеевой и др.)

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность, сутки
<i>Конец эмбрионального периода</i>			
<b>Этап А</b> — вылупившиеся из оболочек предличинки висят приклеившись к растениям, питаются желтком желточного мешка, который имеет грушевидную форму. Тело окаймлено недифференцированной плавниковой складкой. Рот открытый неподвижный, направленный слегка вниз. Кишечник — прямая спавшаяся трубочка. Основание грудного плавника несколько наклонное, передний край плавника выше. На голове есть органы приклеивания	18	5,6	4
<i>Личиночный период</i>			
<b>Этап В</b> — предличинка становится личинкой, которая плавает в толще воды и переходит на смешанное питание (используя остатки желтка и потребляя молодь ветвистоусых и веслоногих рачков и коловраток). В плавниковой складке выделилась хвостовая лопасть. Плавательный пузырь наполнен воздухом. Рот конечный, не полностью закрывающийся. Жаберная крышка перепончатая, не закрывает трех задних жаберных дуг. Основание грудного плавника вертикальное	18	5,6—6,5	3—4
<b>Этап С<sub>1</sub></b> — личинка переходит на активное питание, потребляя молодь ветвистоусых и веслоногих рачков. Желтка нет. Хорда прямая. Рот подвижный, закрывающийся. В плавниковой складке выделяются спинная и анальная лопасти. В хвостовой лопасти сгущение мезенхимы. Перепончатая жаберная крышка не совсем закрывает жаберные дуги	18	6,5—7	3
<b>Этап С<sub>2</sub></b> — хвост гетероцеркальный. Задний конец хорды слегка загнут вверх, под ним располагаются гипуралии и начинающие окостеневать лучи хвостового плавника. В спинной и анальной лопастях плавниковой складки сгущение мезенхимы. Появляются роговые зубы на челюстях. Жаберная крышка полностью закрывает жабры. Дыхание жаберное. Спектр питания тот же, что и на этапе С <sub>1</sub>	19—23	7—9	4
<b>Этап D<sub>1</sub></b> — наполняется воздухом передняя камера плавательного пузыря. Задний конец хорды резко поворачивает вверх. В хвостовом плавнике костные лучи. В спинном и анальном плавниках мезенхимные лучи. Рот слабодвижной. Питается ветвистоусыми и веслоногими рачками и обрастаниями с растений	23—26	9—10	3

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность, сутки
<b>Этап <math>D_2</math></b> — хвост гомоцеркальный. Хвостовой плавник выемчатый. В спинном и анальном плавниках развиваются костные лучи. Брюшные плавники— без лучей и не выходят за край преанальной плавниковой складки. В грудных плавниках лучей нет. Рот выдвижной. Роговые зубы достигают наибольших размеров. В кишечнике намечается первая петля. Спектр питания тот же, что и на этапе $D_1$	23—25	10—13,5	4
<b>Этап <math>E</math></b> — лучи развиты во всех плавниках. Брюшные плавники заходят за край преанальной складки. Обонятельная ямка приобретает форму восьмерки. В кишечнике образовались две петли. Рот способен ошупывать дно верхней губой, начинается слияние оснований роговых зубов. Питается преимущественно обрастаниями, кроме того, планктонными и донными организмами	26	13,5—15	4
<b>Этап <math>F</math></b> — начинает развиваться чешуя. Преанальная плавниковая складка полностью исчезает. Лучи в хвостовом плавнике разветвляются. Появляются зачатки первой пары усиков по углам рта. Обонятельное отверстие двойное, хотя разделяющая его перегородка еще не срослась. Появилась способность рыть дно верхней челюстью. Питается преимущественно донными организмами, кроме того, зоопланктоном	21—26	15—18	5—6
<b>Этап <math>G</math></b> — все тело покрыто чешуей. В органе обоняния две ноздри. В кишечнике шесть петель. Появляется зачаточная вторая пара усиков. Личинка становится мальком, который ведет донный образ жизни. Питается донными организмами и планктоном	25	19	—

Таблица 4. Этапы развития кеты (по Н. Н. Дислеру)

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа, сутки
<i>Эмбриональный период</i>			
<b>1 этап</b> — образование плазматического бугорка (зародышевого диска). Продолжается от оплодотворения до начала дробления. В начале этапа происходит образование перивителлинового пространства. Этот процесс заканчивается в течение первых двух часов после оплодотворения. Возрастает прочность оболочки. Нижняя поверхность желточного мешка прилипает к оболочке	3,4	0,9—1,2	1

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа, сутки
<p><b>II этап</b> — дробление зародышевого диска. Возраст от 23—25 ч до 8 сут. Продолжается от начала дробления до формирования «бластомерной бластулы». По мере дробления происходит постепенное уменьшение бластомеров и относительное увеличение их поверхностей. Толчки, удары вызывают повреждение поверхности желточного мешка и истечение его содержимого в перивителлиновое пространство</p>	3,3	0,9—1,4	7
<p><b>III этап</b> — образование бластулы. Возраст от 8 до 18—19 сут. Продолжается от образования «бластомерной бластулы» до начала гастрюляции. Происходит образование выпуклого, наружного клеточного слоя, представляющего купол зародышевого диска. Полость бластулы заполнена рыхло расположенными клетками</p>	3,3	1,4—2,6	10—11
<p><b>IV этап</b> — образование зародышевых пластов. Возраст от 18—19 до 24—25 сут. Продолжается от начала гастрюляции до образования первых мезодермальных сегментов. Начинается обрастание яйца бластодермой. Поверхность бластодиска становится плоской. Его края утолщаются, особенно в месте формирования «краевого узелка» — верхней губы бластопора. По мере обрастания «краевой узелок» увеличивается, превращаясь в «краевой язычок» — зародышевую пластинку. Образуются зародышевые пласты, хорда. В конце этапа начинают формироваться отделы мозга</p>	3,0	2,6—4,2	6
<p><b>V этап</b> — формирование головы и туловища зародыша. Возраст от 24—25 до 35—36 сут. Продолжается от появления первых сегментов до формирования 46—47 сегментов. В начале этапа дифференцируются отделы мозга, появляются зачатки глаз, немного позже — зачатки слуховых пузырьков. В течение этапа формируется хвостовая почка. Вся сегментированная часть тела зародыша соединена с поверхностью желточного мешка. В связи с этим прекращается прилипание поверхности желточного мешка к оболочке</p>	3,2	2,6—4,8	11
<p><b>VI этап</b> — обособление задней части тела зародыша от поверхности желточного мешка. Возраст от 35—36 до 45 сут. Продолжается от формирования 46—47 до 65 сегментов. Сердечная трубка изогнута. Становятся заметными слабые пульсации сердца. Намечается дифференцировка жаберных крышек. Впереди глаз появляются зачатки обонятельных плакод. На 42-е сутки на стадии 58 сегментов задняя часть</p>	3,0	4,8—7	9—10

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа, сутки
<p>тела зародыша отделяется от поверхности желточного мешка. Формируется заднепроходное отверстие. Зародыш производит судорожные движения. К концу этапа задняя часть туловища зародыша до 29 сегмента отделяется от поверхности желточного мешка. На 44—45-е сутки заканчивается процесс обрастания желточного мешка бластодермой</p>	3,5	6,5—7,8	5
<p><b>VII этап</b> — этап безгемоглобинового кровообращения в сосудах подкишечно-желточной системы. Возраст от 45 до 50 сут. Продолжается от формирования 65 до 71 сегмента. Передняя часть головы начинает отделяться от поверхности желточного мешка. Возникают зачатки грудных плавников. Становится заметным слабый ток крови в сосудах. Кровь содержит мало форменных элементов, бесцветна. На поверхности желточного мешка появляются кровяные островки</p>	3,3	7,3—11	14
<p><b>VIII этап</b> — этап гемоглобинового кровообращения в сосудах подкишечно-желточной системы и возникновения кардинальных вен. Возраст от 50 до 64 сут. В крови появляется много форменных элементов и гемоглобин. Дифференцируются первичные почки. Возникает зачаток печени, начинают функционировать сосуды печеночно-желточной системы. Появляется пигмент в глазах. Число сегментов достигает наибольшего числа — 73 (42 туловищных и 31 хвостовых сегмента). Голова отделяется от поверхности желточного мешка</p>	3,3	11—14	19
<p><b>IX этап</b> — этап печеночно-желточной системы кровообращения. Возраст от 64 до 83 сут. Сосудистая сеть желточного мешка получает кровь через печеночно-желточную вену. К концу этапа сеть сосудов покрывает всю поверхность желточного мешка. Формируются сегментные сосуды и сеть сосудов на голове. Устанавливается жаберное кровообращение. Жаберная крышка прикрывает первую жаберную дужку. В слуховых пузырьках появляются отолиты и начинается дифференцировка полукружных каналов. Глаза становятся пигментированными. Задние хвостовые сегменты распадаются, их число начинает сокращаться. Число туловищных сегментов остается прежним — 40—41; а число хвостовых сегментов уменьшается до 26—28</p>			

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа, сутки
<p><b>X этап</b> — этап дифференцировки верхних конусов сегментальной мускулатуры. Возраст от 83 до 95—100 сут. Появляются зачатки брюшных и непарных (спинного и анального) плавников. Зародыши начинают двигать грудными плавниками. Возникают меланофоры на туловище и голове. В конце этапа на жаберных дужках начинают дифференцироваться жаберные лепестки. Ротовая воронка углубляется. Формируются верхние и нижние конусы мнотомов. Число хвостовых сегментов уменьшается до 22—23. В желточном мешке мелкие жировые капли начинают сливаться, образуя крупные. Зародыши энергично двигаются в оболочках</p>	3,3	14—17	12—17
<p><b>XI этап</b> — этап формирования ротового отверстия. В течение этого этапа зародыши выходят из оболочек. Возраст от 95—100 до 128—130 сут. Ротовая воронка прорывается. Формируется ротовое отверстие. Появляются зачатки верхних и нижних челюстей. Рот становится слабо подвижным. Возникает дыхательная функция рта. Жаберная крышка почти полностью прикрывает жаберные дужки. На верхней поверхности головы и туловища появляется оранжевый пигмент. Железы вылупления покрывают нижнюю и боковые поверхности головы и переднюю поверхность желточного мешка. Оболочка под действием секрета желез вылупления размягчается, ее прочность уменьшается, что облегчает выход зародыша из оболочки. Зародыши выходят из оболочек на 122—128-е сутки. В конце этапа рот становится органом дыхания, подающим воду к жаберным дужкам. На месте будущих спинного, анального и хвостового плавников в плавниковой складке начинают дифференцироваться скелетогенная ткань и мышцы. Начинается образование перемычки, разделяющей отверстие обонятельной ямки на переднее и заднее. В слуховых пузырьках сформированы полукруглые каналы. Органы боковой линии имеют вид бугорков. Глаза пигментированы, неподвижны. Зародыши не реагируют на свет. На ток воды реагируют слабо. Они лежат на боку и непрерывно двигают грудными плавниками</p>	3,3	16—26	30—33
<p><b>XII этап</b> — этап формирования непарных и брюшных плавников. Возраст от 128—130 (5—7 сут после выхода из оболочки) до 177—</p>	3,4	24—32	50

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа, сутки
-----------------------	----------------------	-----------	---------------------------

180 (50—55 сут после выхода из оболочки) суток. В начале этапа дифференцируется вторичная почка. В течение этапа происходит выделение непарных плавников из общей плавниковой складки. Плавниковая складка начинает резорбироваться. Дифференцируется скелет и мускулатура непарных плавников. В конце этапа формируются скелет и мускулатура брюшных плавников. Желточный мешок становится удлинненным. В конце этапа его объем сокращается наполовину по сравнению с его объемом в начале этапа. Уменьшается дыхательная поверхность желточного мешка. Возрастает значение жаберного аппарата как органа дыхания. Развивается жаберная крышка, усиливается ее присасывающая функция. Из нижнего, в начале этапа, рот становится конечным в конце его. На челюстях прорезываются зубы. На свет зародыши реагируют отрицательно. Они сбиваются в кучи, наслаиваются друг на друга, имеют положительную реакцию на ток воды

#### Личиночный период

<p>Этап смешанного питания — за счет запасов желточного мешка и заглатываемой извне пищи. Возраст от 177—180 до 207—210 (от 50—55 до 80—85 сут после выхода из оболочки) суток. Личинки наполняют воздухом плавательный пузырь, утрачивают светобоязнь и положительную реакцию на прикосновение. Они начинают плавать в толще воды. Появляется пятнистая окраска. Глаза подвижные. На челюстях прорезались зубы. Объем желточного мешка в начале этапа равен 1/3 его объема при вылуплении зародыша. Происходит не только усвоение жира, содержащегося в желточном мешке, но и его перемещение в полость тела личинки, где он откладывается в виде резерва. По мере развития личинки происходит обрастание боковых стенок желточного мешка сегментированной мускулатурой. В конце личиночного периода развития желточный мешок исчезает. Функцию дыхания полностью начинает выполнять жаберный аппарат. Возникают членистые лепидотрихии, которые появляются сначала в хвостовом, а затем и в других плавниках. Редуцируются остатки преанальной плавниковой складки. Личинки становятся мальками</p>	5,0	30—40	30
---	-----	-------	----

Характеристика этапов	Температура воды, °С	Длина, мм	Длительность этапа, сутки
-----------------------	----------------------	-----------	---------------------------

*Мальковый период*

У мальков завершается процесс дифференцировки лучей в плавниках и формирования каналов боковой линии на голове, туловище и хвосте. С развитием чешуи в покровах тела откладывается гуанин, который придает рыбе серебристость. Пятнистая окраска становится трудно различимой. При температуре 6,5 °С мальки достигают через месяц 5—5,5 см длины. К этому времени у них наступает этап ската. Молодь длиной более 6—7 см обычно не задерживается на продолжительное время в озере или реке, а скатывается в море

Отношение зародышей к температуре, газовому режиму, солености, свету, механическим воздействиям на отдельных стадиях этапов развития различно. Одни стадии более чувствительны к резким изменениям абиотических условий среды, что приводит к увеличению количества уродливых зародышей и их гибели, другие — менее чувствительны. Повышенная чувствительность к резким изменениям среды проявляется на стадиях первых этапов (оплодотворение — гастрюляция) и на этапе перед выклевом.

Следовательно, инкубацию икры можно проводить только в таких условиях, при которых факторы внешней среды обеспечивают нормальное течение эмбриогенеза. При этом зародыш хорошо растет и развивается, используя питательные вещества желтка.

Вylупившийся зародыш, или так называемая предличинка, первое время ведет пассивный образ жизни. Она питается за счет питательных веществ, содержащихся в желточном мешке, представляющем собой временный орган. Желточный мешок является также провизорным органом дыхания предличинки. По мере роста предличинки желточный мешок постепенно уменьшается. Незадолго до окончательной его резорбции заканчивается эмбриональный и начинается личиночный период развития. Предличинка становится личинкой, которая переходит на смешанное питание. На этом этапе развития личинка использует питательные вещества, содержащиеся в желточном мешке, и потребляет корм из внешней среды.

Желточный мешок у личинки вскоре полностью резорбируется, и она окончательно переходит на внешнее питание. Личинка растет, развивается и через некоторое время превращается в малька, который по внешнему виду ничем не отличается от взрослой рыбы.

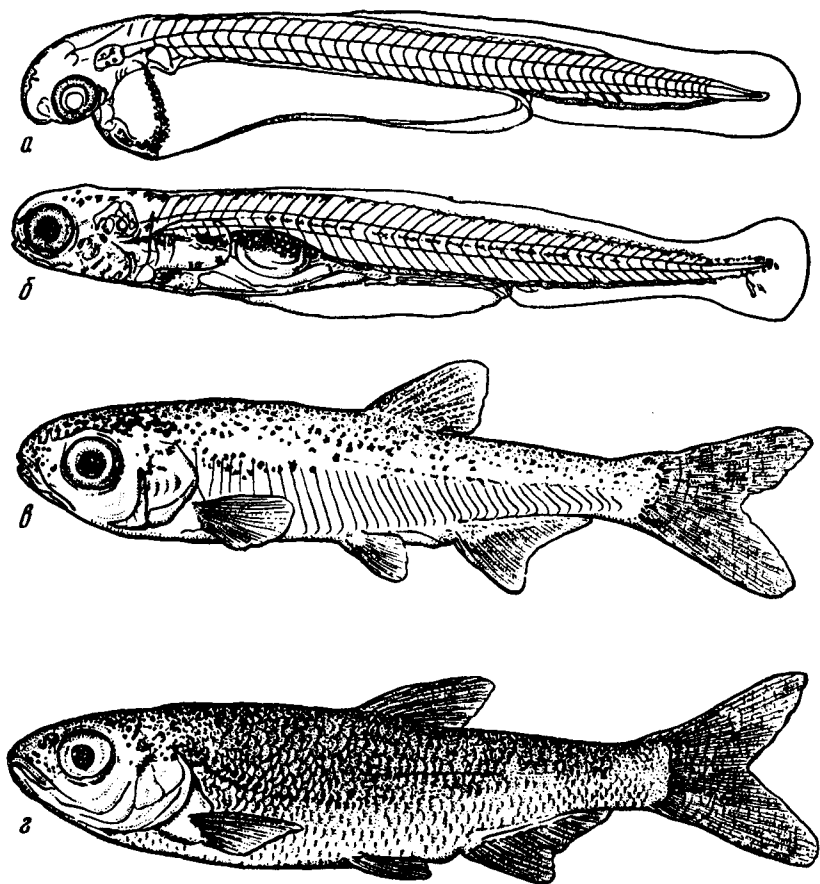


Рис. 12. Развитие рыбка:

*a* — зародыш (длина 6,4 мм, возраст 4 сут после выхода из оболочки); *б* — личинка на первом этапе личиночного периода развития (длина 9 мм, возраст 14 сут после выхода из оболочки); *в* — личинка на завершающем этапе личиночного периода развития (длина 19 мм, возраст 40 сут после выхода из оболочки); *г* — малек (длина 33 мм)

Длительность личиночного периода развития, как и эмбрионального, у разных видов рыб неодинакова — от нескольких суток до месяца. У каждого вида рыб она увеличивается или уменьшается в зависимости от температуры воды и других факторов абиотических и биотических условий среды.

Зная этапы развития рыб, можно изучить пути и функциональные механизмы преобразования популяций проходных, полупроходных и пресноводных рыб в современных условиях комплексного использования водных ресурсов на основе выявления максимальных возможностей приспособляемости этих рыб к происходящим изменениям в среде их обитания. В настоящее время



Рис. 13. Схематическое изображение развития формы тела и плавников сазана:

*a* — этап развития *A* (длина 5 мм); *b* — этап *B* (6 мм); *в* — этап *C*<sub>1</sub> (6,8 мм); *г* — этап *C*<sub>2</sub> (8 мм); *д* — этап *D*<sub>1</sub> (9,5 мм); *e* — этап *D*<sub>2</sub> (12 мм); *ж* — этап *E* (14 мм); *з* — этап *F* (18 мм); *и* — этап *G* (23 мм)

Рис. 14. Развитие кеты:

*a* — зародыш (длина 26 мм, возраст 23 сут после выхода из оболочки); *b* — личинка на начальном этапе личиночного периода развития (длина 31 мм, возраст 57 сут после выхода из оболочки); *в* — личинка на завершающем этапе личиночного периода развития (длина 34 мм, возраст 70 сут после выхода из оболочки); *г* — малек (длина 41 мм)

у всех ценных наших проходных и полупроходных рыб, являющихся объектами искусственного разведения, хорошо изучены этапы развития. В качестве примера рассмотрим этапы развития рыбака (сырти), сазана и кеты (табл. 2—4) (рис. 12—14).

## Глава 2

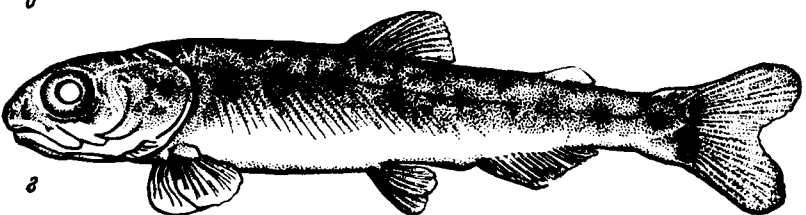
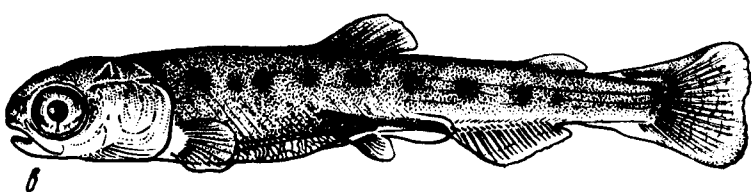
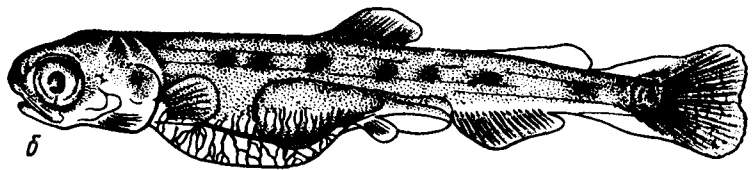
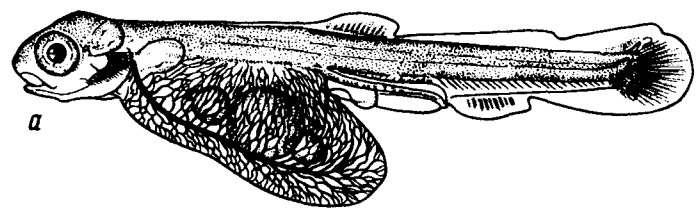
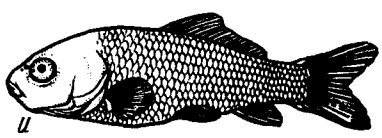
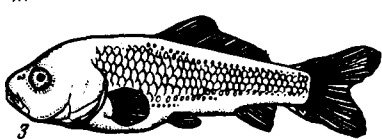
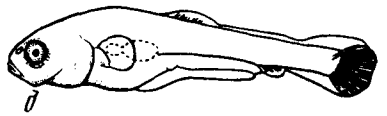
### ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА РЫБ

#### § 4. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

Рыбы, как и все другие организмы, обитающие в водоемах, находятся в тесном взаимодействии с абиотическими факторами среды — совокупностью условий неживой природы, и биотическими факторами среды, включающими в себя разнообразные отношения между организмами. Грунт и вода с ее химическим составом и физическими показателями являются абиотическими факторами среды, действующими в водоемах. Биотические взаимоотношения подразделяются на межвидовые и внутривидовые. Межвидовые взаимоотношения — это связи с кормовыми организмами, хищниками, паразитами и так далее. Внутривидовые взаимоотношения — это взаимоотношения между родителями и их потомством, особями, принадлежащими к одному и тому же виду, но отличающимися по полу, возрасту и др.

Внешняя среда влияет на все жизненные процессы, происходящие в организме рыбы: дыхание, питание, кроветворение и кровообращение, нервную деятельность, размножение, рост и развитие. Рыба на разных стадиях своего развития и в различные периоды жизни неодинаково реагирует на условия внешней среды.

Богатство и многообразие ихтиофауны водоема зависит от многих факторов среды, действующих на организм рыбы, в частности от площади и глубины водоема, характера его грунта, от населяющих его бактерий, растений и животных, от гидрологического и гидрохимического режима и так далее. Чтобы правильно оценить ту огромную роль, которую играют факторы внешней среды в жизни рыб, достаточно рассмотреть лишь наиболее важные из них, с которыми чаще всего приходится сталкиваться специалисту, работающему в области рыбоводства: температуру



воды, освещенность, уровень и течение воды, гидрохимический режим, кормовую базу. Изучение этих факторов позволяет рыбоводу не только контролировать внешнюю среду, но и изменять ее в желательном направлении.

**Температура воды.** Температура воды является одним из факторов, оказывающих большое воздействие на отправление жизненных функций рыбы, определяющих ее рост и развитие. Этот фактор действует на рыбу как непосредственно — изменяя интенсивность ферментативных процессов, происходящих в организме, активность потребления пищи, характер обмена веществ, ход развития половых желез и прочее, так и косвенно, оказывая свое влияние на улучшение или ухудшение развития естественной кормовой базы.

Температура является также внешним стимулом, определяющим для физиологически подготовленного организма рыб начало миграций, нереста и зимовки.

Колебания температуры воды значительны. Так, температура в пресных водах может изменяться в течение года от 0 до 30 °С и выше, а в морях — от минус 2 до плюс 20—30 °С. Различные виды рыб живут при различных колебаниях температуры воды. Так, эвритермные рыбы (щука, окунь, карась, лещ, сазан, линь, осетр, белуга, севрюга, стерлядь и др.) живут в водоемах, в которых температура воды изменяется в течение года в широких пределах (в несколько десятков градусов), а stenotермные рыбы (обитатели тропических и полярных широт) переносят лишь температурные колебания в 5—7°.

Температурные условия, при которых все жизненные процессы протекают в организме нормально, принято называть оптимальными. Исходя из оптимальных температурных условий, все виды рыб условно подразделяют на теплолюбивых и холодолюбивых.

Многие теплолюбивые рыбы (осетр, севрюга, белуга, шип, стерлядь, сазан, лещ, судак, тарань, вобла и др.) могут жить в водоемах, в которых температура воды изменяется в течение года от 0 до 30 °С и даже несколько выше. Эти рыбы нерестятся в весенне-летний период при температуре воды 8—20 °С, а некоторые из них — при 17—25 °С. Икра этих рыб развивается обычно при тех же температурах, при которых происходит нерест. Питание и рост теплолюбивых рыб происходят наиболее интенсивно при 18—25 °С.

Холодолюбивые рыбы (лососи, кумжа, белорыбца, сиви и др.) нерестятся в основном осенью при температуре воды не выше 10—14 °С. Икра этих рыб развивается при температуре воды от 0 до 14 °С. Холодолюбивые рыбы наиболее интенсивно питаются и растут при температуре воды 8—15 °С. При дальнейшем повышении температуры воды у этих рыб резко снижается двигательная активность, интенсивность питания и замедляется рост. Взрослые особи лососей легко переносят колебания от отрицательных температур воды до 18—20 °С. Однако отрицательная

температура и соленость воды неблагоприятно влияют на молодь лососей. Так, скатывающаяся из рек молодь кеты, нерки и горбуши не переносит отрицательную температуру морской воды (температура минус  $0,1^{\circ}\text{C}$  является нижней летальной температурой для этой молоди).

При постепенном повышении или понижении температуры (по отношению к оптимальным температурным условиям) нормальные течения жизненных процессов в организме рыбы нарушаются. Например, сазан, относящийся к теплолюбивым видам, при температуре воды ниже  $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$  обычно не размножается и неохотно потребляет корм. При температуре  $10^{\circ}\text{C}$  активность питания сазана снижается еще больше, так как при такой температуре пища плохо переваривается, в организм поступает мало питательных веществ и рыба медленно растет. При температуре воды ниже  $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$  сазан, как правило, прекращает питаться и расти, а его дыхание и кровообращение замедляются. Он опускается в нижние слои воды и становится почти неподвижным. В зимний период жизнедеятельность организма сазана поддерживается за счет резервного жира, накопленного им в течение лета. Весной, когда температура воды повышается, жизненные процессы в организме сазана постепенно активизируются. Температура воды  $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$  является оптимальной температурой для жизни сазана. Повышенные температуры воды в пределах оптимальной температуры для сазана способствуют увеличению скорости переваривания пищи, интенсивности потребления корма и более высокому темпу роста. Эта закономерность свойственна всем рыбам. Повышение температуры воды выше  $27\text{--}30^{\circ}\text{C}$  также нарушает жизнедеятельность сазана. Его движения становятся вялыми, дыхание учащается, снижается активность поиска и потребления пищи, а это неизбежно сказывается на замедлении роста.

Резкое изменение температуры воды, если даже она и не выходит за границы оптимальных температурных условий, вызывает у рыб нервный шок, который приводит обычно к гибели.

Изменения температуры воды оказывают влияние на некоторые миграции рыб. Так, яровые формы осетровых рыб, у которых половые продукты близки к окончательному созреванию, совершают нерестовую миграцию из моря в реки со второй половины февраля по май—июнь. Эта миграция проходит в реках в основном при температуре воды  $0\text{--}15^{\circ}\text{C}$ . Исключение составляет позднеровой осетр, основной ход которого в реках идет при температуре воды  $16\text{--}22^{\circ}\text{C}$ . Летом, когда температура воды в реках повышается до  $18\text{--}24^{\circ}\text{C}$ , наблюдается массовый ход озимых форм осетровых рыб, половые продукты которых созревают лишь следующей весной. Осенью, когда температура воды в реках снижается до  $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$ , ход озимых форм осетровых рыб прекращается.

Близкие к зрелости производители яровых форм лососей мигрируют из моря в реки в середине—конце мая, летом и осенью. Их миграции проходят в тот период, когда температура

воды в реках выше, чем в море. Однако некоторые популяции яровых форм лососей совершают свой нерестовый ход, когда температура воды в море выше, чем в реках. Осимые формы лососей с незрелыми половыми продуктами идут из моря в реки с конца лета до наступления зимы при снижении в них температуры воды. Молодь атлантического лосося, организм которой подготовлен к жизни в соленой воде, мигрирует в море при температуре воды в реках от 6 до 14 °С, а в большинстве случаев при температуре воды около 9—10 °С.

Однако, отмечая влияние температуры воды на миграции рыб, необходимо указать, что она при этом не является единственным и определяющим фактором, а воздействует в совокупности с другими условиями среды (уровень и скорость течения воды в реках, прозрачность воды, продолжительность светового дня и др.).

В зависимости от температуры воды изменяется количество растворенного в воде кислорода, который необходим для дыхания рыб. Так, при понижении температуры содержание кислорода в воде повышается, а при повышении снижается. Обмен веществ и потребление кислорода увеличиваются у рыб с повышением температуры воды и, наоборот, уменьшаются с ее понижением (табл. 5). Однако это происходит только в определенных температурных пределах для теплолюбивых и холодолюбивых рыб.

Температура воды оказывает также большое влияние на развитие в водоеме кормовых организмов, являющихся пищей для рыб. Отклонение температуры воды от оптимальной для организмов зоопланктона и бентоса вызывает снижение их численности и биомассы.

Исходя из изложенного выше, можно сказать, что температура воды имеет огромное значение в жизни рыб. Поэтому рыбовод должен постоянно контролировать температуру воды на рыбоводных предприятиях, а при необходимости, обусловленной биологической целесообразностью, изменять ее до желаемой величины.

Таблица 5. Потребление кислорода половозрелыми осетровыми рыбами за 1 ч при разных температурах, мг/кг массы (по Б. Н. Казанскому и А. Н. Молодцову)

Температура воды, °С	Севрюга	Осетр	Стерлядь
2—3	10—15	10—15	10—15
5	30	28	26,3
10	60	54	68,3
15	100	91	116
20	157	144	182
22	187	170	215
25	207	218	288

**Освещенность, уровень и течение воды.** Эти абиотические факторы, как и температура, имеют большое значение в жизни рыб.

Известно, что в результате таяния снегов и дождей повышается уровень воды в реке, увеличивается скорость течения, мутность и, следовательно, снижается степень прозрачности воды, которая существенно влияет на ее освещенность.

Прозрачность воды зависит от содержания в толще воды неорганических и органических взвешенных частиц, а также мельчайших растительных и животных организмов. Чем больше в воде содержится взвешенных частиц и микроорганизмов, тем меньше ее прозрачность и, наоборот. Поздней осенью и зимой вода бывает более прозрачна, чем весной и летом, так как весенний паводок и летние ливневые дожди приносят в водоем большое количество неорганических и органических веществ, в это же время года в воде бурно развиваются одноклеточные водоросли и беспозвоночные животные.

Большое количество взвешенных частиц глины и песка в воде вызывает отмирание фито- и зоопланктона, затрудняет дыхание рыб и ухудшает их питание. Мутность воды, образованная взвесью частиц из отмерших растительных и животных организмов, ухудшает гидрохимический режим водоема.

От освещенности у большинства рыб зависит строение органа зрения, которое играет значительную роль при их ориентировке во время движения и суточном ритме активности. Этот фактор среды обуславливает возможности охоты хищника за жертвой и защиты жертвы от хищника.

Освещенность влияет на развитие рыб. Так, у многих видов рыб в эмбриональный период нарушается обмен веществ, если развитие происходит в несвойственных для них условиях освещенности. Примером этому может быть развитие зародышей и предличинок лососей на свету.

Освещенность оказывает также большое влияние на нерестовые миграции проходных и полупроходных рыб из моря в реку, их нерест и миграцию их молоди из реки в море. Однако на эти процессы влияет не только свет, но и уровень воды в реке, скорость течения и температура. Поэтому влияние этих факторов среды на рыб необходимо рассматривать не отдельно, а при их совместном воздействии.

Полупроходные рыбы (сазан, лещ, судак, тарань) начинают свои анадромные миграции весной, когда увеличивается продолжительность светового дня и повышается не только температура воды в реке, но и ее уровень. В это время паводковые воды заливают полон (займище), где расположены нерестилища полупроходных рыб. Нерест этих рыб обычно проходит рано утром или вечером на участках со стоячей или слабопроточной водой и растительным субстратом. Если уровень воды на полоях снижается, то производители рыб и их молодь инстинктивно покидают нерестово-выростные участки и уходят в русло реки.

Для большинства видов наших проходных рыб (осетровые,

лососевые) течение воды в реке является стимулирующим фактором для созревания половых продуктов и при нересте. Вместе с тем уровень воды в реке также имеет большое значение для этих рыб. Поступление в море паводковых вод, повышающих уровень воды в реке и скорость ее течения, является наряду с температурой внешним раздражителем нерестовой миграции яровых форм осетровых рыб. Весенний максимум нерестового хода этих рыб приурочен к резкому подъему уровня воды в реках и большой ее мутности. В это время производители осетровых заходят в реки и продвигаются к нерестилищам, где они размножаются при наступлении нерестовых температур. Однако их нерест происходит только в том случае, если на нерестилищах имеются галечный грунт и определенные скорости течения. При отсутствии этих условий половые клетки производителей резорбируются.

Озимый осетр заходит из моря в реки под воздействием других внешних раздражителей нерестовой миграции. В р. Волгу он мигрирует в массовом количестве летом, то есть в условиях спада уровня воды в реке и в межень. Это совпадает с максимальной прозрачностью воды и максимальной продолжительностью светового дня. Завершает нерестовую миграцию озимый осетр осеннего хода, который появляется в р. Волге при сокращении светлого времени суток. Поздней осенью озимый осетр летнего и осеннего хода отыскивает в реке ямы и залегает в них. Однако в следующем году с появлением весенних паводковых вод этот осетр поднимается, выходит из ям и мигрирует по реке в поиске нерестилищ.

Продолжительность светового дня является сигнальным раздражителем, обуславливающим нерестовую миграцию лососей с морских пастбищ в реки, где они размножаются. Суточная интенсивность хода лососей в реку зависит от освещенности. Так, наибольшая интенсивность хода нерки в реку наблюдается ночью, то есть при наименьшей освещенности. Горбуша, кижуч и чавыча заходят в реку и мигрируют по ее руслу вверх к нерестилищам преимущественно днем.

Уровень воды, скорость течения и освещенность влияют на миграцию личинок и молоди рыб из рек в море. Так, предличинки осетровых рыб в первые дни после вылупления из оболочек делают в реке периодические подъемы в толщу воды и опускание вниз («свечки»). Это приводит к сносу предличинок течением, ибо они еще не могут изменять направление движения. Таким образом, предличинки совершают пассивные миграции к морю. Личинки на более поздних этапах развития и молодь, не найдя достаточно хороших условий питания, уже активно мигрируют в море. При этом они обычно держатся против течения и мигрируют с несколько меньшей скоростью, чем скорость потока воды в реке. Личинки и молодь осетровых мигрируют по реке к морю как в светлое, так и в темное время суток.

Личинки и молодь сазана, леща и других полупроходных рыб обычно покидают нерестово-выростные участки при снижении

уровня воды и мигрируют вниз по реке. Их миграция к морю происходит в основном ночью.

Рассматриваемые факторы среды неодинаково воздействуют на миграцию потомства лососей в море. Например, на малых реках Сахалина горбуша мигрирует в море ночью на стадии личинки с еще нерассосавшимся желточным мешком и отрицательной реакцией на свет. Ночной скат личинок является защитной реакцией от хищников. Днем личинки прячутся под камнями. На реках большой протяженности эта рыба мигрирует в море уже подростом, которая положительно реагирует на свет. Она собирается стайками и мигрирует не только ночью, но и днем. Подобное явление наблюдается и у кеты. Однако эта рыба в отличие от горбуши чаще идет в море уже на стадии молодки. Личинки кеты обычно задерживаются на 1—2 мес в реке, где они активно питаются, растут и превращаются в мальков. В этот период у молодки вырабатывается условный рефлекс защиты от хищников, и она может мигрировать в светлое время.

Большое влияние оказывает освещенность на миграцию молодки семги в условиях полярного дня в бассейне Баренцева и Белого морей. Наиболее интенсивно миграция проходит при повышении температуры воды в солнечные дни, когда на водной поверхности реки и на ее грунте появляются так называемые солнечные блики. Это является как бы маскирующим условием, позволяющим молодки более безопасно миновать при миграции многочисленных хищников, чем в пасмурную погоду. Хищники менее активно охотятся за своей жертвой при появлении солнечных бликов на воде, которые, по-видимому, снижают видимость.

Совершенно другие условия требуются для миграции молодки балтийского лосося. Так, высокий уровень воды в реке, большая ее мутность при уже наступившем весеннем повышении температуры воды создают оптимальные условия для захода молодки в море. Эта молодка мигрирует небольшими стайками в темное время суток — ночью, а во время интенсивного ее хода — и днем. При низком уровне воды в реке, большой ее прозрачности и высокой температуре миграция молодки в море прекращается.

**Гидрохимический режим.** Гидрохимический режим водоема оказывает на рыб такое же сильное воздействие, как все перечисленные выше факторы среды. Он зависит от химических свойств воды, ее способности растворять жидкие, твердые и газообразные вещества. Совокупность указанных веществ, их характер и количество во многом определяют условия жизни рыб в водоемах.

**Солевой состав воды.** Минеральные соли растворены в воде, и солевой состав в различных водоемах неодинаков. Морская вода резко отличается от пресной по своему солевому составу. В морской воде преимущественно растворены хлористые соли, а в пресной преобладают углекислые и сернокислые соли, обуславливающие соответственно «жесткость» и «мягкость» воды.



В морской воде содержится значительно больше солей, чем в пресной. Так, например, в 1 л нормальной морской воды содержится 34—35 г солей, т. е. ее соленость равна 34—35‰. В Балтийском море и во внутренних морях нашей страны соленость меньше и составляет от 7 до 18‰. В приустьевых пространствах (прибрежные зоны моря, соприкасающиеся с устьями рек) этих морей соленость воды иногда снижается до 2‰ и ниже, что обусловлено поступлением пресной воды из рек. Соленость пресной воды в различных водоемах колеблется от 0,05 до 0,5‰. Эти колебания зависят от содержания минеральных солей в почвах, на которых расположены водоемы, и в почвах, с которых происходит водосбор. Солевой состав воды изменяется в зависимости от времени года.

Значение солевого состава в жизни рыб огромно. От состава и количества растворенных в воде минеральных солей зависит развитие одноклеточных водорослей — пищи для беспозвоночных животных, а последние служат пищей для рыб. Некоторые виды рыб (белый толстолобик, молодь сельди) питаются одноклеточными водорослями.

Солевой состав воды оказывает на жизнь рыб и прямое влияние. Так, например, фосфор и кальций, имеющие важное значение при формировании костной ткани и синтезе белков, рыбы могут получать не только из пищи, но и непосредственно из воды. Магний, калий, натрий, серу, железо, медь, йод, фтор, молибден и другие химические элементы, необходимые для нормального роста и развития, они могут также получать из воды. Однако рыбовод должен помнить, что повышенное содержание в воде той или иной соли может оказать на рыбу вредное воздействие, а в некоторых случаях даже вызывать ее гибель. Например, определенное количество растворимых в воде закисных соединений железа совершенно необходимо для развития растений и животных, ибо железо входит в состав хлорофилла растений, крови и тканей животных. Но если в воде содержится избыточное количество закисного железа, то оно при переходе в окисную (нерастворимую) форму отнимает у воды кислород и выпадает в виде бурого осадка, который у взрослых рыб вызывает заболевание глаз, а у молоди — поражение жабр, приводящее рыбу к гибели. Подобное явление можно наблюдать и при высокой концентрации соединений азота. Так, значительное содержание в воде нитратов или нитритов смертельно для рыб.

Растворенные в воде минеральные соли поддерживают у рыб постоянное осмотическое давление, обеспечивающее работу всех внутренних органов: всасывание в кровь через стенки кишечника питательных веществ, а также выделение продуктов обмена. Рыбы в течение своего эволюционного развития приспособились жить в воде с более или менее постоянным солевым составом, который определяет и постоянство осмотического давления в их организме.

Всех рыб можно условно разделить на три большие группы:

живущих в морской воде (соленость 15—35‰ и выше), живущих в солоноватых водах (соленость от 1 до 15‰) и рыб пресных вод. Морские рыбы погибают в пресной воде, а рыбы пресных вод не могут жить в морской воде. Многие виды рыб солоноватых вод не переносят высокую соленость типично морских вод и не могут существовать в пресных водах. Однако некоторые виды рыб могут временно переходить из морей в реки и озера, а из рек и озер — в моря. К таким рыбам относятся угри, лососевые, осетровые, некоторые карповые и др.

Следовательно, различные виды рыб неодинаково реагируют на соленость воды. В связи с этим одних рыб, которые переносят значительное колебание солености воды, принято называть эвригаллиными, а других рыб, не выдерживающих сильных изменений в количестве растворенных в воде солей, — стеногаллиными.

Большинство наших промысловых рыб, используемых в качестве объектов искусственного разведения, являются эвригаллиными. Они живут в типично морских и солоноватых водах, а размножаются в пресной воде. Развитие их икры проходит также в пресной воде.

Физиологически подготовленная к миграции молодь лососей сравнительно легко переходит от жизни в пресной воде к жизни в типично морской воде. Личинки и молодь осетровых рыб обладают в значительной степени эвригаллиностью. Например, личинки осетровых рыб способны выживать при солености воды 5‰ без предварительной адаптации. Молодь осетровых рыб в возрасте 50—60 сут при резком переводе ее из пресной воды в соленую выживает при солености 8—10‰. При постепенной адаптации к возрастающей солености эта молодь выживает в воде с соленостью 13—16‰. Взрослые особи белуги, севрюги и осетра могут жить в воде с соленостью выше 16‰. Следовательно, для осетровых рыб характерно расширение степени эвригаллиности в онтогенезе. В связи с этим их личинки и мальки на ранних стадиях развития мигрируют из реки в море, где они первое время держатся на опресненном предустьевом участке, а затем держатся вдоль прибрежной полосы и в открытой зоне моря.

Полупроходные рыбы (лещ, сазан, вобла, тарань, судак) на стадии эмбрионального и раннего постэмбрионального развития способны переносить соленость воды в 5‰. Молодь этих рыб в возрасте 30—40 сут имеет верхний сублетальный предел солености от 9 до 11‰, а взрослые особи — 12—14‰.

Газовый состав воды. Водная поверхность, соприкасающаяся с атмосферным воздухом, поглощает и растворяет азот, кислород и диоксид углерода (углекислоту или углекислый газ). Эти газы проникают в нижние слои воды и играют важную роль в жизни водных организмов. На жизнь рыб они оказывают как прямое, так и косвенное влияние.

Содержание в воде растворенного кислорода изменяется в зависимости от температуры (с ее понижением повышается раство-

римость кислорода, и наоборот), атмосферного давления (чем выше давление, тем больше растворимость кислорода), интенсивности перемешивания водных слоев (на больших глубинах кислорода меньше, чем в поверхностных слоях), от солености (чем выше соленость, тем меньше растворяется кислорода). Количество растворенного в воде кислорода часто обусловлено биохимическими процессами, происходящими в самом водоеме. Так, оно зависит от интенсивности фотосинтеза, при котором водные растения в светлое время суток потребляют из воды диоксид углерода и выделяют кислород, а ночью, наоборот, поглощают из воды кислород и выделяют диоксид углерода. При гниении отмерших растений и погибших животных количество кислорода в воде снижается, так как он расходуется на окисление органических веществ.

Растворенный в воде кислород необходим рыбам для дыхания. Они ассимилируют его из воды, и через жаберные капилляры он поступает в кровь. Кровь доставляет кислород во все органы и ткани, где происходят окислительно-восстановительные процессы.

По отношению к содержанию кислорода в воде всех рыб можно разделить на четыре группы.

1. Рыбы, живущие в воде с высоким содержанием кислорода (7—8 мл/л). К этой группе рыб относятся лососевые, которые ощущают недостаток кислорода при содержании его в воде в количестве 4—5 мл/л.

2. Рыбы, требующие сравнительно высоких концентраций кислорода в воде (6—7 мл/л), но способные жить и при содержании кислорода в воде 5—6 мл/л. К этой группе рыб относятся осетровые.

3. Рыбы, которые могут жить при небольшом количестве кислорода в воде (4—5 мл/л). К этой группе относятся сазан, лещ, судак и др.

4. Рыбы, которые могут жить в воде с незначительным содержанием кислорода (0,5 мл/л) — золотой карась.

Основная причина, обуславливающая обитание указанных групп рыб в воде с различным содержанием кислорода, — неодинаковая потребность в нем. Так, малоподвижные карповые потребляют кислорода значительно меньше, чем быстропередвигающиеся лососевые.

С повышением температуры воды рыбы потребляют больше кислорода. Однако существует температурный порог, по достижении которого с дальнейшим повышением температуры воды потребление кислорода падает. У лососевых рыб это происходит при температуре свыше 20—23 °С. При этом резко падает потребление кислорода и наблюдается даже гибель рыб. У карповых рыб потребление кислорода снижается при 26—28 °С, а при температуре свыше 30—35 °С они могут погибнуть.

Количество потребляемого рыбами кислорода зависит от возраста рыб, степени зрелости половых продуктов и интенсивности питания. При недостаточном содержании кислорода в воде обмен

веществ в организме рыб снижается, и это отрицательно сказывается на их росте и развитии. Поэтому для каждого вида рыб существует нижняя граница содержания кислорода в воде — так называемый кислородный порог, за пределом которого организм не в состоянии осуществлять свои жизненные функции и погибает от удушья. Лосось, белорыбца, сиг погибают при содержании кислорода в воде ниже 1—3,5 мл/л, осетр, белуга, севрюга, шип, стерлядь — 0,2—2,5, судак — 0,5—2, сазан, кутум — 0,4—1, линь — 0,1—0,2 мл/л. Кислородный порог не всегда постоянен: он сдвигается в зависимости от температуры воды, солевого состава и концентрации водородных ионов.

Кислородный режим водоема зависит от содержания в воде органических веществ. Чем больше в воде органических веществ, тем больше расходуется кислорода на их окисление в процессе разложения, а следовательно, тем меньше остается в воде растворенного кислорода. Недостаток кислорода вызывает массовую гибель рыб (замор). В замкнутых непроточных водоемах, особенно зимой, когда ледяной покров препятствует проникновению в воду кислорода из воздуха, заморы бывают особенно часто.

Для установления расхода кислорода на разложение органических веществ пользуются величиной окисляемости. При выращивании молоди промысловых рыб допустима окисляемость воды порядка 10—20 мг  $O_2$ /л.

Как показывает практика работы акклиматизационных станций, осуществляющих перевозки водных организмов на большие расстояния, высокие концентрации кислорода в воде, значительно превышающие 100 %-ное насыщение, не оказывают отрицательного влияния на рыб. В природе насыщение пресной воды кислородом, как правило, ниже 100 %, так как большое его количество расходуется на окислительно-восстановительные процессы, происходящие как в растениях и животных, так и в самом водоеме. В некоторых водоемах в отдельные отрезки времени насыщение пресной воды кислородом превышает 150—200 %. Такое явление наблюдается в светлое время суток при массовом развитии растительных организмов, выделяющих кислород.

Морская вода обычно имеет 100 %-ное насыщение кислородом, а иногда она даже перенасыщена им. Дефицит кислорода может наблюдаться в морской воде только изредка ночью в местах массового развития планктонных водорослей, а также в загрязненных бухтах и заливах. Дефицит кислорода бывает в глубинных слоях Черного и Каспийского морей, что обусловлено наличием более соленых вод на глубинах и отсутствием вертикальной циркуляции. Дефицит кислорода может наблюдаться и на небольших глубинах Азовского моря при жаркой погоде в период штилей, когда прекращается вертикальная циркуляция воды и происходит процесс усиленного распада органического вещества и уменьшение количества кислорода в придонных слоях воды в результате его расхода на окисление этого вещества.

Содержание в воде свободного диоксида углерода — важный

гидрохимический показатель, характеризующий пригодность водоема для рыборазведения. Большие концентрации в воде свободного диоксида углерода могут оказаться для рыбы не только вредными, но и губительными даже при наличии достаточного количества кислорода. Однако в природе подобное явление встречается очень редко. Свободный диоксид углерода, как правило, содержится в воде естественных водоемов в небольших количествах (1,5—6 мл/л), так как кальций, магний и некоторые другие минеральные вещества его связывают. Допустимой для большинства рыб концентрацией считается 10—30 мл/л.

При разведении и выращивании рыб необходимо вести регулярный контроль как за содержанием кислорода, так и за содержанием диоксида углерода, концентрация которого в прудах и других искусственных емкостях может значительно превышать допустимые величины.

Резкие суточные колебания содержания кислорода или длительное пониженное содержание его в воде даже при незначительном накоплении свободного диоксида углерода если и не вызывает гибели рыб, то сильно замедляет их рост, так как снижается усвояемость пищи.

Растворенный в воде азот, находящийся в свободном состоянии, не оказывает влияния на жизнь рыб и является для них индифферентным. В теле рыб содержится значительное количество азота (1,5—4 %), входящего в состав всех белков, синтезируемых организмом рыб из азотистых веществ потребляемой пищи, в частности из ее аминокислот.

Из других газов в воде могут присутствовать сероводород и метан, которые образуются на дне водоемов в результате гниения органических веществ без доступа воздуха. Эти газы ядовиты и губительно действуют на организм рыб. Особенно опасен для рыб сероводород, который в отличие от метана хорошо растворим в воде и может в ней задерживаться. Метан почти не растворим в воде. Он быстро поднимается со дна водоема в верхние слои воды, а затем улетучивается в атмосферу. Однако непрерывное выделение метана из грунта водоема бывает достаточным для того, чтобы при прохождении его через воду отравить рыбу, попавшую в зону действия этого газа.

Активная реакция среды. Этот показатель зависит от растворенных в воде различных химических веществ и определяется концентрацией в ней водородных ионов.

Колебания активной реакции среды (рН) в водоеме бывают суточные, сезонные и годовые. Большое воздействие на значение рН оказывают кислород и диоксид углерода. Дыхание животных организмов и процессы гниения, происходящие в водоеме, уменьшая количество растворенного в воде кислорода и увеличивая содержание диоксида углерода, способствуют снижению активной реакции среды. При массовом развитии в водоеме растительных организмов, потребляющих из воды в светлое время суток диоксид углерода и выделяющих кислород, рН повышается и вода

подщелачивается. Ночью растительные организмы поглощают кислород и выделяют диоксид углерода, что вновь понижает значение рН. Концентрация диоксида углерода в воде зависит также от солевого состава. Так, нерастворимый углекислый кальций, переходя в растворимый двууглекислый кальций, связывает избыточный в воде диоксид углерода, повышая этим значение рН. Если диоксида углерода в водоеме мало, то двууглекислый кальций распадается на углекислый кальций и свободный диоксид углерода и тем самым снижает значение рН.

Морская вода имеет щелочную реакцию (рН колеблется около 8,0). В пресных водоемах рН изменяется от очень кислой до сильно щелочной реакции. Так, вода торфяных болот имеет рН 3,5—4,0, а в водоемах, в которых обычно происходит массовое развитие одноклеточных водорослей, рН достигает 8,0 и более.

Наиболее благоприятна для жизни рыб, являющихся объектами массового искусственного разведения, нейтральная или слабощелочная реакция воды (рН 7,0—7,5). При рН ниже 6,0 и выше 8,5—9,0 рыбы могут погибнуть. Золотой карась и карп, являющиеся объектами прудового рыбоводства, переносят значительные колебания рН. Так, золотой карась может жить в водоемах, в которых рН составляет от 4,5 до 9,6. Карп хорошо переносит сильно щелочную реакцию воды (рН 9).

Влияние активной реакции среды на жизнь рыб изменяется в зависимости от солевого состава воды. Известно, что гибель рыб в воде, бедной минеральными солями, наступает при более низком значении рН, чем в воде, обогащенной этими солями. Понижение значения рН повышает требовательность рыб и их икры к концентрации кислорода в воде. При кислой реакции кислорода в воде должно быть значительно больше, чем при нейтральной или слабощелочной реакции.

**Кормовая база.** Наряду с абиотическими факторами внешней среды на рыб оказывают огромное влияние биотические факторы. К биотическим факторам внешней среды рыб относится пища, представленная в водоеме различными кормовыми организмами.

Кормовые ресурсы водоема — это вся совокупность животных и растительных организмов в водоеме и их продукты распада, которые имеются в водоеме, независимо от того, используются ли они в настоящее время рыбой или нет.

Кормовая база — это часть кормовых ресурсов, которая используется наличным видовым составом рыб.

Все виды рыб в зависимости от типа питания условно подразделяют на две группы: животнойдные и растительнойдные. Животнойдные рыбы делят на мирных (питаются различными беспозвоночными животными) и хищных (питаются другими рыбами) рыб. Растительнойдные рыбы питаются водорослями, а также мягкой и жесткой высшей водной растительностью.

Многие рыбы при наступлении неблагоприятных кормовых условий, выражающихся в недостаточности или недоступности

содержащихся в водоеме кормовых организмов, переходят на так называемое вынужденное питание. В этом случае они начинают использовать несвойственные им кормовые объекты. Так, некоторые виды растительноядных рыб и почти все хищные рыбы могут потреблять беспозвоночных животных; животнойдные мирные рыбы могут использовать корма растительного происхождения.

У молоди рыб, несмотря на различную видовую принадлежность, нет такой резкой градации в характере питания. Молодь белого толстолобика питается фитопланктоном, а молодь хищных и мирных животнойдных рыб потребляет беспозвоночных животных и фитопланктон (одноклеточные водоросли).

Большинство рыб, населяющих наши водоемы, относятся к животнойдной группе. К мирным рыбам этой группы относятся лещ, сазан, линь, вобла, тарань, рыбец, кутум и др. Щука, судак, лососи, белорыбица, сом, жерех — типично хищные рыбы. Белый амур и белый толстолобик — представители типично растительноядной группы. Пестрый толстолобик является частично растительноядной рыбой (питается зоо- и фитопланктоном).

Кроме условного деления рыб по типу питания, их подразделяют и по месту обитания. Так, рыб, обитающих в открытой зоне водоема, подразделяют на пелагических и донных. Пелагические рыбы (сельди, судак, ряпушка и др.) обычно держатся в поверхностных слоях или в толще воды и питаются планктоном или нектоном. Донные рыбы (лещ, сазан и др.) придерживаются нижних слоев воды и питаются в основном бентосом (донными организмами) — личинками комаров, малощетинковыми червями и другими организмами, живущими на поверхности и в толще грунта водоема. Кроме того, в прибрежной зоне водоема, заросшей растительностью, обитают так называемые прибрежные рыбы (щука, линь, белый амур, окунь и др.), которые питаются организмами, живущими в этой зоне.

Из рыбоводной практики известно, что при хорошем питании рыба быстро растет и достигает высокой упитанности. При скудном питании у рыб низкий темп роста, плохой экстерьер, у таких рыб потомство малочисленное и менее жизнестойкое. Поэтому при сравнительной оценке условий жизни рыб в различных водоемах необходимо учитывать не только абиотические факторы, но и кормовую базу.

Значительную роль играет и доступность для рыбы корма, а также его питательная ценность. Чем доступнее корм, тем лучше будет расти рыба, так как она будет тратить меньше энергии на отыскание своей жертвы. Чем выше питательная ценность кормовых организмов, тем выше кормность водоема и, следовательно, тем лучше условия для жизни рыбы.

Состояние кормовой базы в водоемах оценивается на основании качественного анализа и количественного учета кормовых организмов.

## § 5. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Большое влияние на воспроизводство рыбных запасов оказывает хозяйственная деятельность человека, осуществляющего комплексное использование водных ресурсов рек, озер и морей. В настоящее время внутренние водоемы страны эксплуатируются не только рыбной промышленностью, но и другими отраслями народного хозяйства. Энергетика, водный транспорт и сельское хозяйство воздвигают на реках гидросооружения с целью получения электроэнергии, орошения полей, обеспечения нормального судоходства.

Строительство гидросооружений на реках, сток воды, которых резко колеблется в течение года, осуществляется для создания определенного резерва воды, постепенный расход которой мог бы в период маловодья, наступающего после паводка, обеспечить бесперебойную и равномерную работу турбин гидроэлектростанций, необходимую подачу воды на сельскохозяйственные поля, гарантировать свободный проход судов через затопленные пороги и отмели. Этот резерв создается за счет паводковых вод, задерживаемых плотинами, перегораживающими русла рек. На участке реки, расположенном выше плотины, образуется водохранилище, вода из которого расходуется человеком на указанные нужды. Кроме того, при работе ГРЭС, ТЭС и АЭС используют воду для охлаждения энергоблоков. Эту воду берут или непосредственно из естественных водоемов и водохранилищ, или же из специально построенных для этой цели водоемов-охладителей.

Хозяйственное использование водных ресурсов, проводимое без должного учета интересов рыбного хозяйства, оказывает отрицательное влияние на воспроизводство рыбных запасов внутренних морей, рек и озер. Так, плотины преграждают проходным и полупроходным промысловым рыбам доступ к нерестилищам. Чтобы пропустить рыбу в верхний бьеф гидроузла, в плотинах строят рыбопропускные сооружения. Однако пропуск рыб часто оказывается неэффективным, а подчас даже ненужным из-за того, что многие нерестилища потеряли свое прежнее значение, так как они оказались в зоне подпора воды, где резко упала скорость течения, увеличилась глубина, заилилось дно реки, ухудшился газовый обмен, понизилась температура воды в придонных слоях. Все эти изменения превратили зону подпора воды в участок, непригодный для размножения рыб. И лишь некоторые нерестилища, расположенные выше этой зоны подпора воды, сохранили свое прежнее значение для размножения рыб. Однако из-за изменившегося гидрологического режима в верхнем бьефе рыба не всегда находит нерестилища, а поэтому скатывается в нижний бьеф с невыметанными половыми продуктами. Если рыбы и достигают нерестилищ и размножаются, то эффект от этого размножения большей частью бывает низкий, так как молодь задерживается на небольших участках реки, где мало корма и она плохо растет. Там она уничтожается хищными рыбами, выносятся



из водохранилища в оросительные системы (из-за отсутствия или несовершенства рыбозащитных устройств), где погибает.

Рыбы, размножающиеся ниже плотин, также оказываются под влиянием гидросооружений, так как зарегулирование паводка резко уменьшает весенний сток рек, снижает высоту и продолжительность паводка. Площадь заливаемых нерестилищ сокращается, что неблагоприятно отражается на воспроизводстве рыбных запасов. Кроме того, суточные и недельные колебания уровня воды в реке, обусловленные неравномерностью работы турбин гидроэлектростанций в этот период времени, а следовательно, и неодинаковым сбросом воды из водохранилища, также отрицательно воздействуют на размножение рыб. При большом объеме сброса воды из водохранилища заливаются дополнительные площади нерестилищ и рыбы откладывают на них икру. При уменьшении объема сброса воды из водохранилища эти нерестилища осушаются, а отложенная икра погибает. Чтобы подобных явлений не происходило, необходимо согласовывать с энергетиками график работы ГЭС.

Уменьшение стока рек за счет использования воды сельским хозяйством для орошения земель, тяжелой, легкой и пищевой промышленностью для обеспечения нормальных технологических процессов на заводах, фабриках и комбинатах, коммунальным хозяйством для удовлетворения бытовых нужд населения городов нарушает не только условия размножения рыб, но и условия их нагула в море. Сокращение количества поступающей пресной воды из рек в море приводит к повышению солености морской воды, что сужает ареал ряда рыб, приспособившихся к существованию в водах низкой солености (сазан, лещ, вобла, тарань, судак) и ухудшает кормовую базу моря за счет уменьшения поступления биогенных веществ. Все это отрицательно сказывается на воспроизводстве рыбных запасов.

Создание водохранилищ изменяет и качество речного стока, ибо в них задерживается значительная часть биогенных веществ, при этом поступление их в море сокращается, что снижает биологическую продуктивность моря, а следовательно, и его рыбные запасы.

Итак, строительство на реках плотин и сооружение водохранилищ, вода которых используется различными отраслями промышленности, отрицательно воздействуют на воспроизводство проходных и полупроходных рыб. Однако необходимо указать, что на водохранилищах из года в год развивается рыбоводство. Водоемы-охладители также могут быть использованы для выращивания рыбы.

Значительный ущерб воспроизводству рыбных запасов наносит лесная промышленность вырубкой лесов по берегам рек, в притоках и верховьях которых находятся нерестилища ценных промысловых рыб. Вырубка леса ускоряет таяние снега, и быстрый сток воды вымывает почву. Частицы почвы заиляют реки, приостанавливая поступление грунтовых вод, и тем самым ухуд-

шают гидрологический режим рек. Распашка склонов и речных пойм усугубляет заиление нерестилищ. В конечном счете это приводит к выходу из строя нерестилищ. Кроме того, лесная промышленность использует реки для сплава леса, захламляя их при этом топляками (утонувшими деревьями), корой, креплениями плотов, что затрудняет продвижение рыбы к нерестилищам и ухудшает гидрохимический режим рек.

Вредное влияние на рыбу оказывает загрязнение рек, озер и морей сточными водами промышленности, коммунального и сельского хозяйства. Сточные воды содержат химические соединения, которые угнетающе, а иногда и губительно действуют на фауну водоемов. Особенно вредное влияние на рыб и их кормовую базу оказывает загрязнение водоемов нефтью и продуктами ее переработки.

Большой ущерб воспроизводству рыбных запасов может нанести чрезмерно интенсивный вылов рыбы. Нерациональное использование запасов рыб приводит к резкому сокращению численности рыб и в дальнейшем к снижению промысловых уловов.

Из всего изложенного следует, что хозяйственная деятельность человека часто ухудшает условия воспроизводства рыб. Это приводит к подрыву запасов рыб, а в некоторых случаях ставит под угрозу даже существование отдельных видов. Поэтому создание необходимых условий для воспроизводства рыбных запасов является первоочередной проблемой и требует от рыбного хозяйства проведения в комплексе следующих мероприятий:

1. рационального использования запасов рыб (регулирование рыболовства и лимитирование вылова ценных промысловых рыб, отлов малоценных рыб);

2. охраны естественного размножения (поддержание или создание условий для естественного размножения промысловых рыб, главным образом мелиоративные мероприятия);

3. искусственного рыборазведения;

4. акклиматизации промысловых рыб и кормовых организмов.

Применяя эти мероприятия, можно подойти к разрешению проблемы воспроизводства рыбных запасов в современных условиях. Однако, какое бы направление не приняли мероприятия по воспроизводству, во всех случаях первоочередной задачей остается охрана естественного размножения. Это определяет и соответствующие требования рыбного хозяйства к водному режиму внутренних водоемов при их комплексном использовании различными отраслями хозяйства и промышленности.

Требования рыбного хозяйства к другим отраслям промышленности и хозяйства предусматривают недопущение загрязнения водоемов, предотвращение гибели рыбы в водозаборах, создание нормального водного режима, обеспечивающего эффективное естественное размножение рыб и их нагул.

Для охраны рыбных запасов в водоемах СССР запрещается сбрасывать в рыбохозяйственные водоемы, на берега и на лед этих водоемов неочищенные и необезвреженные сточные воды

промышленных и коммунальных предприятий, а также другие вредные для рыбы отбросы;

производить без согласования с органами рыбоохраны обвалование и восстановление разрушенных валов на полویных участках, являющихся местами нереста рыбы;

устраивать завалы и сплошные заграждения рек, протоков и каналов, спускать из лиманов, ильменей и озер воду, за исключением тех случаев, когда по согласованию с органами рыбоохраны проводятся санитарные, гидротехнические или мелиоративные работы;

использовать без согласования с органами рыбоохраны для сплава леса реки, являющиеся местами нереста лососевых и осетровых рыб;

сбрасывать в рыбохозяйственные водоемы и оставлять на льду и затопленных берегах этих водоемов щепу, кору, опилки и прочие отходы, образующиеся при разделке древесины, зимней сплотке и постройке сооружений для сплава леса. В случаях сплава леса в неокоренном виде лесосплавные организации обязаны очищать от коры и топляков дно водоемов в местах нереста лососевых и осетровых рыб и на подходах к ним по указанию органов рыбоохраны;

производить заготовку леса по берегам рек, их притоков и озер, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб, на расстоянии менее одного километра от берега, а в районах расположения заводов и хозяйств по разведению лососевых и осетровых рыб — на расстоянии менее трех километров;

устраивать на реках, имеющих рыбохозяйственное значение, запаны с ограждениями, занимающими более двух третей живого сечения реки. По окончании сплава леса лесозаготовительные организации обязаны производить очистку рек от временных приспособлений, применявшихся при сплаве леса;

производить без разрешения органов рыбоохраны в рыбохозяйственных водоемах взрывные работы, за исключением проведения неотложных дноуглубительных работ для поддержания судоходства и лесосплава на обмелевших участках рек, работ по принудительному вскрытию сплавных рек и по предотвращению аварий. О проведении взрывных работ в указанных случаях немедленно ставятся в известность органы рыбоохраны;

производить добычу рыбы и других водных животных с применением взрывчатых и отравляющих веществ, а также применять при добыче рыбы и дельфинов огнестрельное оружие и острогу;

занимать орудиями лова более двух третей ширины реки или протока;

производить в рыбохозяйственных водоемах без разрешения органов рыбоохраны акклиматизацию рыб и других водных животных;

сбрасывать грунт, выбранный при проведении дноуглубительных и дноочистительных работ, в местах нерестилищ и зимоваль-

ных рыбных ям, а также производить в рыбохозяйственных водоемах мочку льна, конопли, мочала, кож и т. п.;

производить без согласования с органами рыбоохраны заготовку водной растительности в запретных для рыболовства зонах;

производить забор воды из рыбохозяйственных водоемов для нужд предприятий и для орошения сельскохозяйственных полей без установки специальных приспособлений для предохранения рыбы от попадания в водозаборные сооружения.

Органы рыбоохраны имеют право предъявлять иски к государственным предприятиям, организациям и учреждениям, колхозам и иным кооперативным и общественным организациям о взыскании в доход государства средств в возмещение ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате нарушения Правил рыболовства и охраны рыбных запасов, с использованием этих средств на мероприятия по воспроизводству рыбных запасов.

### **Глава 3**

## **ВЫЖИВАНИЕ РЫБ**

### **§ 6. КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ**

В водоемах наблюдаются колебания условий, при которых проходит развитие рыбы. Гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы могут изменяться не только в различные годы, но и в разное время года и даже в течение одного сезона года. Это отражается на росте и развитии организма рыбы. Если условия среды выходят за пределы допустимых отклонений от оптимального показателя, то рыбы погибают. В связи с этим смертность отдельных поколений рыб меняется по годам. Это обуславливает наличие в водоемах весьма значительных колебаний урожайности отдельных поколений рыб — так называемых флуктуаций, которые у разных видов рыб достигают различных величин. У одних видов рыб, например у трески, урожайность (по числу достигших половозрелости особей) может меняться в 60—90 раз, а у других, например у осетровых, не более чем в 10 раз.

Большое количество икры и свободных эмбрионов лососей погибает от промерзания нерестовых бугров и заиления нерестилищ. Много икры сельдевых, карповых и окуневых гибнет при обсыхании. Причиной обсыхания могут быть шторма, сгонные и нагонные ветра. Шторма и нагонные ветра выбрасывают на берег находящуюся в толще воды пелагическую икру, сгонные ветра осушают прибрежную растительность и отложенную на ней икру фитофильных рыб. Обсыхание икры может произойти в результате падения уровня реки из-за уменьшения гидроэлектростанциями сброса воды из водохранилищ, а в водохранилищах из-за большого объема сбрасываемых вод. Развивающаяся икра и свобод-

ные эмбрионы фитофильных рыб, оказавшись в неблагоприятных кислородных условиях, гибнут.

Отрицательное влияние на выживание рыб оказывают и биотические факторы среды. Так, сильные флюктуации наблюдаются у рыб из-за изменения условий обеспеченности пищей их личинок в разные годы. Массовая гибель личинок может наступить в результате недостаточных концентраций корма в местах их скопления. Особенно это ярко выражено в момент перехода личинок от желточного на смешанное питание и от смешанного на внешнее, когда производимые ими затраты энергии на поимку кормовых организмов не компенсируются их калорийностью. Вместе с тем икра, личинки и молодь рыб погибают от болезней, поедаются в значительных количествах жуками, личинками стрекоз, лягушками, ужами, птицами (бакланами, цаплями, поганками, чайками и др.), млекопитающими (норками, выдрами, водяными крысами) и рыбами.

Процент гибели икры, личинок и молоди рыб в естественных водоемах очень велик. Из многих тысяч икринок, откладываемых самкой на нерестилище, половозрелого возраста достигают лишь несколько рыб. Однако из-за непостоянства условий среды в водоемах смертность икры, личинок и молоди рыб в различные годы может быть различная. Отсюда в водоемах происходит колебание численности отдельных поколений у каждого вида рыб.

Познание причин, которые влияют на урожайность поколений рыб, дает возможность прогнозировать мощность поколений рыб и разрабатывать методы управления их урожайностью на основе регулирования промысла и лимитирования вылова рыб, а также осуществления рыбоводно-мелиоративных мероприятий.

## **§ 7. РОЛЬ РЫБОВОДСТВА В МАКСИМАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИОННОЙ ПОТЕНЦИИ ВИДА**

Выявление продукционной потенции вида рыб или отдельных его популяций позволяет повысить выживание потомства, увеличить численность вида и расширить ареал его обитания. При решении этой проблемы важная роль принадлежит рыбоводству, биотехнические приемы которого способствуют максимальной реализации продукционной потенции вида рыб. Эти приемы позволяют управлять урожайностью поколений вида рыб и продуктивностью водоемов. Так, например, высокая плодовитость многих видов проходных и полупроходных промысловых рыб, которая обусловлена необходимостью преодоления массовой элиминации икринок, свободных эмбрионов, личинок и мальков, может быть реализована значительно выше при применении рыбоводно-мелиоративных мероприятий, чем это происходит в естественных условиях водоемов.

Проведение мелиоративных мероприятий улучшает процесс естественного размножения рыб и устраняет весьма резкие колебания численности их поколений в урожайные и неурожайные

годы. Это достигается за счет сохранения естественных и строительства искусственных нерестилищ, беспрепятственного доступа необходимому количеству производителей рыб к местам размножения, создания благоприятного гидрологического и гидрохимического режима для нереста и инкубации икры, внесения удобрений для повышения кормовой базы личинок и мальков, обеспечения беспрепятственного ухода подросшей молодежи рыб с нерестилищ к местам нагула и т. д.

Проведение рыбоводных мероприятий является одним из наиболее эффективных приемов по реализации продукционной потенции вида рыб. Эти мероприятия, осуществляемые на промышленных предприятиях по искусственному рыборазведению, могут обеспечить выращивание и выпуск в естественные водоемы жизнестойкой молодежи рыб в таком количестве, при котором с учетом естественного размножения рыб образуется максимально возможная в соответствии с кормовой базой величина численности данного вида рыбы и формируются стабильные его запасы.

Таким образом, рыбоводно-мелиоративные мероприятия позволяют более полно использовать высокую плодовитость рыб для воспроизводства их молодежи с целью повышения численности популяций в маточном водоеме и получения высоких, устойчивых показателей вылова рыбы промыслом независимо от урожайных и неурожайных лет, наблюдаемых в водоемах при обычном естественном размножении рыб.

Наглядным примером продукционной потенции вида рыб или его отдельных популяций является также пластичность роста. Некоторые виды рыб не проявляют в полной мере свои потенциальные возможности роста в маточном водоеме из-за ограниченности в нем кормовой базы или из-за не совсем благоприятных абиотических факторов среды, что часто отражается негативно на их выживании. Полученная же на рыбоводных предприятиях молодежь от производителей этих рыб может быть перевезена в другой водоем, в котором действуют условия среды, способствующие повышению роста и выживанию. Вместе с тем такой акклиматизационный прием расширяет ареал обитания того или иного вида рыб, а в некоторых случаях даже повышает продуктивность заселяемого водоема.

## **§ 8. ПОКАЗАТЕЛИ ВЫЖИВАНИЯ**

Выживание рыб на отдельных этапах онтогенеза неодинаково. Наибольшая смертность наблюдается на его ранних этапах, а наименьшая у взрослых рыб.

Эффективность размножения рыб в естественных водоемах и работа рыбоводных заводов и рыбхозов по искусственному рыборазведению оцениваются промысловым возвратом — количеством рыбы, которое может быть выловлено через определенное число лет из имеющегося в данный момент исходного

материала (икры, личинок, молоди). Эти величины промыслового возврата выражаются в процентах и коэффициентах.

Процент промыслового возврата показывает, какое количество рыб, выраженное в процентах, из имеющегося исходного материала (икры, личинок, молоди) может через определенное число лет вступить в промысел. Например, если промысловый возврат от молоди равен 2 %, то это означает, что из каждых 100 шт. молоди могут быть изъяты промыслом две взрослые рыбы. Если промысловый возврат от икры равен 0,01 %, то это означает, что из каждых 10 тыс. икринок промысел может взять одну взрослую рыбу.

Коэффициент промыслового возврата показывает, какое количество исходного материала необходимо иметь (икры, личинок, молоди), чтобы через определенное число лет в промысел вступила одна взрослая рыба. Например, если коэффициент промыслового возврата от молоди равен 50, то это означает, что из 50 шт. молоди в промысел может вступить одна взрослая рыба.

В рыбоводной литературе эти относительные показатели промыслового возврата исходного материала (икры, личинок, молоди) раньше называли иногда рыбоводными коэффициентами, а в настоящее время коэффициентами промыслового возврата, под которыми подразумевают проценты промыслового возврата. Что же касается коэффициентов промыслового возврата по приведенному выше определению, то они не имеют широкого применения у рыбоводов и поэтому их используют редко.

Кроме относительных показателей, промысловый возврат можно также выражать в абсолютных величинах (количество штук или тонн выловленной промыслом рыбы за счет исходного материала — икры, личинок, молоди).

Величина промыслового возврата у одного и того же вида рыбы может колебаться в зависимости от следующих причин: морфологических и физиологических показателей исходного материала (чем они лучше, тем выше величина промыслового возврата); абиотических и биотических условий окружающей среды (чем они благоприятнее для исходного материала, тем выше величина промыслового возврата); интенсивности промысла (чем он интенсивнее, тем выше величина промыслового возврата).

Вместе с тем следует отметить, что промысел не изымает всю рыбу, которая выжила и достигла промысловых размеров, а берет какую-то часть стада. Поэтому нельзя отождествлять величину промыслового возврата с величиной биологического выживания. По сведениям А. Н. Державина, величина промыслового возврата от молоди каспийского лосося (кумжи) в 1,6 раза меньше величины биологического выживания.

Биологическое выживание — количество особей, которое достигло половозрелого возраста из исходного количества материала (икры, личинок, молоди) независимо от того, какая часть использована промыслом. Величина биологического выжи-

вания может выражаться как промысловый возврат в процентах и коэффициентах. Процент биологического выживания показывает, какое количество взрослых рыб, выраженное в процентах, может выжить из имеющегося количества исходного материала. Коэффициент биологического выживания показывает, сколько необходимо иметь исходного материала, чтобы выжила одна взрослая рыба.

Знание показателей промыслового возврата рыб имеет большое значение при воспроизводстве рыбных запасов в морях, озерах и водохранилищах. Располагая точными сведениями о показателях промыслового возврата рыб, можно делать расчеты по проектированию объемов промышленного рыборазведения (мощностей рыбоводных предприятий), давать оценку эффективности различных методов искусственного разведения рыб, а также прогнозировать рыбные запасы и их вылов.

Выживание от личинок до вступающей в промысел взрослой рыбы значительно ниже, чем от молоди. Поэтому наши промышленные предприятия, занимающиеся рыборазведением, выпускают в естественные водоемы в основном не личинок, а жизнестойкую молодь, промысловый возврат от которой значительно больше.

Показатели промыслового возврата от молоди различных видов проходных и полупроходных рыб, разводимых на рыбоводных предприятиях, время от времени уточняются, так как изменяются и условия обитания рыб в водоемах.

## **§ 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОВОДСТВА**

Эффективность работы промышленных предприятий по искусственному рыборазведению оценивается по количеству и качеству выпускаемой молоди рыб в естественные водоемы, величине промыслового возврата от этой молоди и экономическому показателю.

Рыбоводные предприятия выращивают молодь каждого вида рыб до установленной стандартной массы и с нормальными физиологическими показателями, а при выпуске этой молоди в естественные водоемы осуществляют ее количественный учет. Величина промыслового возврата от выпускаемой продукции может быть определена методом прямого учета выловленной рыбы, методами мечения молоди рыб и расчетно-теоретическим методом.

**Метод прямого учета.** Этот метод применяют в том случае, если рыбоводные предприятия выпускают в водоем молодь ценной промысловой рыбы, которая не может естественно размножаться в данном водоеме. Через определенное число лет (в зависимости от вида рыбы) взрослые особи этой рыбы достигают половозрелого состояния, и их облавливают промыслом. Вся эта выловленная рыба является промысловым возвратом от выпущенной молоди рыбоводными предприятиями. Отсюда ее улов в центнерах или тоннах будет отражать величину промыслового возвра-



та в весовых единицах, а ее улов в штуках позволит определить процент или коэффициент промыслового возврата.

Однако различные особи одного и того же поколения у каждого вида анадромных рыб, являющегося объектом искусственного рыборазведения, за исключением горбуши, достигают промысловых размеров неодновременно, а в разные годы. Кроме того, у многих видов рыб не все особи одного поколения, достигшие промысловых размеров, вылавливаются в первый год, часть их остается и изымается промыслом в последующие годы. Отсюда одно и то же поколение может участвовать в промысле несколько лет. В связи с этим на протяжении ряда лет необходимо проводить биологический анализ рыб в уловах, ибо он даст возможность определить величину промыслового возврата. При этом анализе устанавливают длину рыбы, ее массу, пол и возраст. Только в тот год, когда в уловах, как покажет анализ, данное поколение полностью будет выловлено, приступают к определению величины промыслового возврата путем суммирования собранной информации за ряд лет. Таким же методом определяют величину промыслового возврата и у туводных рыб, искусственно разводимых в озерах и водохранилищах при отсутствии для них условий естественного размножения.

**Методы мечения.** С помощью мечения изучают ареал распространения рыб, пути и сроки их миграций, рост и время созревания, а также численность популяций и интенсивность их эксплуатации промыслом, численность пополнения запасов, распределение производителей на нерестилищах, наличие внутривидовых биологических групп (сезонных рас), уровень выживания популяции и так далее.

В тех водоемах, где наряду с естественным размножением рыб осуществляется и искусственное их разведение, очень трудно установить без применения метода мечения величину промыслового возврата от дикой молодежи рыб и от выпускаемой молодежи с рыбоводных предприятий. Знание поведения молодежи рыб в естественном водоеме и величины промыслового возврата от нее позволяет совершенствовать биотехнику рыборазведения и повышать эффективность работы рыбоводных предприятий. Так, по данным Б. Карлина, существует прямая зависимость величины промыслового возврата атлантического лосося от длины молодежи, мигрирующей в море (покатников). Величина промыслового возврата от помеченных покатников длиной 13 и 20 см составляет соответственно 2 и 20 %. Кроме того, результаты экспериментов по мечению выявили зависимость величины промыслового возврата лосося от условий обитания в реке, в которую выпускается с рыбоводного предприятия молодежь. Так, например, по данным Л. Росселанда, в 1961 г. 27 апреля в р. Эйра было выпущено 700 меченых покатников атлантического лосося, 13 мая и 7—8 июня — то же, по 700 меченых покатников. Промысловый возврат от первой партии покатников составил 1,7 %, от второй — 5,3, от третьей — 8,6 %. Следовательно, мечение рыб дает воз-

возможность не только установить величину промыслового возврата от выпускаемой рыбоводными предприятиями молоди, но и позволяет отыскать пути ее увеличения.

Первые попытки мечения рыб делались еще в глубокой древности. Однако в то время мечение рыб было примитивным. Например, исследователи завязывали цветные ленты вокруг хвоста рыбы.

В конце XIX века начали применять индивидуальное и серийное мечение рыб. Так, в России впервые пометили осетров в р. Волге и Каспийском море в 1871 г. В 1872 г. Ч. Аткинс проводил мечение атлантического лосося обрезанием плавников. Позже в Европе и Америке стали применять метод мечения рыб подвесными металлическими метками.

С начала XX века мечение рыб стали применять многие ученые при проведении ихтиологических работ. Пионерами по разработке методов массового мечения промысловых рыб в нашей стране были такие известные ученые, как В. К. Солдатов, А. Н. Державин, М. С. Идельсон, Г. А. Караваев и др.

В настоящее время мечение рыб широко используется в практике. В Балтийском, Белом, Баренцевом и дальневосточных морях проводят мечение лососей, сельди, трески, камбаловых и других рыб. В Азовском и Черном морях метят ставриду, кефаль, судака, леща, сельдь, камбаловых и осетровых, а в бассейнах Каспийского моря — осетровых.

Подрезание или полное удаление того или иного плавника является одним из наиболее простых методов мечения молоди рыб. К недостаткам этого метода можно отнести следующее: подрезание некоторых плавников (например, грудного) нарушает координацию нормального движения рыб и тем самым повышает их естественную смертность; подрезанные плавники у многих видов рыб регенерируют, и поэтому нельзя отличить меченую рыбу от немеченой. Исключение составляет лишь удаление жирового плавника у лососей, у которых он не восстанавливается. Но несмотря на это, такой метод мечения лососей не позволяет точно установить величину их выживания, так как некоторое их количество вылавливается иностранным промыслом в открытом океане и в прибрежных водах (экономических зонах) зарубежных стран, а некоторое их количество у отдельных видов мигрирует на нерест не в родную реку, а в соседние реки. Все это затрудняет проведение полного учета выжившей и изъятый промыслом рыбы.

Массовое мечение молоди рыб можно проводить радиоактивными изотопами. Так, в качестве метки применяют изотопы фосфора —  $P^{32}$ , кальция —  $Ca^{45}$ , стронция —  $Sr^{90}$  и церия —  $Ce^{144}$ .

Техника мечения рыб радиоактивными изотопами несложная и позволяет пометить за короткий промежуток времени десятки тысяч молоди рыб, выращенной на рыбоводных предприятиях. Рыб выдерживают в воде с раствором изотопа или скармливают ей предварительно помеченный изотопом корм. Поступивший в

организм рыбы радиоактивный изотоп входит в состав тела и участвует в процессах обмена. Если радиоактивный изотоп поступает в мышцы и внутренние органы (печень), в которых уровень обмена высок, то он быстро выводится из организма рыбы. Если же радиоактивный изотоп входит в состав костей, где интенсивность обмена невысока, то он надолго задерживается в организме рыбы. Вместе с тем длительность сохранения радиоактивной метки зависит и от периода полураспада изотопа, а также от его дозы, которая не должна быть вредна для людей.

Однако этот метод не получил широкого применения из-за сложности учета меченой рыбы, ибо вся вылавливаемая промысловая рыба данного вида должна проверяться специальным прибором — счетчиком. К тому же, если помеченная радиоактивным изотопом молодь рыб выпускается в открытые моря, то, как и при подрезании плавника, недоучитывается ее изъятие иностранным промыслом.

В последние годы проводятся работы по мечению рыб дихлортриазиновыми красителями, применяемыми в текстильной и кожевенной промышленности. При этом используют следующие красители: ярко-красный (5 СХ), оранжевый светопрочный (2 РК), зеленый (ЖК), ярко-голубой светопрочный («Сатурн»). Этими красителями было проведено мечение форели, щуки, белуги, осетра, севрюги и растительноядных рыб. Порошок красителя растворяют в дистиллированной воде и вводят его шприцем в тело рыбы. На том месте, где был введен краситель, на теле появляется четко выраженное цветное пятно. Красители не оказывают вредного влияния на физиологическое состояние молоди рыб.

При мечении молоди осетров и севрюги наиболее устойчивым оказался ярко-красный (5 СХ) краситель. Его вводят у основания 3-й и 4-й боковых жучек с правой стороны. Ярко-голубой светопрочный краситель («Сатурн») дает четко выраженное пятно при мечении рыб с чешуей. Этим красителем метят молодь форели массой от 2 до 50 г, которую предварительно анестезируют в растворе хинальдина, для того чтобы молодь при мечении не травмировалась. Метку ставят у основания хвостового плавника ниже боковой линии или позади анального плавника.

Для ускорения процесса мечения рыб красителями Р. В. Афонич и Е. В. Солдатова рекомендуют применять безыгольный иньектор «Пчелка». Этим иньектором один человек за час может пометить 400—450 рыб. Известно, что у форели и осетровых рыб такие метки держатся в течение двух лет, а у растительноядных рыб более трех лет. Для определения же величины выживания рыб требуется, чтобы метка сохранилась у взрослых особей, вылавливаемых промыслом, поэтому исследовательские работы в этом направлении еще ведутся.

В начале 70-х годов в Северной Америке были проведены работы по мечению лососевых рыб путем таврирования холодным выжиганием при помощи жидкого азота или смеси сухого льда

с этанолом. Однако и этот метод пока что не получил широкого внедрения в практику мечения рыб.

Из-за отсутствия простого, высокопроизводительного и эффективного метода мечения рыб в настоящее время все еще широко применяют старый метод мечения рыб подвесными метками, которые рассчитаны на длительное сохранение. Для мечения молоди рыб применяют следующие два основных типа подвесных меток.

1. Диски из цветного пластика (Ирландия, Канада) или пластинки из цветного картона, покрытого водоустойчивым лаком (Швеция), и полиэтилена (СССР).

2. Трубочки из целлулоида, эластичного цветного пластика (Норвегия) или полиэтилена (СССР).

На метке имеется индивидуальный номер и адрес учреждения, которому надлежит возратить обнаруженную на рыбе метку. Эта запись делается непосредственно на дисках и пластинках или же на этикетках, вложенных в пластинки и трубочки.

В последние годы в СССР наибольшее распространение для мечения молоди рыб получила метка типа «пластинка» образца ВНИРО. Эта метка изготавливается из полиэтиленовой трубки путем горячего прессования. Перед прессованием в трубку вставляют этикетку из цветной бумаги, на одной стороне которой написан индивидуальный номер, а на второй — адрес. Если метка предназначена для мечения молоди рыб, выпускаемой в открытые моря, то адрес написан на английском языке. После прессования полиэтиленовая трубка превращается в тонкую прозрачную пластинку толщиной не более 1 мм, внутри которой находится этикетка. В зависимости от размеров молоди, которая подлежит мечению, пластинки изготавливают различных размеров (18×8 мм, 14×4 и 8×4 мм). У отрезанной прямоугольной пластинки округляют острые углы и просверливают отверстие в одном из ее концов. После этого метка готова и может быть использована для мечения рыбы.

Все указанные типы меток прикрепляют к телу молоди рыб перед или под спинным плавником проволокой из нержавеющей стали диаметром 0,2—0,3 мм.

Техника мечения молоди рыб метками образца ВНИРО была отработана Э. Л. Бакштанским. Мечение осуществляют группы людей, в каждой из которых два человека. Перед тем как приступить к мечению рыб, они проводят подготовительную работу: вдевают в отверстие каждой метки проволоку; раскладывают инструменты; готовят раствор уретана и анестезируют в нем молодь некоторых видов рыб, в частности лососевых. Затем один человек левой рукой берет из тазика, или бассейна, рыбу, заворачивает ее во влажную марлю, оставляя лишь неприкрытым участок тела около спинного плавника, а правой рукой с помощью иглодержателя, в который вставлены две медицинских иглы, прокалывает спинку рыбы под спинным плавником. Второй человек берет метку с двумя концами проволоки и вставляет эти концы в отверстие иглы. После этого первый человек возвращает игло-

держатель в первоначальное положение, протаскивая таким образом два конца проволоки на другую сторону спинки рыбы, и убирает его. Затем он фиксирует зажимом оба конца проволоки около спины рыбы. Второй человек перекрещивает два свободных конца проволоки, фиксирует их другим зажимом в точке пересечения и закручивает. Закрутив два конца проволоки, он не снимает с нее зажима, а берет свободной рукой ножницы и обрезает ее ниже 3—4-го витка от зажима своего напарника, а оставшуюся часть сгибает в сторону хвоста рыбы. Помеченную молодь рыб помещают в садок, или бассейн, с проточной водой, где ее выдерживают в течение 2—3 сут, а затем выпускают в естественный водоем.

Меченные подвесными метками рыбы учитываются не только нашим промыслом, но и иностранным при вылове их в открытых морях (метки пересылаются почтой учреждению или предприятию, проводившему мечение). Согласно записям в журнале о количестве помеченных рыб и количестве возвратившихся от них меток по окончании вылова данного поколения, определяют величину промыслового возврата. При этом необходимо указать, что на рыбоводных предприятиях метят подвесными метками, как правило, не всю выпускаемую в естественный водоем молодь рыб, а какую-то ее часть. Расчет же величины промыслового возврата делают от всего количества выпущенной молоди рыб.

Пример. Если в каком-то году рыбоводное предприятие из 120 тыс. шт. выпущенной молоди рыб пометило 8 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения, средняя промысловая масса особи в котором была равна 4 кг, составил 240 шт., то величина промыслового возврата вычисляется следующим образом:

1)  $120\ 000 \text{ шт.} : 8000 \text{ шт.} = 15;$

2)  $240 \text{ шт.} \cdot 15 = 3600 \text{ шт.};$

3)  $4 \text{ кг} \cdot 3600 \text{ шт.} = 14,4 \text{ т};$

4)  $\frac{3600 \text{ шт.} \cdot 100 \%}{120\ 000 \text{ шт.}} = 3 \%$ .

К недостаткам метода мечения рыб подвесными метками относятся: неполная информация о количестве выловленных промыслом меченых рыб (неполный возврат меток учреждению или предприятию, проводившему мечение); потеря некоторого количества меток рыбами в период их нагула (до вступления в промысел); низкая производительность работы по мечению молоди рыб; невозможность мечения мелкой молоди рыб.

Из других методов мечения можно было бы отметить мечение рыб «звуковой» меткой и мечение рыб пластмассовыми или металлическими пластинками, вводимыми анестезированным рыбам в брюшную полость или под кожу. Однако «звуковая» метка действует весьма непродолжительное время, а пластинку трудно обнаружить в теле рыбы. Поэтому эти метки широко не применяются.

В последние годы начали применять устройство для мечения

молоди рыб внутренней магнитной меткой (США). Эту метку вводят анестезированной молодежи рыб в хрящевую часть рыла. Производительность установки составляет 500—800 шт/ч. Каждая партия меток имеет свой код. Их обнаруживают у рыб с помощью детектора.

**Расчетно-теоретический метод.** Этот метод часто применяют для установления величины промыслового возврата от мелкой молодежи сазана, леща, судака и тарани, выращиваемой сотнями миллионов штук на рыбоводных предприятиях и выпускаемой в естественный водоем, в котором обитает молодежь тех же видов рыб от естественного размножения. При расчете показателей промыслового возврата полупроходных рыб условно допускается, что их выживание до промысловых размеров от молодежи, скатывающейся в море с естественных нерестилищ и выпускаемой из нерестово-выростных хозяйств (НВХ), одинаковое. Варианты этих расчетов могут быть различные. Рассмотрим один из них на примере полупроходных рыб Волго-Каспийского бассейна.

В основу этих расчетов положены результаты периодически проводимых исследований по определению эффективности использования площади НВХ полупроходными рыбами при посадке производителей и при свободном их пропуске через открытые шлюзы хозяйства. Исследования показали, что в условиях свободного пропуска рыб на нерест нерестово-выростная площадь этих хозяйств превращается в обычные естественные нерестилища с видовым составом ихтиофауны, характерным для данного района. Изоляция этой площади от проникновения посторонней ихтиофауны (густеры, красноперки, окуня, уклей, щуки и др.) и посадка на нерест определенного количества производителей ценных полупроходных рыб (сазана, леща, судака) повышают выход их молодежи с каждого гектара НВХ в 10—16 раз. Поэтому принято считать, что с единицы площади естественных нерестилищ скатывается в среднем в 13 раз меньше молодежи сазана, леща и судака, чем выпускают ее с единицы площади НВХ. При такой эффективности НВХ общую их площадь можно эквивалентно приравнять по выходу молодежи полупроходных рыб к соответствующей площади естественных нерестилищ.

**Пример.** Если нерестово-выростная площадь НВХ составляет 10 тыс. га, то это будет соответствовать 130 тыс. га естественных нерестилищ (10 тыс. га  $\times$  13). Прибавив 130 тыс. га к имеющимся 400 тыс. га естественных нерестилищ, получим условную величину естественных нерестилищ, которая будет равна 530 тыс. га. Следовательно, в общем балансе воспроизводства полупроходных рыб искусственное их разведение составляет:

$$\frac{130 \cdot 100}{530} = 24,5 \%$$

а естественное размножение составляет:

$$\frac{400 \cdot 100}{530} = 75,5 \%$$

По этому процентному соотношению определяется величина промыслового улова,

полученного за счет выращиваемой рыбопродукции в НВХ. Зная величину улова каждого вида полупроходных рыб, полученную за счет рыбоводной продукции, среднюю массу одной его особи в промысле и количество выпускаемой молоди из НВХ, можно определить показатели промыслового возврата от этой молоди.

**Оценка экономической эффективности рыборазведения в естественных водоемах.** Экономическая эффективность работы рыбоводных предприятий может быть оценена по: производительности труда; использованию основных фондов; себестоимости продукции; натуральной величине промыслового возврата от выпускаемой продукции, то есть по величине фактических уловов, полученных от выращенной молоди. Однако дать оценку экономической эффективности этих предприятий в денежном выражении по величине воспроизводимой и вылавливаемой промыслом рыбы за счет рыбоводной продукции пока трудно. Рыбоводные предприятия не планируют стоимость выпускаемой продукции и получаемую прибыль, ибо на выращиваемую молодь рыб не установлены цены (ее не продают).

---

## ИСКУССТВЕННОЕ РАЗВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

---

### Глава 4

### ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ

#### § 10. БИОТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И СТРУКТУРА ЗАВОДОВ

В нашей стране построено большое количество рыбоводных заводов на всех основных рыбохозяйственных бассейнах. На этих заводах искусственно разводят ценных проходных промысловых рыб с целью сохранения и увеличения их запасов в водоемах.

Из проходных рыб объектами промышленного разведения являются осетровые (осетр, севрюга, белуга, шип), лососевые (лососи, кумжа, белорыбица, сиги) и карповые (рыбец, шемая, кутум).

Рыбоводные заводы строят по берегам рек, за счет которых обеспечивается снабжение их водой при помощи насосных станций или самотеком. Совершая нерестовые миграции, в эти реки из моря ежегодно заходят проходные рыбы, где их отлавливают в необходимом количестве и доставляют на рыбоводные заводы для окончательного созревания и получения половых продуктов (икры и спермы).

От некоторых видов проходных рыб получают зрелые половые продукты на временных рыбоводных пунктах, организуемых заводами на реках около мест лова.

Взятую у самок икру осеменяют спермой самцов. Затем оплодотворенную икру инкубируют, получают предличинки, подращивают личинок и выращивают молодь рыб.

Когда молодь достигает массы, при которой она способна активно совершать миграцию в море, ее выпускают в реки или вывозят на живорыбных автомашинах, судах и прорезях непосредственно в море, чтобы избежать, таким образом, воздействия хищников в реке.

Итак, биотехнический процесс разведения проходных рыб состоит из следующих звеньев:

- получение зрелых производителей;
- получение зрелой икры и спермы;
- осеменение икры;



- подготовка икры к инкубации;
- инкубация икры;
- выдерживание предличинок, подращивание личинок и выращивание молоди;
- выпуск молоди в естественные водоемы.

Биотехнический процесс разведения разных видов проходных рыб определяет структуру рыбоводных заводов. Обычно на заводах действуют следующие основные производственные подразделения: цех выдерживания производителей, который оснащен садками, или бассейнами или имеет пруды и бассейны, где содержат рыбу до созревания половых продуктов; инкубационный цех, в котором размещены аппараты для инкубации оплодотворенной икры; цех выращивания молоди, в котором имеются выростные бассейны и пруды или только одни бассейны, или одни пруды. На некоторых заводах имеется также цех разведения живых кормов — олигохет, дафний, артемий и др. Этот цех располагает помещением, где на стеллажах установлены ящики с грунтом, в котором разводят олигохет, и бассейнами для разведения дафний и артемий.

Кроме основных производственных подразделений, на всех заводах имеется лаборатория для проведения гидрохимических и биологических анализов, а на многих из них ряд других вспомогательных подразделений: холодильник для хранения скоропортящихся свежих кормов; склад для хранения сухих кормов; помещение для приготовления кормов; склад для хранения минеральных удобрений; склад для хранения рыбоводного инвентаря и оборудования; насосная станция и водонапорная башня. Вместе с тем на территории каждого завода имеются гараж, механическая и столярная мастерские, административное здание, клуб, магазин, жилой поселок для рабочих, служащих и членов их семей.

## § 11. ТИПЫ ЗАВОДОВ

Для отдельных групп рыбоводных предприятий характерны свои структурные особенности, обусловленные принятым при проектировании и строительстве их типом, спецификой технологического процесса разведения не только различных видов рыб, но и одних и тех же видов в различных регионах (табл. 6—8). При этом заводы имеют различные емкости для выдерживания производителей и выращивания молоди, а также различные по конструкции аппараты для инкубации икры. Так, на одних заводах цех для выращивания молоди оснащен только бассейнами, на других — только прудами, а на третьих — бассейнами и прудами.

Большинство наших рыбоводных заводов относятся к полноцикловому типу технологического процесса, то есть их структура представлена всеми производственными цехами, начиная от цеха

Таблица 6. Основные производственные подразделения осетровых рыбоводных заводов

Наименование подразделений	Тип завода		
	1	2	3
Цех выдерживания производителей:			
пруды	+	—	—
бассейны	+	+	+
каналы	—	—	+
искусственные стационарные земляные садки	—	+	+
Инкубационный цех	+	+	+
Цех выращивания молоди:			
пруды	+	—	+
бассейны	—	+	+
Цех разведения живых кормов (бассейны, олигохетник)	—	+	+

выдерживания производителей до цеха выращивания молоди. На некоторых заводах имеются лишь инкубационный цех и цех выращивания молоди или же только цех выращивания молоди. Эти заводы получают оплодотворенную икру с рыбоводных пунктов или личинок с других рыбоводных заводов. Так, ряд заводов по разведению сиговых рыб и лососей не имеет на своей территории цеха для выдерживания производителей. Поэтому они организуют рыбоводные пункты на берегах рек, в которые заходят на нерест производители рыб. На этих пунктах осуществляют отлов и выдерживание производителей, взятие от них половых продуктов, осеменение икры, упаковку икры в транспортную тару и

Таблица 7. Основные производственные подразделения заводов по разведению лососей

Наименование подразделений	Тип завода			
	1	2	3	4
Цех выдерживания производителей:				
стационарные естественные садки	+	+	—	+
стационарные искусственные садки	—	—	+	—
деревянные плавучие садки	+	+	+	+
Инкубационный цех	+	+	+	+
Цех выращивания молоди:				
лотки	+	+	+	—
питомники	—	+	—	+
пруды	+	+	—	—
бассейны	+	+	+	—
оцементированные каналы	—	+	+	—
Цех разведения живых кормов (бассейны, олигохетник)	—	—	+	—

**Таблица 8. Основные производственные подразделения сиговых рыбоводных заводов**

Наименование подразделений	Тип завода	
	1	2
Цех выдерживания производителей (садки)	+	—
Инкубационный цех	+	+
Цех выдерживания предличинок (садки)	+	+
Цех выращивания молоди (пруды или озера)	+	+

ее перевозку на заводы. Пункты имеют садки для выдерживания производителей и необходимый рыбоводный инвентарь.

По характеру водоснабжения все заводы делят на два типа: с подачей воды самотеком и при помощи насосов. Механическое водоснабжение завода применяют в том случае, если нельзя подать воду самотеком.

Различия в типах рыбоводных заводов могут быть обусловлены биотехникой разведения на одном и том же предприятии объектов, относящихся к различным семействам. Так, существуют осетрово-рыбцовые, осетрово-омулевые и осетрово-белорыбные заводы.

На некоторых осетровых заводах имеются нерестово-выростные водоемы, в которых разводят сазана, леща и судака.

## **Глава 5**

### **БИОТЕХНИКА ПОЛУЧЕНИЯ ЗРЕЛЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРОХОДНЫХ РЫБ**

#### **§ 12. ОСОБЕННОСТИ ЗАВЕРШЕНИЯ ООГЕНЕЗА И СПЕРМАТОГЕНЕЗА**

Зрелыми производителями называются особи рыб, у которых половые продукты (икра и сперма) пригодны для оплодотворения.

Зрелые самки обычно имеют мягкое брюшко, при самом незначительном надавливании на которое из генитального отверстия выделяются икринки. У зрелых самцов при легком нажиме на брюшко вытекает сперма. Получение зрелых производителей относится к важнейшему звену биотехнического процесса искусственного рыборазведения.

В преднерестовый период проходные рыбы заходят в реки, где расположены их нерестилища. Производителей отлавливают ниже нерестилищ. Сроки заготовки производителей обычно приурочивают к их массовому нерестовому ходу.

Некоторые осетровые рыболовные заводы, расположенные на реках Кура, Дон и Кубань, заготавливают производителей не только в реках, но и в море, так как изменившийся гидрологический режим этих рек нарушил массовый заход в них осетровых рыб на нерест.

Производителей ловят неводами, сетями, ловушками-заграждениями (забойками). Рыбоводы тщательно осматривают пойманных рыб и выбирают зрелых производителей. Мелких и травмированных рыб отбраковывают. Обычно лишь незначительное число производителей имеет половые продукты, которые можно сразу оплодотворять. Подавляющее же количество производителей вылавливают незрелыми.

Незрелые производители за время хода к нерестилищам, часто расположенным за сотни километров от устья рек, постепенно созревают. Для окончательного созревания половых продуктов требуется различное время (от нескольких дней до года), которое зависит от стадии зрелости половых желез рыб в момент захода в реку, а также от их биологических особенностей. Это связано с принадлежностью производителей к различным сезонным расам или биологическим группам, которым требуется различный период времени для завершения процесса оогенеза и сперматогенеза под воздействием внешних условий. Овуляция у самок и образование у самцов семенной жидкости, разрежающей концентрацию сперматозоидов, также происходит лишь при наличии совокупности определенных факторов среды, которые необходимы для нереста.

У большинства видов проходных рыб, являющихся объектами рыборазведения, практически невозможно отловить зрелых производителей в низовьях рек, ибо их половые железы находятся во II, III и IV стадиях зрелости. В связи с этим рыбоводы вынуждены заготавливать незрелых производителей, доставлять их на рыболовный пункт, или на рыболовный завод, и выдерживать до полного созревания половых продуктов. Это выдерживание производителей бывает кратковременное (в течение 1—40 сут) и длительное (от нескольких месяцев до года).

### **§ 13. МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ У ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

В практике искусственного рыборазведения применяют три метода стимулирования созревания половых продуктов у производителей рыб: экологический, физиологический и эколого-физиологический.

**Экологический метод.** В 30-е годы А. Н. Державин провел многочисленные опыты по выдерживанию производителей реофильных рыб в садках с речной водой и выявил те факторы, которые способствуют развитию и созреванию половых клеток, овуляции и образованию спермы. Это прежде всего течение, кислородный режим и галечный грунт (нерестовый субстрат). Он уста-

новил также, что при этом очень важно поддерживать температуру, близкую к температуре нереста данного вида рыб.

В настоящее время экологический метод широко применяется в практике искусственного разведения лососевых и реофильных карповых рыб при выдерживании производителей с целью получения от них зрелых половых продуктов.

**Физиологический метод.** В 30-е годы Н. Л. Гербильский осуществил многочисленные гистологические исследования гипофиза рыб и раскрыл механизм его физиологического воздействия на созревание половых продуктов.

Гипофиз, или нижний мозговой придаток, — железа внутренней секреции, расположенная у основания головного мозга. Гипофиз взрослых рыб разделен на мозговую (нейрогипофиз) и железистую (аденогипофиз) части. Гипофиз выделяет в кровеносную систему организма гормоны. Среди них гонадотропный гормон, вырабатываемый базофильными клетками аденогипофиза. Гонадотропный гормон гипофиза регулирует оогенез и сперматогенез, вызывает созревание половых клеток, овуляцию и образование спермы. В естественных условиях переход рыбы в нерестовое состояние осуществляется при наличии совокупности определенных факторов внешней среды. Они воспринимаются органами чувств рыбы, а через них действуют на ее центральную нервную систему — на гипоталамус. Клетки гипоталамуса выделяют гормон, активизирующий гормональную деятельность гипофиза. Выделяемый гипофизом гонадотропный гормон поступает в кровь и стимулирует созревание половых клеток, а также выход зрелых яиц (икринок) из фолликул и образование спермы. Во время нереста производители рыб выметывают зрелые половые продукты не все сразу, а постепенно. Так, самка выметывает икринки в воду по мере их овуляции. Совершаемые самкой движения приводят к разрыву следующих фолликул и продолжению вымета икринок.

Н. Л. Гербильский установил гонадотропную активность гипофиза рыб в различные периоды годового цикла. Гонадотропный гормон поступает в кровеносную систему организма рыбы постоянно и в различном количестве. В определенные сезоны года он накапливается в гипофизе. Это позволяет использовать гипофиз как источник гонадотропного гормона, при помощи которого можно получать зрелые половые продукты от производителей на рыбоводных предприятиях. При внутримышечных инъекциях производителям суспензии гипофиза рыб гонадотропный гормон поступает в кровь и стимулирует половой процесс. Это приводит к быстрому переходу половых желез производителей из IV в V стадию зрелости и получению от них зрелой, способной к оплодотворению и развитию икры у самок и доброкачественной спермы у самцов. Следовательно, при искусственном рыборазведении можно получать зрелые половые продукты от производителей путем инъекирования им препарата гипофиза. В этом случае созревание половых клеток, овуляция и образование спермы происходят, как и при естественном нересте, под влиянием гипо-

физа. Однако отличие состоит в том, что увеличение количества гонадотропного гормона гипофиза в крови производителей происходит не под влиянием нерестовых условий, усиливающих выделение собственного гонадотропного гормона, а при помощи введения им взятых гипофизов от других рыб.

Н. Л. Гербильский и Б. Н. Казанский провели многочисленные опыты по выявлению специфичности действия гипофизов различных видов рыб на созревание половых продуктов у производителей того или иного вида рыб. Они установили, что для стимулирования созревания половых продуктов у разных объектов рыбоводства можно пользоваться гипофизами различных рыб. Однако в ряде случаев гонадотропный гормон обладает видовой специфичностью, то есть гонадотропный гормон одних видов оказывается неэффективным при использовании на других видах. Так, гонадотропный гормон судака и окуня не вызывает созревания половых продуктов у карповых. В связи с этим при проведении гипофизарных инъекций нужно использовать гипофизы тех видов, которые содержат эффективный гонадотропный гормон. Для стимуляции созревания половых продуктов у производителей можно применять гипофизы, взятые у того же вида рыб. Так, гипофизы судака используют для инъецирования производителей судака. Гонадотропный гормон сазана стимулирует созревание половых продуктов у производителей многих видов рыб, относящихся к различным семействам. Но на рыбоводных предприятиях гипофизы сазана обычно вводят производителям семейства карповых — сазану, карпу, белому амуру, белому и пестрому толстолобикам. При искусственном разведении белуги, осетра, севрюги и шипа следует пользоваться гипофизами семейства осетровых.

Гипофизарные инъекции прочно вошли в практику рыбоводства и особенно широко применяются на осетровых рыбоводных заводах.

Исследования Н. Л. Гербильского, проведенные на весенне-нерестующих рыбах, показали, что гонадотропная активность гипофиза достигает максимума непосредственно перед нерестом производителей, когда их половые железы находятся в IV стадии зрелости. После нереста содержание гонадотропных гормонов в гипофизе резко сокращается и снова начинает увеличиваться спустя 3—5 мес. Поэтому заготовку гипофизов весенне-нерестующих рыб следует проводить перед нерестом, осенью или зимой и только от тех рыб, половые железы которых находятся в IV стадии зрелости. Гипофизы от неполовозрелых рыб не заготавливают, так как они не содержат необходимого количества гонадотропного гормона.

Заготавливают гипофизы на рыбных промыслах или рыбокомбинатах заблаговременно, где отбирают из только что полученного улова требуемое количество рыб, половые железы которых находятся в IV стадии зрелости. У каждой отобранной рыбы вскрывают череп. У рыб из семейства осетровых череп вскрывают трепаном, который представляет собой металлический цилиндр с

пилообразными зубцами на одном из его концов. Трепан устанавливают по средней линии черепа рыбы, позади глаз и при помощи имеющейся на этом инструменте рукоятки просверливают ее голову до ротовой полости. Если на месте заготовки гипофизов имеется электросеть, то трепан подсоединяют к электрической дрели, что значительно сокращает время этой операции. Просверлив отверстие, выталкивают стержнем из цилиндра оказавшийся в нем кусок черепа, в котором содержатся часть мозга и гипофиз. Этот кусок имеет форму пробки. Сверху и снизу находятся костные пластины — крыша и основание черепа. Взяв высверленный кусок в руки, срезают с него нижнюю костную пластинку и хрящ, а затем извлекают пинцетом появившийся на его поверхности гипофиз (рис. 15). При заготовке гипофиза карповых (сазана, леща) и окуневых (судака) срезают крышку черепа рыбы, приподнимают пинцетом мозг и достают гипофиз (рис. 16—17). При этом у карповых гипофиз лежит в углублении в основании черепа и прикрыт пленкой. Подрезав скальпелем пленку, вынимают пинцетом гипофиз. У судака гипофиз прикреплен к мозгу и легко отделяется от него, поэтому он иногда остается в ямке в основании черепа, откуда его извлекают пинцетом.

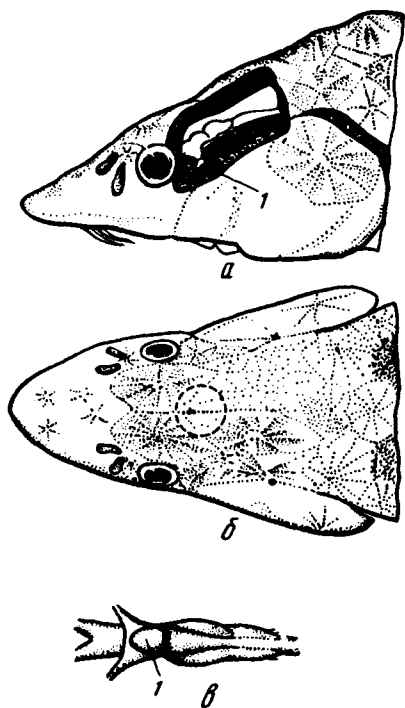


Рис. 15. Голова осетра:

*а* — расположение мозга и гипофиза (1) в черепе осетра; *б* — вид головы осетра сверху (пунктиром обозначено место сверления отверстия для извлечения гипофиза); *в* — мозг и гипофиз осетра (вид снизу)

том гипофиз. У судака гипофиз прикреплен к мозгу и легко отделяется от него, поэтому он иногда остается в ямке в основании черепа, откуда его извлекают пинцетом.

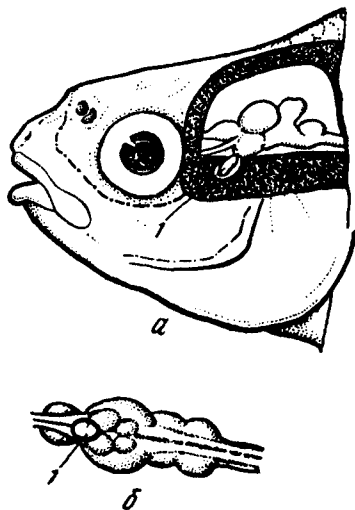


Рис. 16. Голова леща:

*а* — расположение мозга и гипофиза (1) в черепе леща (вид сбоку); *б* — вид снизу

Взятые у рыб гипофизы помещают в стеклянные банки с притертой пробкой, наполненные безводным химически чистым ацетоном. Объем ацетона должен быть в 10—15 раз больше объема гипофизов. Заготовив в короткий промежуток времени (1—2 ч) необходимое количество гипофизов, ацетон сливают из банок и наливают новую его порцию в таком же объеме. В ацетоне гипофизы постепенно обезвоживаются и обезжириваются. Через 12 ч ацетон сливают из банок и наливают другую порцию, объем которой также должен превышать в 10—15 раз объем гипофизов. В этой порции ацетона гипофизы выдерживаются еще 6—8 ч. Затем ацетон сливают из банок, а гипофизы раскладывают на фильтровальной бумаге и высушивают при низкой влажности воздуха и температуре не выше комнатной. Высушенные гипофизы высыпают в сухие стеклянные банки с притертыми пробками или в сухие пробирки, плотно закрываемые пробками, и хранят в холодильнике при температуре от 1 до 5°С. На эту посуду наклеивают этикетки, на которых указывают количество гипофизов, их массу, видовую принадлежность и дату заготовки. Если гипофизы были недостаточно хорошо просушены и хранятся при высокой температуре и влажности, то это снижает их гонадотропную активность.

Перед началом работ по инъекции производителей заготовленные гипофизы растирают в фарфоровой ступке в порошок, затем заливают физиологическим раствором (65 мг поваренной соли, растворенной в 100 мл дистиллированной воды) и тщательно перемешивают. Полученную суспензию гипофиза вводят с помощью шприца в спинные мышцы производителей. При этом доза инъекцируемого рыбе гипофиза определяется качеством получаемых половых продуктов. Недостаточное количество гипофиза не обеспечивает созревания половых желез, а избыточное — резко снижает качество получаемых половых продуктов.

Расчет необходимого количества гипофиза ведут с учетом его гонадотропной активности и температуры воды, при которой будет содержаться рыба после инъекции. Гонадотропная активность определяется с помощью тест-объектов, в качестве которых используют самок вьюна и самцов лягушек. Инъектирование в зимние месяцы самкам вьюна препарата гипофиза дает возможность получать четкую положительную и стабильную реакцию на созревание их половых желез. Это позволяет провести количественные измерения и дать определение единицы гонадотропной активности гипофиза — вьюновой единицы (ВЕ).

Для определения активности исследуемого препарата гипофиза

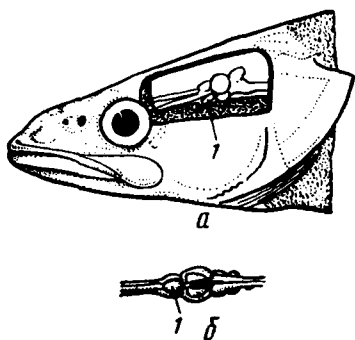


Рис. 17. Голова судака:

а — расположение мозга и гипофиза (1) в черепе судака (вид сбоку); б — вид снизу



во вьюновых единицах используют несколько групп самок вьюна с гонадами в IV стадии зрелости и индивидуальной массой 35—40 г. При температуре 16—18°C всем им делают одновременно гипофизарные инъекции различной дозировки. Минимальная дозировка препарата гипофиза (мг), которая вызывает у одной самки вьюна, как и других особей, созревание ооцитов и овуляцию, соответствует вьюновой единице.

Таким же образом можно проверить активность препарата гипофиза на самцах лягушки. Положительной реакцией считается появление подвижных сперматозоидов в клоаке самца после инъекции суспензии гипофиза в спинные лимфатические мешки при температуре 18—22°C. При этом гонадотропная активность гипофиза выражается в лягушачьих единицах (ЛЕ) — это такое минимальное весовое количество препарата гипофиза, которое вызывает реакцию спермиации у одного самца лягушки.

Биологическое тестирование позволяет оценивать и сравнивать содержание гонадотропного гормона в различных партиях заготовленных ацетонированных гипофизов. 1 мг препарата ацетонированного гипофиза сазана обычно соответствует 1 ЛЕ. Такую гонадотропную активность можно считать стандартной для свежих (сроком не более года), правильно приготовленных и правильно хранившихся ацетонированных гипофизов сазана. 1 мг ацетонированного вещества гипофизов осетра и севрюги соответствует обычно 3,3 ЛЕ.

При проведении гипофизарных инъекций при низких температурах (в пределах диапазона нерестовых температур) для созревания половых продуктов у производителей необходимы более высокие дозы препарата гипофиза, а при температурах, близких к верхней границе нерестовых температур, количество вводимого производителем гормонального препарата может быть снижено примерно на  $\frac{1}{3}$  по сравнению с применявшейся дозой при низких температурах. Для получения зрелой спермы от самцов достаточно введения  $\frac{2}{3}$  или  $\frac{1}{2}$  дозы, применяемой для самок того же вида.

При проведении гипофизарных инъекций рыбовод должен знать, что положительный эффект от них наступает лишь в том случае, если половые железы у выловленных производителей находятся не ниже чем в IV стадии зрелости. Если половые железы у рыб имеют более низкую стадию зрелости, то гонадотропный гормон гипофиза не оказывает на них никакого стимулирующего действия, либо оказывает очень слабое действие, либо приводит к получению биологически неполноценных половых продуктов, непригодных для оплодотворения. Поэтому при искусственном разведении осенне-нерестующих рыб, входящих в реки с гонадами во II, II—III, III стадиях зрелости, пользуются только экологическим методом получения от них зрелых половых продуктов.

**Эколого-физиологический метод.** Советские ученые разработали и внедрили в производство эколого-физиологический метод, который предусматривает стимулирование созревания половых про-

дуктов у производителей путем комбинированного воздействия на организм рыбы экологических факторов среды и вводимых физиологически активных веществ.

В настоящее время этот метод широко используется на наших рыбоводных предприятиях для усиления стимулирующего воздействия на производителей с целью ускорения созревания половых продуктов и повышения эффективности применения гипофизарных инъекций.

Следовательно, на современном этапе развития искусственного рыборазведения эколого-физиологический метод сочетает гипофизарные инъекции с выдерживанием производителей в условиях, близких к естественным. Это дает возможность рыбоводу получать в определенный день и даже час необходимое количество зрелой икры и спермы, что позволяет планировать работу рыбоводного предприятия по каждому звену биотехнического процесса.

#### § 14. УПРАВЛЕНИЕ ПОЛОВЫМ ЦИКЛОМ

При промышленном рыборазведении большое значение имеют правильное планирование и организация работы по поддержанию и увеличению численности той или иной популяции рыб с учетом ее исторически сложившейся структуры, что является важным приспособительным свойством вида в лучшем использовании нагульного и нерестового ареала. В связи с этим при промышленном рыборазведении следует сохранять внутри каждой популяции рыб определенное соотношение между различными биологическими группами, которые необходимы для прогресса вида и желательны для человека.

Благодаря проведенным учеными исследованиям эта проблема успешно решается в лососеводстве и осетроводстве. Так, в последние годы были разработаны теоретически и внедрены в производство эколого-физиологические основы управления половым циклом осетровых. В настоящее время рыбоводные заводы могут управлять созреванием производителей различных биологических групп осетровых. Примером этому могут служить следующие применяемые варианты выдерживания различных биологических групп осетра в специально построенных для этой цели бассейнах Б. Н. Казанского на осетровых рыбоводных заводах.

1. Выдерживание в течение нескольких суток производителей раннего ярового осетра, гонады которых находятся в IV стадии зрелости, в бассейнах с определенным водообменом и при естественных температурах речной воды без смещения их полового цикла.

2. Выдерживание в течение 1,5—2 мес производителей позднего ярового осетра и в течение 7—8 мес производителей озимых форм осетра до преднерестового состояния (IV стадия зрелости гонад) в бассейнах с определенным водообменом и при естественных температурах речной воды без смещения их полового цикла.

3. При наступивших нерестовых температурах в реке можно

осуществлять резервирование до 2—3 мес производителей раннего ярового осетра, гонады которого находятся в IV стадии зрелости, и предварительно выдержанных на заводе в течение 7—8 мес производителей озимого осетра летнего и осеннего хода, у которых яичники и семенники также имеют IV стадию зрелости. Содержание этих производителей в бассейнах с регулируемой температурой воды, постепенно сниженной до 2—4 °С, и определенном водообмене позволяет сместить половой цикл на более поздние сроки путем его задержки на IV стадии зрелости гонад. При потребности рыбоводного предприятия в этих производителях температуру воды в бассейнах постепенно повышают до нерестовой. Следовательно, при выдерживании производителей осетра в бассейнах при регулируемых температурах воды и определенном водообмене можно задержать развитие гонад в IV стадии зрелости, при которой рыбы достигают преднерестового состояния. Это обеспечивает сдвиг в половом цикле производителей осетра на желаемое для рыбовода время.

Во всех указанных вариантах окончательное созревание половых продуктов у производителей различных биологических групп осетра, гонады которых находятся в IV стадии зрелости, происходит, как и у других видов осетровых, в течение 1—2 сут с помощью введения им гонадотропного гормона гипофизов.

Таким образом, рыбоводы могут получать зрелых производителей различных биологических групп осетра, применяя тот или иной вариант управления их половым циклом.

## **§ 15. ПОЛУЧЕНИЕ ЗРЕЛЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЛОСОСЕЙ**

Многие лососевые рыбоводные заводы заготавливают производителей, пришедших в реки с незрелыми половыми продуктами, и выдерживают их в естественных и искусственных садках до окончательного созревания. Количество производителей зависит от их плодовитости, биотехнических нормативов промышленного разведения лососей и производственной мощности заводов. Самцов можно заготавливать на 10—50 % меньше, чем самок, так как сперма у них созревает порциями, что позволяет повторно их использовать при выдерживании в садках.

Сроки отлова производителей различных видов лососей следующие: семга — июнь — сентябрь; балтийский лосось — октябрь — ноябрь; каспийский лосось — ноябрь; тихоокеанские лососи — август — ноябрь.

Для сохранения естественного генофонда популяций лососей при искусственном разведении необходимо заготавливать производителей от каждой популяции в различные сроки их нерестового хода в реки: ранние, средние и поздние.

Производителей атлантического лосося (семга и балтийский лосось) и каспийского лосося отлавливают в реках ставными и закидными неводами. Их выбирают из невода специальным полым

сачком, изготовленным из полубрезента. Длина сачка — 1,5 м, а диаметр — 0,4 м. С одного конца сачка вшито металлическое кольцо, к которому прикреплена деревянная ручка длиной 70 см. Другой конец сачка также имеет отверстие. Выборку производителей из невода осуществляют следующим путем: рабочий подводит к голове лосося конец сачка с кольцом и пропускает в него рыбу. Когда лосось войдет в сачок, рабочий быстро зажимает свободной рукой края противоположного полого конца сачка, одновременно он перекручивает конец сачка с кольцом. Затем рабочий переносит лосося в садок, предназначенный для выдерживания производителей непосредственно на месте отлова, или в живорыбную прорезь, которую используют для перевозки производителей в другое место. Такой простой способ пересадки производителей из невода в садок или прорезь облегчает работу и позволяет держать рыбу все время в воде.

Отобранные производители должны быть возможно более крупными, не иметь ушибов, кровоподтеков, сбитой чешуи и уродств. В большую живорыбную прорезь астраханского типа, длина которой 16,3 м, ширина 5,5 м и высота 0,9 м, сажают не более 40 крупных производителей лосося. Чтобы лососи не выпрыгивали, прорезь накрывают сетным полотном. Во избежание травмирования производителей в прорези заранее удаляют разделительные перегородки, а штангоуты обшивают хорошо обструганными досками, оставляя просветы в 3—4 см.

Прорези буксируют баркасы-буксировщики. Один баркас может буксировать две прорези. Буксировку прорезей с производителями следует проводить в светлые часы суток и не дольше 8—10 ч. Средняя скорость буксировки 7 км/ч. В пути надо избегать остановок в местах возможного выхода в реки сточных вод.

Во время транспортировки производителей мастер или рыбовод постоянно должны находиться на прорези и вести наблюдение за поведением рыбы и за температурой воды.

Некоторые рыбоводные заводы, расположенные в стороне от промысловых рек, используют для перевозки производителей лососей автотранспорт и вертолеты. Для перевозки производителей на этих видах транспорта применяют баки из оцинкованного железа длиной 140 см, шириной 60 см, высотой 125 см и вместимостью до 600 л. Баки наполняют на  $\frac{2}{3}$  объема речной водой, а затем в каждый из них сажают по 3—5 производителей. Продолжительность транспортировки производителей на автомашине не должна превышать 4—6 ч. При перевозке рыбы осенью, когда температура воды в баках около 2—5 °С, а содержание кислорода составляет 10—11 мг/л, воду в пути следования не меняют. Если же необходимо пополнить баки водой, то автомашину подводят к заведомо чистому источнику. Вода этого источника по термическому и газовому режиму, а также по солевому составу не должна резко отличаться от воды, содержащейся в баках.

Производителей можно перевозить в брезентовом чане, сделанном по размеру кузова автомашины. В зависимости от массы

рыбы, температуры воды, содержания кислорода в воде, длительности транспортировки и возможности смены воды в пути норма посадки производителей в чан — от 7 до 14 шт.

На месте назначения производителей пересаживают в заранее подготовленные садки для выдерживания. Выживаемость производителей за период транспортировки с мест составляет не менее 95 %.

Производителей тихоокеанских лососей отлавливают в реках ловушками-заграждениями, которые устанавливают ниже нерестилищ. Перед заграждениями участок реки должен иметь гравийный грунт и глубину не менее 1,5 м. Среди отловленных производителей отбирают зрелых особей, которых по подвесной монорельсовой дороге или по гидрожелобу доставляют на завод, а особей с недозревшими половыми продуктами сажают на выдерживание в садки. Резерв выдерживаемых производителей кеты и горбуши составляет 25 %.

Производителей балтийского лосося, горбуши, кеты, симы и кижуча, у которых половые продукты близки к окончательному созреванию (в конце IV стадии зрелости половых желез), выдерживают в садках непродолжительное время — от 1 до 30 сут. Производителей яровой семги, у которых половые железы находятся в конце III или начале IV стадии зрелости, выдерживают в садках длительное время — от 2 до 5 мес. Производителей каспийского лосося и озимой семги, у которых половые железы во II или начале III стадии зрелости, сажают в садки на более длительное выдерживание. Эти производители становятся зрелыми после 10—12 мес пребывания в садках.

Кратковременное выдерживание производителей часто проводят в плавучих садках, устанавливаемых непосредственно в реке. Садки представляют собой деревянные решетчатые речные ящики длиной 2—4 м, шириной 1,5—2 м и высотой 1,5—2 м.

При изготовлении плавучего садка первоначально делают каркас из прочных деревянных брусков. Каркас обшивают планками с промежутками между ними 2—3 см. Планки должны быть гладко обструганы, а их ребра закруглены. На обшитый планками каркас навешивают легкую дощатую крышку. Садки обычно делают с разборными стенками, что облегчает их транспортировку по суше. Для выдерживания производителей необходимо иметь не менее четырех садков (два садка для самок и два для самцов).

Садки устанавливают на таком участке реки, на котором скорость течения обеспечивает хороший водообмен (0,2—0,5 м/с). Вблизи не должно быть сброса сточных вод. В реке садки обвязывают рамой из бревен, что улучшает их устойчивость и плавучесть. Вокруг садков делают мостики.

Лососей сортируют по полу и степени зрелости половых желез и сажают в садки. Самок сажают в садки, которые размещены ниже по течению реки.

Норма посадки производителей в плавучих садках зависит от массы рыбы и температуры воды. Чем ниже температура воды и

мельче производители, тем выше плотность посадки их в садки. В плавучие садки сажают 5—10 шт/м<sup>2</sup> балтийского лосося, 20—50 шт/м<sup>2</sup> кеты или кижуча, 30—70 шт/м<sup>2</sup> горбуши или симы (60—70 кг тихоокеанских лососей на 1 м<sup>3</sup> садка). Средняя масса кеты равна 3,2 кг, горбуши — 1,5 кг.

С понижением температуры воды до 6°С у производителей, выдерживаемых в плавучих садках, систематически проверяют степень зрелости половых желез. При проверке всю рыбу отгоняют к одному краю садка, а посередине садка ставят решетку, которая делит садок на два отделения, одно из которых свободно. При осмотре незрелых особей пересаживают в свободное отделение садка, а зрелую рыбу изымают из садка. После осмотра решетчатую перегородку вынимают и незрелые рыбы остаются в садке.

Отход производителей за период выдерживания балтийского лосося и тихоокеанских лососей в плавучих садках до 3 сут составляет 1—1,5 %, до 5 сут — 1,5—3 %, до 10 сут — 3—5 % и до 20 сут — 10—20 %. Отход производителей семги, озерного лосося и кумжи в течение 30 сут выдерживания достигает 10 %, 60 сут — 30 %, 120 сут — 50 %.

Для длительного выдерживания производителей, а на некоторых рыбозаводах и для кратковременного выдерживания применяют стационарные естественные садки. Плотность посадки производителей в эти садки зависит от размеров лососей и продолжительности их выдерживания. Так, тихоокеанских лососей сажают в садок в количестве 10—15 шт/м<sup>2</sup>, а семгу и каспийского лосося (куринского и терского) — 1 шт/м<sup>2</sup>. Выдерживание производителей этих лососей осуществляют в основном в естественных садках. Исключение составляют производители куринской популяции каспийского лосося, которых выдерживают в стационарном искусственном садке.

Под стационарные естественные садки могут быть использованы участки рек, протоков и ручьев. Глубина выбранных участков должна быть от 0,3 до 2 м, скорость течения — от 0,3 до 0,5 м/с, температура воды летом — не выше 15°С, содержание в воде кислорода — 9—12 мг/л, дно песчано-галечное, без топляков и крупных камней, мешающих облову.

На таком участке устраивают заграждения, препятствующие уходу лососей, посаженных в садок, и заходу посторонней рыбы. Заграждения устраивают в виде плетня или деревянной решетки. При расчете высоты заграждения необходимо учитывать возможность выпрыгивания лососей из садка, а также повышения уровня воды в реке. Обычно заграждения превышают уровень воды на 1,5—2 м. В зависимости от количества производителей, которых ежегодно необходимо выдерживать до окончательного созревания, русловые садки имеют различную площадь. Длина этих садков может быть от 20 до 200 м, а ширина — от 1,5 до 30 м.

Для выдерживания производителей лосося требуется не менее двух русловых садков: один — для самок, а второй — для самцов.

Внутри садка устанавливают решетчатую перегородку для сортировки производителей по степени зрелости половых продуктов. При сортировке более зрелых рыб сажают в одно отделение, а менее зрелых — в другое. Это позволяет усилить контроль за близкими к созреванию производителями. По мере появления зрелых особей их вылавливают из садка и берут у них половые продукты. Однако производителей семги часто отлавливают из русловых садков примерно за месяц до начала взятия у них половых продуктов (в конце августа). Этим рыб сажают в плавучие садки, где и происходит окончательное созревание их половых желез.

Отход производителей за период выдерживания в стационарных естественных русловых садках в течение 30 сут составляет 5—10 %, в течение 120 сут — 20—25 %.

Стационарные искусственные садки сооружают непосредственно на территории рыбоводного завода около надежного источника водоснабжения. Эти садки копаные, по форме напоминают русло реки, разделенное поперечными дамбками (перегородками) на ряд секций. Обычно садок состоит из четырех секций, расположенных в цепном порядке и имеющих зависимое водоснабжение. Первая секция садка служит отстойником. В него подается вода из реки или магистрального канала, где она освобождается от взвешенных органических и минеральных частиц. Затем осветленная вода поступает в следующие секции, из которых две средние предназначены для выдерживания производителей, а последняя — карантинная.

Длина каждой секции садка — 25 м, ширина — 3 м. Глубина в верхней части каждой секции садка (где поступает вода) составляет 0,3—0,5 м. Глубина в нижней части каждого садка (где сбрасывается вода) равна 0,8—1 м.

Откосы в каждой секции садка обложены булыжником, а дно покрыто песчано-галечным грунтом. Секции отделены разделительными дамбами, выложенными из крупного булыжника. В средней части каждой дамбы сделано отверстие. В этом месте установлен шандорный затвор с двумя рядами щитов. Расположение шандор позволяет создать необходимый уровень и регулировать проточность и сброс любого слоя воды. Скорость течения воды внутри каждой секции садка различная. В верхней части секции скорость течения равна 0,8—1 м/с а в нижней — 0,1—0,2 м/с. Расход воды в течение всего периода выдерживания производителей в таком садке должен быть не менее 120—150 л/с.

В садке должен быть благоприятный для выдерживания производителей термический и гидрохимический режим. Летом температура воды в садке не должна превышать 15 °С. Содержание кислорода в воде такого садка колеблется от 8,5 до 12,5 мг/л.

Летом желательно в нижней части каждой секции навешивать тенты из полубрезента на высоте 25 см от земли. Тент должен покрывать нижний участок секции по длине не менее 5 м.

Производителей перед посадкой в садок осматривают. Если на теле обнаруживают царапины, то их смазывают слабым раство-

ром марганцовокислого калия. Кроме того, для профилактики производителей выдерживают в течение 5 мин при температуре 6—8°C в 5 %-ном растворе хлористокислого натрия (поваренной соли) для освобождения от возможных паразитов и только после этого сажают в садок. Рыб, требующих карантина, помещают в карантинную секцию.

Если выдерживание производителей будет не менее 10—12 мес, то самцов и самок первоначально сажают вместе. В конце периода выдерживания, когда начинают созревать самцы, а они, как правило, созревают раньше самок, производителей рассаживают по полу в разные секции.

В период выдерживания производителей ежедневно ведут наблюдения за температурой воды и ежедневно определяют содержание кислорода в воде. Наблюдения за расходом воды в садках проводят раз в неделю. Если при этом обнаруживают резкие отклонения от нормы, то регулируют подачу воды.

За полмесяца до начала созревания производителей наблюдения за термическим, гидрологическим и гидрохимическим режимами, а также за состоянием и поведением рыб ведут особенно тщательно. С этого времени осмотр производителей проводят не реже чем через два дня. Близких к зрелости самок, у которых икра свободно переливается внутри брюшной полости, отсаживают в верхнюю часть секции, отделенную специальной деревянной решетчатой перегородкой. В дальнейшем за этими самками усиливают контроль. Если заметят, что самки приступают к устройству гнезд, этих самок отлавливают и осматривают. Зрелых самок переносят в инкубационный цех. Одновременно в инкубационный цех доставляют самцов, которые созревают раньше самок. Отход производителей за 10—12 мес выдерживания в стационарных искусственных садках составляет 20—50 %.

Стационарные искусственные садки расположены на территории рыбоводного завода, поэтому доставлять из них зрелых производителей в инкубационный цех очень просто, тогда как доставить в инкубационный цех зрелых производителей, которые выдерживались в плавучих или естественных русловых садках, довольно сложно. Если плавучие и естественные русловые садки расположены на значительном расстоянии от завода, то зрелых производителей вынимают из садков и переносят в помещение рыбоводного пункта, где берут у них половые продукты и осеменяют икру. Оплодотворенную и набухшую икру помещают в транспортную тару и доставляют в инкубационный цех рыбоводного завода.

## **§ 16. ПОЛУЧЕНИЕ ЗРЕЛЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СИГОВЫХ**

Рыбоводные заводы, занимающиеся разведением сиговых, организуют на промысловых участках пункты, которые ведут сбор половых продуктов от зрелых производителей.



Сиговых ловят в реках и озерах в октябре—декабре, то есть с начала понижения температуры воды до 4—6°C и вплоть до ледостава. Их ловят различного вида ловушками (заколы, сети) или неводами. Не рекомендуется отлавливать зрелых производителей сетями, ибо в момент объеживания рыбы часть самок выпускает икру, а некоторые погибают. Массовая заготовка зрелых производителей проводится при температуре воды 2—4°C. Соотношение заготавливаемых самок и самцов должно быть 1:1.

Если получено недостаточное количество икры от выловленных зрелых производителей, то работники пунктов заготавливают производителей с незрелыми половыми железами (начало или конец IV стадии зрелости), сажают их в живорыбные прорези или брезентовые чаны и транспортируют судном к садкам, в которых их выдерживают от 5 до 40 сут при температуре воды 1—3°C и содержании в ней 10—12 мг/л кислорода. За это время производители становятся зрелыми.

Для выдерживания производителей используют деревянные плавучие садки, а также стационарные естественные и искусственные садки.

Плавучий садок изготавливают из деревянных реек, которыми обивают деревянный каркас размером 3×1×1 м, и устанавливают в реке или озере. Расстояние между рейками садка должно быть меньше толщины тела производителей.

Стационарный естественный садок представляет собой отгороженный деревянным решетчатым забором небольшой участок реки, протоки или ручья (ширина 2—3 м, длина 10—30 м) с ровным песчаным грунтом, глубиной от 0,5 до 1,5 м и скоростью течения воды 0,1—0,3 м/с.

Стационарный искусственный садок представляет собой цементный бассейн длиной 30 м, шириной 2,5 м, глубиной 1,3 м. Слой воды в нем — 1 м. Подачу и сброс воды в бассейне осуществляют с противоположных торцовых сторон и регулируют шандорами. Расход воды в бассейне равен 7,5—15 л/с (1—2 л/с на 100 кг рыбы). Отход производителей за период выдерживания обычно не превышает 5—10 %.

В садках самок выдерживают отдельно от самцов и регулярно осматривают для установления степени зрелости половых желез. Текучих особей отбирают и переносят в специально оборудованное помещение, где берут у них половые продукты, а затем осеменяют икру. Оплодотворенную и набухшую в воде икру упаковывают в транспортную тару и перевозят в инкубационный цех рыбоводного завода.

В тех случаях, когда нет возможности заготовить в естественном водоеме необходимое количество производителей, на территории рыбоводного предприятия выращивают маточное стадо, используя для этой цели пруды. От этого маточного стада, которое ежегодно пополняют частично зрелыми производителями (20—30 %) из ремонтного стада, создаваемого за счет ежегодной посадки сеголетков, получают зрелые половые продукты.

## § 17. ПОЛУЧЕНИЕ ЗРЕЛЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БЕЛОРЫБИЦЫ

Естественное размножение белорыбицы после перекрытия в 1955 г. р. Волги у г. Куйбышева практически полностью прекратилось. Однако в последующие годы проводятся мероприятия по созданию искусственного нерестилища в районе Волгограда и разведению этой ценной проходной промысловой рыбы в промышленных масштабах на рыбоводных заводах.

Производителей белорыбицы отлавливают на участке р. Волги ниже плотины Волжской ГЭС им. XII съезда КПСС (на тонях Главного банка и в районе Волгограда), а затем транспортируют на рыбоводные заводы, где выдерживают в бассейнах до окончательного созревания половых желез.

Нерестовый ход белорыбицы из Каспийского моря в Волгу начинается осенью и продолжается до лета. В связи с этим производителей можно отлавливать как поздней осенью (в конце ноября), так и ранней весной (в марте). Степень зрелости половых желез производителей весной и осенью одинаковая. У самок половые железы находятся во II—III стадиях зрелости, а у самцов — во II стадии зрелости. Лучше отлавливать производителей белорыбицы в марте — апреле, ибо в конце ноября могут быть неблагоприятные метеорологические условия, препятствующие заготовке, и к тому же удлиняются сроки выдерживания рыб на заводе, так как они созревают одновременно с особями зимне-весеннего хода. Самок и самцов заготавливают при соотношении 1:1,5.

На тонях Главного банка Астраханской области производителей ловят закидными неводами. Пойманную рыбу помещают в заполненные водой брезентовые чаны (по одной особи в чан размером  $1,15 \times 0,4 \times 0,4$  м) и переносят в живорыбную прорезь. Такой метод разгрузки невода исключает возможность нарушения дыхания рыбы и ее травмирования.

Температура воды в реке в период осеннего и весеннего отлова белорыбицы обычно колеблется в пределах  $0,8-2^{\circ}\text{C}$ , а содержание в воде кислорода составляет 14—15 мг/л. При этих условиях среды в одну прорезь размером  $16,3 \times 5,5 \times 0,9$  м сажают не более 20 производителей. Прорезь транспортируют судном со скоростью 7—10 км/ч на Кизанский или Александровский осетровый рыбноводный завод. В пути необходимо делать несколько кратковременных остановок (на 40—60 мин), для того чтобы рыба успокоилась, что благоприятно отражается на ее состоянии. Во избежание травмирования производителей необходимо заранее обшить дно прорези гладковыструганными рейками и снять внутренние перегородки. Продолжительность содержания белорыбицы в прорези не должна превышать 2 сут. Отход производителей за транспортировку составляет не более 3 %.

В предплотинной зоне Волгоградской ГЭС производителей отлавливают при помощи орудия лова, называемого «погоняй»

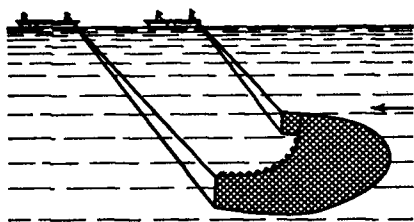


Рис. 18. Орудие лова «погоняй»

(рис. 18). Его тянут две сплывающие по течению моторные лодки. Пойманных рыб помещают в брезентовые чаны с водой и доставляют к стоящей близ плотины прорези, в которую и пересаживают их. Загруженную производителями прорезь транспортируют на Волгоградский осетровый рыбободный завод. Если же производителей заготавливают

здесь для рыбободных заводов Астраханской области, то пойманных рыб перевозят на судне «Аквариум».

На рыбободном заводе производителей выгружают и сажают на выдерживание в бассейны, размещенные в здании белорыбьего цеха. Выгрузку производителей из прорези или из судна «Аквариум» и их пересадку в бассейны осуществляют механическим способом. Для этого на заводе смонтирована дорога, по которой подводят к причалу электротельфер. К прорези или на судно с рыбой опускают брезентовую люльку. Рабочий, стоящий на прорези (судне), заполняет люльку водой и помещает в нее одну белорыбицу. Затем электротельфером поднимают люльку и перемещают в белорыбий цех. Там люльку опускают в заполненный водой бассейн, где рыба выдерживается до окончательного созревания половых продуктов.

В каждый бассейн, а их в цехе три или пять, сажают на выдерживание по 90—125 производителей белорыбицы. Бассейны построены из железобетона. Они прямоугольной формы. Длина бассейна — 20 м, ширина по дну — 4 м, ширина по верху — 5 м, глубина — 1 м. Дно бассейна покрыто галькой слоем 3 см. Боковые стенки имеют гладкую поверхность. Объем воды в бассейне — 90 м<sup>3</sup>. Водоспуск и водовыпуск расположены на противоположных торцовых сторонах бассейна. Скорость течения воды в бассейне разная 0,5 м/с в притоке и 0,15 м/с — на вытоке воды. Вода подается в бассейн осветленная, ибо она проходит через фильтры насосно-циркуляционной станции. Водообмен в бассейне постоянный. Сброс воды в бассейне осуществляется со скоростью 2—3 л/с.

В белорыбьем цехе имеется компрессорное отделение и воздушные компрессоры нагнетают воздух по трубопроводам и таким образом азрируют воду кислородом. Благодаря работе этих компрессоров содержание кислорода в воде в течение всего периода выдерживания производителей белорыбицы не бывает менее 9 мг/л.

Осенью и весной температура воды в бассейне примерно такая же, как и в реке. Летом температура в воде бассейна поддерживается холодильной установкой в пределах 15—16°C, что благоприятно отражается на развитии половых желез.

Самцов и самок сажают в один бассейн. При смешанной посадке самки стимулируют созревание половых продуктов у самцов, а самцы стимулируют созревание половых продуктов у самок. Однако, когда половые железы у производителей разовьются, а температура воды в бассейнах приблизится к нерестовой, самцов и самок рассаживают по отдельным бассейнам или же секциям, созданным путем перегородивания каждого бассейна сетным щитом на две части. Обычно это происходит в конце октября — начале ноября, когда температура воды в бассейнах снизится до 9°C. С этого момента усиливают контроль за развитием половых желез у белорыбицы. Это дает возможность определить примерные сроки созревания производителей, и тем самым не допускается перезревания икры у самок. При появлении первых зрелых самок и самцов их необходимо выловить из бассейна, взять половые продукты и произвести искусственное осеменение. Массовое созревание производителей начинается во второй половине ноября, когда температура воды в бассейнах понизится до 5—6°C. У зрелых производителей белорыбицы половые продукты свободно вытекают из генитального отверстия при самом легком надавливании на брюшко. Икринки зрелых самок блестяще-желтоватого цвета, а сперма зрелых самцов по виду напоминает густые сливки.

Отход производителей белорыбицы за период выдерживания в бассейнах до 10—20 %. За этот период созревает 90 % самок из всего выжившего их количества.

В связи с искусственным разведением белорыбицы увеличилась численность нерестовой популяции. Осуществляя заготовку в реке производителей, иногда отлавливают зрелых особей, от которых берут половые продукты. В этом случае доставляют на рыбоводный завод оплодотворенную икру, используя для ее перевозки судно «Аквариум».

## **§ 18. ПОЛУЧЕНИЕ ЗРЕЛЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОСЕТРОВЫХ**

Для искусственного разведения осетровых заводы заготавливают незрелых производителей этих рыб путем отлова в естественных водоемах. Отлов производителей осуществляют закидными неводами или сетями в низовьях рек. В некоторых же районах (Каспийско-Курунский, Азово-Донской и Азово-Кубанский), в которых в последние годы наблюдается слабый заход осетровых в реки, производителей отлавливают ставными неводами в приустьевых участках моря.

Заготовку производителей ведут во время нерестовых миграций. В целях сохранения генофонда популяций осетровых следует заготавливать производителей от каждой биологической группы в период ее нерестового хода (табл. 9).

Отловленных производителей рыбоводы осматривают и отби-

Таблица 9. Сроки отлова производителей осетровых

Вид рыбы	Биологическая группа	Реки и моря				Температура воды, °С
		Волга	Урал	Кура, Терек, Сулак, Каспийское море	Дон, Кубань, Азовское море	
Осетр	Ранний яровой	Апрель—май	Апрель—май	Март—май	Март—май	4—14
	Поздний яровой	Май—июнь	—	Август—сентябрь	—	15—22
	Озимый летнего хода	Июль—август	—	—	—	18—24
	Озимый осеннего хода	Сентябрь—октябрь	—	Сентябрь—октябрь	Сентябрь—октябрь	16—8
	Севрюга	Яровая	Май—июнь	Май—июнь	Апрель—май	Апрель—май
	Озимая	Сентябрь—октябрь	—	Октябрь	Октябрь	14—11
Белуга	Яровая	Март—апрель	—	Март—апрель	Март—апрель	2—10
	Озимая	Октябрь	—	Октябрь—январь	—	14—2
Шип	Яровой	—	Апрель	Март—апрель	—	6—9
	Озимый	—	—	Октябрь—ноябрь	—	14—10

рают самок и самцов в определенном соотношении, без травм, кровоподтеков, среднего размера и массы (табл. 10 и 11).

Взвешивание производителей при заготовке для рыбоводных целей не допускается. Их можно только измерять и уже по длине устанавливать массу. При этом используют данные по проведенному измерению и взвешиванию каждой особи из части промыслового улова.

При заготовке производителей по половому соотношению обращают внимание на внешние их признаки. Самцы, как правило,

Таблица 10. Количественное соотношение между заготавливаемыми самками и самцами осетровых

Вид рыбы	Район отлова			
	Волго-Каспийский	Каспийско-Курильский	Азово-Донской	Азово-Кубанский
Осетр	1:1	1:1	1:1,5	1:1,5
Севрюга	1:1	1:1	1:2	1:1,5
Белуга	1:1,5	1:1	1:1	—
Шип	—	1:1	—	—

Т а б л и ц а 11. Размер и масса заготавливаемых производителей осетровых

Вид рыбы	Пол	Длина, см	Масса, кг
Севрюга	Самки	135—160	8—14
	Самцы	120—130	6—7
Осетр	Самки	150—165	20—30
	Самцы	120—135	10—15
Белуга	Самки	245—280	100—150
	Самцы	180—205	40—60

тоньше и прогонистее самок. У близких к зрелости самок половое отверстие бывает припухшее и покрасневшее, что не наблюдается у самцов. Кроме того, при заготовке яровых форм осетровых рыб рыбоводы используют рекомендации М. Ш. Гусейнова по отбору особей с завершённой IV стадией зрелости половых желез:

у самок тонкая тешка (у особей с менее зрелыми половыми органами она очень толстая и жирная), овал их брюшка отчетливо выражен, а брюшная стенка мягкая;

хвостовой стебель у производителей относительно тонкий, а его высота значительно больше ширины (у особей с менее зрелыми половыми железами он толще и ниже);

при изгибе тела у производителей хорошо проступает под кожей сегментация мускулатуры, что не наблюдается у особей менее зрелых;

рыло у производителей заострено (у менее зрелых особей оно более тупое, а вся голова толще);

жучки у производителей не такие острые, как у особей с менее зрелыми половыми железами.

Помимо указанных визуальных признаков, при помощи которых у производителей определяют завершённую IV стадию зрелости половых желез, можно также устанавливать состояние гонад самок методом непосредственного анализа ооцитов. Для этого используют щуп, которым берут из яичника самки пробу. Из пробы берут 3—5 ооцитов и фиксируют их в кипящей воде в течение 1—2 мин. Затем ооциты вынимают из воды, каждый из них разрезают лезвием бритвы на две равные части по продольной оси, проходящей через его анимальную и вегетативную части, и с помощью лупы определяют положение ядра (зародышевого пузырька) по отношению к оболочкам анимальной области. Если ядро находится у оболочек в зоне микропиле, то ооцит взят из яичника самки завершённой IV стадии зрелости. Если ядро отстоит менее чем на свой диаметр от оболочек, то ооцит взят из яичника самки близкого к завершению IV стадии зрелости. Если ядро расположено на расстоянии 1,5—2 своих диаметров от оболочек, то ооцит взят из яичника самки незавершённой IV стадии зрелости. Если же ядро занимает центральное положение, то

ооцит взят из яичника самки III стадии зрелости, например у озимого осетра летнего хода.

При заготовке озимых форм осетровых степень зрелости гонад у отловленных особей не определяют, так как к концу срока их выдерживания на заводе (к весне следующего года) все они достигают завершенной IV стадии зрелости.

Общее количество заготавливаемых производителей рассчитывают исходя из мощности рыбоводного завода и действующих на нем биотехнических нормативов по разведению этих рыб. При этом, учитывая то обстоятельство, что не от всех особей можно получить зрелые половые продукты (некоторые из них могут погибнуть, или не созреют, или дадут недоброкачественную икру), производителей заготавливают с определенным запасом (табл. 12).

При лове осетровых неводами отобранных производителей помещают по одному в брезентовые носилки и переносят в живорыбную малую прорезь или в лодку, заполненную водой на 30 см, и доставляют при помощи подвешного мотора к большой живорыбной прорези. При ловле осетровых плавными сетями лодки рыбаков с уловом подходят непосредственно к большой живорыбной прорези. Рыбовод осматривает отловленных производителей и отсаживает требуемых особей в эту прорезь. Норма загрузки производителей на одну большую живорыбную прорезь следующая: севрюга — 15—20 шт.; шип — 10—15; осетр — 10—15; белуга — 5 шт.

Загруженные производителями прорези транспортируют катерами на рыбоводные заводы со скоростью не более 10 км/ч, чтобы избежать травмирования и отходов рыбы в пути. Заготовленные производители не должны находиться в прорези более двух суток при температуре воды 7—15°C и более суток при температуре воды 15—20°C. Для транспортировки производителей можно использовать судно «Аквариум».

Привезенных на рыбоводный завод производителей выгружают из прорези с помощью подъемного крана грузоподъемностью

Т а б л и ц а 12. Запас заготавливаемых производителей осетровых, %

Вид рыбы	Район отлова				
	Волго-Каспийский*		Каспийско-Куриный	Азово-Донской	Азово-Кубанский
	1 цикл	2 цикл			
Белуга	15	—	30	45	—
Осетр	30	50	25	45	30
Севрюга	35	50	55	45	30
Шип	—	—	30	—	—

\* 1 цикл—это выращивание первой партии молоди осетровых; 2 цикл—это выращивание второй партии молоди осетровых при повторном использовании производственных цехов в один и тот же сезон.

500 кг, который опускает на прорезь брезентовую люльку. Рабочий заполняет люльку водой, отсаживает в нее рыбу и закрывает брезентовым фартуком (одну особь белуги или по две особи осетра, севрюги или шипа). Кран поднимает люльку с рыбой на причал и опускает в кузов автомашины с водой. Машина после загрузки направляется в цех выдерживания производителей. Загруженную рыбой люльку можно также транспортировать от прорези к цеху выдерживания производителей по монорельсовому пути. Брезентовые носилки используют для переноски рыбы в тех случаях, если цех выдерживания производителей расположен рядом с причалом.

Доставив производителей в цех выдерживания, их помещают в садки, пруды или бассейны. Отход производителей за время транспортировки на завод не превышает 5%.

**Выдерживание производителей в садке куринского типа.** Садок представляет собой земляной водоем размером  $12 \times 14 \times 100$  м, разделенный на три отсека бетонными перегородками с проемами, в которых установлены шандоры для регулирования водообмена и пересадки производителей из отсека в отсек. Дно каждого отсека покрыто галькой, а откосы выложены булыжником.

Заготовленных самок и самцов сажают вместе в третий отсек садка размером  $14 \times 60$  м и глубиной 2,5 м. Норма посадки производителей в эту секцию садка — 50—70 шт. Водоподача и сброс в этом отсеке, как и во втором отсеке садка, зависимые.

При наступлении нерестовых температур ( $10-16^\circ\text{C}$  для осетра,  $16-20^\circ\text{C}$  для севрюги и  $8-14^\circ\text{C}$  для белуги) самцов отсаживают во второй отсек садка длиной 30 м, шириной 12 м и глубиной 1—1,5 м. Затем через 2—3 дня необходимому количеству самок и самцов, размещенных соответственно в третьем и во втором отсеках, делают гипофизарные инъекции и сажают их вместе в первый отсек садка длиной 10 м, шириной 12 м и глубиной 1 м. В этом отсеке имеются двойная водоподача (трубопровод и флейта) и самостоятельный сброс. Полный водообмен осуществляется за 15 мин, что позволяет быстро приспускать уровень воды для проверки созревания производителей. Над первым отсеком установлен навес. Постоянный расход воды в садке 30 л/с. Двойное водоснабжение (из отстойника и непосредственно из реки) позволяет регулировать температуру воды в садке: ранней весной в садок подается более теплая вода из отстойника, что дает возможность начинать рыбоводные работы в более ранние сроки, а при повышении температуры воды в реке до  $15-17^\circ\text{C}$  садки переводят на водоснабжение из реки.

Сотрудники Астраханского отделения института «Гидрорыб-проект» разработали новый проект садка куринского типа, который внедрен в производство на волжских осетровых рыбоводных заводах (рис. 19). Садок представляет собой пруд прямоугольной формы и три бетонных бассейна. Общая длина садка — 105 м, а ширина — от 12,5 до 16 м. Длина пруда — 99,6 м. Ширина пруда по верху на большей его части — 16 м, а у одного из его



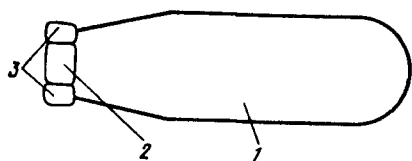


Рис. 19. Схема модернизированного садка куринского типа конструкции Астраханского отделения «Гидрорыб-проекта»:

1 — пруд для выдерживания производителей; 2 — бассейн для содержания производителей перед гипофизарными инъекциями; 3 — бассейны для содержания производителей после гипофизарных инъекций

торцовых сторон она уменьшается до 12,5 м. Ширина пруда по дну на большей его части — 4 м, у суженной же его части к одной торцовой стороне — 6,5 м. Глубина пруда на большей его части — 2,5—2,8 м, а у его суженной торцовой стороны — 1 м. Откосы пруда закреплены бетоном. Его дно устлано слоем гравия толщиной 15 см. Вода подается в пруд из трубы, подведенной к суженной его торцовой стороне, а ее сброс осуществляется через водоспуск у противоположной торцовой стороны.

Этот пруд предназначен для выдерживания производителей яровых форм в течение месяца и озимых форм с осени до весны. Плотность посадки производителей в пруд следующая: белуга — 50 шт., осетр — 80, севрюга — 70—100 и шип — 80 шт.

К суженной торцовой стороне пруда примыкают три спаренных бетонных овальных бассейна. Средний бассейн предназначен для предварительного выдерживания необходимого количества производителей в течение 2—3 сут непосредственно перед гипофизарными инъекциями. Крайние бассейны предназначены для выдерживания производителей в течение 1—2 сут до окончательного созревания их половых продуктов после гипофизарных инъекций.

Внутренние размеры (длина и ширина) среднего бассейна — 7×5 м, а каждого крайнего бассейна — 5×3,5 м. Глубина бассейнов — 1,35 м, но уровень воды в них поддерживается на отметке 1 м.

Средний бассейн имеет три проема, в которые заложены шандоры. Один проем соединяет средний бассейн с прудом. Два других проема соединяют средний бассейн с соседними бассейнами, один из которых расположен слева, а другой справа.

Водоподача и водосброс в бассейнах осуществляются независимо. Вода поступает в каждый бассейн из трубы, подведенной к его стенке. Выходящая из этой трубы вода создает в бассейне придонное течение. Кроме того, в каждый крайний бассейн подается вода из установленной над ним флейты, что способствует аэрации воды в бассейне и создает течение в поверхностных слоях.

В каждом бассейне имеется три водосброса. Первый из них поддерживает рабочий уровень воды в бассейне (1 м), второй сбрасывает воду на половину объема бассейна (при проверке созревания половых желез производителей), а третий производит полный сброс воды из бассейна (при окончании работы по получению зрелых производителей).

Над бассейнами сделан навес для предохранения от прогрева воды и защиты рыбы от прямого солнечного света.

В весенний период садок снабжается водой из отстойника, а в летний период из реки. Расход воды в садке равен 30 л/с.

**Выдерживание производителей в береговых отсадочных хозяйствах волжского типа (автор Б. Н. Казанский).** Такое хозяйство состоит из прудов для длительного резервирования производителей и садков-бассейнов для кратковременного содержания рыбы (рис. 20).

Доставленных на завод производителей сажают в пруды раздельно по полу. Пруд, предназначенный для резервирования самок, продолговатой конусообразной формы. Его длина — 130 м, ширина — от 4 до 25 м. В расширенной части, длина которой 100 м, дно земляное, а в суженной части, длина которой 30 м, оно выложено булыжником. Глубина пруда до 2,5 м в расширенной части и 0,5—1 м в суженной.

Пруд для резервирования самцов имеет длину 120 м, ширину 5 м и глубину до 2,5 м.

Вода подается в каждый пруд механическим способом из трубы (на некоторых заводах из железобетонного лотка), а ее сброс осуществляется через водоспуск, имеющий шандоры, которые позволяют регулировать уровень воды и при необходимости припускать воду до необходимого горизонта или полностью ее спускать. Постоянный расход воды — 30 л/с.

Если температура воды в прудах не выше 15°C, то в каждом из них можно выдерживать до 70 производителей. При более высокой температуре воды норму посадки производителей сокращают до 40—50 шт. на один пруд.

В этих прудах содержат яровые формы осетровых до наступления нерестовых температур. После этого воду в прудах припускают, отлавливают необходимое количество производителей (исходя из мощности инкубационного цеха и цеха выращивания молоди) и пересаживают в садки-бассейны, где им делают гипофизарные инъекции. Пересадка производителей в садки-бассейны механизирована. Что касается озимых форм осетровых, то их можно содержать (резервировать) в этих прудах с осени до весны. Затем производителей также пересаживают в садки-бассейны и инъецируют.

Для кратковременного выдерживания производителей после гипофизарных инъекций применяют бетонные спаренные садки-бассейны овальной формы размером 3×5 м. Глубина наполнения садков-бассейнов водой равна 0,6 м. Их дно имеет уклон к центру, где установлен водоспуск. Вода поступает в садки-бассейны под напором из флейт и создает в них течение. Самок и самцов содер-

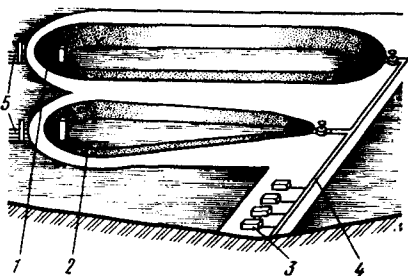


Рис. 20. Береговое отсадочное хозяйство волжского типа:

1 — пруд для самцов; 2 — пруд для самок; 3 — садки-бассейны; 4 — водоподводящая труба; 5 — водосбросные каналы

жат отдельно, по 2—3 особи в каждой садке-бассейне. Расход воды в садках-бассейнах равен 1 л/с.

Срок выдерживания производителей яровых форм при естественных температурах воды различен. Э. А. Савельева рекомендует содержать осетра ранней заготовки в садках (прудах) не менее 5 и не более 25 сут. Оптимальный же срок его выдерживания при температуре 12—14°C составляет 5—15 сут. Производителей севрюги, доставленных на завод в начале ее нерестового хода, выдерживают в течение 20—35 сут. Производителей же яровых форм, заготовленных в период массовой их миграции, когда наступают устойчивые нерестовые температуры, выдерживают в течение следующего времени: осетра — не менее 2—3 и не более 7—10 сут, севрюги — не менее 10 и не более 20 сут.

**Выдерживание производителей в бассейнах конструкции Б. Н. Казанского с рециркуляционной системой водоснабжения и регулируемой температурой воды.** В этих бассейнах производителей можно содержать с момента доставки на завод и вплоть до получения от них зрелых половых продуктов. Это каменно-бетонные спаренные бассейны овальной формы размером 3,5×6 м и глубиной 1 м. Дно бассейна имеет уклон к центру, где осуществляется сток воды. Бассейны снабжены флейтами, из которых поступает вода, создающая поверхностное течение. Кроме того, бассейны оборудованы побудителями придонного течения. Флейты и побудители придонного течения могут работать за счет насоса, который создает рециркуляцию охлажденной воды. Эта вода по пути рециркуляции обогащается кислородом. Побудитель придонного течения создает скорости у дна бассейна от 0,1 до 0,5 м/с (в среднем 0,2 м/с). При помощи холодильных установок можно регулировать температуру воды в бассейнах.

Все бассейны находятся в помещении, в котором расположены лаборатория, операционная и инкубационный цех. Холодильные установки и насосы размещены в отдельном здании механического цеха. Имеется также оборудование для автоматического регулирования и регистрации заданного температурного режима и водообмена в бассейнах. В каждую пару спаренных бассейнов сажают 10—15 производителей осетра или севрюги.

В этих бассейнах можно выдерживать производителей яровых и озимых форм осетровых по непрерывному графику. Так, например, заготовленных весной и доставленных на завод производителей белуги и раннего ярового осетра сажают сразу же в бассейны. При наступлении нерестовых температур производителям белуги и части производителей ярового осетра делают гипофизарные инъекции и получают от них половые продукты, обеспечивающие после оплодотворения и инкубации икры выход необходимого количества личинок для зарыбления ими выростного цеха (прудов, бассейнов). Часть же производителей ярового осетра резервируют с целью получения от них личинок для повторного зарыбления ими выростного цеха после выпуска выращенной молоди белуги и осетра. Одновременно с выдерживанием зарезер-

вированной части производителей раннего ярового осетра можно выдерживать и производителей яровой севрюги, потомство которой также выращивают при повторном использовании выростного цеха.

При резервировании производителей сдвигают половой цикл рыб на более поздние сроки (задержка в IV стадии зрелости). Это достигается путем содержания рыб в бассейнах с низкой температурой воды. Для этого температуру воды в бассейнах, в которых выдерживают производителей, постепенно понижают на 1 °C в сутки и доводят до 2—4 °C. При этой температуре воды можно в течение 45 сут (при 3—4 °C) или 2—3 мес (при 2—3 °C) резервировать производителей, не нарушая качества их половых желез.

При выдерживании производителей в бассейнах обеспечивается постоянная проточность воды с целью ее освежения и удаления продуктов обмена. Расход воды при рабочей загрузке бассейна производителями зависит от температуры воды.

#### Расход воды в бассейнах конструкции Б. Н. Казанского

Температура воды, °C	Расход воды, л/с	Температура воды, °C	Расход воды, л/с
24—23	2,6—2,3	10—8	0,9—0,8
22—20	2,2—2,0	7—6	0,7—0,6
20—18	2,0—1,8	5—4	0,4—0,3
17—16	1,7—1,6	3—2	0,2
15—12	1,4—1,2		

В течение всего периода выдерживания производителей при постоянных низких температурах осуществляют контроль за их состоянием, за проточностью воды, гидрохимическим и санитарным режимами в бассейнах.

Контроль за температурой и расходом воды в бассейнах проводят четыре раза в сутки. Один раз в неделю осматривают производителей и проводят профилактическую обработку в местах, где есть потертости, покраснения и обнаружено поражение поверхности тела сапролегнией 5 %-ным раствором марганцовокислого калия. Для этого воду в бассейне приспускают на  $\frac{2}{3}$  объема, отлавливают производителей и помещают их в брезентовые носилки.

Контроль за содержанием кислорода в воде проводят один раз в сутки. Два раза в неделю делают анализ воды на окисляемость, хлориды, окислы железа и рН. Содержание кислорода в воде должно быть около 12 мг/л на входе и около 7 мг/л на выходе.

Перевод бассейнов на режим нерестовых температур с целью получения от зарезервированных производителей зрелых половых продуктов осуществляется в соответствии с запланированным сроком освобождения выростной площади и ее подготовленности для следующего цикла выращивания молоди. Зная намеченный день, когда выростной цех может принять очередную партию личинок,

устанавливают день начала перевода бассейнов на нерестовую температуру. При расчете принимают во внимание, что вывод бассейнов на нерестовый режим занимает 7—10 сут, созревание производителей после гипофизарной инъекции при температуре 18°C — 1 сут, инкубация икры при температуре 18—22°C — 4 сут. Следовательно, за 12—15 сут до начала нового цикла выращивания молоди необходимо приступить к переводу бассейнов на режим нерестовых температур. Для этого температуру воды в первые дни повышают на 1°C, а затем, когда она достигнет 8°C (нижней границы нерестовых температур), ее повышают на 2°C в сутки и доводят до 16°C. При этой температуре производителям делают гипофизарные инъекции.

После гипофизарных инъекций температуру воды в бассейнах постепенно повышают в течение суток до 18°C, при которой и происходит окончательное созревание половых продуктов у производителей.

В этих бассейнах можно длительное время выдерживать производителей озимого осетра, отловленных в августе—октябре. В каждый бассейн сажают по 10 особей. Самок и самцов содержат раздельно. Температура воды в бассейнах такая же, как и в реке.

В течение зимы бассейны периодически очищают от загрязнения, а также ведут непрерывный контроль за гидрохимическим режимом и состоянием производителей. Весной, когда наступают нерестовые температуры, производителям делают гипофизарные инъекции и получают от них зрелые половые продукты, обеспечивая таким образом наиболее ранние сроки начала работ в первом цикле выращивания молоди.

**Проведение гипофизарных инъекций.** При инъектировании производителям осетровых препарата гипофиза необходимо учитывать температуру воды. Для белуги инъекции можно проводить при температуре от 7 до 17°C, для осетра и шипа — от 9 до 19°C, а для севрюги — от 15 до 24°C.

Вводимая осетровым доза гипофиза определяется на каждого производителя с учетом установленной при тестировании гонадотропной активности препарата.

При отсутствии этих данных применяют более высокие дозировки (табл. 13).

При проведении гипофизарных инъекций необходимо очень бережно обращаться с рыбой. Производители все время должны находиться в воде. Возбуждение и травмирование производителей, а также ухудшение условий содержания должны быть исключены, так как все это очень снижает качество половых продуктов.

После гипофизарных инъекций самцы становятся зрелыми раньше, чем самки. Разница во времени созревания половых продуктов самок и самцов при различных температурах следующая: при 14—16°C — 4—5 ч, при 17—19°C — 3—4 ч. Поэтому самцам вводят препарат гипофиза после инъектирования самок, что дает

Таблица 13. Доза препарата гипофиза, вводимого самкам осетровых (в числителе—количество гипофиза (мг) на 1 кг массы самки, в знаменателе—количество гипофизов (мг на одну самку)

Вид рыбы	Масса рыбы, кг	Температура воды, °С				
		7—9	10—12	13—15	16—18	19—23
Белуга	100—140	2,5	2	1,5	—	—
		250—350	200—280	150—210		
Шип	24—35	—	2,5	2	1,5	—
			60—90	50—70	35—50	
Осетр	20—25	—	2,5	2	1,5	—
			50—60	40—50	30—40	
Севрюга	10—12	—	—	2,5	2,0	1,5
				25—30	20—25	15—20

возможность одновременно получать зрелых производителей обоих полов.

**Определение сроков получения икры.** После гипофизарных инъекций постоянно следят за условиями содержания производителей и ходом созревания половых желез. Особенно тщательно нужно наблюдать за самками. Самцы же, как правило, все становятся зрелыми в короткий промежуток времени.

В этот период выдерживания производителей рыбовод должен правильно определить время, когда нужно взять от самки зрелую икру. При естественном нересте икра выметывается самкой постепенно, по мере ее овуляции. При искусственном разведении осетровых у самки берут всю икру одновременно. При этом, как показывает практика, можно получить от самки икру разного качества, что связано с правильным определением времени взятия икры. При преждевременном взятии икры лишь небольшая ее часть является зрелой, пригодной для оплодотворения.

Это обычно наблюдается при получении икры от самки, у которой произошла частичная ее овуляция, а большее количество ооцитов еще соединено с яичником и находится внутри фолликул. Если приложить определенное усилие и снять эти ооциты с яичника, то они не оплодотворяются, так как стенка фолликул препятствует проникновению сперматозоида в яйцо.

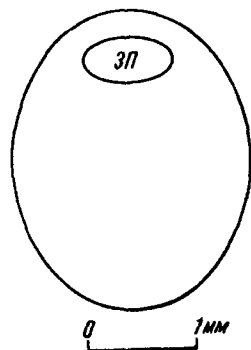


Рис. 21. Разрез через ооцит, находящийся в IV стадии зрелости: ЗП — зародышевый пузырек

При значительной передержке самки, у которой произошла полная овуляция, находящиеся внутри ее полости тела икринки повреждаются. Взятая от таких самок икра будет низкого качества.

В практике ее называют перебитой икрой. Она дает большой процент отхода при инкубации, а сильно травмированные икринки вообще не оплодотворяются.

Взятие от самки икры следует проводить тогда, когда заканчивается овуляция всей икры или когда большая ее часть уже овулирована, а остальная подготовлена к овуляции (ооциты вышли из фолликулов) и легко сходит с яичника. Чтобы не пропустить этот момент, рыбовод должен часто осматривать самок. При этом он руководствуется следующими признаками зрелых самок: брюшко мягкое; при изгибе рыбы икра выбивается сильной струей; при подъеме рыбы значительно западает брюшная стенка. Если у рыбовода имеются сомнения в зрелости самки, он

берет у нее шупом несколько ооцитов для проведения анализа, при котором устанавливают, виден ли или нет зародышевый пузырек (рис. 21). Если на разрезах ооцитов не видны зародышевые пузырьки, то самка созрела.

Т. А. Детлаф и Л. В. Игумнова разработали специальные графики, при помощи которых можно определить сроки получения зрелой икры

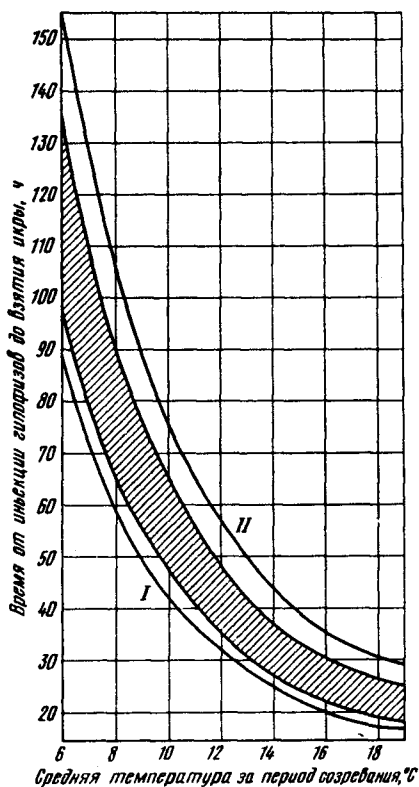


Рис. 22. График для определения времени взятия икры у самок белуги после гипофизарных инъекций

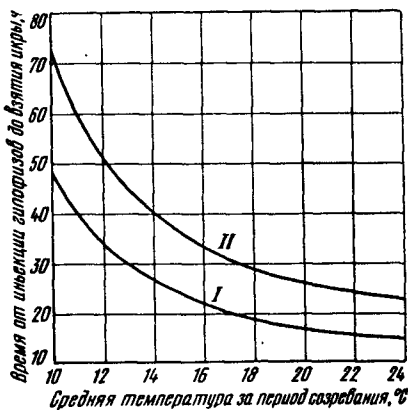


Рис. 23. График для определения времени взятия икры у самок осетра после гипофизарных инъекций

у самок осетра, севрюги и белуги после гипофизарной инъекции и выдерживания их при различных температурах воды (рис. 22—24). По вертикальной оси отложено время в часах, отсчитываемое от момента инъекции гипофизов до взятия икры. По горизонтальной оси отложены средние температуры за период созревания самок. На каждом из этих графиков даны две кривые. Нижняя кривая (I) показывает время, когда начинают созревать первые самки при разных температурах и следует приступать к их просмотру. Верхняя кривая (II) показывает время, после которого самки уже не дают икры хорошего качества. Заштрихованная полоса на рис. 22 показывает время, в течение которого созревает до 80 % всех инъекцированных самок белуги. Самки осетра и севрюги также созревают в отрезке времени, который ограничен кривыми I и II. Однако интервалы между этими кривыми не заштрихованы (см. рис. 23, 24), так как сроки созревания самок значительно варьируют.

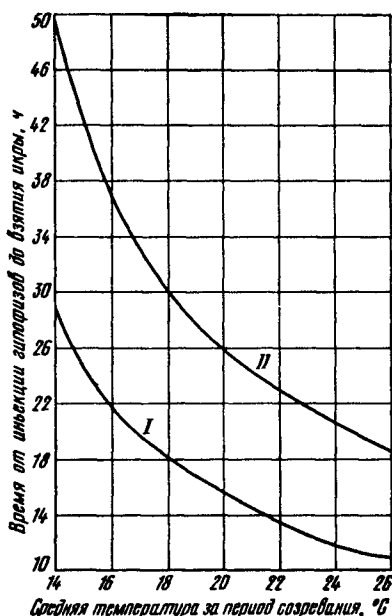


Рис. 24. График для определения времени взятия икры у самок севрюги после гипофизарных инъекций

Пример определения сроков получения зрелых самок. Самки осетра были инъекцированы 5 мая в 8 ч утра при температуре воды 14,3 °C. На горизонтальной оси графика (см. рис. 23) найдем точку, соответствующую 14,3 °C, и восстановим из нее перпендикуляр до пересечения с нижней кривой (I). Точка пересечения соответствует 26 ч на вертикальной оси. Это значит, что если бы температура воды после инъекции была все время 14,3 °C, то надо было бы начинать осматривать самок через 26 ч после инъекции. Однако обычно температура воды изменяется. Если после инъекции температура воды будет понижаться, то это время увеличится. Если она будет повышаться, время сократится. Поэтому через 20—23 ч после инъекции производителей надо рассчитать среднюю температуру воды за период их созревания и уточнить по графику время просмотра самок. Температуры воды, измеренные после инъекции, оказались следующие: 5 мая в 13 ч—15,5 °C, а в 19 ч—15,7 °C; 6 мая в 7 ч—14,7 °C. Располагая сведениями об этих температурах воды, определяем среднюю температуру за период созревания самок по схеме расчета (табл. 14). Разделив сумму градусо-часов на количество часов (350,3 : 23), получим среднюю температуру, которая равна 15,2 °C.

Следовательно, средняя температура воды за время, прошедшее после инъекции, равна 15,2 °C. Зная эту температуру, найдем на графике точки пересечения перпендикуляра, восстановленного из точки на горизонтальной его оси, соответствующей 15,2 °C, с кривыми I и II. Точка пересечения с кривой I показывает 24 ч, а с кривой II соответствует 35 ч. Это означает, что созревание самок произойдет в интервале от 24 до 35 ч их выдерживания после гипофи-



зарных инъекций. Отсюда следует, что осмотр самок надо начинать 6 мая в 8 ч, а заканчивать 6 мая в 19 ч. Если некоторые самки не созрели через 35 ч, то их созревание при дальнейшем выдерживании маловероятно. Этим самок надо сдавать на рыбоприемный пункт.

Т а б л и ц а 14. Схема расчета средней температуры за период созревания

Дата	Время измерения температуры, ч	Промежуток между измерениями температуры, ч	Температура, °С	Произведение средней за данный промежуток времени температуры на количество часов между ее измерениями, градусо-часы
5 мая	8	5	14,3	$\frac{14,3+15,5}{2} \times 5 = 74,5$
	13		15,5	
	19	12	15,7	$\frac{15,7+14,7}{2} \times 12 = 182,4$
7	14,7			

Внедрение в производство рассмотренных графиков позволило сократить число необходимых осмотров самок, более точно определить момент своевременного взятия икры и уменьшить ее потери из-за недозревания и перезревания производителей после введения им препарата гипофиза.

#### § 19. ПОЛУЧЕНИЕ ЗРЕЛЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБЦА, ШЕМАИ И КУТУМА

В Азовском бассейне производителей рыбаца заготавливают для искусственного разведения весной в период нерестового хода в реки (март — апрель), где их ловят неводами. Отловленных производителей осматривают и отбирают более крупных особей, не имеющих травм, с учетом соотношения самок и самцов 2 : 1. Отобранных производителей сажают в прорезь. Прорезь транспортируют буксиром на рыбоводный завод. При этом скорость транспортировки не должна превышать 3—4 км/ч.

На рыбоводном заводе производителей выгружают из прорези, помещают в заполненные водой брезентовые чаны, или носилки, и доставляют к садкам, в которые пересаживают их на выдерживание до созревания половых продуктов.

Требуемое заводу количество производителей заготавливают с учетом возможного отхода 10 % особей в период выдерживания в садках и несозревания 20 % особей.

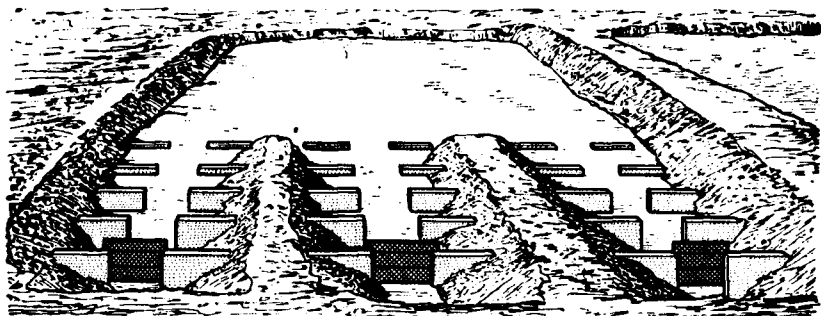


Рис. 25. Садок для выдерживания производителей рыба

Садки для выдерживания производителей расположены в наименее шумном месте завода. Они стационарные и земляные. В верхней части каждого садка (пруда) имеется по три нерестовых канавы, а в нижней части — водоспуск (рис. 25). Ширина садка — 12 м, длина — 35 м (без канав), глубина — 0,5—1 м. Нерестовые канавы делают длиной 25 м и шириной по дну 0,8 м. Дно и откосы их покрыты гравием и ракушкой слоем 15—20 см. Дно канав имеет уклон в сторону садка. Глубина в верхней части канав — 15 см, а в нижней — 45 см. Канавы имеют четыре переката, на которых уложена галька слоем в 3—7 см. Через каждые 5 м канавы разделены съемными решетками на отсеки. Вода поступает из отстойника в канал, из которого она подается в канавы. Это обеспечивает подачу немутной воды и отсутствие резких температурных ее колебаний, что наряду со скоростью ее течения в канавках не менее 0,5—0,7 м/с положительно влияет на созревание половых продуктов производителей рыба.

Расход воды в садке составляет 60—85 л/с, а плотность содержания в нем производителей может быть до 5 особей на 1 м<sup>2</sup>.

При наступлении нерестовых температур производители рыба по мере созревания гонад выходят из садков в нерестовые канавы. Массовый заход производителей в эти канавы происходит при температуре воды 18°C. За зашедшими в канавы производителями ведут наблюдение. При обнаружении готовности производителей к нересту секции канав перегораживают решетками, уменьшают подачу воды и отлавливают их. От зрелых особей берут икру и сперму, а затем совместно с еще недозревшими рыбами их вновь сажают в садок для получения второй порции половых продуктов.

Кроме указанного метода получения зрелых производителей рыба, применяют метод выдерживания этой рыбы совместно с шемаей. Заготавливать производителей можно весной или осенью. Если рыбы были заготовлены осенью, их содержат на рыбодных предприятиях в зимовальных прудах при плотности посадки для рыба 1200 шт/га и шемаи 2400 шт/га. Отход произведе-

лей за зимний период выдерживания составляет 20 % по рыбку и 20 % по шемае. Весной производителей содержат в маточных прудах при плотности посадки рыбаца 600 шт/га и шемаи 1200 шт/га. К каждому маточному пруду подведены по три описанных выше нерестовых канавы. При прогреве воды производители входят в эти канавы. По мере созревания производителей у них берут половые продукты.

На рыбцово-шемайном хозяйстве, расположенном на озере Соленом в Азово-Кубанском районе, половые продукты не берут от производителей, а проводят естественный нерест. Это хозяйство осуществляет заготовку производителей рыбаца и шемаи осенью в устье р. Кубани и лимане Курчанском с учетом 15 % запаса и при соотношении самок и самцов 1 : 1. Доставленных в хозяйство производителей содержат в маточном пруду. Плотность посадки рыбаца и шемаи в этом пруду составляет по 410 шт/га каждого вида рыб. Вода в маточном пруду проточная (0,3 м/с). Этот пруд соединен с 4 канавами, три из которых предназначены для нереста рыб, а одна обеспечивает водоснабжение его из отстойника в зимнее время. Нерестовые канавы соединены при помощи дюкера с выростным водоемом — озером Соленным. Длина каждой канавы — 200 м, ширина — 4 м. Дно канав бетонировано и устлано галькой с ракушкой слоем 15—30 см. В каждой канаве имеется 100-метровый перекат.

Выживаемость производителей в пруду за период зимовки составляет 80 %. В конце апреля, когда температура воды повышается до 13 °С, начинают пропускать производителей через открытые шлюзы в нерестовые канавы. Для нереста рыб канавы используют поочередно. Вход в каждую канаву держат открытым в течение 5 суток. Основной заход рыбаца в нерестовые канавы происходит при температуре воды 16—18 °С. Массовый же заход в эти канавы шемаи наблюдается при температуре воды 20—21 °С.

Наиболее благоприятные условия для нереста рыбаца и шемаи в канавах создаются при скорости течения воды 0,7—0,8 м/с и глубине на перекатах 20—25 см. В период инкубации икры и ската личинок в выростной водоем скорость течения воды в канавах снижают до 0,3—0,2 м/с. Отход повторно нерестующих производителей достигает 40 %.

На Каспии отлавливают производителей рыбаца и шемаи для рыбоводных целей в канале, сбрасывающем воду из Малого Кызылагачского водоема в залив Кирова.

Производителей кутума заготавливают в Каспийском бассейне (р. Самур; рыбоходный канал, соединяющий Аракумские водоемы с морем; канал, сбрасывающий воду из Малого Кызылагачского водоема в залив Кирова) в марте во время их нерестовой миграции.

Отлавливают производителей при помощи специальных ловушек и обыкновенных рыбачьих сачков. Производителей с половыми продуктами в IV—V стадии зрелости сажают на выдержива-

ние в плавучие деревянные или обтянутые сеткой садки размером  $3 \times 2 \times 1,5$  м. Производителей сажают в садки раздельно по полу. Садки для самцов установлены выше по течению, а для самок — ниже. Плотность посадки в садки производителей средней массой  $1,5$  кг —  $5$  шт/м<sup>2</sup>. Соотношение заготовленных самок и самцов должно быть  $1 : 1$  или  $1 : 1,5$ .

Производителей выдерживают в садках до момента овуляции, которая начинается примерно через  $3$ — $15$  ч после посадки, а затем берут у них зрелые половые продукты. Созревание производителей в садках составляет  $95\%$ . Если среди заготовленных производителей недостает необходимого количества самцов, то от них можно брать половые продукты дважды: после взятия первой порции спермы самцов вновь сажают на выдерживание в садки, а затем берут вторую порцию.

## **Глава 6**

### **ВЗЯТИЕ ЗРЕЛЫХ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ У ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ, ОСЕМЕНЕНИЕ ИКРЫ И ПОДГОТОВКА ЕЕ К ИНКУБАЦИИ**

#### **§ 20. ВЗЯТИЕ ЗРЕЛЫХ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ У ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

Икру и сперму берут у зрелых производителей рыб при ровном рассеянном свете, отсутствии прямых солнечных лучей или прямого электрического освещения. Температура воздуха должна быть близкой к температуре воды. Половые продукты берут у производителей тремя способами: отцеживанием, при помощи вскрытия брюшной полости рыб и комбинированным способом.

**Способ отцеживания.** Перед взятием икры голову и хвостовой стебель самки обертывают влажным полотенцем или марлей. Если самка небольшая, икру отцеживает один человек. Он прижимает голову рыбы локтем левой руки к телу, а кистью этой руки держит хвостовой стебель в таком положении, чтобы генитальное отверстие находилось над краем чистой и сухой посуды (эмалированный таз с неотбитой эмалью). При этом самка изгибается брюшной стороной наружу. От давления стенок брюшной полости часть икры выделяется из генитального отверстия, падает на край посуды и стекает на дно (нельзя допускать прямого падения икринок на дно посуды, так как они легко повреждаются). Затем, осторожно сдавив большим и указательным пальцами правой руки стенки брюшка самки (у грудных плавников) с обеих сторон, он сгоняет оставшуюся икру к генитальному отверстию. Отцеживание икры продолжается до тех пор, пока не прекратится выделение свободных икринок.

Если самка крупная, то икру отцеживают два человека: один держит голову рыбы, другой держит над краем посуду хвостовой стебель и одновременно свободной рукой отцеживает икру.

Таким же способом берут у производителей и сперму. Зрелого самца держат над посудой и рукой слегка массируют его брюшко до тех пор, пока из генитального отверстия не начнет вытекать сперма. Сперму у мелких самцов можно брать, изогнув дугой их туловище (брюшком наружу), крупных самцов — с помощью резинового шупа, вставленного в генитальное отверстие. В этом случае, чтобы рыба не билась, ее необходимо поместить в станок. Когда появятся первые сгустки молока, отцеживание прекращают. Сперма созревает отдельными порциями, поэтому при необходимости ее можно брать от самцов несколько раз. Для этого самцов после каждого отцеживания вновь сажают в садки на выдерживание, при котором созревает очередная порция спермы. Способом отцеживания берут сперму у самцов всех видов искусственно разводимых промысловых рыб.

**Способ вскрытия.** Этот способ предусматривает взятие зрелой икры от неживых производителей. Обычно самку убивают ударом колотушки по голове, вытирают полотенцем или марлей и ножом разрезают брюшко от генитального отверстия до передней его части на 7—15 см. Затем из самки извлекают в заранее подставленную посуду (эмалированный или покрытый асфальтовым лаком жестяной таз) всю икру. Комковатую или незрелую икру осторожно отделяют птичьим пером от зрелой икры. Однако самок осетровых рыб обескровливают перед взятием икры, перерезав хвостовую артерию. Для того чтобы вытекло больше крови, которая может попасть в полость тела и в икру, рыбу вертикально подвешивают за голову на блок. Когда сток крови прекратится, рыбу обмывают водой, вытирают полотенцем, вскрывают брюшко и зрелая икра стекает в подставленную посуду.

Способом вскрытия пользуются опытные рыбоводы, безошибочно определяющие созревших самок, у которых только что произошла полная овуляция, и своевременно берут у них икру. В противном случае можно получить недоброкачественную икру для рыбоводных целей. Так, при преждевременном вскрытии самок, у которых овуляция большей части ооцитов еще не произошла, с усилием снятые с яичников икринки не оплодотворяются. При запоздалом же вскрытии самок, производимом позднее срока наступления полной овуляции, многие изъятые икринки оказываются в разной степени резорбированными или поврежденными («перебитыми») уже в самой рыбе. Такая икра дает очень большой отход в результате ненормального эмбрионального развития (много уродов среди предличинок) или вообще неспособна к оплодотворению.

Многие рыбоводы для получения зрелой икры пользуются способом отцеживания или комбинированным способом, предусматривающим отцеживание икры с последующим вскрытием самки. При этих способах исключается опасность взятия икры у незрелых самок.

**Комбинированный способ.** При этом способе объединяют все операции, которые были описаны нами при получении икры спо-

собом отцеживания и способом вскрытия самки. Иначе говоря, часть икры берут у рыбы способом отцеживания, а оставшуюся часть ее, которую по чисто техническим причинам не удастся получить методом массажа, — путем вскрытия брюшной полости.

Способ вскрытия широко распространен на рыбоводных заводах для взятия икры у самок осетровых рыб и тихоокеанских лососей. Однако при взятии спермы у самцов этих рыб применяют способ отцеживания. При искусственном же разведении других видов промысловых рыб обычно тоже применяют способ отцеживания. Особенно не рекомендуется брать икру способом вскрытия и комбинированным способом у порционнно-нерестующих рыб (например, у сырты), у которых она созревает, как и сперма, отдельными порциями. При вскрытии самок таких рыб (с целью взятия зрелой икры) пропадает большое количество недозревшей икры. Поэтому взятие зрелой икры от порционнно-нерестующих рыб целесообразнее проводить способом отцеживания. Вначале нужно получить от самок этих рыб одну часть зрелой икры, а затем выдержать самок в садке, чтобы оставшаяся икра созрела, после чего отцедить и ее. В некоторых случаях после первого отцеживания икры таких рыб выпускают в естественный водоем для созревания и вымета оставшейся части икры.

## **§ 21. РАБОЧАЯ ПЛОДОВИТОСТЬ**

Рабочая плодовитость — это количество зрелых икринок, взятое у самки для искусственного осеменения. Величину рабочей плодовитости самок устанавливают объемным и весовым методами учета икры. При массовом взятии икры у производителей определяют среднюю величину рабочей плодовитости.

Величина рабочей плодовитости обычно ниже абсолютной плодовитости. Это объясняется двумя причинами. Первая — у зрелых самок наряду с основной массой зрелых икринок имеется некоторое количество недозревших икринок, которые обычно после нереста резорбируются. Вторая — при взятии икры способом отцеживания в брюшной полости самки иногда, остается не только некоторое количество недозревших икринок, но и зрелых. Количество оставшихся зрелых икринок зависит от опытности обслуживающего персонала, умения отцедить всю созревшую икру.

Величина рабочей плодовитости у одного вида рыб зависит от длины, массы и возраста рыбы. Чем больше длина и масса рыбы, чем она старше, тем, как правило, выше величина рабочей плодовитости. Исключение могут составлять очень старые по возрасту рыбы.

## **§ 22. ОСЕМЕНЕНИЕ И ПОДГОТОВКА ИКРЫ К ИНКУБАЦИИ**

**Осеменение.** Это соприкосновение спермы (сперматозоидов) с икрой (яйцами). Попавший на икринку сперматозоид по микропиллярному каналцу проникает через ее оболочку внутрь икрин-

## Рабочая плодовитость рыб

Вид рыбы	Средняя рабочая плодовитость, тыс. шт. икринок	Вид рыбы	Средняя рабочая плодовитость, тыс. шт. икринок
<i>Осетровые</i>		<i>Лососевые</i>	
Калуга	500	Семга:	
Белуга:		колская	11
волжская	600	умбская	8
уральская	600	кемская	8
куринская	350	лувеньгская	8
донская	700	Лосось:	
рионская	500	невский	6
Шип:		нарвский	6
уральский	300	даугавский	7
куринский	280	куринский	8
рионский	200	самурский	5
Осетр русский:		терский	4
волжский	250	чернореченский	6
уральский	250	озерный	4
куринский	200	Кета	2,5
донской	210	Горбуша	1,2
кубанский	230	Нерка	3,5
рионский	200	Чавыча	7
Осетр персидский куринский	200	Кижуч	3,5
Осетр атлантический рионский	250	Сима	2
Осетр сибирский:		Нельма	180
обский	200	Белорыбца	150
енисейский	150	Пелядь	30
байкальский	200	Муксун	30
ленский	40	Рипус	10
Севрюга:		Омуль	11
волжская	180	Сиг:	
уральская	200	лудога ладожский	16
куринская	100	волховской	35
терская	160	чудской	22
сулакская	150	байкальский	30
кубанская	150		
донская	150	<i>Карповые</i>	
рионская	250	Рыбец:	
Стерлядь:		донской	35
средневожская	30	кубанский	35
обская	12	кызылагачский	20
енисейская	7	Шемая:	
		кубанская	15
		кызылагачская	20
		Кутум	80

ки, где происходит слияние женской и мужской клеток, или оплодотворение, дающее начало новой клетке — зиготе, которая делится и превращается в многоклеточный зародыш (эмбрион). Следовательно, с момента оплодотворения начинается развитие зародыша. На первых стадиях его развития отделяется и набухает оболочка яйца, а также образуется перивителлиновое пространство. Одновременно с этим у многих видов рыб оболочка яйца приобретает клейкость. При набухании оболочки увеличивается ее прочность к механическим воздействиям среды. Затем

наступает процесс дробления: яйцо последовательно разделяется бороздами на 2, 4, 8, 16 и т. д. бластомеров.

Основная задача искусственного осеменения — создание условий, обеспечивающих проникновение сперматозоида в каждую икринку.

У всех видов рыб, за исключением акул, нормальное развитие зародыша происходит только в том случае, если в икринку проникает один сперматозоид. У лососевых, окуневых, карповых и других рыб это обеспечивается благодаря единственному отверстию (микропиле) в икринке. Когда первый сперматозоид входит в отверстие икринки, он заполняет микропилярный канал и таким образом препятствует проникновению второго сперматозоида. Когда же сперматозоид пройдет через микропилярный канал внутрь икринки и вступит в контакт с цитоплазмой, начинается выделение веществ кортикальных клеток, под действием которых другой сперматозоид при попытке проникнуть в освободившийся канал теряет подвижность в результате наступившей агглютинации. При таком механизме блокировки полиспермии у костистых рыб оплодотворение всегда бывает моноспермным.

У осетровых рыб каждая икринка имеет много микропилярных каналов, через которые может одновременно проникнуть несколько сперматозоидов. Это приводит к полиспермному оплодотворению. Зародыш развивается ненормально и погибает в период инкубации. Однако микропилярные каналы в икринках осетровых рыб расположены на ограниченной поверхности их оболочек в области анимального полюса (рис. 26). В связи с этим при проникновении одного из сперматозоидов во внутрь икринки происходит кортикальная реакция, которая в течение 1—2 с распространяется на указанную область и блокирует все микропиле. Следовательно, у осетровых оплодотворение может быть полиспермным в том случае, если несколько сперматозоидов из разных микропилярных каналов одновременно проникают во внутрь икринки и вступают в контакт с цитоплазмой. Кроме того, у этих рыб полиспермное оплодотворение может также произойти из-за торможения кортикальной реакции, хотя в контакт с цитоплазмой вступил только один сперматозоид. В естественных водоемах полиспермное оплодотворение у осетровых рыб явление очень редкое, так как концентрация сперматозоидов, выброшенных самцами при нересте, бывает незначительной (сперматозоиды быстро рассеиваются струями воды). При искусственном осеменении вероятность полиспермного оплодотворения у осетровых значительно возрастает. Причиной этого может быть как низкое качество икры, так и неудовлетворительный биотехнический прием искусственного осеменения.

Ненормальное развитие икринок может произойти не только при полиспермном оплодотворении, но и в результате механического воздействия и под влиянием воды, хотя оплодотворение и не произошло. Такие активированные икринки (партеногенетического развития) теряют способность к оплодотворению, ибо они



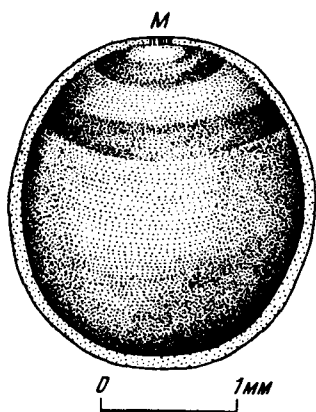


Рис. 26. Яйцо осетра:  
М — микропилярные каналцы  
в оболочке

выделяют вещества, препятствующие проникновению сперматозоидов. Развитие этих неоплодотворенных икринок идет атипично и обычно заканчивается на стадии дробления, после чего они погибают.

Икринки лососевых рыб активируются и утрачивают способность к оплодотворению через несколько минут после попадания в воду. Икринки же осетровых рыб могут не активироваться и сохранять способность к оплодотворению несколько дольше. Если икра длительное время находится в воде, то способность к оплодотворению утрачивают не только активированные икринки, но и неактивированные. Следует также отметить, что в полостной жидкости икринки сохраняют оплодотворяющую способность значительно дольше, чем в воде. Но и в полостной жидкости зрелые икринки способны активироваться, если они находятся в ней продолжительное время.

Необходимо помнить о том, что сперматозоиды неподвижны в семенной жидкости. Лишь когда сперматозоиды попадают в воду, они становятся активными и проявляют способность к поступательному движению, то есть они начинают плавать, что дает им возможность проникать в икринки. Поступательное движение у сперматозоидов большинства видов рыб продолжается очень недолго. Только небольшая часть спермиев осетровых рыб продолжает активно плавать в воде до 20 мин, а в некоторых случаях — даже 2—4 ч.

#### Активность спермы некоторых видов рыб

Вид рыбы	Время	Вид рыбы	Время
Осетровые	5—10 мин	Белорыбца	45—60 с
Лососи	45 с	Рыбец	30—60 с
Форели	25—60 с	Сельдь волжская	1 мин
Сиги	1 мин	Сазан	1,5—3 мин
Ряпушка	3,5 мин	Лещ	2,5—3 мин

Постепенно поступательное движение сперматозоидов ослабевает и переходит в колебательное движение, при котором спермии не передвигаются в воде. При колебательном движении сперматозоиды уже не могут проникнуть в икринки и теряют оплодотворяющую способность. Затем и это движение прекращается, сперматозоиды становятся неподвижными и погибают.

В семенной жидкости сперматозоиды не тратят энергии на движение и сохраняют в ней оплодотворяющую способность значительно дольше по времени, чем в воде. Особенно это проявляется при низких температурах. Так, если содержать пробирки, или

бюксы, со спермой на льду, сперматозоиды могут быть активированы водой после нескольких суток хранения.

Учитывая биологические особенности половых продуктов у различных видов промысловых рыб, в рыбоводстве применяют различные способы искусственного осеменения икры. Этих способов три: сухой, полусухой и мокрый.

**Сухой способ.** В эмалированный таз с икрой добавляют сперму. После этого икру перемешивают со спермой. Затем в таз наливают воду и снова перемешивают половые продукты.

**Полусухой способ.** В эмалированный таз с икрой приливают сперму, разведенную водой непосредственно перед осеменением, и сразу же приступают к перемешиванию половых продуктов.

**Мокрый способ.** В эмалированный таз с икрой наливают воду, затем вносят сперму и тут же перемешивают половые продукты. К этому способу относится и такое осеменение, когда икру и сперму вносят одновременно в эмалированный таз с водой и содержимое перемешивают.

Осеменение икры проводят в помещении при рассеянном свете. В зависимости от вида рыб для осеменения 1 кг икры любым из указанных трех способов требуется от 0,5 до 10 см<sup>3</sup> спермы и от 0,15 до 2 л воды. После перемешивания в воде половых продуктов икра оплодотворяется. Время, затрачиваемое на перемешивание в воде половых продуктов до момента оплодотворения, составляет 1—5 мин и не зависит от способа осеменения и от количества осеменяемой икры, а имеет прямую связь с продолжительностью поступательных движений сперматозоидов разных видов рыб.

Следует учитывать, что у икринок при осеменении появляется избирательная способность в отношении сперматозоидов. Икра, осемененная смесью спермы от 3—5 самцов, дает больший процент оплодотворения, нежели при осеменении ее спермой от одного самца. Стадо рыб, полученное из икры, осемененной смесью спермы от нескольких самцов, обладает повышенной жизнестойкостью.

После осеменения сразу же приступают к подготовке оплодотворенной икры к инкубации: отмывают икру от остатков спермы, полостной жидкости, слизи, клейкого вещества и оставляют в воде для набухания ее оболочек.

Ознакомившись с общими приемами осеменения икры, теперь рассмотрим технику осеменения икры отдельных видов промысловых рыб и подготовку ее к инкубации.

**Осеменение икры осетровых рыб.** Икру этих рыб можно осеменять любым из указанных трех способов. Однако лучшим является полусухой способ, который обеспечивает оплодотворяемость икры до 80—90%. При этом способе первоначально сливают из таза с икрой полостную жидкость, а затем выливают в него разведенную водой сперму. Обычно на 1 кг икры используют 10 см<sup>3</sup> спермы, разведенной двумя литрами воды (количество

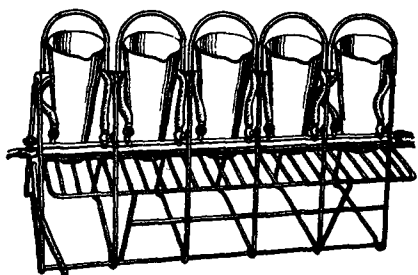


Рис. 27. Аппарат обесклеивания икры (АОИ)

спермы увеличивают в 2,5 раза, если качество ее низкое — после разбавления спермы водой значительная часть спермиев остается неподвижной). Разведенную сперму тщательно перемешивают с икрой в течение 3—5 мин, после чего икру 3 раза быстро промывают водой для удаления слизи и спермы. Воду сливают прямо на стол, на котором стоит таз с икрой. Стол имеет бортики и уклон в сторону водосброса. К столу подведена водопроводная труба, к которой подсоединены резиновые шланги для подачи воды в таз. Закончив эту операцию, приступают к подготовке оплодотворенной икры к инкубации. Начинать нужно с отмывки икры от клейких веществ. Для этого в таз с оплодотворенной икрой наливают воду, в которую предварительно вносят тальк, или тонкий (без примеси песка) речной ил. На отмывку 1 кг икры требуется 4 л воды и 0,5 л густой взвеси талька, или ила. После добавления в таз этой суспензии икру осторожно перемешивают круговыми движениями руки. При этом икринки обволакиваются частичками талька, или ила, которые снимают клейкие вещества. Для поддержания нормальных условий дыхания икры периодически часть мутной воды сливают из таза и добавляют в него чистую воду из резинового шланга. Отмывают икру 40—50 мин. За это время тальк, или ил, полностью удаляются из таза, а икра утрачивает клейкость.

В последние годы отмывку икры суспензией талька механизировали, применяя аппарат обесклеивания икры (АОИ) (рис. 27). Время на обесклеивание икры в аппарате составляет 30—40 мин, но при этом обеспечивается снижение трудоемкости обслуживания и улучшение гигиенических условий труда.

Этот аппарат представляет собой раму, на которой смонтированы 5 бачков. Емкость каждого бачка — 11 л. По гибким шлангам к бачкам подведена вода от водопровода и поступает воздух от компрессорной установки. Подача воды и воздуха в каждом бачке регулируется. Кроме того, на раме смонтированы откидной столик для размещения тазов, предназначенных для обесклеивания икры, и сливной лоток, в который сбрасывается вода из бачков. Габаритные размеры аппарата следующие: длина — 175 см, ширина — 75 см, высота — 115 см.

В бачки заливают водную суспензию талька и закладывают 3 кг оплодотворенной икры. Обесклеивание осуществляют путем барботирования содержимого бачков воздухом. Расход воздуха составляет 0,2 м<sup>3</sup>/мин. По окончании процесса обесклеивания, не прерывая подачи воздуха, в каждый бачок подают воду (2—2,5 л/мин) для отмывки икры. Продукты обесклеивания вместе

с суспензией талька сбрасываются в лоток. Обесклеенную и отмытую икру сливают в тазы, установленные на столике. Помимо указанной конструкции, разработаны одно-, двух- и трехбачковые модификации аппарата.

За период обесклеивания икринки частично набухают в воде и в них образуется перивителлиновое пространство. Завершается процесс набухания икры в инкубационном аппарате.

Если инкубацию икры осетровых рыб проводят на субстрате в приклеенном состоянии, то осеменение икры, отмывку ее от остатков спермы, слизи и полостной жидкости лучше проводить в стерильной воде и без добавления талька, или ила. Стерилизовать воду можно при помощи бактерицидных установок. Продолжительность отмывки этой икры в воде обычно не более 2 мин. За это время клейкое вещество еще не появляется на оболочках икринок. Поэтому их свободно рассеивают в воде на субстрат без образования комков. В дальнейшем икринки выделяют клейкое вещество и приклеиваются к субстрату.

Осеменение лососевых рыб. Икру лососевых рыб осеменяют сухим способом, который обеспечивает для этих рыб высокий процент оплодотворения икры (95—98 %). При этом способе в таз с икрой отцеживают от самцов, или выливают из пробирки (бюкса) заранее взятую от них сперму из расчета 2 см<sup>3</sup> на 1 кг икры. Половые продукты осторожно и тщательно перемешивают рукой. Затем в таз добавляют 100—200 мл воды на 1 кг икры и вновь перемешивают половые продукты в течение 2—3 мин. После этого оплодотворенную икру отмывают водой в том же тазу, где было проведено осеменение, в течение 10 мин. Отмытую икру оставляют в заполненном водой тазу для набухания. При набухании икры следует менять воду через каждые 10—15 мин при температуре воды 6—8°C и через каждые 30—40 мин, если температура воды 2—3°C. Воду наливают по стенкам таза. Слой воды над икрой не должен быть более 10 см. Для смены воды можно использовать резиновый шланг, конец которого опущен в таз с икрой, а другой подсоединен к водопроводной трубе. По этому шлангу вода постоянно поступает в таз с икрой. Скорость подачи воды регулируется так, чтобы полная смена ее происходила за 10—40 мин. Токи воды в тазу должны быть такими, чтобы лишь слегка шевелили икринки. При температуре воды 6—8°C набухание икры продолжается 1—1,5 ч, а при температуре 2—3°C — 6—7 ч. За это время икринки увеличиваются в объеме и становятся упругими. В таком состоянии их следует заложить в аппараты на инкубацию.

Осеменение карповых рыб. Икру этих рыб осеменяют сухим и мокрым способами. Так, икру рыбаца осеменяют мокрым способом, а икру кутума — сухим.

Для осеменения икры рыбаца берут первоначально у производителей этой рыбы половые продукты в разную посуду. В один таз отцеживают икру от 14 самок, а в чашку отцеживают сперму от 7 самцов. Затем в другой таз наливают 4 л воды и одновре-

менно вносят в него икру и сперму. После этого половые продукты осторожно перемешивают птичьим пером. По истечении 2—3 мин воду со спермой и слизью выливают из таза и наливают в него свежую порцию воды.

**Подготовка к инкубации.** Завершив осеменение икры, сразу же приступают к обесклеиванию икры, подготавливая ее к инкубации. С этой целью оплодотворенную икру, находящуюся в воде, перемешивают в течение 45 мин, меняя при этом воду в тазу через каждые 15 мин. Затем обесклеенную и набухшую икру закладывают в инкубационные аппараты.

Для осеменения икры кутума отцеживают в один и тот же таз, предварительно смазанный слизью тела рыбы, икру от двух самок и сперму от двух самцов. Затем половые продукты осторожно перемешивают птичьим пером, наливают в таз 150—200 мл воды и вновь их перемешивают. Спустя 2—3 мин после осеменения икры наливают в таз на половину объема воду, которую тут же сливают вместе с остатками спермы и слизи. После этого таз вновь наполняют водой и приступают к обесклеиванию икры, производя ее перемешивание в течение 1—1,5 ч при температуре 12—16 °С или 1,5—2 ч при температуре 8—12 °С. В период обесклеивания икры регулярно меняют воду через каждые 15 мин. Обесклеенную и набухшую икру помещают в инкубационные аппараты.

Для устранения ручного труда при обесклеивании икры рыба и кутума можно применять, как и для икры осетровых рыб, аппарат АОИ.

### **§ 23. ПРОЦЕНТ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ**

Для оценки качества икры, получаемой от производителей рыб, определения эффективности ее осеменения в сочетании с условиями отмытки и набухания устанавливают процент оплодотворения. Для икры лососевых и карповых рыб этот показатель устанавливают в период дробления, когда зародышевый диск нормально развивающихся яиц состоит из 16 и более blastomeres. Неоплодотворенные икринки в это время не дробятся или имеют 2—8 ложных blastomeres. Этот показатель для икры осетровых рыб устанавливают либо на стадии завершеного второго деления дробления, либо при гастрюляции. Нормально развивающиеся яйца четко отличимы от отмирающих неоплодотворенных, в том числе и от активированных яиц, которые на более ранних стадиях могут дробиться. Они отличаются также и от яиц полиспермного оплодотворения.

Чтобы определить процент оплодотворения, берут пробу из общего количества икры, которое заложено на инкубацию. Проба икры лососевых рыб содержит 100—150 икринок, проба икры карповых рыб — 300—400 икринок, проба икры осетровых рыб — 300—350 икринок. Все икринки, входящие в пробу, просматривают под микроскопом, бинокуляром или сильной лупой. Икринки

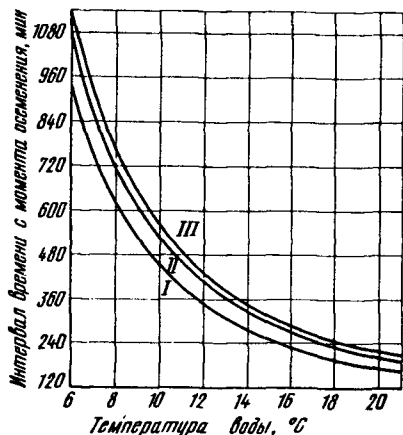


Рис. 28. График для определения времени взятия проб икры белуги для определения процента оплодотворения

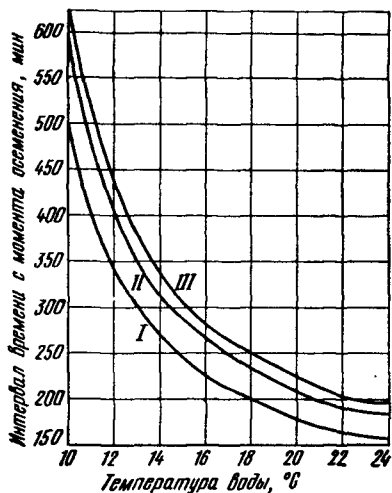


Рис. 29. График для определения времени взятия проб икры осетра для определения процента оплодотворения

лососей просматривают без оболочки, которую перед этим снимают. Затем определяют процент оплодотворения (отношение числа развивающихся икринок к числу просмотренных икринок, умноженное на 100).

Пример. Просмотрено 150 икринок, из которых развиваются 145 икринок. Отсюда процент оплодотворения:  $\frac{145 \times 100}{150} = 96,6 \%$ .

Процент оплодотворения икры осетровых рыб, как правило, определяют во время второго деления на стадии дробления. Для правильного определения времени взятия проб икры используют разработанные А. С. Гинзбург специальные графики (рис. 28—30).

На оси абсцисс отложены средние температуры воды за период времени, прошедший с момента осеменения икры. На оси ординат дано время делений дробления яйца. Нижняя кривая (I) показывает время от осеменения до появления борозд второго деления дробления, а верхняя (III) — третьего деления дробления. Средняя кривая (II) показывает лучшее время для взятия пробы икры на стадии завершеного второго деления дробления.

Установив среднюю температуру за период времени, прошедший с момента осеменения икры, и найдя на оси абсцисс графика соответствующую этой температуре точку, восстановим из нее перпендикуляр до пересечения с кривой III. По точкам этого перпендикуляра, лежащим между кривыми I и III и расположенным

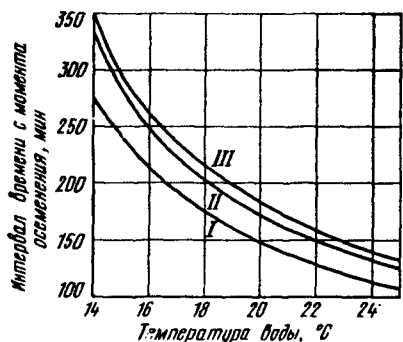


Рис. 30. График для определения времени взятия проб икры севрюги для определения процента оплодотворения

ближе к кривой II, иллюстрирующей стадию завершеного второго деления дробления, определяем время взятия пробы икры. Взяв эту пробу и разобрав ее на дробящиеся и недробящиеся яйца, определяют процент оплодотворения икры, который совпадает с процентом дробящихся яиц. Активированные же неоплодотворенные яйца не имеют в это время борозд на своей поверхности, так как они начинают дробиться позже, если требуется определить процент полиспермных яиц, то взятую пробу фиксируют в растворе формалина (одна часть 40 %-ного формальдегида на девять частей воды), а затем просматривают под биноклем или лупой. В анализируемой пробе нормальные моноспермные яйца имеют в это время 4 blastomeres, а полиспермные — 6 и более blastomeres (рис. 31). Подсчитав количество полиспермных яиц, определяют процент их в инкубируемой икре. При качественной икре и соблюдении технологии ее осеменения обычно наблюдается не более 5 % полиспермных яиц.

Процент нормально развивающихся зародышей в осемененной икре осетровых значительно снижается, если половые продукты были взяты от производителей, выдерживаемых при нерестовых температурах более допустимого по технологическим нормати-

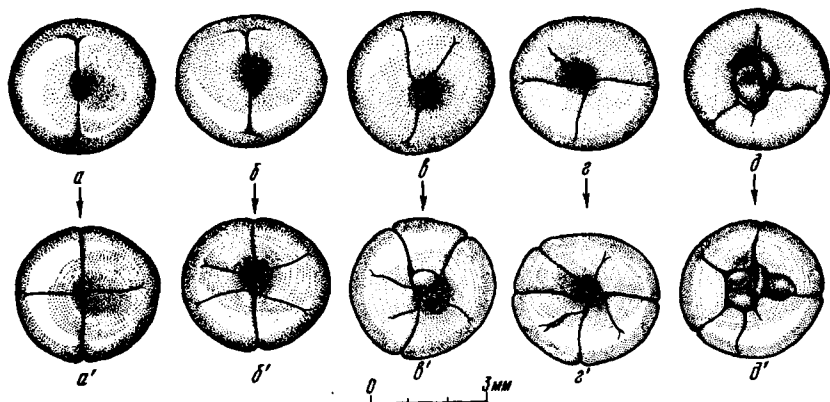


Рис. 31. Яйца осетра на стадиях первого (a—d) и второго (a'—d') делений дробления:

a и a' — нормальные моноспермные яйца, остальные — полиспермные

вам времени, так как это увеличивает количество активированных и полиспермных яиц.

#### Оплодотворяемость икры различных видов рыб, %

Лососи	97	Осетр	80
Белорыбца	73—97	Севрюга	70—90
Сиговые	95	Рыбец	95
Белуга	90	Кутум	98

## Глава 7

### ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

#### § 24. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

При инкубации икры прежде всего следует создать благоприятные условия для нормального развития зародышей. Для этого следует регулярно удалять конечные продукты обмена, выделяемые зародышами, обеспечить развивающиеся зародыши необходимым количеством кислорода, требуемой температурой и определенным гидрохимическим режимом.

В практике рыбоводства существуют два метода инкубации икры: внезаводской метод — инкубация икры в аппаратах, установленных непосредственно в естественном водоеме; заводской метод — инкубация икры в аппаратах, установленных в специально оборудованном помещении рыбоводного завода.

Икру можно инкубировать в аппаратах Сес-Грина и Чаликова, устанавливаемых в реке. В настоящее время эти инкубационные аппараты не применяются на наших рыбоводных заводах, однако могут быть использованы на рыбоводных пунктах, организуемых в полевых условиях, при проведении научно-исследовательских и акклиматизационных работ.

В этих аппаратах можно проводить инкубацию икры многих видов рыб, например осетровых, карповых и некоторых других. Однако необходимо иметь в виду, что при данном методе процесс инкубации икры полностью зависит от влияния гидрологических и гидрохимических условий реки.

Аппарат Сес-Грина — деревянный прямоугольный ящик длиной 60 см, шириной 40 см и высотой 25 см (рис. 32). Дно ящика обтянуто металлической сеткой, которую для предохранения от ржавчины покрывают асфальтовым лаком. Размер ячеек сетки должен быть меньше диаметра инкубируемой икры. К торцовым сторонам аппарата приделаны длинные деревянные ручки, позволяющие ставить его в одно из гнезд деревянной рамы, установленной при помощи якорей на участке реки с умеренной скоростью течения (0,5 м/с) и защищающей его от удара волн, а также плывущих бревен и других предметов. Вода свободно проникает через сетчатое дно аппарата и омывает икру. Для ухода за икрой и для подхода к каждому аппарату к раме делают



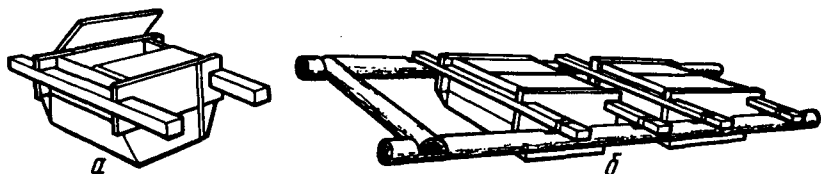


Рис. 32. Аппарат Сес-Грина:

а — общий вид; б — аппараты, установленные в деревянную раму

мостики. Иногда аппараты Сес-Грина ставят не в гнезда рамы, а последовательно соединяют веревками или тросиками, пропущенными через кольца, ввинченные в двух торцовых сторонах каждого аппарата. Головной аппарат в цепи прикрепляют к свае, находящейся внутри рамы.

Нормы загрузки икры в аппарат Сес-Грина зависят от условий водообмена, температуры воды и содержания в ней кислорода. Водообмен зависит от скорости течения. Поэтому нормы загрузки аппарата икрой могут быть неодинаковыми в разных районах и в разные периоды инкубации. Чем ниже температура и сильнее течение воды, тем выше нормы загрузки аппарата, и наоборот. Примерные нормы загрузки икры в аппарат Сес-Грина: севрюги — 15 тыс. шт., кутума — 50 тыс. шт.

Аппарат Чаликова представляет собой ящик размером  $70 \times 34 \times 15,5$  см, в который помещают оплодотворенную икру, а затем устанавливают в водоеме (рис. 33). Стенки ящика состоят из деревянных рамок, обтянутых металлической сеткой, покрытой асфальтовым лаком. Сверху ящик закрывают сетчатой крышкой. С торцовых стенок ящика ввинчены металлические кольца или прикреплены ушки, при помощи которых аппараты соединяют один с другим. Все стенки аппарата Чаликова обтянуты сеткой, поэтому водообмен и омываемость икры водой в нем лучше, чем в аппарате Сес-Грина. Кроме того, этот аппарат можно погружать на любую глубину, что позволяет избежать возможного случайного отравления икры находящимися на поверхности воды ядовитыми для рыб веществами, например нефтью.

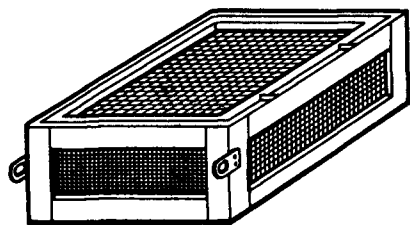


Рис. 33. Аппарат Чаликова

Норма загрузки икры в аппарат Чаликова, как и в аппарат Сес-Грина, зависит от условий инкубации. Ориентировочные нормы загрузки икры в аппарат Чаликова, тыс. шт.: севрюги — 35, муксуна — 150, сырка — 300, нельмы — 100 и кутума — 75.

На всех наших рыбоводных заводах икру рыб с весенне-летним и осенним нерестом инкубируют в аппаратах, установленных в помещениях (инкубационных цехах), оборудованных водоподающей и водосбрасывающей сетью.

Освещение в инкубационном цехе должно быть неярким, так как прямой свет вредно влияет на развитие зародышей. Вода, поступающая в инкубационные аппараты, должна быть чистой, богатой кислородом и иметь рН и температуру, соответствующие нормальному развитию эмбриона того или иного вида рыб. Желательно, чтобы эти помещения были оборудованы бактерицидными установками, через которые предварительно проходила бы вода, прежде чем она поступит в инкубационные аппараты.

Существует много конструкций инкубационных аппаратов. Все эти аппараты можно разделить на следующие группы.

1. Аппараты для крупной икры лососевых (лососей, кумжи); икра при инкубации находится в состоянии неподвижности.

2. Аппараты для мелкой икры лососевых (белорыбицы, сиговых); икра при инкубации находится в состоянии постоянного движения.

3. Аппараты для обесклеенной икры карповых и осетровых (рыбца, кутума, осетра, севрюги, белуги, шипа); икра при инкубации находится поочередно (через каждые несколько секунд) в состоянии покоя и движения.

4. Аппараты для необесклеенной икры осетровых, которая при инкубации находится в состоянии неподвижности.

Для инкубации крупной икры лососевых рыб наибольшее применение в рыбоводной практике получили аппараты Коста, Шустера, Вильямсона, а также аппараты по типу желобов и лотков.

Аппарат Коста представляет собой ящик размером  $50 \times 20 \times 10$  см, изготовленный из листового железа (рис. 34). На внутренних сторонах ящика примерно в 5 см от дна имеются выступы, на которые кладется деревянная рамка, обтянутая металлической тканой сеткой типа «Трепсе». Размер ячеек сетки  $18 \times 3,5$  мм. Аппарат покрыт асфальтовым лаком. На рамку в один слой кладут 2—2,5 тыс. икринок лосося.

Вода подается у одного края аппарата, затем она протекает над рамкой с искиринками и сбрасывается через носик, расположенный с противоположного края. Расход воды — 0,6 л/мин. Вылупившиеся предличинки проваливаются через сетчатую рамку и падают на дно аппарата.

В целях экономии воды, площади аппараты Коста устанавливают на подставках в лестничном порядке в несколько групп.

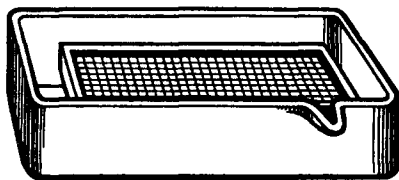


Рис. 34. Аппарат Коста

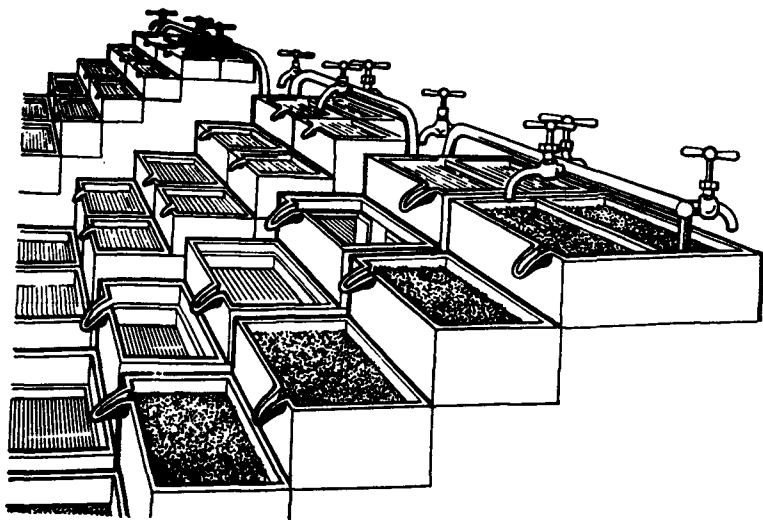


Рис. 35. Лестничная установка аппаратов Коста

В каждую группу входят 4—6 аппаратов, снабжающихся водой от одного крана. При таком размещении вода из крана поступает в верхний аппарат, а из него последовательно проходит через нижестоящие аппараты. Для обеспечения правильной циркуляции воды в аппаратах их размещают так, чтобы сливные носики каждого вышестоящего и нижестоящего аппаратов находились с противоположных краев (рис. 35). Установка в одну группу более 6 аппаратов Коста не рекомендуется, так как нижние аппараты будут получать воду, обедненную кислородом и содержащую большое количество вредных продуктов обмена из верхних аппаратов, что приведет к увеличенному отходу икры.

Аппарат Шустера состоит из двух ящиков, сделанных из листового железа — наружного (размером  $50 \times 30 \times 18$  см) с глухими стенками и дном и внутреннего (размером  $40 \times 29 \times 12$  см) с дном из металлической тканой сетки типа «Трепсе» с ячейкой размером  $18 \times 3,5$  мм (рис. 36). С внутренних сторон наружного ящика на высоте 6 см от дна имеются выступы, на которых держится внутренний ящик. При этом внутренний ящик вставляют в наружный ящик так, чтобы его сточный носик вдвигался в такой же носик наружного ящика. Перед сточным носиком вставляют решетку, предохраняющую от вымывания из аппарата икринок, которые размещены в один слой на сетчатом дне внутреннего ящика. Вода из крана поступает в наружный ящик (в промежуток в 10 см между боковой стенкой внутреннего и наружного ящика), а затем во внутренний ящик, омывая на своем пути икринки, лежащие на его сетчатом дне; далее вода сбрасывается через сливной носик. Аппарат покрыт асфальтовым лаком.

В аппарат Шустера загружают 5—6 тыс. икринок лосося. Расход воды в нем равен 1 л/мин.

На некоторых лососевых рыбоводных заводах эти аппараты делают в два раза больше, чем описанный выше аппарат. Размеры наружного ящика в таких аппаратах — 100×60×18 см. Размер внутреннего ящика — 80×58×12 см. Такой аппарат в четыре раза больше по площади.

В него закладывают на инкубацию 20—24 тыс. икринок лосося. Обычно аппараты Шустера, как и аппараты Коста, устанавливают в лестничном порядке группами, в каждую из которых входят не более 5 аппаратов (рис. 37). При расходе воды 2—3 л/мин икра во всех 5 аппаратах обеспечивается необходимым количеством кислорода.

Вылупившиеся предличинки в аппарате Шустера проходят через сетчатое дно внутреннего ящика и опускаются на дно наружного ящика.

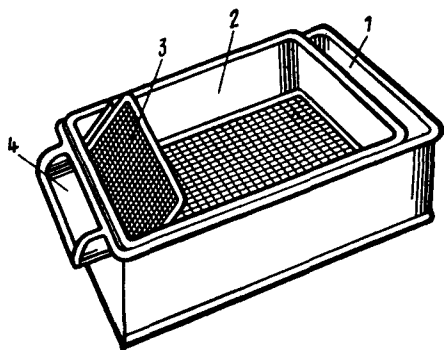


Рис. 36. Аппарат Шустера:

1 — наружный ящик; 2 — внутренний ящик;  
3 — предохранительная решетка; 4 — сточный носик

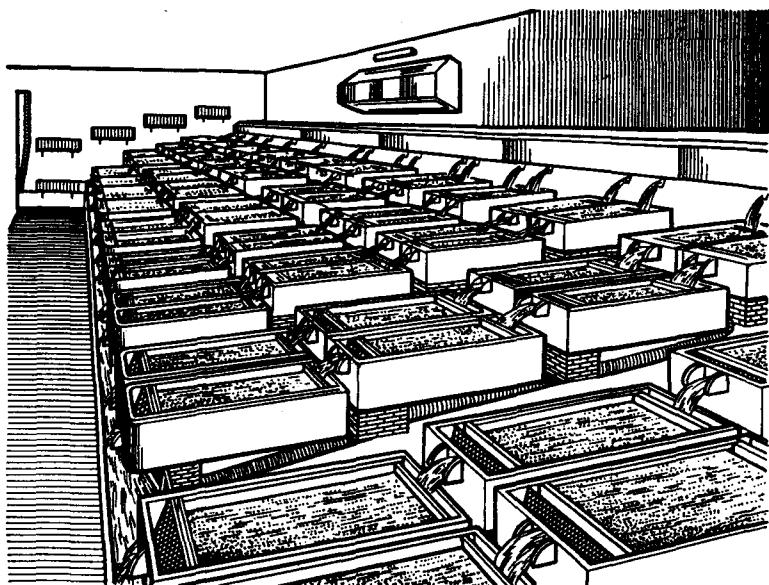


Рис. 37. Лестничная установка аппаратов Шустера

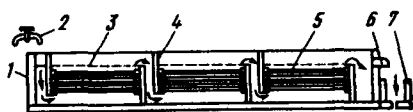


Рис. 38. Аппарат Вильямсона:

1 — желоб; 2 — водопроводный кран; 3 — уровень воды; 4 — перегородка; 5 — рамки; 6 — сливной носик; 7 — канализационная сеть

Аппарат Вильямсона для инкубации икры лососей представляет собой деревянный или бетонный желоб с 3—6 отделениями (рис. 38). Длина желоба при 3 отделениях равна 2 м, при 6 отделениях — 4 м, ширина — 0,5 м, высота — 0,3 м. Отделения образованы двойными поперечными неполными перегородками.

При этом каждые две 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 воды, наглухо закрывает дно желоба, но не доходит на 5 см до его краев. В каждое отделение помещают стопкой деревянные рамки размером 45×50 см, обтянутые металлической сеткой и покрытые асфальтовым лаком. Размер ячеей сетки на рамке такой же, как в аппаратах Коста и Шустера. Рамки лежат на планках, прибитых на поперечных перегородках. Самую нижнюю рамку устанавливают на расстоянии 6—7 см от дна

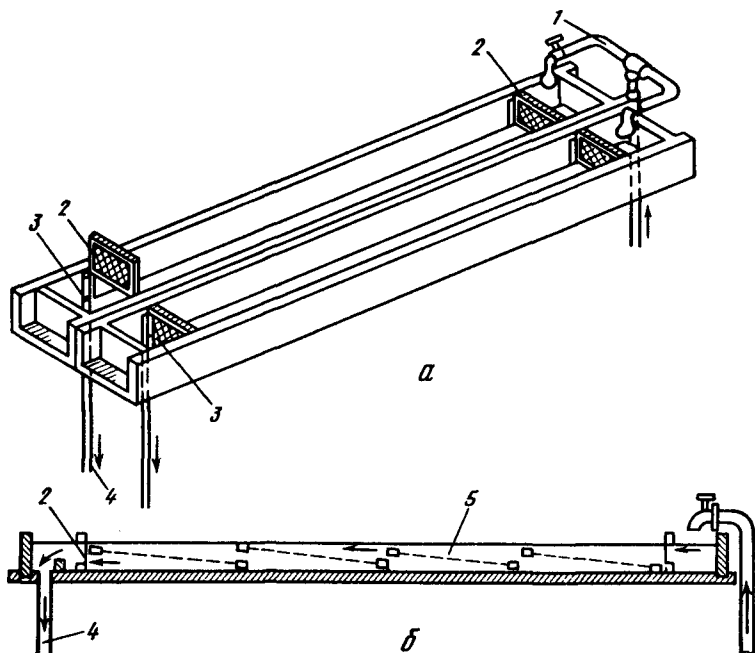


Рис. 39. Лотковый аппарат:

а — общий вид двух спаренных аппаратов; б — продольный разрез аппарата; 1 — водопадающая труба; 2 — защитные сетчатые решетки; 3 — трубка для установки горизонта воды; 4 — сливная труба; 5 — рамки для икры

желоба. На рамку размещают в один слой 5 тыс. икринок лосося. Каждое отделение аппарата вмещает 7 рамок. Следовательно, в одном аппарате с тремя и шестью отделениями можно инкубировать соответственно 105 и 210 тыс. икринок лосося. Поступающая из крана в аппарат вода циркулирует в каждом отделении по вертикали (сверху вниз или снизу вверх) через рамки, равномерно омывая икринки, и сбрасывается далее через сливной носик. Расход воды в аппарате с тремя отделениями равен 5—15 л/мин, с шестью отделениями — 10—30 л/мин.

Лотковый аппарат применяется для инкубации икры лососей и представляет собой прямоугольный деревянный желоб размером  $3 \times 0,5 \times 0,25$  м (рис. 39). Вдоль внутренних продольных сторон желоба тянутся два выступа, на которых в один ряд лежат четыре рамки размером  $60 \times 49,5$  см; рамки обтянуты металлической тканой сеткой типа «Трепсе» с ячейей размером  $18 \times 3,5$  см. Рамки покрыты асфальтовым лаком. На одну рамку помещают 8 тыс. икринок лосося. Иногда, если вода содержит много ила, под рамку с икрой ставят сетчатый подрамник. Вылупившиеся предличинки падают на подрамник, что обеспечивает содержание их в чистоте и равномерное распределение по всей площади дна аппарата.

Вода поступает в аппарат сверху у одной торцевой стенки, а сбрасывается снизу через трубку, регулирующую горизонт воды, у другой торцевой стенки. В 15 см от каждой торцевой стенки, где подается и сбрасывается вода, вертикально поставлена защитная сетчатая рамка (перегородка). Сетка этих рамок с размером ячеей 2 мм. Аппараты часто делают спаренными и устанавливают в лестничном порядке, стыкуя их по два в ряд. Расход воды в двух аппаратах равен 3,5—9,5 л/мин.

Бетонный желоб применяют для инкубации икры лососей. Его размер  $3 \times 0,5 \times 0,3$  м. С одной торцевой стороны желоба, где осуществляется подача воды, имеется внешняя бетонная стенка. На расстоянии 25 см от этой стенки сделана внутренняя стенка, переходящая на высоте 20 см от дна желоба в сетчатое окно размером  $50 \times 10$  см. Таким образом, между двумя этими стенками образован так называемый карман. С другой торцевой стороны желоба имеются пазы, в которые вставлены шандоры. Перед шандорами установлена вертикально защитная сетчатая рамка размером  $50 \times 30$  см. Сетка этой рамки, как и сетка окна с противоположной торцевой стороны желоба, с ячейей размером 2 мм. Вода подается в карман желоба, а из него через сетчатое окно поступает непосредственно в желоб. Сброс воды происходит непосредственно через шандоры, при помощи которых регулируется уровень воды в желобе.

Икра инкубируется в желобе на размещенных в один ряд четырех рамках размером  $60 \times 49,5$  см, обтянутых металлической тканой сеткой типа «Трепсе» с ячейей  $18 \times 3,5$  мм и покрытых асфальтовым лаком. Рамки лежат на деревянном каркасе, который после завершения инкубации икры вынимается из желоба.

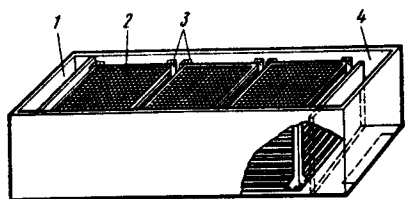


Рис. 40. Аппарат Аткинса:

1 — водоприемная камера; 2 — рамки для икры; 3 — стойки; 4 — водосливная камера

или пластмассовый желоб длиной 1—2,4 м, шириной 0,35 м и высотой 0,4 м (рис. 40). Конструкция его торцовых сторон, у одной из которых подается вода, а у другой — она сбрасывается такая же, как и в лотковом аппарате. В передней части аппарата иногда устанавливают поперечную перегородку, отделяющую водоприемную камеру. Она ниже бортов желоба на 5 см.

Икра инкубируется в аппарате на рамках, уложенных в стойках (каркасах) по 2—6 стопок. Каждая стопка состоит из 10 рамок. На одной рамке размещается в один слой 2,5 тыс. икринок лосося, общая рабочая емкость аппарата 50—150 тыс. икринок. Рамки имеют бортики и обтянуты металлической тканью сеткой типа «Трепсе» с ячейей размером  $18 \times 3,5$  мм и покрыты асфальтовым лаком. Размер рамки —  $32 \times 32$  см, высота бортика — 1 см. Две противоположные стороны бортиков каждой рамки — сплошные, а две остальные имеют вырезы. Рамки укладывают в стопки так, чтобы их бортики с вырезами располагались перпендикулярно к течению воды в аппарате, которое должно быть не ниже 0,6 см/с. Это обеспечивает лучшую омываемость икры водой. В инкубационном цехе аппараты стыкуют по два в ряд, устанавливая их в лестничном порядке. Расход воды в аппаратах составляет 1—1,5 л/с на 1 млн. икринок.

Перед вылуплением предличинки в аппарате оставляют 4—6 рамок с икрой, а остальные рамки с икрой распределяют по запасным (резервным) аппаратам, исходя из плотности 20—30 тыс. икринок на  $1 \text{ м}^2$ . Если вода содержит много ила, под рамки с икрой ставят сетчатые подрамники. В этом случае вылупившиеся предличинки падают в подрамники, в которых они содержатся в чистоте и равномерно распределяются по всей площади аппарата.

Аппараты дальневосточного типа применяют для инкубации икры лососей. Аппараты бетонные, прямоугольной формы. Конструкция их торцовых сторон такая же, как в вышеописанном бетонном желобе. Размер аппарата  $15\text{—}25 \times 1,4 \times 0,4$  м. Икра инкубируется на таких же по размерам сетчатых рамках, как и в аппарате Аткинса. Рамки установлены в стойках аппарата стопками. Каждый аппарат вмещает 40—60 стопок. В каждой стопке 10 рамок с икрой и одна верхняя защитная рамка без

Рабочая емкость желоба, а также расход воды в нем такие же, как и в лотковом аппарате. Желоба можно строить спаренными (для двух аппаратов одна общая продольная стенка) и в цепном порядке с зависимым водоснабжением, стыкуя их по два или по три с торцовых сторон.

Аппарат Аткинса применяется для инкубации икры лососей. Аппарат представляет собой прямоугольный деревянный

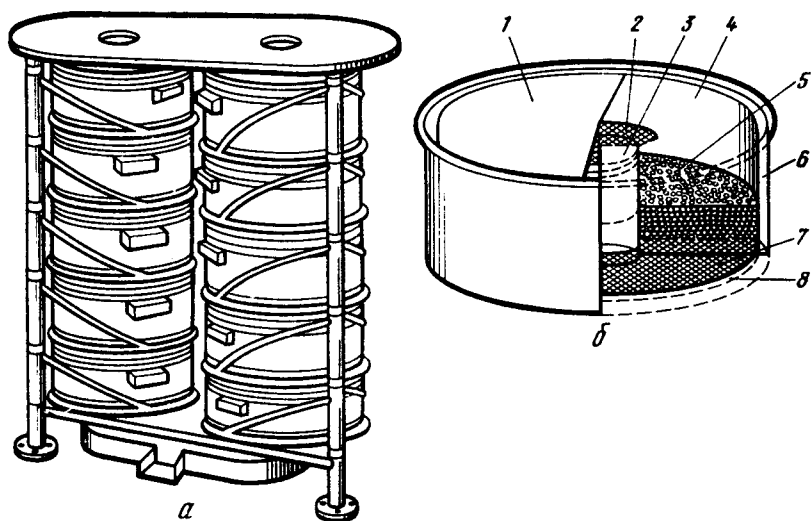


Рис. 41. Аппарат ИМ:

*а* — общий вид; *б* — секция для икры; 1 — крышка; 2 — сетчатый коллак; 3 — водосливная трубка; 4 — внутренний сосуд; 5 — икра; 6 — внешний сосуд; 7 — сетчатое дно; 8 — пространство между сетчатым дном и внешним сосудом

икры. На одной рамке инкубируют 2,5 тыс. икринок горбуши или кеты (в 1,3—1,5 слоя). С нижней стороны каждой рамки набиты уголки, создающие в стопке между рамками зазоры для лучшей омываемости икры водой. Расход воды в аппаратах 2 л/с на 1 млн. икринок.

На дальневосточных лососевых рыбоводных заводах перед вылуплением предличинок рамки с икрой переносят из инкубационных аппаратов в питомники, где их размещают в стопки по 5 шт. Питомники — это бетонные желоба шириной 105—160 см, разгороженные шандорами на секции длиной по 5—10 м. В нижней секции питомника помещают стопки рамок с икрой более раннего оплодотворения, а в средние и верхние его секции более позднего. Такое распределение рамок с икрой делают для того, чтобы в дальнейшем создать нормальные условия жизни предличинкам и личинкам. Дело в том, что разница во времени окончания инкубации различных партий сбора икры приводит к тому, что от икры более раннего оплодотворения уже имеются личинки, а от икры более позднего оплодотворения только предличинки, которые еще не поднимаются в толщу воды и лежат отдельными группами на дне питомника. В связи с этим при кормлении личинок остатки корма не попадают на предличинку и не загрязняют места их концентрации.

Аппарат ИМ (автор конструкции А. Н. Канидьев) предназначен для инкубации многослойной икры лососей. Он состоит из 10 секций, установленных на площадках каркаса. Секции раз-





Рис. 42. Инкубационные аппараты ИМ в рабочем состоянии

Площадки каркаса, предназначенные для установки секций, имеют боковую ось поворота и могут выдвигаться из своего гнезда. Каждая секция состоит из двух цилиндрических сосудов, вложенных один в другой. Внутренний сосуд имеет сетчатое дно, которое не доходит до дна внешнего сосуда. В центре внутреннего сосуда расположена водосливная трубка с сетчатым колпаком, которая вмонтирована во внешний сосуд.

Оплодотворенную икру укладывают на сетчатое дно внутреннего сосуда слоем в 8—10 см, то есть в 10—15 рядов в количестве около 30 тыс. икринок, а затем закрывают его конусной крышкой. Общая вместимость аппарата составляет около 300 тыс. икринок.

Вода подается в верхнюю секцию на конусную крышку, стекает между стенками двух сосудов, поднимается через сетчатое дно внутреннего сосуда, омывая на своем пути икру, и сбрасывается через трубку с сетчатым колпаком на конусную крышку нижележащей секции. Достигнув самой нижней секции, вода сбрасывается из аппарата. Расход воды в аппарате составляет 15 л/мин на 300 тыс. икринок.

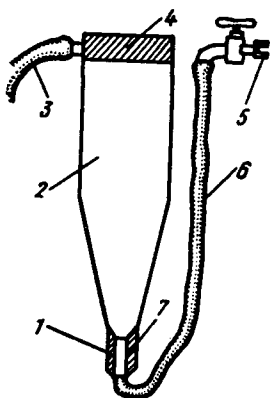


Рис. 43. Аппарат Вейса:

1 — металлическая трубка; 2 — сосуд; 3 — водосбрасывающий шланг; 4 — железный обруч со сливным носиком; 5 — водопроводный кран; 6 — водоподающий шланг; 7 — пробка

мещены двумя вертикальными рядами. В одном ряду 5 секций. Размер аппарата 0,8×0,4×1,2 м (рис. 41, 42).

Площадки каркаса, предназначенные для установки секций, имеют боковую ось поворота и могут выдвигаться из своего гнезда. Каждая секция состоит из двух цилиндрических сосудов, вложенных один в другой. Внутренний сосуд имеет сетчатое дно, которое не доходит до дна внешнего сосуда. В центре внутреннего сосуда расположена водосливная трубка с сетчатым колпаком, которая вмонтирована во внешний сосуд.

Оплодотворенную икру укладывают на сетчатое дно внутреннего сосуда слоем в 8—10 см, то есть в 10—15 рядов в количестве около 30 тыс. икринок, а затем закрывают его конусной крышкой. Общая вместимость аппарата составляет около 300 тыс. икринок.

Вода подается в верхнюю секцию на конусную крышку, стекает между стенками двух сосудов, поднимается через сетчатое дно внутреннего сосуда, омывая на своем пути икру, и сбрасывается через трубку с сетчатым колпаком на конусную крышку нижележащей секции. Достигнув самой нижней секции, вода сбрасывается из аппарата. Расход воды в аппарате составляет 15 л/мин на 300 тыс. икринок.

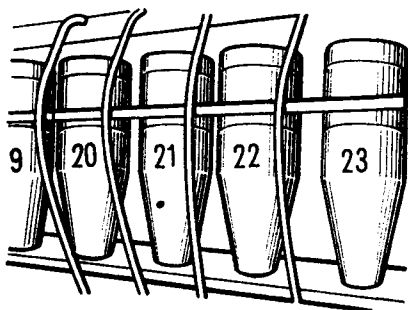


Рис. 44. Стойка с аппаратами Вейса

Аппарат Вейса используют для инкубации мелкой икры лососевых (белорыбицы, сиговых). Он представляет собой цилиндрический стеклянный, или из органического стекла, сосуд, суживающийся книзу (перевернутая большая бутылка без дна) (рис. 43). Высота аппарата — 50 см, диаметр верхнего отверстия — 20 см, нижнего отверстия — 3 см. Верхние края сосуда обтянуты обручем из оцинкованного железа. Нижнее отверстие аппарата (горло) закрыто пробкой с ввернутой по центру металлической трубкой диаметром 0,8—1 см. Наружный конец этой трубки соединен с резиновым шлангом, по которому поступает в аппарат вода из водопроводного крана. Чтобы не было «мертвого» пространства над трубкой, у стенок сосуда, где отсутствуют токи воды, это место заполняют воском или менделеевской замазкой, или пробке придают нужную вогнутую форму. Над пробкой укладывают металлическую сетку. Токи воды, идущие из водопроводного крана, поступают под напором в нижнюю часть сосуда и поднимают вверх помещенную в аппарат икру. В верхней части сосуда напор воды ослабевает, поэтому икринки начинают постепенно опускаться в нижнюю часть его, где подхватываются струями воды и вновь увлекаются вверх. Таким образом, на протяжении всего периода инкубации икра находится в непрерывном движении в толще воды. Сброс воды из аппарата происходит через сливной носик, сделанный в железном обруче, обтягивающем верхние края сосуда. Перед сливным носиком установлена решетка, предохраняющая от выноса из аппарата икринок и вылупившихся предличиннок.

Аппарат Вейса устанавливают в стойке, имеющей два гнезда, одно из которых удерживает нижнюю часть, а другое — среднюю часть сосуда, причем аппарат обязательно должен стоять в строго вертикальном положении. В противном случае струи воды будут направляться по одной стороне сосуда, что может вызвать неравномерное вращение икринок и заморы в отдельных частях аппарата.

Аппараты Вейса обычно монтируют по 10—20 шт. на одной стойке, причем для каждого из них обязательно независимое водоснабжение (рис. 44). Сброс воды из аппаратов осуществляется первоначально в общий водосбросной лоток, лежащий под стойкой, а из него — в канализационную сеть. Расход воды в аппарате — 3—4 л/мин. Нормы загрузки икры в аппарат (тыс. шт.): белорыбицы — 200, сигов — 300, пеляди — 500, рипуса — 750.

Водоструйный аппарат Казанского, представляющий собой модернизированный аппарат Вейса и ранее предназначенный для инкубации осетровых, можно использовать для инкубации икры белорыбицы и сиговых.

Вместо трубки, по которой в аппарате Вейса поступает вода, вмонтирована водоструйная головка с отверстиями: одно центральное (диаметром 5 мм) и шесть боковых отверстий (диаметром 3 мм). По центральному отверстию в аппарат подается струя воды строго вертикально, а через боковые отверстия струи воды идут

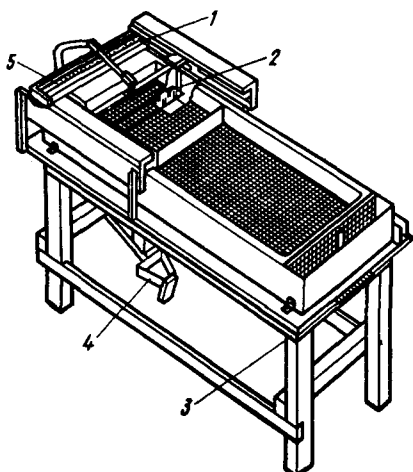


Рис. 45. Аппарат Ющенко для инкубации икры и выдерживания предличинки рыба:

1 — инкубатор; 2 — подвижная лопасть; 3 — стол; 4 — сифонный ковшик; 5 — аэратор

этим аппаратами рыбоводных предприятий позволило перевести инкубацию икры указанных рыб из реки на берег — в заводские условия.

Аппарат Ющенко образца 1959 г. применяется для инкубации икры и выдерживания предличинки рыба. Основные части аппарата: инкубатор, подвижная лопасть, сифонный ковшик, фильтр аэратора и стол (рис. 45).

Инкубатор состоит из металлической ванны размером  $140 \times 50 \times 15$  см и вставленного в нее металлического вкладыша размером  $120 \times 45 \times 10$  см с сетчатым дном с ячейей размером 1—1,1 мм. Вкладыш разделен выдвижной перегородкой на две части — меньшую инкубационную часть и большую для выклева свободных эмбрионов. В инкубационную часть аппарата помещают 300 тыс. обесклеенных икринок рыба.

Вода из крана водопровода (расход 7—8 л/мин) поступает на фильтр аэратора, который состоит из трех металлических ящиков, вложенных один в другой. Расстояние между днищами ящиков — 2 см. В дне первого внутреннего ящика имеется 400 круглых отверстий диаметром 1 мм. Второй внутренний ящик сделан из металлической сетки с ячейей размером 5 мм. В этот ящик вложен фильтр из ваты или марли. Наружный ящик не имеет одной продольной стенки со стороны инкубатора. Из фильтра аэратора вода вытекает в ванну. Сток воды из ванны и регулирование ее уровня производятся при помощи уральной трубки, которая отгорожена от рабочей части ванны сетчатой перегородкой с ячейей размером 0,3 мм. Вода через уральную трубку попадает в верх-

под углом  $15^\circ$  к вертикали вдоль боковых стенок нижней части сосуда. «Мертвого» пространства в нижней части сосуда нет. Регуляция подачи воды в аппарат через центральное и боковые отверстия водоструйной головки осуществляется отдельно при помощи кранов. Это позволяет управлять скоростями потока струй воды, дает возможность регулировать их и добиваться того, чтобы вся икра медленно и равномерно перемешивалась в сосуде аппарата. Расход воды в аппарате — 3—4 л/мин. Рабочая емкость аппарата такая же, как и в аппарате Вейса.

Для инкубации обесклеенной икры карповых и осетровых в нашей стране разработан ряд оригинальных по своей конструкции аппаратов Ющенко. Осна-

ний лоток, находящийся под крышкой стола. Из лотка вода поступает в ковшик, который закреплен неподвижно на конце коромысла. Коромысло имеет ось, концы которой помещены во втулки подшипника. Другой конец коромысла снабжен рычагом и противовесом, уравнивающим ковшик. Конец коромысла с ковшиком удерживается в верхнем положении возвратной пружиной. Ковшик после наполнения водой под действием силы тяжести опускается вниз, преодолевая напряжение возвратной пружины. В нижнем положении ковшик наклонен в сторону сифона, который автоматически удаляет воду и сбрасывает ее в нижний лоток. Из нижнего лотка вода вытекает в канализационную сеть. Освобожденный от воды ковшик под действием возвратной пружины возвращается в верхнее положение к верхнему лотку, где он снова наполняется водой для очередного хода.

Подвижная лопасть аппарата, помещенная в ванне под сетчатым дном инкубационной части вкладыша, укреплена на подвижной раме, которая при помощи тяги присоединена шарнирно к рычагу коромысла. Рама движется при помощи ползунков, установленных на металлических дорожках. Последние прикреплены к металлическим стойкам, расположенным с каждой стороны стола аппарата. Следовательно, лопасть, соединенная тягой с рычагом коромысла, приводится в движение при ходе ковшика. От движения лопасти возникают вихревые струи воды, которые проникают к икре снизу через сетку вкладыша. Образование струй происходит равномерно по всему сетчатому дну. Это приводит к тому, что вся икра хорошо омывается водой и периодически поддерживается во взвешенном состоянии. В начале инкубации икры (в течение первых 5—6 ч) лопасть движется 1 раз в 5 мин. Затем скорость движения лопасти увеличивают до одного хода в минуту.

Перед началом вылупления предличинок перегородку вкладыша удаляют и икра током воды, образующимся в результате движения лопасти, размещается равномерным слоем по всему его сетчатому дну. Вылупившиеся предличинки проходят через сетку вкладыша и попадают на дно ванны, а оболочки икринок задерживаются на стенке вкладыша.

Движение сифонного ковшика и лопасти аппарата прекращают, когда из всей заложенной на инкубацию икры происходит вылупление около  $\frac{2}{3}$  предличинок.

После окончания вылупления предличинок вкладыш и лопасть из аппарата вынимают, а оставшихся в ванне предличинок выдерживают до их перехода от придонного образа жизни к жизни в толще воды. В это время они становятся личинками, которых выпускают из ванны через лоток вместе с водой в тару для просчета и транспортировки к прудам, где и выращивают молодь.

Аппарат Ющенко можно использовать для инкубации икры и выдерживания предличинок шемаи и кутума, для чего нужно только изменить размер сетки вкладыша в инкубаторе. Для кутума используется сетка вкладыша с ячейей размером  $1,25 \times$

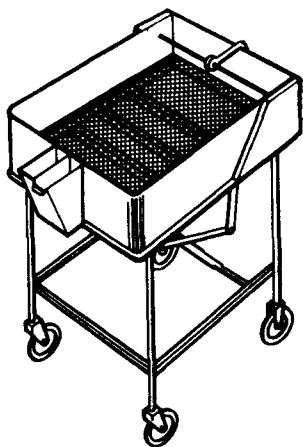


Рис. 46. Аппарат Ющенко (Ю-IV) для инкубации обесклеенной икры осетровых

$\times 1,25$  мм. Норма загрузки икры кутума в аппарат—150—200 тыс. шт.

Аппарат Ющенко образца 1961 г. (Ю-IV) применяется для инкубации обесклеенной икры осетровых. Аппарат металлический, сложный по устройству, но простой в эксплуатации. Основная часть аппарата—ванна размером  $70 \times 62 \times 21$  см, которая установлена на раме, сделанной из 21-миллиметровых металлических труб (рис. 46).

Рама снабжена парными стойками в виде ножек с небольшими колесами. Внутри ванны помещен блок четырех лопастей. Сверху лопастей на кронштейнах уложена сетчатая рама, размер ячеей которой меньше диаметра инкубируемых икринок. В ванну подают воду, а на сетчатую раму загружают до 2,5—3 кг икры.

В передней части ванны расположена водосточная камера, которая разделена перегородкой на две части. В одной части помещена уровенная трубка (регулирующая уровень воды в ванне), в другой—водосливной лоток; обе части ниже уровня сетчатой рамы сообщаются с ванной и между собой. У задней стенки ванны установлен вал, который свободно вращается в обоймах шарикоподшипников. На концах вала закреплены рычаги, которые при помощи шатунов соединены с блоком лопастей. В центре вала также закреплен рычаг, к которому шарнирно присоединена так называемая тяга. На поперечной трубчатой распоре рамы, на которой лежит ванна, установлено свободно вращающееся на оси коромысло. На одном конце коромысла укреплен ковш, другой его конец снабжен противовесом и соединен с тягой.

При работе аппарата вода вытекает из ванны через уровенную трубку в лоток, а из него в ковш. Как только в ковш поступит 1,8 л воды, он под действием силы тяжести начнет опускаться вниз, преодолевая тяжесть противовеса. В нижнем положении ковш сбрасывает воду через сифон. Освобожденный от воды ковш под действием противовеса возвращается в верхнее положение, где он снова заполняется водой. При каждом ходе ковша тяга воздействует на центральный рычаг, который вращает вал. Вал, в свою очередь, при помощи крайних рычагов и шатунов приводит в движение блок четырех лопастей, благодаря чему икра периодически перемешивается.

Период времени между двумя последующими движениями лопастей зависит от скорости заполнения ковша водой. При расходе воды в аппарате 4 л/мин лопасти начинают работать через

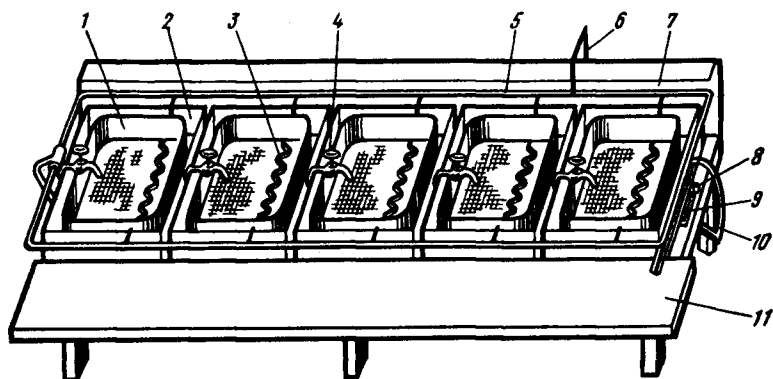


Рис. 47. Аппарат Ющенко (Ю-ИИ) для инкубации обесклеенной икры осетровых:

1 — внутренний ящик; 2 — наружный ящик; 3 — лопасть; 4 — водоподающий кран; 5 — подвижная рама; 6 — регулятор движения лопасти; 7 — борт; 8 — водоподающая труба; 9 — водоотводящий лоток; 10 — тяга; 11 — стол

каждые 40 с. При увеличении подачи воды в аппарат значительно сокращается период времени между двумя последующими движениями лопастей и тем самым увеличивается время пребывания икры во взвешенном состоянии в толще воды. Максимально возможный расход воды в аппарате равен 27 л/мин.

Аппарат Ющенко (Ю-ИИ) образца 1954 г. Он не уступает по надежности эксплуатации аппарату Ю-IV, а по количеству инкубируемой икры превосходит его. Этот аппарат отличается от описанного выше тем, что имеет не одну, а 4—5 инкубационных секций (рис. 47). Кроме того, он монтируется на столе.

Каждая инкубационная секция аппарата состоит из двух металлических ящиков: наружного — прямоугольной формы (размер 73×65×27 см) и внутреннего — полуовального с сетчатым дном (длина по центру — 65 см, ширина — 56 см и высота — 20 см). Между дном наружного ящика и сетчатым дном внутреннего ящика (размер ячеек сетки — 0,8—1 мм) имеется свободное пространство.

В поперечной стенке наружного ящика находятся верхний и нижний сливные лотки. В дно этого ящика вставлен клапанный кран. В поперечной стенке внутреннего ящика закреплен конусный лоток, конец которого вставлен в нижний лоток наружного ящика.

На столе установлена на рамках подвижная рама с пятью лопастями, вложенными по одной в каждый наружный ящик всех пяти инкубационных секций. Зазор между лопастью и сетчатым дном внутреннего ящика — не более 6—7 мм.

Водоснабжение инкубационных секций независимое. Вода подается в каждый наружный ящик и проходит через сетчатое дно во внутренний ящик, где инкубируется икра. Вода вытекает из

верхнего сливного лотка наружного ящика в общий сбросной лоток, расположенный вдоль стола, а из него попадает в откидной ковш, емкость которого около 13 л. Наполненный водой на  $\frac{3}{4}$  объема ковш, расположенный на конце коромысла, перетягивает большой противовес, закрепленный также на коромысле, опускается вниз, где дополняется водой до полного объема, переворачивается и освобождается от воды. После этого ковш под действием малого противовеса, прикрепленного к его боковой стенке, переворачивается в прежнее положение. Затем большой противовес опускается вниз, ковш поднимается вверх к водосбросному лотку и находится там до следующего наполнения его водой.

Подвижная рама с лопастями соединена с серповидным рычагом, закрепленным на конце коромысла. При опускании и поднятии ковша подвижная рама с лопастями перемещается. Следовательно, за один ход ковша каждая лопасть проходит два раза над сетчатым дном внутреннего ящика (от одной стенки наружного ящика к другой и обратно). При этом создаются токи воды, которые проникают через сетчатое дно внутреннего ящика и поднимают икру.

Нормы загрузки всех пяти инкубационных секций аппарата икрой того или иного вида рыбы следующие: белуги 10—15 кг (300—450 тыс. икринок), осетра 10—12 (500—600 тыс. икринок), севрюги 8—10 (600—750 тыс. икринок) и шипа 10—12 кг (600—720 тыс. икринок). При указанных нормах загрузки аппарата икрой лопасти должны двигаться со скоростью 3—4 раза в минуту.

По окончании инкубации икры открывают задвижку конусного лотка и спускают вылупившихся предличинок вместе с вытекающей водой в сборный лоток, из которого они поступают в подставленный эмалированный таз, или рыбоводное ведро, или другую какую-либо тару. Полный сброс воды из каждой инкубационной секции в сборный лоток осуществляют через клапанный кран наружного ящика.

Сотрудники Астраханского отделения института «Гидрорыбпроект» модернизировали аппарат Ющенко (Ю-II). Этот аппарат состоит теперь из двух параллельных рядов инкубационных секций (ванн для икры). Всего один аппарат имеет 8 или 10 таких секций. В каждую инкубационную секцию закладывают 2,5 кг икры. Аппарат работает без откидного ковша, который заменен барабанным колесом. Вода поступает в каждую инкубационную секцию из водопроводной трубы. Сбрасываемая из них вода поступает в карман колеса. Когда карман заполнится до определенного объема водой, колесо делает часть оборота. Карман оказывается опрокинутым вниз, и вода вытекает из него. При этом расположенные под ваннами лопасти, соединенные при помощи тяги с колесом, перемещаются в горизонтальном направлении и приводят в движение массу воды. Благодаря этому находящиеся в ваннах икринки поднимаются в толщу воды. Последующее перемещение лопастей происходит в обратном направлении

после того, как другой карман заполнится водой и колесо переместит его из верхнего положения в нижнее. Расход воды в аппарате равен 40—50 л/мин.

В аппарате вылупившиеся из оболочек предличинки поднимаются к поверхности воды и выносятся ее током через окно, вырезанное в стенке каждой ванны, в желоб, а из него — в установленные в личиночном накопителе сетчатые садки. Этот накопитель может быть металлическим, покрытым с внутренних сторон асфальтовым лаком или железобетонным. Он имеет прямоугольную форму. В зависимости от мощности инкубационного цеха его длина от 5,2 до 7,7 м, ширина — 2,2 м и глубина — 0,7 м. Накопитель вмещает 10—15 шт. сетчатых садков, которые заполняют поочередно предличинками, поступающими вместе с водой по желобу, отведенному от аппаратов. Таким образом, усовершенствованный аппарат Ющенко (Ю-П) работает с самоотбором предличинки и гидравлическим бесконтактным способом их транспортировки к накопителям.

Для инкубации обесклеенной икры осетровых создана специалистами АзНИИРХА инкубационная установка «Осетр». Емкость этой установки по загружаемой икре белуги 1200 тыс. шт., осетра — 1440, севрюги — 1760 тыс. шт. Расход воды на 1 инкубационный ящик, которых всего 8 в установке, — 2—6 л/мин.

Лоточный аппарат Садова-Коханской применяют для инкубации необесклеенной икры осетровых. Этот аппарат состоит из металлической рамы размером 150×38×180 см, внутри которой закреплены дюралюминиевые уголки (2×5×150 см) (рис. 48). На уголки устанавливаются лотки, изготовленные из пластмассы (например, из ударопрочного полистерола). Длина лотка — 140 см, ширина — 36 см, высота бортиков — 2 см. В одном аппарате размещается 21 лоток. Эти лотки загружают икрой.

Загружают лотки икрой специальной сеялкой (рис. 49). Оплодотворенную икру помещают в сеялку и распределяют по дну лотков. На один лоток засеивают 1 кг икры белуги, или 800 г икры осетра, или 500 г икры севрюги, или 800 г икры шипа.

После приклеивания икринок лотки устанавливают наклонно в раму аппарата. При этом в каждом двух последовательно устанавливаемых один за другим лотках уклон направлен в противоположные стороны. Так, например, если верхний лоток имеет уклон в левую сторону, то лежащий под ним следующий лоток наклонен в правую сторону, и наоборот. Благодаря такой уста-

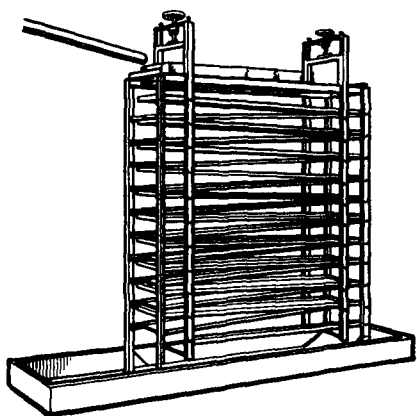


Рис. 48. Лоточный аппарат Садова—Коханской



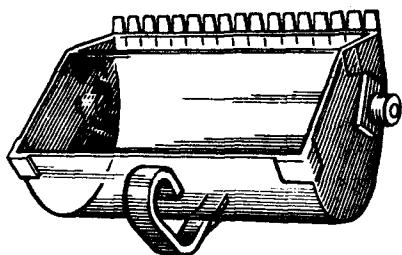


Рис. 49. Сеелка для рассеивания икры в лотке

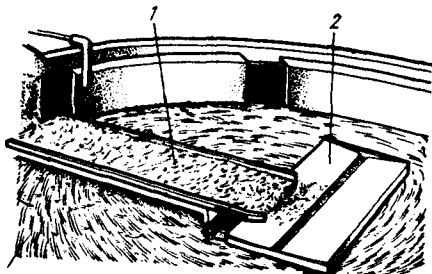


Рис. 50. Лоток с икрой, помещенный в бассейн, и ловушка для улавливания отходов:

1 — лоток; 2 — ловушка

новке лотков вода, поступающая из крана в самый верхний лоток, самотеком проходит по всем лоткам, омывает на своем пути икринки и затем сбрасывается из нижнего лотка в канализационную систему.

Инкубация икры в этом аппарате происходит в чистой, стерильной воде. Если на завод поступает мутная вода, то лоточный аппарат должен снабжаться водой из отстойника. В случае обилия планктона в воде отстойник необходимо снабдить фильтром из мелкоячейного газа во избежание проникновения планктона в бактерицидную установку и уменьшения эффекта стерилизации воды. Расход воды на 1 лоточный аппарат — 18 л/мин.

За несколько часов до вылупления предличинки лотки поочередно вынимают из аппарата и переносят в бассейны, где их кладут на подставки, смонтированные из дюралюминиевых уголков. Подставку с лежащим на ней лотком устанавливают так, чтобы поступающая в бассейн вода падала на один конец лотка, а вытекала с другого конца в специальную ловушку, сделанную из оцинкованного железа (рис. 50). Вылупившиеся предличинки смываются водой из лотка в ловушку, из которой они выносятся в бассейн. Погибшие икринки и оболочки, оставшиеся после вылупления предличинок, также смываются в ловушку, но из нее в бассейн не попадают. Когда инкубация икры полностью закончится, из бассейнов вынимают лотки, подставки и ловушки, создавая условия для содержания в них предличинок.

## § 26. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ И УХОД ЗА НЕЙ

**Продолжительность инкубации икры.** Она зависит от температуры воды. Чем ниже температура воды в инкубационных аппаратах, тем продолжительнее сроки инкубации икры, и наоборот. Так, в бассейнах Баренцева, Белого и Балтийского морей икра атлантического лосося (семга, балтийский лосось) инкубируется

с сентября — октября по апрель — май, т. е. в течение 180—210 сут. При этом температура воды осенью, когда закладывают икру на инкубацию, равна 6—7°C. Зимой, когда происходит развитие зародышей, она снижается до 0,5—0,1°C. Весной, когда происходит вылупление предличинок, температура воды повышается до 6°C и выше. На некоторых лососевых рыболовных заводах, расположенных в северных и северо-западных районах страны, целесообразно производить регулирование температуры воды в инкубационных цехах. При этом с первых же дней инкубации икры начинают охлаждать воду на 0,5—1°C в сутки, понижая температуру с 6—7 до 4,5—5°C. При этой температуре икру инкубируют до появления первых пигментных клеток на глазных бочках у отдельных зародышей. Затем температуру начинают вновь снижать на 0,5—0,8°C в сутки и доводят ее до обычной зимней температуры водосточника, из которого вода поступает в инкубационный цех. В начале апреля, когда зародыши достигнут длины 14—15 мм, температуру начинают повышать на 1° в сутки, доводя ее до 5—7°C, после чего она поддерживается в этих пределах до конца инкубации. Такой температурный режим позволяет сократить длительность инкубации икры в среднем до 170 сут и увеличить до 110—120 сут период выращивания сеголетков (рыбы сего лета) до более крупной массы. Средняя масса сеголетков повышается на 40—60 %.

Инкубация икры каспийского лосося длится 120—150 сут при температуре воды 2—5°C (с ее повышением на 2—3° в начале и в конце инкубации). Вылупление предличинок происходит в феврале — марте. Если проводить инкубацию икры этого лосося при постоянной температуре воды 9—10°C, то вылупление предличинок происходит через 40—45 сут. Во время инкубации икры тихоокеанских лососей термический режим весьма различен на рыболовных заводах. На одних из них температура воды почти стабильна (5—4 и 7—5°C), на других же она имеет широкие колебания (13—0,2°C). Отсюда на заводах наблюдается различная продолжительность инкубации икры этих лососей. Так, икра горбуши инкубируется 100—210 сут, а кеты — 80—195 сут. Инкубация икры тихоокеанских лососей при температуре 8—12°C заканчивается через 40—45 сут.

В связи с неодинаковыми сроками сбора икры и различной температурой в период ее инкубации вылупление предличинок на рыболовных заводах может быть растянуто во времени, если не регулировать температуру воды. В этом случае инкубация икры горбуши заканчивается в очень ранние, а кеты в слишком поздние сроки, что отрицательно сказывается на выживании их молоди в море. На ряде лососевых рыболовных заводов о-ва Сахалин температуру воды в инкубационных цехах регулируют путем смешения в разных соотношениях грунтовых и речных вод. Так, при инкубации икры горбуши используют больше более холодные речные воды с целью предотвращения получения и выпуска ранней молоди в естественные водоемы, когда в них действуют еще

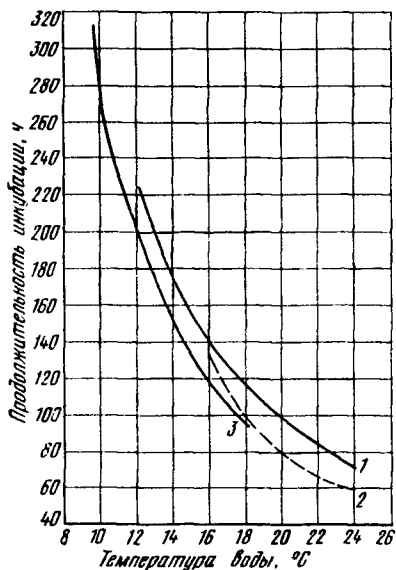


Рис. 51. Продолжительность инкубации икры осетра (1), севрюги (2) и белуги (3) в зависимости от температуры воды

сига — 170—180, ладожского сига — 145—155 сут. Вылупление предличинок происходит в мае.

В дельте р. Волги инкубация икры белорыбицы продолжается 140 сут при следующих колебаниях температуры воды: в декабре — 0,1—2,5 °C, январе — феврале — 0,1—0,5, марте — 0,2—2,9, в первой половине апреля, когда происходит вылупление предличинок, — 4—6 °C. При раннем весеннем вскрытии Волги ото льда и повышении температуры воды, способствующей нежелательному ускорению процесса развития икры и вылуплению предличинок, поступающую в инкубационный цех воду охлаждают в холодильном отделении. Это обеспечивает вылупление предличинок, как и при оптимальных температурах инкубации икры, в первой половине апреля.

Инкубация икры осетровых длится несколько суток и зависит от температуры воды (рис. 51). Например, инкубация икры белуги длится 5—14 сут при 9,5—17 °C, осетра — 5—10 сут при 12—20 °C, севрюги — 4—6 сут при 16—22 °C. Длительность инкубации икры рыбака — 3—5 сут при температуре воды 14—18 °C. При температуре воды 8—16 °C вылупление предличинок кутума происходит через 12—15 сут после закладки икры в инкубационные аппараты, а при температуре около 20 °C — через 5—6 сут.

**Уход за икрой в период инкубации.** Инкубация икры рыб происходит при отсутствии прямых солнечных лучей, которые от-

неблагоприятные условия для ее нормального обитания. При инкубации икры кеты, наоборот, используют больше по объему более теплые грунтовые воды, с тем чтобы удлинить период выращивания молоди и приурочить ее выпуск в реки к началу массового ската дикой молоди кеты с естественных нерестилищ. В связи с этим температура воды при инкубации икры кеты должна быть 2—5 °C, а горбуши — 0,2—3 °C.

Инкубация икры сигов происходит в основном при температуре воды 0,1—3 °C. Однако на некоторых заводах икру сигов инкубируют при температуре 0,2—6 °C. Имеющиеся по отдельным районам различия в термическом режиме отражаются на продолжительности инкубации икры сигов. Так, инкубационный период икры онежской лудогы составляет 185—205 сут, сунского

рицательно влияют на развивающиеся зародыши. Икра же лососей инкубируется вообще в темноте. С этой целью инкубационные аппараты с заложённой в них икрой лососей накрывают светонепроницаемым материалом.

При проведении инкубации в заводских условиях осуществляют следующие операции по уходу за икрой: регулирование расхода воды в аппаратах; очистку икры от ила; удаление погибших икринок; профилактическую обработку икры для недопущения ее поражения сапролегнией.

Работа по регулированию расхода воды в аппаратах сводится к созданию оптимальных условий для нормального процесса дыхания зародышей. Поступающая в аппараты вода должна быть определенного качества: активная реакция (рН)—не выше 7,5—8,0 и не ниже 6,5, окисляемость—не выше 5—15 мг  $O_2$ /л, содержание кислорода на вытоке—не ниже 6—8 мг/л. Нормы расхода воды в аппаратах могут колебаться в зависимости от конкретных условий, при которых происходит инкубация икры. При повышенном содержании кислорода расход воды в аппаратах уменьшают, а при пониженном его содержании—увеличивают. Обычно расход воды в аппаратах регулируют с таким расчетом, чтобы в вытекающей из аппаратов воде содержание кислорода не падало ниже 60—70 % насыщения. Если этого не делать, могут происходить нарушения в развитии кроветворных органов зародышей.

Это приводит к снижению качества вылупившихся предличинки.

Особенно тщательно надо наблюдать за кислородным режимом и вовремя регулировать режим воды в аппаратах при длительной инкубации икры лососевых рыб. Содержание кислорода в воде определяют путем взятия проб из отдельных аппаратов на вытоке и втоке. При высоком содержании кислорода (10—12 мг/л) в поступающей воде и хорошем ее насыщении на вытоке (не менее 70 %) в лотковых аппаратах, бетонных желобах, аппаратах Аткинса, аппаратах дальневосточного типа и некоторых других, предназначенных для инкубации икры лососей, нужно регулировать расход воды, исходя из следующего расчета на 1 тыс. икринок: при температуре воды 0,1—2 °С — 0,05 л/мин, при температуре воды 3—6 °С — 0,1—0,12 л/мин. При указанных температурах и содержании кислорода 8—9 мг/л расход воды в этих аппаратах нужно увеличивать соответственно в полтора раза.

Если в поступающей воде содержится большое количество взвешенных частиц, то они оседают на оболочки икринок, особенно которые инкубируются в неподвижном состоянии, и вызывают нарушение газообмена и общего обмена зародышей.

Для предупреждения заиления икры поступающую в аппараты воду предварительно очищают в водоемах-отстойниках и в фильтровальных установках. На некоторых лососевых рыбоводных заводах, где отсутствуют фильтровальные установки для очистки воды от мутных взвесей, икра за длительный период инкубации

в неподвижном состоянии постепенно покрывается частичками ила. Отмывку икры от ила нужно проводить с большой осторожностью, так как зародыши очень чувствительны к механическим воздействиям. Особенно опасны эти воздействия на ранних стадиях развития зародышей, когда еще не произошла пигментация глаз. Одним из приемов отмывки икры от ила является душевание. Перед проведением душевания сначала прекращают подачу воды в аппарат, а затем сбрасывают из него слой воды, покрывающий икру. Душеванию подвергается каждая рамка с икрой отдельно. Частички ила смывают с икринок чистой водой, поступающей из шланга, на конце которого имеется водораспылитель (душевая насадка). Для душевания можно использовать и обычную огородную лейку.

Удаление погибших икринок — исключительно важное мероприятие, так как на мертвой икре интенсивно развивается сапролегния, гифы которой могут закрывать близлежащие живые икринки, что приводит к их гибели. Погибшие икринки отличаются от живых по внешнему виду: они имеют мутный беловатый оттенок. Их удаляют при помощи пинцета или груши со вставленной в нее трубкой из органического стекла. Погибшие икринки в аппаратах Вейса концентрируются в основном в верхних слоях, откуда их удаляют (вместе с некоторым количеством живых икринок) сифоном и помещают в резервные аппараты первого порядка. По мере роста концентрации мертвых икринок в верхней части резервного аппарата первого порядка их тем же способом удаляют в резервный аппарат второго порядка, а затем третьего и четвертого. Таким образом, в резервном аппарате четвертого порядка оказывается практически одна мертвая икра, которую учитывают.

Для предупреждения возможного возникновения наиболее распространенного заболевания икры сапролегнией, возбудителем которой является грибок, локализующийся на поверхности оболочки икринки, необходимо осуществлять профилактические мероприятия. Перед началом работы по инкубации икры проводится дезинфекция инкубационных аппаратов 5 %-ным раствором поваренной соли или 4 %-ным раствором формалина, а также проверяют исправность бактерицидных установок, стерилизующих воду ультрафиолетовыми лучами. При работе с икрой необходимо избегать ее травмирования, не допускать загрязнения аппаратов органическими веществами, поддерживать в них соответствующий расход воды для создания нормального газового режима и удаления продуктов обмена икринок и регулярно удалять отмершие икринки, находящиеся на менее чувствительной к механическим воздействиям стадии развития. Для борьбы с сапролегнией на лососевых рыбоводных заводах устраивают систематическое купание икры в лечебных растворах. Например, применяют 3 %-ный раствор поваренной соли в течение 30 мин (после начала дробления икры), метиленовую синь (1 : 50 000) в течение 1 ч, марганцовокислый калий (1 : 100 000) в течение 30 мин, 0,5 %-ный ра-

створ формалина в течение 1—2 мин, малахитовую зелень (1 : 50 000) — 1 раз в неделю в течение 1 ч или при концентрации 1 : 300 000 — через 3 сут при той же экспозиции.

Выход предличинок от закладываемой на инкубацию живой икры по отдельным видам рыб следующий: лососей — 92—94 %, сиговых — 70—85, белорыбицы — 75, осетра — 65—70, севрюги — 65—67, белуги — 70, кутума — 75, рыба — 75—90 %.

## Глава 8

### КОРМА

#### § 27. ЖИВЫЕ КОРМА

Выклюнувшиеся предличинки рыб в начале своего развития питаются исключительно содержимым желточного мешка. При резорбции желточного мешка примерно на  $\frac{2}{3}$  они становятся личинками, которые переходят на смешанное питание: частично за счет питательных веществ желточного мешка, а частично за счет кормовых организмов. После полного рассасывания желточного мешка личинки переходят на активное (внешнее) питание. В естественных водоемах или прудах личинки питаются беспозвоночными: сначала самыми мелкими, затем относительно более крупными.

При выращивании молоди рыб в специальных бетонных бассейнах, в деревянных лотках, канавах или в прудах, на ограниченную площадь которых сажают очень большое количество личинок рыб, ее кормят кормами, вносимыми извне.

Все корма, применяемые в рыбоводстве, делят на две основные группы: живые и неживые корма. В качестве живых кормов используют искусственно разводимых низших ракообразных (моин, дафний, артемий, жаброногов), олихогет (энхитрид) и др., неживых кормов — яичный порошок, творог, скобленку из печени и селезенки сельскохозяйственных животных, рыбный фарш, кровяную, рыбную и крилевую муку, муку из куколок шелкопряда, водоросли и др.

Корма должны хорошо поедаться молодью рыб и обеспечить при отсутствии у нее каких-либо патологических отклонений нормальный рост и развитие. Корма, полностью удовлетворяющие физиологическим потребностям рыбы на данном этапе ее развития, называются полноценными. Корма, не отвечающие этим требованиям, называются неполноценными.

Полноценные корма содержат все необходимые питательные вещества (белки, углеводы, жиры, минеральные соли, витамины). Неполноценность кормов устраняется путем составления рационов из комплекса различных кормовых компонентов. В такой комплекс должны входить в необходимом количестве все питательные вещества, в которых нуждается организм рыбы.

В настоящее время разработаны методы искусственного раз-

ведения живых кормов, позволяющие интенсифицировать процесс выращивания молоди ценных промысловых рыб.

**Разведение низших ракообразных.** Первые экспериментальные работы по промышленному разведению низших ракообразных были проведены Н. С. Гаевской и А. Н. Державиным в 1936—1940 гг. Эти работы показали, что для нормального развития и размножения ветвистоусых рачков необходим определенный комплекс пищевых компонентов, состоящий из бактериальных клеток и протоккокковых водорослей. Отсутствие в пищевом рационе одного из этих компонентов приводит к угасанию развития культуры рачков. Для обеспечения рачков необходимой пищей Н. С. Гаевская и А. Н. Державин использовали в своих опытах различные удобрения, так как внесенные в воду органические и минеральные вещества стимулируют развитие бактерий и протоккокковых водорослей. Этот принцип и был положен в основу разработки способов промышленного разведения ракообразных в качестве живого корма для выращиваемой молоди рыб.

**Разведение дафний.** В настоящее время применяются два метода промышленного разведения дафний. Первый метод разработан М. М. Брискиной, а второй метод — М. К. Аскеровым. Оба метода предусматривают разведение дафний в цементных прямоугольных бассейнах (рис. 52) размером  $12 \times 3$ — $4 \times 0,6$ — $0,7$  м.

Наполнение бассейнов водой производится из водопроводной сети. Вода подается в каждый бассейн с одной торцевой стороны, а сбрасывается с противоположной. Кормом для дафний служат бактерии и протоккокковые водоросли, культивируемые в этих же бассейнах.

Перед внесением в бассейны удобрений и маточной культуры дафний их следует чисто вымыть и наполнить водой, профильтрованной через планктонную сетку для предотвращения заноса личинок насекомых, нитчатых водорослей, вольвокса, циклопов,



Рис. 52. Бассейны для разведения дафний

листоногих рачков и других нежелательных организмов. Затем в наполненные водой бассейны вносят удобрения. В этот же день или спустя 1—2 дня в бассейны сажают маточную культуру дафний в количестве 30—150 г/м<sup>3</sup>, то есть делают так называемую зарядку бассейнов.

Получение хороших и устойчивых результатов при культивировании дафний в значительной мере зависит от абиотических факторов внешней среды, оптимальные показатели которых следующие: температура — 20—24 °С, содержание кислорода — 6—7 мг/л и рН — 7,6—8,0.

Скорость созревания культуры дафний зависит от количества и качества вносимого в бассейн маточного материала, удобрения и температуры воды. Так, по данным М. М. Брискиной и Л. Г. Журавлевой, при внесении в бассейн 30—40 г/м<sup>3</sup> маточного материала созревание культуры дафний длится 25—30 сут при температуре 18—20 °С и 18—20 сут при температуре 23—25 °С. Сроки созревания культуры дафний находятся также в прямой зависимости от количества вносимого в бассейн маточного материала, что можно видеть из следующих данных М. К. Аскерова:

Количество внесенного маточного материала, кг	Число дней от зарядки до съема культуры дафний
0,5	10—12
1	8
2	5—6
3	3—4

Созревшую культуру дафний периодически облавливают сачком из капроновой сетки. Диаметр обруча сачка — 50 см. Дафний ловят в местах наибольшего их скопления, обычно в углах и вдоль стенок бассейна. Во избежание травмирования дафний не следует накапливать их в сачке в большом количестве. Поместив в ведро примерно 1 кг дафний, его следует сразу же доставить в цех выращивания молоди рыб.

При разведении дафний по методу М. М. Брискиной бассейны эксплуатируют без смены воды на протяжении 6 мес. Удобрив бассейн и зарядив его маточной культурой дафний, приступают к культивированию этого ветвистого рачка. В качестве удобрений используют кормовые дрожжи, которые вносят в бассейн в первый день из расчета 16 г/м<sup>3</sup>, а в последующие дни — по 8 г/м<sup>3</sup>. Перед внесением дрожжей в бассейн их предварительно измельчают и замачивают в воде. Образовавшуюся дрожжевую суспензию равномерно распределяют вдоль стенок бассейна.

При массовом развитии протококковых водорослей, когда вода в бассейне становится ярко-зеленого цвета, временно прекращают вносить удобрения. Ежедневное внесение дрожжей возобновляют (по 8 г/м<sup>3</sup>), когда вода начинает светлеть, что указывает на выедание водорослей дафниями. При наличии в бассейне 50 % взрослых особей дафний и 50 % ее молоди и при благоприятных



температурных условиях (20—24 °С) можно ежедневно снимать прирост продукции в количестве 0,8—1 кг с каждого бассейна (30—35 г/м<sup>3</sup>). Расход сухих дрожжей на получение 1 кг дафний составляет 200—300 г.

При разведении дафний по методу М. К. Аскерова бассейны эксплуатируют без смены воды в течение 20—25 сут. В качестве удобрений используют кормовые дрожжи, аммиачную селитру или сульфат аммония. Растворенные минеральные удобрения вносят в наполненный водой бассейн из расчета 13 мг азота на 1 л воды, то есть на 1 м<sup>3</sup> воды 37,5 г аммиачной селитры или 65 г сульфата аммония. Спустя 3—4 ч после внесения минеральных удобрений в бассейн вносят суспензию кормовых дрожжей в количестве 20 г/м<sup>3</sup> (расчет по сухим дрожжам). После внесения удобрений в бассейн сажают маточную культуру дафний. В последующие дни бассейн удобряют через каждые 5 сут как дрожжами, так и минеральными солями из расчета 50 % от первоначальной нормы, то есть 10 г дрожжей и 18,75 г аммиачной селитры или 32,5 г сульфата аммония на 1 м<sup>3</sup>.

Когда культура созреет, приступают к съему прироста продукции, вылавливая ежедневно из бассейна по 35 г дафний с 1 м<sup>3</sup>.

Разведение моин. Культивирование рачков *Moina rectirostris* и *M. macrocarpa* на рыболовных заводах позволяет обеспечить выращиваемую молодь рыб на первых этапах ее развития (при переходе личинок на смешанное питание и в первые дни их активного питания) калорийным и доступным по величине кормом. Размер взрослой особи моины в среднем 1,5 мм, а молоди — 0,3—0,4 мм.

Оптимальными показателями внешней среды при выращивании моин этих видов являются следующие: температура — 24—30 °С, содержание кислорода — не ниже 4 мг/л, окисляемость — не выше 50—70 мг О<sub>2</sub>/л, углекислота — не более 10 мг/л.

М. К. Аскеров разработал биотехнику разведения моин в южных районах страны. По его методу моин разводят в прямоугольных цементных бассейнах размером 2,5×1,5×0,6—0,7 м с непроточной водой. В качестве удобрений применяют кормовые дрожжи, предварительно замоченные в воде и доведенные до суспензии. При разовом внесении в наполненный водой бассейн 500 г/м<sup>3</sup> дрожжей происходит быстрое развитие протококковых водорослей и бактерий. Маточный материал культуры моин вносят в бассейн, когда концентрация водорослей в нем достигнет 35—40 млн. клеток в 1 мл воды. Спустя 3—4 сут после зарядки маточным материалом, при благоприятных температурных условиях культура моин созревает и начинается ее отлов, составляющий 100—110 г/м<sup>3</sup> в сутки в течение 10—16 сут эксплуатации бассейна. Отлов моин производится так же, как и дафний.

Л. П. Максимова разработала биотехнику разведения моин в северо-западных районах страны. Культивирование моин в этих районах осуществляют в цементных или дюралевых бассейнах,

размещенных в закрытом помещении. Так как большие температурные колебания в течение суток препятствуют нормальному размножению мойн, вода в бассейнах подогревается при помощи труб парового отопления или электричества. Спустя 2—3 сут после заливки бассейнов водой и установления стабильной оптимальной температуры, в каждый из них вносят кормовые дрожжи в количестве  $100 \text{ г/м}^3$ , предварительно замоченные в воде и доведенные до суспензии. После этого проводят зарядку бассейнов маточной культурой мойны из расчета  $40 \text{ г/м}^3$ . В последующие дни подкормку культуры мойны дрожжами осуществляют через день в количестве  $50 \text{ г/м}^3$ . Спустя 5—7 сут после зарядки бассейнов плотность мойны достигает 1—1,5 тыс. экз/л. (биомасса  $150—200 \text{ г/м}^3$ ) и начинают проводить отлов рачков. Ежедневно изымают из бассейнов в среднем  $40—50 \text{ г}$  мойны с  $1 \text{ м}^3$  в течение 4—6 недель. При перезарядке бассейнов через каждые 2 нед прирост продукции мойны увеличивается, что позволяет отлавливать ежедневно до  $80—100 \text{ г}$  рачков с  $1 \text{ м}^3$ .

**Разведение артемий.** Артемия (*Artemia salina*) — лишноногий рачок, живущий в водоемах с высокой концентрацией солей. Артемия неприхотлива к пище и к газовому режиму воды, растет быстро, плодовита, охотно поедается молодью рыб. Все эти экологические и хозяйственные особенности рачка были учтены К. А. Воскресенским, А. Ф. Гунько и П. М. Вороновым при разработке промышленного метода разведения артемий.

Для разведения артемии первоначально необходимо иметь ее яйца. Этот исходный материал служит для получения науплий и выращивания маточной культуры. Яйца артемий заготавливают поздней осенью у берегов сильно соленых водоемов, куда их выбрасывают волны. В массовом количестве они имеются в соленых озерах Крыма, восточного побережья Каспия, Алтая, Туркменистана и в соленых лиманах Одесской области. Яйца собирают в местах наибольшего скопления, загружают в ящики слоем  $20 \text{ см}$  и транспортируют на рыбобродный завод.

Заготовленные яйца содержат примеси из пустой скорлупы, песка, ракушки, ила, водорослей и др. Очистка яиц от этих примесей механизирована. Ее проводят в специальном устройстве, оснащенном сетчатыми цилиндрами, ваннами, насосом и другими приспособлениями. Яйца, пропущенные через это устройство, промываются водой и на  $90 \%$  освобождаются от примесей. Для удаления оставшихся  $10 \%$  примесей яйца обрабатывают в  $10 \%$ -ном растворе поваренной соли с добавлением глицерина в соотношении  $5:1$ . Приготовленный раствор наливают в установленные в стойке конусные сосуды, которые по своей форме напоминают аппараты Вейса, и перемешивают его в течение 5 мин при помощи подаваемого из компрессора воздуха. Затем в сосуды помещают яйца из расчета  $200 \text{ см}^3$  на каждый литр раствора и опять подают воздух в течение 5 мин. После этого имеющиеся примеси опускаются в течение 10 мин на дно сосудов, а яйца и их скорлупа всплывают на поверхность раствора. Осевшие примеси сливают

из крана. Затем в сосуды наливают воду и яйца постепенно оседают на дно сосудов, а их скорлупа остается на поверхности воды, с которой ее удаляют.

Очищенные яйца помещают в сетчатые капроновые мешки и доставляют в помещение, где их хранят и активируют. Последнее необходимо потому, что собранные в естественных условиях яйца артемий дают очень низкий процент вылупления науплий. Это помещение оборудовано стеллажами, холодильным устройством и вентиляторами. Для активирования яиц используют 12 %-ный раствор поваренной соли. Яйца выдерживают в этом растворе в течение 2 ч, удаляя таким путем из них лишнюю влагу. После этого яйца помещают в ящики или полиэтиленовые мешки. Ящики закрывают крышками, а мешки завязывают. Упакованные яйца хранят на стеллажах при температуре 0—5°C. Активация яиц происходит через 2—3 мес. Вылупление науплий из таких яиц увеличивается до 80—90 %. Когда начинается рыболовный сезон, яйца используют для разведения артемий.

Культуру артемий разводят в таких же нефилтрующих бассейнах, какие применяются для разведения дафний. Но бассейны изготавливают из солеустойчивого бетона. Если бассейны еще не были в эксплуатации (вновь построенные), то до начала работ по разведению артемий их обязательно заполняют водой на 1—1,5 мес для промывки. В течение этого периода воду в бассейнах трижды меняют. В промывом бассейне готовят раствор хлористого натрия из расчета 40—50 кг поваренной соли на 1 м<sup>3</sup> воды. Соль насыпают в ящик с сетчатым дном и ставят его в бассейн под струю воды. Бассейн заполняют раствором поваренной соли на глубину 20—30 см. После этого в него вносят яйца артемий в количестве 500—600 г на 1 м<sup>3</sup> приготовленного раствора.

В зависимости от температуры из заложенных в бассейн яиц через 1—5 сут вылупляются науплии. Молодь рачка быстро растет и через 10—20 сут превращается в половозрелых особей, которые размножаются при температуре воды 10—35°C. Плодовитость артемий может достигать 140—180 науплий, или яиц, на одну особь.

Пищей артемий являются бактерии и одноклеточные микродоросли. Для развития протококковых водорослей в бассейн вносят культуру хлореллы и следующие предварительно растворенные в воде соли: 1 кг сернокислого калия, 0,5 кг азотнокислого калия и 0,5 кг суперфосфата.

В качестве корма для артемий применяют также кормовые дрожжи, так как они являются не только хорошим кормом, но и создают благоприятные условия для развития бактерий и фитопланктона, потребляемых рачками. До 0,5 кг дрожжей помещают в ведро, размельчают, заливают водой и замачивают в течение 2—3 ч, затем размешивают до состояния суспензии и мерной кружкой распределяют в требуемом количестве по всему бассейну.

Начиная с третьего дня после вылупления науплий в бассейн вносят по 20 г дрожжей на 1 м<sup>3</sup> приготовленного раствора через

каждые 5 сут. Когда рачки станут половозрелыми, дрожжи вносят в бассейн в том же количестве, но через 3 сут, а при массовом их размножении величину кормовой нормы повышают до 35 г на 1 м<sup>3</sup> раствора через каждые 3 сут.

Поведение артемий в бассейне свидетельствует об их жизненной среде, что дает возможность регулировать норму внесения дрожжей в бассейн. Так, равномерное распределение артемий по всей толще воды указывает на нормальные условия среды в бассейне; скопления артемий у дна и стенок бассейна характеризуют недостаточность корма; концентрация артемий у поверхности воды и медленные их движения свидетельствуют о дефиците кислорода в воде (при содержании в воде 2 мг О<sub>2</sub>/л у рачков наступает угнетенное состояние).

Отлов артемий начинают тогда, когда в бассейне на одну половозрелую особь приходится несколько десятков неполовозрелых артемий и сотни науплий. Артемий ловят сачком из капрона. К кутку сачка подвешивают полулитровую оттарированную банку, где собираются и не травмируются пойманные рачки. Из банки артемий переливают в ведро с пресной водой и доставляют после его наполнения в цех выращивания молоди, где их скормливают личинкам и малькам. В пресной воде рачки живут одни сутки. За это время они поедаются рыбой. Если для ее кормления требуются только науплии или рачки небольшого размера, то пойманных артемий процеживают над ведром с водой через сито с определенной ячейей, а оставшихся на нем особей вновь помещают в бассейн.

Артемий отлавливают в бассейне периодически, изымая  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{2}{3}$  всей продукции, что составляет 100—120 г/м<sup>3</sup>. За рыбоводный сезон можно взять из каждого бассейна до 10—12 кг/м<sup>3</sup>.

Для более эффективного сбора продукции артемий на рыбоводном заводе во время процесса выращивания молоди рыб необходимо создать условия для вымета рачком науплий, а осенью — яиц, которые можно будет использовать в следующем году для получения новой культуры. Вымет рачками науплий в течение всего рыбоводного сезона можно получать при регулярном добавлении в бассейн свежей воды, компенсирующей испарившийся ее объем. Это предотвращает образование яиц у артемий, которое происходит при повышении концентрации соли в растворе.

Таким образом, для получения устойчивого выхода продукции артемий необходимо поддерживать в бассейнах нужную концентрацию раствора поваренной соли, способствующую вымету рачками живых науплий, и содержание кислорода в воде должно быть не ниже 4 мг/л. При дефиците кислорода в воде (2 мг/л) следует удалить из бассейна накопившиеся разлагающиеся органические вещества, добавить в него на  $\frac{1}{3}$  объема свежую воду, уменьшить норму кормового рациона и провести аэрацию воды (перемешивание в течение 2—3 сут). Желательный температурный режим при разведении артемий должен быть не ниже 18°C и не выше 30°C.

Когда заканчивается культивирование артемий, в бассейны пе-

рестаюь подавать воду, а оставшаяся в бассейнах вода постепенно испаряется, повышается концентрация раствора соли и увеличивается плотность. Находящиеся в бассейне яйца, выметанные артемиями в создавшихся неблагоприятных условиях, всплывают на поверхность воды. Их отлавливают, очищают от примесей, просушивают, помещают в ящики или пакеты и хранят в помещении на стеллажах, а зимой проводят активирование этих яиц.

На некоторых заводах яйца артемий по окончании рыбоводного сезона не отлавливают, а оставляют на зимовку в бассейнах. Весной, при наступлении благоприятных температур, из сохранившихся во время зимовки яиц вылупляются науплии, за которыми ведут уход.

Разведение жабронога. Культивирование жабронога (*Streptocephalus torvicornis*) по методу Э. Б. Служевской можно осуществлять в цементных бассейнах, размеры которых такие же, как и бассейнов для разведения дафний. Бассейны заливают водой и засыпают в них собранные в спущенных прудах яйца жабронога, которые предварительно должны быть просушены и пропущены через систему почвенных сит для очистки от мусора. Количество вносимых в бассейн яиц определяется сроками и размерами выращивания рачков. При выращивании 10-дневных рачков до размера 3—5 мм (0,3—1,2 мг) создают плотность посадки 1000 экз/л, для чего в бассейны вносят 500 г яиц на 1 м<sup>3</sup>. При выращивании жабронога до длины 30 мм (200 мг) создают плотность 20 экз/л, для чего в бассейны вносят 10 г яиц на 1 м<sup>3</sup>.

Через 3 сут после закладки яиц на инкубацию в бассейны вносят суспензию кормовых дрожжей для создания питательной среды. На 1 м<sup>3</sup> бассейна вносят 15 г сухих дрожжей каждые 3 дня. Оптимальная температура развития яиц жабронога находится в пределах 19—25 °С. Массовое вылупление науплий происходит на 4—6 сут после начала инкубации яиц. Вылупившиеся науплии питаются дрожжами, развивающимися за счет них бактериальными клетками и протококковыми водорослями.

При выращивании жабронога следят за гидрохимическим режимом, который должен быть не хуже, чем при культивировании дафний и моин. При ухудшении в бассейнах абиотических факторов среды подкормку рачков дрожжами временно прекращают.

Когда рачки, выращиваемые при уплотненной посадке достигнут длины 3—5 мм, их отлавливают капроновыми сачками, сажают в заполненные водой ведра, доставляют в цех выращивания молоди рыб, где их скармливают личинкам рыб. С 1 м<sup>3</sup> бассейна получают в среднем 400 г рачков.

При достижении рачками на 18—21-й день половой зрелости (при температуре 19—25 °С и разреженной посадке) подкормку дрожжами проводят через день из расчета 20—25 г/м<sup>3</sup>. С этого момента рачки начинают откладывать яйца. Однако вылупление науплий происходит уже после отлова взрослых особей, которых скармливают молоди рыб. За месяц выращивания рачков при разреженной посадке их биомасса достигает 1—2 кг/м<sup>3</sup> и более.

**Разведение хирономид.** Для повышения рыбопродуктивности прудов за счет личинок хирономид, излюбленной пищи рыб, применяют различные способы привлечения к водоемам взрослых особей (комаров) из семейства хирономид для откладки ими яиц. При благоприятных условиях из отложенных яиц через 2—3 сут выклевываются личинки хирономид.

Для улучшения условий, обеспечивающих массовую кладку яиц комарами, в прудах оставляют небольшие участки невыкошенной водной растительности (камыша, рогоза, тростника и др.). Эти участки являются местом роения комаров. Если же пруды не зарастают водной растительностью, то используют пучки соломы или небольшие плавающие сетчатые деревянные рамы, на которые укладывают тонким слоем скошенную наземную растительность. Рамы с растительностью устанавливают в разных местах пруда. Роение и спаривание комаров происходит на заре, а также в сумерки. Можно привлекать комаров к прудам с помощью электрического света. Для этого следует использовать ультрафиолетовые или люминесцентные лампы с наибольшей энергией излучения в спектральной области 380—320 мкм. Можно также применять обычные лампы накаливания мощностью до 300—500 Вт. Следует помнить, что тусклый, красноватый свет не привлекает комаров, поэтому лампы должны быть яркими. Их устанавливают на прудах около водной растительности или искусственных растительных субстратов, что необходимо самкам комаров для откладывания яиц. Привлечение комаров на свет увеличивает в 5—10 раз численность и биомассу личинок хирономид в прудах. Благодаря применению этих простейших способов привлечения комаров к прудам можно значительно повысить кормовую базу и тем самым улучшить условия питания рыбы.

При выращивании молоди рыб не в прудах, а в специальных бассейнах, лотках и других сооружениях указанные способы разведения хирономид неприемлемы. В этом случае можно использовать метод разведения хирономид, биотехника которого разработана А. С. Константиновым.

Для разведения хирономид рыбоводный завод должен иметь два цеха: цех создания и поддержания маточного роя комаров и цех выращивания личинок хирономид, которых скармливают молоди рыб. Эти цехи располагают в отдельном светлом помещении с постоянной температурой воздуха 18—20 °С.

Первоначальную маточную культуру комаров создают из небольшого количества яиц или личинок хирономид, взятых в ближайшем водоеме, а в дальнейшем ее поддерживают искусственным разведением. Маточная культура комаров в первом цехе откладывает яйца в стоящие на полу эмалированные кюветы, заполненные чистой водой слоем 2—3 см. Высота каждой кюветы — 4—5 см, площадь — 0,1 м<sup>2</sup>. Кладки яиц выбирают из этих кювет и переносят на инкубацию в фаянсовые чашки со слоем воды 0,5—1 см. Норма загрузки яиц на инкубацию — не более 400—500 шт. на 1 см<sup>2</sup> дна чашки, что соответствует примерно

одной кладке. При температуре 18—20°C развитие яиц продолжается 50—70 ч, затем происходит выклев личинок.

Перед завершением инкубации, о чем можно судить по появлению вылупившихся личинок, 85—90 % кладок яиц переносят во второй цех. Остальные 10—15 % кладок яиц оставляют в первом цехе для воспроизводства маточной культуры комаров. Во втором цехе яйца распределяют по кюветам, на половину объема заполненных жидким илом. Высота каждой кюветы—2,5—3 см, площадь—0,25 м<sup>2</sup>. На 1 м<sup>2</sup> поверхности грунта вносят 50—60 тыс. яиц, что соответствует 100—150 кладкам. После размещения яиц по грунту кюветы устанавливают в многоярусном специальном каркасе (рис. 53). Расстояние между кюветами равно 3—4 см. В одном каркасе размещают 30—40 кювет.

Вылупившиеся личинки сразу же начинают питаться, поедая слизь кладки, отыскивая и потребляя вносимые в кюветы корма.

В качестве корма можно использовать кормовые дрожжи, которые вначале в количестве 100 г на 1 м<sup>2</sup> грунта вносят в кюветы еще до размещения в них кладок яиц. Перед внесением дрожжи размачивают в воде до получения полужидкого теста, а затем тщательно перемешивают с илом. На такой питательной среде личинок выращивают в течение 10—12 сут и лишь за 3—4 сут до съема выращенной продукции вносят вторую порцию дрожжей, но уже в сухом виде, распыляя их по поверхности грунта из расчета 30—40 грамм на 1 м<sup>2</sup>.

Когда личинки достигнут состояния, близкого к окукливанию, их отбирают из грунта. Для этого содержимое кюветы перемещают в сетчатый барабан, установленный в промывном баке (рис. 54). Барабан приводят в движение (мотором или вручную), тонкие частицы ила проходят сквозь сетку (ячейка размером

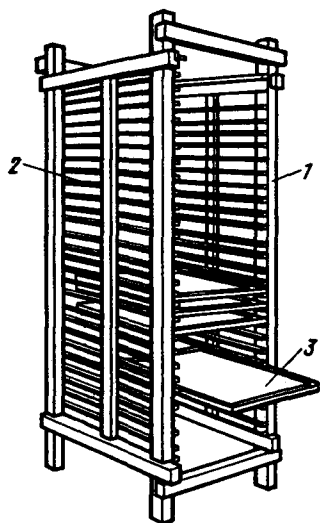


Рис. 53. Установка для разведения хирономид:  
1 — стойка каркаса; 2 — опора для кювет; 3 — кюветы

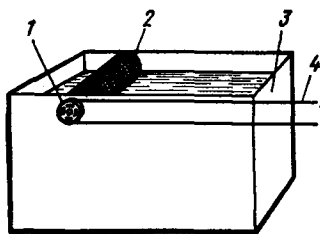


Рис. 54. Бак с барабаном для отмычки личинок хирономид от грунта:  
1 — шкив; 2 — сетчатый барабан; 3 — корпус бака; 4 — приводной ремень

0,7 мм) и оседают на дно бака. После удаления из барабана ила оставшихся в нем личинок перекладывают в сетчатый капроновый мешок, в котором еще раз их промывают чистой водой, а затем скармливают молодым рыбам. Осевший на дно бака ил снова используют для заливки кювет, так как он пригоден в качестве грунта в течение многих лет.

Среднесуточный съём биомассы личинок хирономид составляет 2—3 кг с 200—300 м<sup>2</sup> выростной площади, или 10 г/м<sup>2</sup>. Расход дрожжей на получение 1 кг личинок хирономид составляет 500—700 г.

Оставшиеся 10—15 % кладок яиц в первом цехе также распределяют (перед выклевом личинок) по кюветам, заполненным жидким илом, которые затем устанавливают ярусами в каркасе. Вылупившихся из яиц личинок в первом цехе кормят дрожжами по таким же нормам, как и во втором цехе. Перед окукливанием этих личинок не выбирают из грунта, а дают им возможность превращаться в куколок, а затем в комаров.

При благоприятных условиях окукливание личинок наступает на 12—13-й день после выклева из яиц. Стадия куколки продолжается 2—3 сут. Вылупившиеся из кукольной шкурки комары покидают кюветы и через 20—30 ч достигают половой зрелости, после чего начинают роиться, спариваться и делать кладки. Каждая кладка состоит из слизи и находящихся в ней яиц (в среднем 400—500 шт.).

Комары откладывают яйца в светлое и темное время суток и после откладки погибают. Общая продолжительность жизни комара — 3—5 сут, причем ни самки, ни самцы не питаются. Поэтому весь уход за комарами сводится к тому, чтобы поддерживать в помещении постоянную температуру в пределах 18—20 °С, не допускать проникновения различных запахов и дыма, содержать в чистоте заполненные водой кюветы для откладки яиц.

**Разведение олигохет.** Олигохет разводят в деревянных ящиках, заполненных мелким комковатым черноземом с влажностью 22—26 % и рН 6,2—6,8. Все ящики одинаковых размеров (50×40×12 см) и небольшие по площади. Ящики с грунтом и культурой олигохет размещают в несколько ярусов на стеллажах, расставленных в специальном помещении — олигохетнике (рис. 55).

Находящиеся в грунте каждого ящика черви откладывают яйца, заключенные в коконы. Молодые половозрелые черви откладывают в среднем по 10 яиц в 2—3 дня, а старые черви откладывают по 3—4 яйца в 7—8 дней. Для роста, развития и размножения олигохет оптимальной температурой является 16—18 °С.



Рис. 55. Стеллаж с ящиками, заполненными грунтом и культурой олигохет



При этой температуре развитие яиц продолжается 7 сут, а затем вылупляется молодежь, которая через 4 сут выходит из кокона и сразу же начинает активно питаться. На 21—23-й день с момента выхода из кокона черви становятся половозрелыми.

Рыбоводные заводы, впервые начинающие разводить олигохет, прежде всего должны иметь доброкачественный грунт и чистую исходную культуру червей. Поэтому землю, взятую с черноземных почв, просеивают сквозь 3-миллиметровое сито, подсушивают или смачивают водой до требуемой влажности и лишь затем насыпают в ящики слоем 9—10 см. В размещенную по ящикам землю вносят исходную культуру олигохет — 200—250 г/м<sup>2</sup> (40—50 г на 1 ящик), затем закладывают корм.

В качестве корма чаще всего используют ржаные отруби, мучные сметки, картофель, капусту, морковь, свеклу, кормовые дрожжи, листья огородных культур и крапиву, то есть углеводные корма. Все перечисленные корма перед внесением в грунт подвергают обработке. Отруби и мучные сметки заваривают в виде каши. Картофель и другие овощи отваривают, а затем делают из них пюре. Листья огородных культур и крапиву заваривают и измельчают, пропуская через мясорубку. Кормовые дрожжи размачивают в воде до пастообразного состояния. Техника внесения корма в ящики несложная: в грунте вдоль каждого ящика проводят 2—3 борозды глубиной примерно 5 см, затем в эти борозды закладывают порции корма, который засыпают землей.

Корм дают олигохетам один раз в неделю. Норму внесения корма рассчитывают по приросту биомассы червей и кормовым коэффициентам. Кормовые коэффициенты показывают, сколько весовых единиц корма необходимо израсходовать, чтобы получить одну такую же весовую единицу прироста биомассы олигохет. Так, например, для получения 1 г прироста биомассы олигохет необходимо израсходовать 6 г картофеля или 1 г дрожжей.

Для кормления олигохет рекомендуется применять следующий кормовой рацион: овощи — 60 %, мучные отходы — 20 %, кормовые дрожжи — 20 %. Кормовой коэффициент овощей равен 6, мучных отходов — 4,5, кормовых дрожжей — 1.

В первый месяц разведения олигохет прирост их биомассы увеличивается по сравнению с первоначальной массой в 2 раза, а в последующий месяц — примерно в 5 раз. Оптимальная плотность червей — 750 г/м<sup>2</sup>, допустимая — не более 1500 г/м<sup>2</sup>. Увеличение плотности червей угнетает культуру олигохет и резко снижает прирост биомассы.

Концентрация червей, г/м <sup>2</sup>	Ежесуточный прирост червей, г/м <sup>2</sup>
500	39,6
750	56,4
1000	52,5
1500	45,0
2000	26,4
2500	14,4
3000	—

Съем прироста продукции лучше начинать тогда, когда концентрация олигохет достигает  $750 \text{ г/м}^2$ , что позволяет еженедельно отбирать 350—420 г червей с  $1 \text{ м}^2$  грунта, или 70—84 г с 1 ящика площадью  $0,2 \text{ м}^2$ . Выборку олигохет из грунта осуществляют при помощи тепла или света. Для этого высыпают из ящиков часть грунта вместе с олигохетами в железные кюветы размером  $60 \times 50 \times 3 \text{ см}$  и ставят на столы. В теплое время года, когда хорошо светит и греет солнце, столы устанавливают под открытым небом; в холодные, пасмурные и дождливые дни — в помещении, где в качестве источника света и тепла используют электрические лампы, которые опускают над грунтом, лежащим на кюветах. Иногда используют электрообогреватели, которые создают температуру в верхних слоях грунта  $28\text{—}30^\circ\text{C}$ , но не выше, иначе черви могут погибнуть.

Олигохеты, избегая света и тепла, быстро покидают верхние слои грунта и концентрируются в более глубоких его слоях. По мере ухода червей верхние слои почвы снимают пучками птичьих перьев. Это заставляет червей углубляться дальше. Снимая слои грунта, доходят до дна кювет, где в основном скапливаются черви. После удаления последних комочков земли червей перекалывают из кювет в тазы и доставляют в цех выращивания молоди рыб. Оставшуюся после отборки землю, содержащую обычно большое количество коконов с яйцами, высыпают обратно в те же ящики, из которых она была взята, и культура продолжает продуцировать.

## § 28. НЕЖИВЫЕ КОРМА

Неживые корма широко используют на рыбоводных заводах при выращивании молоди лососевых рыб. Основу кормовых рационов для молоди этих рыб составляют корма животного происхождения с высоким содержанием белка. Богатые углеводами растительные корма имеют второстепенное значение. Их чаще всего используют для связи отдельных кормовых компонентов в пастообразных смесях, а некоторые из них употребляют в пастообразных и гранулированных кормах для обогащения кормовых рационов отдельными незаменимыми аминокислотами, минеральными веществами и витаминами.

**Корма животного происхождения.** Яичный порошок, выпускаемый пищевой промышленностью, и желток куриного яйца, сваренный вкрутую и мелко растертый, на рыбоводных заводах применяют для кормления личинок лососей при их переходе на смешанное питание. Этот корм богат питательными веществами, которые обеспечивают хороший рост молоди лососей на ранних стадиях развития.

**Творог,** используемый для кормления личинок и мальков лососей, беден железом и витаминами. Поэтому его скармливают рыбе в смеси с другими кормами.

**Селезенка** — кормовой компонент, входящий в рацион моло-

ди лососей, с относительно низким уровнем протеина и невысокой его биологической ценностью. Длительное кормление (в течение месяца и более) молоди исключительно селезенкой приводит к резкому нарушению функциональной деятельности организма рыбы. Для устранения этого нежелательного явления кормовой рацион молоди лосося должен состоять не только из селезенки, но и из других кормов в количестве не менее 30—50 % от общей массы суточной нормы корма. Селезенку скармливают молоди лососей в виде жидкой пасты, очищенной от пленок и жил. При приготовлении пасты с помощью мясорубки отход селезенки составляет 10 %.

Фарш из свежей рыбы скармливают молоди лососей в количестве не более 50 % от общей массы суточной нормы корма. Он должен быть приготовлен из свежей и нежирной рыбы. Кормление молоди лососей фаршем из лежалой, мороженой и жирной рыбы приводит к большим отходам. Рыбу перед пропуском через мясорубку обрабатывают: снимают кожу, удаляют голову и плавники, выбирают крупные кости. Отход при обработке рыбы в зависимости от величины и вида ее достигает 40—50 %.

Кровяная мука используется как один из компонентов, входящих в кормовую смесь. Скармливание кровяной муки в чистом виде не рекомендуется, так как она не обеспечивает потребности организма рыбы в белке из-за его низкой переваримости. В состав кормовой смеси следует вводить только доброкачественную кровяную муку, без комков, а также гнилостного запаха. Красновато-коричневый цвет кровяной муки — один из показателей хорошего качества ее. Хранить кровяную муку следует в сухом и проветриваемом помещении.

Рыбная мука — наиболее распространенный корм для рыб. Она содержит довольно большое количество белка, богата фосфором и витамином В. Рыбная мука, просеянная через сито с ячейей размером 1—2 мм, скармливается рыбе не в чистом виде, а в смеси с другими кормами. При использовании рыбной муки в кормовых рационах молоди рыб необходимо обращать внимание на ее доброкачественность. По внешнему виду рыбная мука должна быть рассыпчатой, без комков и плесени, иметь специфический рыбный запах, без признаков запаха затхлых продуктов разложения окисленного жира и белковых веществ. Рыбная мука должна храниться в сухом и хорошо проветриваемом помещении.

Мука из куколок тутового шелкопряда широко применяется для кормления многих видов рыб, в том числе и лососевых. Ее скармливают молоди рыб в смеси с другими кормами. Хранить эту муку следует в сухом, хорошо проветриваемом помещении, не допуская окисления в ней жира. Перед введением в кормовую смесь муку просеивают через сито с ячейей размером 1—2 мм. Полученный порошок должен быть рассыпчатым, со специфическим запахом, без признаков запаха затхлости и прогоркшего жира. Отход муки после просеивания через сито составляет 5—10 %.

Мясокостная мука представляет собой вываренное, высушенное и размолотое мясо и кости. Она содержит более 20 % минеральных веществ. Мясокостную муку скармливают молодым лососем в смеси с другими кормами в количестве 5 % от величины кормового рациона. Перед введением муки в кормовую смесь ее просеивают через сито с ячейкой размером 1—2 мм.

**Корма растительного происхождения.** Жмыхи богаты протеином (31—40 %), углеводами (30—40 %) и содержат довольно большое количество жира (7—8 %). Их получают путем извлечения масла из семян масличных растений методом прессования. Жмыхи широко используют в прудовом рыбоводстве для кормления карпа. При искусственном разведении промысловых рыб их применяют редко.

Шроты представляют собой почти полностью обезжиренную муку семян масличных растений. Содержание жира в шротах 0,1—1 %.

Обезжиривание муки производят путем экстрагирования жира в специальных аппаратах. Шроты, как и жмыхи, богаты протеином. Их используют в кормовых рационах лососевых рыб.

Мука пшеничная (кормовые отходы) содержит более 60 % углеводов. Ее вводят в кормовые рационы лососевых рыб в количестве не более 15 %.

**Составление кормовых смесей.** При составлении кормовых смесей к ним добавляют витамины, рыбий жир, кормовые (гидролизные) дрожжи, антибиотики и микроэлементы.

**Рыбий жир** — препарат, получаемый из печени тресковых рыб. Он содержит холестерин, трипальмитин, следы йода, витамин А и D. В среднем в 1 г рыбьего жира содержится 350 ИЕ витамина А и 30 ИЕ витамина D. В 1 г витаминизированного рыбьего жира содержится около 500 ИЕ витамина А и 150—200 ИЕ витамина D.

**Дрожжи кормовые (гидролизные)** богаты комплексом витаминов группы В. Их размельчают и добавляют к кормовым смесям в количестве 3—6 % от массы кормового рациона.

**Антибиотики** применяют в кормовых рационах рыб в микродозах. Так, на 1 т пастообразной кормовой смеси КРТ-6 используют 200 г мицелия пенициллина и 50 мг химически чистого биомицина.

**Микроэлементы** — йод, кобальт, молибден, марганец и некоторые другие — добавляют в кормовые смеси в микродозах (в среднем в количестве 0,0006 % от массы кормового рациона). Вводить в кормовую смесь микроэлементы следует с учетом их дефицита в кормовой смеси и в воде, в которой выращивают молодую рыбу.

**Кормовая смесь КРТ-6.** Для приготовления 1 т этой смеси берут кровавую муку 200 кг, рыбной муки — 120, муки из куколок тутового шелкопряда — 120, муки из морских водорослей — 50, горчичной муки — 20, кормовых дрожжей — 30, рыбьего жира — 5 кг, концентрата витамина А — 15 млн. ИЕ, концентрата ви-

тамина Д — 75 млн. ИЕ, мицелия пенициллина — 200 г (или 50 г пенициллина), биомицина — 50, фуразолидона — 50, молибденово-кислого аммония — 5,5 г (или углекислого марганца 6,3, или углекислого кобальта 6,0 г) и воды — 460 л.

Если приготовленная кормовая смесь не может быть использована в течение суток, к ней добавляют консервант — пиросульфат натрия в количестве 15 кг на 1 т (1,5 % от массы смеси) и хранят в герметически закрытой таре.

Кормовые смеси для кормления молоди лососевых рыб применяют как в пастообразном, так и в гранулированном виде. Однако гранулированные корма применяют значительно чаще, так как они более эффективны и могут храниться длительное время.

**Сухие гранулированные корма.** Эти корма имеют влажность не более 15 %. Они обладают неоспоримыми преимуществами по сравнению с пастообразными кормами. При использовании сухих гранулированных кормов на рыбоводных заводах не требуются кормокухни для их приготовления и холодильные установки для их хранения, так как эти корма изготавливают централизованным путем. При внесении гранулированных кормов в воду они не снижают своей биологической ценности в противоположность пастообразным кормам, которые в ней теряют значительную часть питательных веществ.

Известны различные кормовые смеси гранулированных кормов, применяемых для кормления рыб в разных странах. На наших рыбоводных заводах используют для кормления молоди лососевых рыб сухие гранулированные корма отечественного производства. Так, для кормления молоди атлантического лосося используют сухой гранулированный корм РГМ-8М, в состав которого входят следующие кормовые компоненты (в %): рыбная мука — 48,6; мясокостная мука — 5; кровяная мука — 5; пшеничная мука — 1; водорослевая мука — 1; обрат сухой — 5,5; дрожжи гидролизные — 6; шрот соевый — 16; рыбий жир — 10,6; премикс — 1; краситель (рубиновый СК) — 0,3.

Для приготовления 1 кг поливитаминного премикса используют в качестве наполнителя пшеничные отруби мелкого помола, антиоксидант (антиокислитель — сантохин) и 14 наименований витаминов: А (ретинол), D<sub>3</sub> (эргокальциферол), Е (токоферол), К<sub>3</sub> (филлохинон), С (аскорбиновая кислота), В<sub>1</sub> (тиамин), В<sub>2</sub> (рибофлавин), В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота), В<sub>4</sub> (холин-хлорид), В<sub>5</sub> (никотинамид), В<sub>6</sub> (пиридоксин), В<sub>12</sub> (цианкобаламин), В<sub>с</sub> (фолиевая кислота), Н (биотин).

В зависимости от массы выращиваемой молоди лосося используют гранулы корма РГМ-8М различного размера.

При выращивании молоди сигов используют сухой гранулированный корм, в состав которого входят следующие ингредиенты (%): рыбная мука — 47, кровяная мука — 6, пшеничная мука — 14, сенная мука — 3, сухой обрат — 10, дрожжи гидролизные — 4, соевый шрот — 13, масло подсолнечное — 2, премикс — 1.

Масса молодн лосося, г	Размер гранул, мм
До 0,2	0,25—0,6
0,2—1	0,6—1,0
1—2	1,0—1,5
2—5	1,5—2,5
5—15	2,5—3,5

Поливитаминовый премикс содержит следующие витамины: А, D<sub>2</sub>, Е, К<sub>3</sub>, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, В<sub>3</sub>, Н, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>с</sub>.

Размер скармливаемых гранул этого корма также зависит от массы выращиваемой молоди.

Масса молодн сигов, г	Размер гранул, мм
До 0,2	0,2—0,4
0,2—1	0,4—0,8
1—3	0,9—1,0
3—7	1,0—1,5
7—10	1,5—2,0

На основе рецептуры кормовой смеси пастообразного корма КРТ-6 специалисты БалтНИИРХа разработали гранулированный корм С-112-Лат-1 для личинок и С-113-Лат-1 для молоди лососей. Корма обогащены по сравнению с кормовой смесью КРТ-6 некоторыми кормовыми компонентами и микродобавками: микроэлементами, антибиотиками, ферментами и витаминами. Размер гранул С-112-Лат-1 — от 0,3 до 0,6 мм. Этот корм применяют для кормления личинок и мальков лосося до массы 0,6 г. Молодь лосося массой 0,6 г и более выращивают на корме С-113-Лат-1, который также имеет различный размер гранул.

Масса молодн лосося, г	Размер гранул, мм
До 4	0,6—1,6
До 15	1,6—3,2
Свыше 15	3,2 и выше

Кормовой коэффициент гранулированных кормов С-112-Лат-1 и С-113-Лат-1 не превышает 1,6—1,7.

Гранулированные корма должны быть изготовлены из доброкачественных исходных кормовых компонентов, не содержащих продукты распада белка и окисленный жир. Показателем степени окислительной порчи жира является перекисное число жира. Его величина в жире стартовых кормов, применяемых для личинок и мальков лосося массой до 0,6 г, не должна превышать 0,2, а в жире кормов для молоди лосося старших возрастов — 0,3. Корма, которые имеют показатели перекисного числа выше, не должны применяться на лососевых рыбободных заводах. Перекисные соединения, содержащиеся в таких кормах, разрушают витамины, вызывая у рыб состояние полиавитаминоза, нарушающего в их организме нормальное течение обменных процессов. В связи с этим, несмотря на присутствие в корме необходимых для рыбы

питательных веществ, ее организм испытывает голодание. Это приводит к тому, что рыбы становятся малоподвижными, а на теле и внутренних органах появляются точечные кровоизлияния. У многих рыб возникает пучеглазие. Рост рыб приостанавливается. При длительном содержании рыб на таких кормах отмечается массовая гибель.

В случае возникновения у рыб состояния полиавитаминоза необходимо принять срочные меры по его устранению. Для этого следует количество витаминов в корме увеличить в 2—3 раза по сравнению с нормой.

## § 29. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВ И КОРМОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ

Применяемые в рыбоводстве корма содержат большое количество самых разнообразных веществ (рис. 56). От полноценности используемых кормов зависит и кормовой коэффициент.

**Химический состав кормов.** Вода является составной частью корма. Количество воды в кормах составляет 5—90%. Сухое вещество корма, как видно из рис. 56, состоит из минеральных и органических веществ.

Минеральные вещества входят в состав всех органов и тканей рыбы и имеют большое значение для обмена веществ. Поэтому при кормлении рыб необходимо учитывать содержание в воде и кормах кальция, фосфора, а в отдельных случаях железа, йода, кобальта, марганца, молибдена и других элементов. Количество минеральных веществ, содержащихся в различных кормах, неодинаково — от 0,5 до 26%. Мясокостная мука, вводимая в кормовой рацион в качестве минеральной подкормки, очень богата кальцием (51,5%) и фосфором (32,1%).

Органическая часть сухого вещества корма включает сырой протеин, жир, углеводы. Сырой протеин — это азотистые вещества корма, которые представлены белками и амидами. Сырой протеин большинства кормов содержит 90—97% белков и 3—10% амидов. Исключение составляют корма из молодых растений, сы-

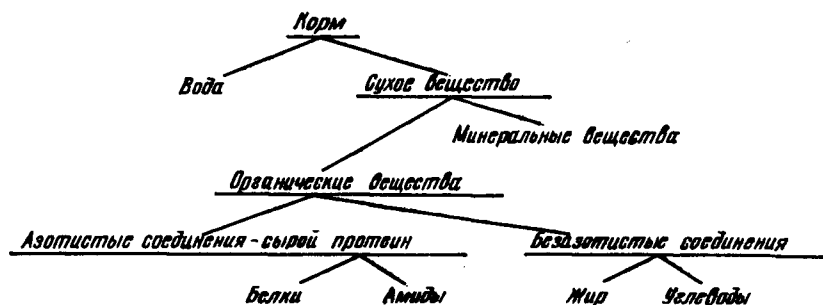


Рис. 56. Схема химического состава кормов

рой протеин которых содержит 60—80 % белков и 20—40 % амидов.

Белки — основное питательное вещество, ибо все жизненные процессы, происходящие в организме, связаны с белковым обменом. В состав белков входят аминокислоты. Чем лучше аминокислотный состав белков корма удовлетворяет потребностям организма рыбы, тем выше питательная ценность корма. Наиболее богаты белками корма животного происхождения (до 60—70 %). Из кормов растительного происхождения белками богаты жмыхи и шроты (30—40 %).

Амиды — это небелковые азотистые вещества, являющиеся продуктом синтеза белка. К ним относятся свободные аминокислоты, нуклеиновые соединения, содержащие азот глюкозиды, и продукты их распада, нитраты и др.

Кормовой рацион для молоди рыб должен быть богат переваримым протеином и содержащимися в нем всеми незаменимыми аминокислотами. Сбалансированные по питательным веществам сухие гранулированные корма, которые содержат не менее 43—45 % протеина, имеют коэффициент конверсии, то есть преобразования протеина корма в протеин тела рыбы, равный 22—24 %. Это в 3 раза выше, чем при применении несбалансированных по питательным веществам пастообразных кормовых смесей с содержанием 30 % протеина.

Жир корма является главным образом энергетическим источником в организме рыбы. Содержание жира в кормах различно. Наиболее богаты жиром семена льна, хлопчатника, подсолнечника и некоторых других масличных растений (25—40 %), а также их жмыхи (7—8 %). Много жира содержится в муке из куколок тутового шелкопряда (более 20 %). Необходимо отметить, что жир легко окисляется (прогоркает), если хранить его при доступе воздуха, а продукты окисления его токсичны для организма рыбы. Применять кормовые смеси для молоди осетровых и лососевых рыб с высоким содержанием жира (более 10—15 %) не рекомендуется.

Углеводы содержатся в большом количестве в кормах растительного происхождения (до 60—70 %). В кормах животного происхождения углеводов незначительное количество (0,4—6,0 %). Углеводы представлены клетчаткой и безазотистыми экстрактивными веществами: растительным или животным крахмалом (гликогеном), сахарами, пектиновыми веществами и органическими кислотами.

Растительные корма, содержащие большое количество клетчатки, отличаются пониженной питательной ценностью. В зерновых кормах клетчатки мало (2—10 %), а в кормах животного происхождения она отсутствует совсем. Много сахара в растительных кормах (4—20 %). В кормах животного происхождения его нет совсем или он имеется в ничтожно малых количествах.

Повышенное содержание переваримых углеводов в кормовом рационе (более 10—15 %) не рекомендуется для молоди осетро-



вых и лососевых рыб. Однако, если содержание жира в кормовом рационе ниже 10 %, то общее содержание углеводов в нем можно повысить до 20—23 %.

Витамины, несмотря на то, что не являются ни пластическими материалами, ни источником энергии, необходимы рыбе, как и любому другому животному, для нормального роста и развития. Они регулируют процессы обмена веществ в организме. Недостаток витаминов ведет к нарушению обмена у рыб, заболеваемости, задержке в росте и снижению плодовитости.

Содержание витаминов в различных кормах неодинаково. Корм может быть богат одними витаминами, но беден другими. При организации кормления рыбы необходимо учитывать ее потребность в витаминах и знать витаминную питательность кормов. При недостатке или отсутствии в кормовом рационе витаминов следует вводить в него концентраты витаминов и некоторые продукты с высоким содержанием витаминов. Богатым источником витаминов группы А и D является рыбий жир. Дрожжи содержат комплекс витаминов группы В. Много витаминов содержится в водорослях и яичном желтке.

**Кормовой коэффициент.** Количество весовых единиц корма, которые надо дать рыбе, чтобы получить прирост ее массы в одну такую же весовую единицу, называется кормовым коэффициентом. Например, если кормовой коэффициент равен 5, то это означает, что для получения 1 г прироста рыбы необходимо затратить 5 г корма.

Таблица 15. Рабочие и кормовые коэффициенты основных кормов, применяемых на рыбобродных заводах

Название корма	Для молоди осетровых рыб	Для молоди лососевых рыб
Дафния	5—6	6—7
Моина	4—5	5—6
Артемия	4	—
Жаброног	3	—
Гаммариды	—	6—7
Олигохеты	2—3	3—4
Личинки хирономид	3—4	4—5
Яичный желток	—	3—5
Селезенка говяжья	—	5—8
Фарш из свежей малоценной рыбы	—	5—9
Мука:		
мясокостная	—	4—5
кровяная	—	3—4
рыбная	—	2—3
из куколок тутового шелкопряда	—	2—4
Кормовая смесь КРТ-6	—	2—3
Сухой гранулированный корм:		
РГМ-8М	—	0,9—1,0
С-112-Лат-1	—	1,6—1,7
С-113-Лат-1	—	1,6—1,7

Различают истинный и рабочий кормовой коэффициенты. Истинный кормовой коэффициент характеризует отношение количества непосредственно съеденного рыбой корма к приросту ее массы. Этот коэффициент устанавливают экспериментальным путем, применяя физиологические методы исследования или прямые наблюдения за потреблением корма рыбой.

Рабочий кормовой коэффициент показывает отношение количества съеденного рыбой корма и его потерь из-за неполного поедания и вымывания водой к приросту массы рыбы. Этот коэффициент иногда называют оплатой корма и его применяют в практике рыбоводства (табл. 15).

## Глава 9

### БИОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РЫБ

#### § 30. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ЛОСОСЕЙ

Выдерживание предличинок и подращивание личинок. Вылупившиеся предличинки лососей имеют длину 15—22 мм и массу около 100 мг. Их содержат в инкубационных аппаратах, желобах, лотках и в питомниках.

Выдерживание предличинок атлантического и каспийского лососей проводят обычно в тех же емкостях, в которых осуществляют инкубацию икры. Вылупившиеся предличинки проваливаются через ячейку сетчатых рамок, падают на дно инкубационных аппаратов, или желобов, и лежат неподвижно в течение нескольких суток (стадия покоя). Они лежат на боку и не реагируют на свет. Однако долго освещать их даже рассеянным светом не рекомендуется. В это время аппараты и желоба должны быть закрыты крышками, или щитами, и из них должны быть вынуты инкубационные сетчатые рамки. Необходимо отрегулировать расход воды и 2—3 раза в сутки чистить защитные сетчатые рамки. Это обеспечивает нормальные условия дыхания предличинок и способствует выносу продуктов обмена. Проверять состояние предличинок нужно через каждые 1—2 дня. В случае появления особей, пораженных сапролегнией, их удаляют пинцетом или при помощи резиновой груши со вставленной в нее трубкой из органического стекла. Количество погибших предличинок записывают в журнал.

В тех случаях, когда произошло очень сильное заиливание дна аппаратов и желобов, можно аккуратно их промыть. Для этого приспускают воду в них до слоя 10 см, а затем осторожными круговыми движениями птичьего пера создают ток воды, перемещающий предличинок к одной из продольных стенок. Освободившуюся от предличинок площадь дна очищают от ила. Для этого используют резиновый шланг со вставленной в него металлической трубкой или щетку с отверстиями, через которые отсасывают воду вместе с частичками ила (по принципу сифона). Завершив очи-

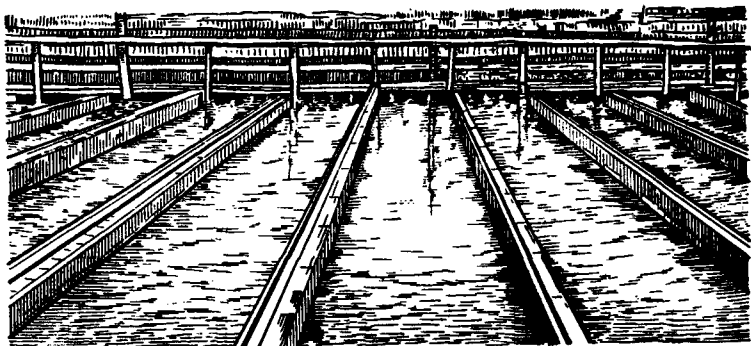


Рис. 57. Питомник для выдерживания предличинки тихоокеанских лососей

стку одной части площади дна и указанным способом переместив на нее предличинки, приступают к чистке другой части.

Если выдерживание предличинки происходит при температуре воды 5—8°C, то они в возрасте 8—15 сут изменяют свое поведение. У них появляются отрицательный фототаксис (светобоязнь) и положительная реакция на течение. Они начинают приобретать темную окраску тела, перемещаются к притоку воды, образуя там скопления в форме веера.

При сильном заилении дна аппаратов и желобов и недостаточно высоком содержании кислорода в воде образование больших скоплений предличинки нежелательно. Это может привести к неудовлетворительным условиям дыхания предличинки, которые оказались в нижних слоях. Во избежание отрицательных последствий на некоторых заводах, где вода содержит большое количество взвешенных веществ, применяют сетчатые подрамники (садки из сетки с ячейей размером 2×2 мм). Их устанавливают под рамки с инкубируемой икрой. Вылупившиеся предличинки проваливаются через ячейю рамки и попадают в сетчатый подрамник. Это обеспечивает равномерное распределение предличинки по всей площади дна.

Предличинки тихоокеанских лососей выдерживают в питомниках, прикрываемых сверху щитами. Питомники представляют собой небольшой участок ручья или протоки, разделенные дощатыми или цементными перегородками на секции, которые защищены от захода посторонней рыбы (рис. 57). Их дно покрыто ровным слоем гравия с песком или галькой. Подобные питомники могут быть берегового типа. Они размещены на заводах под открытым небом или в зданиях и представляют собой целый ряд спаренных цементных бассейнов шириной 100—160 см, разгороженных шандорами на секции длиной по 5—10 м и глубиной 0,5—0,8 м. Дно бассейнов может быть покрыто слоем гальки толщиной 10 см или керамической плиткой, которой облицованы и стены. Вода посту-

пают в каждый бассейн у одной торцевой стенки, а сбрасывается у другой, где установлены защитная сетчатая рамка и шандоры, регулирующие уровень воды. Слой воды в этих бассейнах должен быть 25—30 см. Расход воды регулируют с таким расчетом, чтобы течение было медленным и не сносило бы предличинок в период покоя.

Чтобы не травмировать предличинок, за несколько дней до их выклева вынимают из инкубационных аппаратов рамки с икрой и доставляют в питомники, где укладывают стопками по 5 шт. в каждой. При этом стопки рамок с икрой размещают с таким расчетом, чтобы во время вылупления можно было бы их перемещать несколько раз во избежание скопления и гибели предличинок в период их покоя. Вместе с тем рамки с икрой более ранних сборов помещают в нижние секции питомника, а с икрой более поздних сборов — в средние и верхние. Это обеспечивает нормальные условия содержания лежащих на дне предличинок младших возрастов, когда будет начато кормление личинок более старших возрастов, так как остатки корма не попадут на них.

Плотность содержания предличинок при выдерживании в питомниках составляет 20—30 тыс. шт/м<sup>2</sup>, в инкубационных аппаратах, желобах, лотках и прочих емкостях допускается до 20 тыс. шт/м<sup>2</sup>. В зависимости от температуры воды расход ее в них должен быть от 1,5 до 4,5 л/мин на каждые 10 тыс. выдерживаемых предличинки семги, каспийского и балтийского лососей. На рыбоводных заводах Дальнего Востока расход воды в питомниках составляет 2—2,5 л/с на 1 млн. предличинок кеты и горбуши. Насыщение воды кислородом в придонных слоях и на вытоке во всех емкостях должно быть не ниже 70 %.

В период выдерживания предличинок наблюдают за температурой воды, от которой зависит темп их развития. Температуру воды измеряют три раза в сутки: утром, днем и вечером. Нельзя допускать резких колебаний температуры воды. Повышение температуры воды с 3—5 до 7—12 °С должно происходить постепенно в течение 15—25 сут.

Выдерживаемых предличинок не кормят. Их рост и развитие происходят за счет использования питательных веществ желточного мешка. В связи с этим, кроме определения температуры воды и содержания в ней кислорода, необходимо осуществлять контроль за темпом роста предличинок, их развитием, ходом рассасывания у них желточного мешка, изменением их окраски и поведения. Этот контроль необходим для дальнейшего успешного ведения биотехнического процесса на заводе. Он позволяет установить время окончания формирования личинок и их готовности к переходу на смешанное питание, когда они будут потреблять первую в их жизни пищу извне, что дает возможность определить дату начала кормления. Запоздывание с началом кормления может привести к задержке в росте и развитии как у личинок, так и у молоди лосося и к большим отходам выращиваемой заводом продукции.

Важно своевременно определить момент перехода личинок на смешанное питание, то есть точно установить день, когда личинки еще при наличии желточного мешка смогут потреблять внешнюю пищу и можно будет приступить к их кормлению. Если же вообще не приступать к кормлению личинок до полного рассасывания желточного мешка, то это приведет к их массовой гибели, так как содержащиеся в желточном мешке питательные вещества будут израсходованы, а на вносимые корма они будут плохо реагировать. У личинок необходимо заранее вызвать инстинкт охоты за кормом, который они начинают поедать при наличии достаточных запасов питательных веществ в желточном мешке. Это дает возможность избежать массовой гибели личинок после рассасывания желточного мешка. Учитывая это, через каждые 3—5 сут нужно определять степень рассасывания желточного мешка и соотношение между общей массой тела рыбы и массой желточного мешка. Кроме того, нужно проводить микроскопическое исследование кишечника.

Окончательное формирование личинок и их переход на смешанное питание обычно наступают тогда, когда желточный мешок рассосется на  $\frac{2}{3}$  (на 65 %), а его масса составит примерно 30 % от массы личинки. Однако бывают отклонения. В связи с этим сроки выдерживания предличинок до момента окончательного формирования личинок и перехода их на смешанное питание могут быть различными и зависят от температуры воды. Чем выше температура воды, тем быстрее личинки переходят на смешанное питание, и наоборот. Так, при температуре воды 8—9 °C происходит окончательное формирование личинок атлантического и каспийского лососей и переход их на смешанное питание в возрасте 15—25 сут (после вылупления) при массе тела 120—170 мг и остатке желтка 30—35 %. Если формирование личинок происходит при температуре воды ниже 6—7 °C, то они переходят на смешанное питание в возрасте 30—45 сут и более при массе тела 100—130 мг и остатке желтка 15—20 %. На дальневосточных заводах личинки кеты и горбуши переходят на смешанное питание в возрасте 45—50 сут при температуре воды 3—5 °C и массе тела 170—200 мг.

Яндовская Н. И., Казаков Р. В., Лейзерович Х. А. считают, что внешними показателями окончания формирования личинок атлантического лосося и готовности их перехода на смешанное питание являются:

появление темных поперечных пятен сначала на спине, а затем и на боках тела;

появление выемки в хвостовом плавнике в результате образования лучей в нем и формирование лучей в других плавниках;

изменение поведения — вследствие развития зрительного аппарата светобоязнь у предличинок постепенно исчезает, поэтому вначале единичные, а затем и все остальные особи выходят из скоплений на освещенные участки, поднимаются к поверхности

воды и заглатывают воздух для наполнения плавательного пузыря.

Непременным условием для начала питания личинок лосося пищей извне при содержании их на заводах является наличие устойчивого подъема температуры воды и освещенности в цеху около 100 лк. При этом необходимо принимать во внимание, что избыток света оказывает негативное влияние на еще неформившихся личинок, у которых под его воздействием могут возникнуть заболевания.

Емкости для выдерживания предличинок начинают постепенно освещать тогда, когда температура воды стабильно повысится до 9—10°C и остаток желточного мешка составит 40 %. При этом в первый день пропускают в емкости лишь небольшую полоску света, раздвинув щиты. На второй день расстояние между щитами постепенно увеличивают. К концу третьего дня емкости должны быть открыты на  $\frac{2}{3}$ , а затемнена лишь часть у водосброса. Если температура воды повышается медленно, а желточный мешок рассосался на 30—35 %, то затемнение снимают с емкостей в течение 4—5 сут.

Через 1—2 дня после начала освещения емкостей приступают к кормлению плавающих личинок искусственным кормом. Выживаемость личинок от общего количества выдерживаемых предличинок следующая: горбуша — 98 %, кета — 97, каспийский лосось — 80—94, семга и балтийский лосось — 93—95 %. В первые 2—3 сут личинок кормят 10 раз в день. Такая частота кормления необходима для приучения всех личинок к искусственному корму. Кормление производится небольшими порциями. Корм разбрасывают вручную или из автоматического кормораздатчика по всей площади емкости. В качестве искусственного корма используют стартовый гранулированный корм (размер гранул — 0,32 мм). При его отсутствии личинкам дают продавленный через мелкий мельничный газ желток куриных яиц, сваренных вкрутую. В кормовой рацион можно включать также рубленых олигохет и мелкий зоопланктон (моину, молодь дафний и др.), мороженую икру минтая и трески. На 4-й день в рацион вводят протертую говяжью селезенку, к которой необходимо добавлять: медицинский гематоген — 1 %, пятидесятипроцентный раствор хлористого кальция — 2, рыбий жир — 1 и дрожжи — 2 %. Величина суточного кормового рациона устанавливается в зависимости от степени поедаемости корма личинками. На 5—8-й день личинкам можно скармливать кормовую смесь, например КРТ-6, в которой содержатся все необходимые витамины, минеральные добавки и стимулирующие рост вещества. Первоначально КРТ-6 скармливают личинкам в количестве 5—10 % от общей массы рациона, а затем долю этого корма увеличивают. Так, через 3—4 дня после начала кормления личинок этой смесью в рацион можно включать 75 % селезенки и 25 % КРТ-6. К концу периода смешанного питания личинок кормовой рацион может состоять из 50 % КРТ-6 и 50 % селезенки. Величина суточного кормового рациона равна

15—20% от массы личинок. К этому времени частота кормления личинок должна быть снижена до 6 раз в день. Плотность содержания личинок в выростных емкостях уменьшают до 5—10 тыс. шт/м<sup>2</sup>, а расход воды увеличивают примерно на 50% от первоначального.

Выростные емкости регулярно нужно чистить от ила, остатков корма и экскрементов, нужно удалять погибших личинок, просчитывать их и количество записывать в журнал.

Если в выростной емкости имеются более 10% ослабленных личинок, то применяют тонизирующие ванны из 1%-ного раствора поваренной соли продолжительностью до 20 мин. Через сутки ванны проводят повторно.

В целях профилактики паразитарных заболеваний личинок проводят через каждые две недели формалиновые ванны концентрацией 1:4000 при длительности экспозиции 7—10 мин. Определение средней массы личинок и их темпа роста нужно проводить через каждые 5 сут. Среднесуточный прирост личинок должен составлять не менее 2—3% в первую декаду кормления и не менее 4—5% в дальнейшие дни.

Длительность периода смешанного питания личинок зависит от температуры воды и составляет примерно 10—30 сут. За это время остатки желточного мешка рассасываются у личинок. Они полностью переходят на внешнее питание и имеют массу тела 0,2—0,35 г. Перешедшие на активное питание личинки превращаются в мальков, которых продолжают в течение 20—40 сут выращивать в тех же условиях. За это время масса молоди лососей увеличивается до 0,4—1 г.

Отход личинок за период подращивания следующий: семга, балтийский и каспийский лосось — 10—20%, кета — 5—10%.

**Продолжительность выращивания молоди.** Основная задача лососевых рыбоводных заводов — выращивание и выпуск в естественные водоемы молоди в покатном состоянии, при котором она не задерживается в реках, а быстро скатывается в море и дает высокие показатели промыслового возврата. Наступление покатного состояния у молоди лосося не связано с ее возрастом. Часть молоди лососей переходит в это состояние в возрасте сеголетка (нерка, чавыча, кижуч) и в конце первого года жизни, другая — двухлетка, а третья — в возрасте трехлетка и старше. Такая растянутасть в сроках наступления покатного состояния относится ко всем видам лососей. Только у молоди горбуши состояние ската наступает вскоре после рассасывания у личинок желточного мешка. Полученные личинки горбуши, которые близки к переходу на активное питание и достигшие массы 0,2—0,25 г, выпускаются из питомников в реки, 90—100-суточную молодь кеты выпускают предварительно подрошенной до массы 0,4—1,0 г, а молодь других видов лососей выращивают до покатного состояния в течение продолжительного периода времени. При этом масса тела молоди у основных объектов длительного выращивания, к которым относятся балтийский лосось, семга, озерный лосось и кас-

пийский лосось, достигает 10—60 г. У такой молоди появляется сплошная серебристая окраска тела, на котором поперечные пятна уже не видны. Ее брюшко ярко-белое, парные плавники серые. Эта молодь готова к активному скату. Основой механизма смолтификации и миграции молоди в море является возрастание в ее организме активности гипоталамо-гипофизарной системы и гипофизарно-тиреоидно-адреналинового комплекса.

Переход молоди в покатное состояние зависит от многих факторов среды. Так, введение в полноценный корм добавок, стимулирующих рост и обмен, сокращает сроки перехода молоди балтийского лосося в покатное состояние. Также на процесс смолтификации молоди лососей огромное влияние оказывают температура воды и фотопериод.

Молодь, готовая к скату, становится прогонистой по форме тела и серебристой по окраске в результате развития гуаниновой пигментации. У серебрянок наблюдаются изменения морфометрических показателей по сравнению с пестрятками: уменьшается относительная величина длины головы, относительная величина хвостового стебля увеличивается, наибольшая высота тела уменьшается.

Наступление у молоди покатного состояния сопровождается снижением количества жира в мышцах, изменениями белкового комплекса мышц и мозга, а также изменениями в соотношениях белковых фракций сыворотки крови. У серебрянок уменьшается содержание гликогена в печени и резко возрастает потребность в витаминах. В этот период в крови серебрянок повышается количество гемоглобина и молодых форм эритроцитов, возрастает количество лимфоцитов, снижается число моноцитов и полиморфноядерных клеток. В это время организм серебрянок перестраивается на гипертонический тип осморегуляции. В жабрах происходят активация натрий-экскретирующих клеток и увеличение их числа. Поэтому серебрянки имеют повышенную устойчивость к солёности. Их организм начинает требовать смены условий среды, то есть перехода от пресной воды к солёной. Следовательно, в их организме происходит сложная перестройка осморегуляторных механизмов, которая определяет приспособление этой молоди к жизни в морской воде.

В процессе смолтификации молодь лосося изменяет свое поведение. Она образует вначале небольшие скопления, вырабатывая как бы приемы самозащиты от хищников, а затем переходит к стайной пелагической жизни, что позволяет им совершать активные миграции по реке и уходить на нагул в море. При задержке серебрянок в пресной воде происходит процесс их десмолтификации и отмечается высокая смертность. Поэтому заводы не задерживают выращенных серебрянок атлантического и каспийского лососей, а выпускают их на участки нижнего течения рек. Осенью происходит снижение функциональной активности осморегуляторной системы и эндокринных желез у молоди лососей. Поэтому выпуск с рыбоводных заводов смолтов в осенний период дает бо-



лее низкий промысловый возврат, чем весной. Исходя из этого, целесообразно выпускать молодь лососей физиологически подготовленной к жизни в море в основном весной. Однако необходимо иметь в виду, что серебрение молоди лососей может наступать независимо от процесса смолтификации, в частности при ее пелагическом образе жизни.

Процесс смолтификации проходит под действием сигнальных раздражителей, поступающих от факторов внешней среды, которые приводят к повышению функциональной активности нейрогормональной системы и глубоким физиолого-биохимическим изменениям в организме молоди лососей, а также к изменению ее поведения. В частности, происходят следующие изменения: уменьшается общая жирность; снижается коэффициент упитанности; увеличивается активность осморегуляторной системы и эндокринных желез; увеличиваются содержание гликогена и глюкозы в крови, солеустойчивость, вариабельность концентрации натрия, количество хлоридных клеток, активность сукцинатдегидрогеназы хлоридных клеток; появляется гипоосмотический тип осморегуляции; исчезает территориальное и появляется стайное поведение; повышается двигательная активность в морской воде; появляется предпочтение к соленой воде.

При завершении процесса смолтификации молодь становится серебряной по окраске тела и готова к активной миграции в море. Следовательно, адаптивное значение смолтификации состоит в подготовке молоди, находящейся еще в пресной воде, к жизни в море.

**Методы выращивания молоди лососей.** В настоящее время применяются два метода выращивания молоди лососей: лоточно-бассейновый и прудовый. Наиболее распространенным и эффективным методом является лоточно-бассейновый.

**Лоточно-бассейновый метод.** Когда молодь достигает массы 0,4—1 г, ее сортируют по размерам, отбраковывая нежизнеспособную, и сажают в выростные сооружения: деревянные или цементные прямоточные бассейны; железные эмалированные прямоточные лотки; железобетонные круглые бассейны, пластмассовые бассейны шведского типа.

Деревянные и цементные прямоточные бассейны имеют вытянутую прямоугольную форму (размер 4—5×0,5—1×1) с втоком и вытоком воды с противоположных торцовых сторон. Для предохранения молоди от ухода из бассейна на втоке и вытоке устанавливают металлические сетки. Глубина слоя воды в бассейне равна 0,4 м. Такой же конструкции установлены на некоторых заводах железные эмалированные прямоточные лотки.

Железобетонные круглые бассейны имеют диаметр 2 и 3 м. Высота бассейна — 0,8 м. Слой воды в нем поддерживается на уровне 0,4 м. Вода подается из флейты, а сбрасывается через центральный сток, закрытый сетчатым колпачком. На некоторых

заводах вода сбрасывается из бассейна через сетчатое окно, сделанное в его боковой стенке.

Пластмассовые бассейны шведского типа бывают прямоугольные, круглые и квадратные с закругленными краями. Последние получили широкое применение в практике лососеводства (рис. 58). Квадратные бассейны имеют размеры 1×1 или 2×2 м и более. Их глубина — 0,6 м. Слой воды при выращивании сеголетков составляет 0,4 м. Вода подается в бассейн по трубке, подведенной к внутренней стороне его стенки. Сброс воды осуществляется через центральный сток, прикрытый сетчатым колпачком, в водосбрасывающую трубку, проходящую под дном и заканчивающуюся коленчатой трубкой, регулирующей уровень воды.

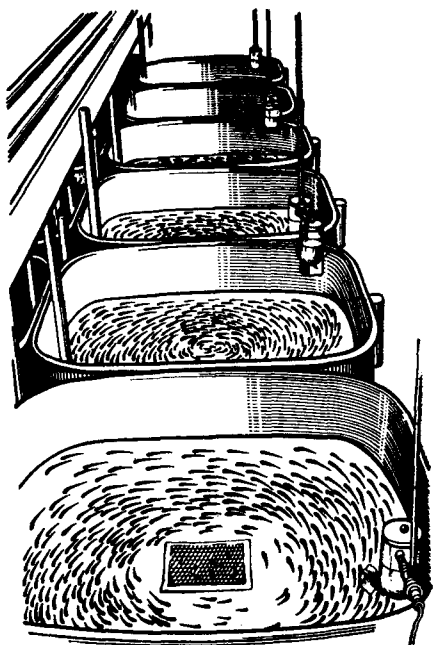


Рис. 58. Бассейны шведского типа

На расстоянии 10 см от верхнего края стенки бассейна имеется аварийный сток. Он представляет собой отверстие, которое с внутренней стороны бассейна закрыто сеткой, а с внешней стороны в него вставлен шланг. Противоположный конец шланга подсоединен к коленчатой трубке. Такая дополнительная конструкция предотвращает переполнение бассейна водой и уход молоди из него в случае засорения центрального стока.

Таблица 16. Потребность в воде молоди лососей в зависимости от температуры при нормальном насыщении кислородом, л/мин на 1 кг массы рыбы

Масса рыбы, г	Температура воды, °C															
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
0,14	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,7	3,2	3,8	4,3	4,9	5,6	6,5	7,2	8,2		
0,25	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,5	2,8	3,3	3,7	4,3	4,9	5,6	6,3		
1	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,8		
4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8		
10	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5		
20	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2		
40	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9		

Таблица 17. Потребность в воде молоди кеты при нормальном насыщении кислородом в зависимости от температуры воды, л/мин на 1 кг массы рыбы

Масса рыбы, г	Температура воды, °С												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,25	0,49	0,57	0,67	0,80	0,96	1,16	1,39	1,67	1,96	2,29	2,69	3,17	3,70
0,50	0,41	0,48	0,54	0,68	0,81	0,98	1,17	1,41	1,66	1,94	2,28	2,68	3,14
1,0	0,38	0,44	0,51	0,62	0,74	0,89	1,07	1,29	1,51	1,77	2,08	2,45	2,87
1,5	0,34	0,40	0,45	0,56	0,67	0,81	0,97	1,17	1,37	1,60	1,90	2,22	2,60
2,0	0,32	0,37	0,42	0,52	0,63	0,76	0,91	1,09	1,28	1,49	1,76	1,86	2,43
2,5	0,30	0,35	0,41	0,50	0,60	0,72	0,86	1,04	1,22	1,42	1,67	1,97	2,30
3,0	0,29	0,34	0,40	0,47	0,57	0,68	0,82	0,99	1,16	1,36	1,60	1,88	2,20

Плотность посадки молоди в перечисленные выростные емкости не должна превышать 0,5—1 тыс. шт/м<sup>2</sup> на период ее выращивания до массы 1—1,5 г. Воду в выростных емкостях меняют каждые 15 мин. Расход воды устанавливается в зависимости от насыщения кислородом, температуры и массы рыбы (табл. 16, 17) (рис. 59). Однако на рыбоводных заводах насыщение воды кислородом может быть ниже нормального. В связи с этим для определения потребности в воде молоди при концентрации кислорода менее 100 % насыщения приведенные в табл. 16 и 17 данные увеличивают на соответствующую величину, используя следующую формулу:

$$V = \frac{100n}{m}$$

где  $V$  — искомый расход воды, л/мин на 1 кг массы рыбы;  $n$  — расход воды, указанный в таблице при 100 % насыщения воды кислородом;  $m$  — насыщение воды кислородом на конкретном заводе, % от нормального.

Потребности в воде значительно меньше у молоди кеты, чем у молоди других лососей. Это объясняется тем, что молодь кеты

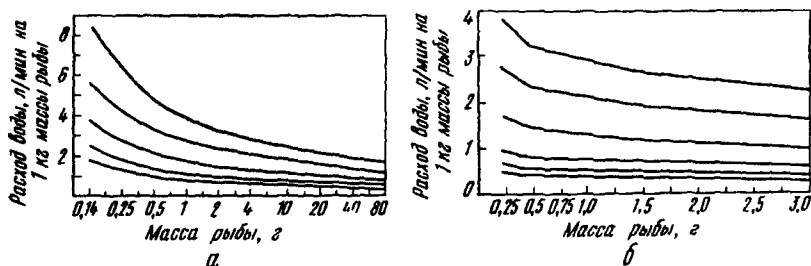


Рис. 59. Потребность в воде молоди лососевых при нормальном насыщении кислородом в зависимости от температуры:

а — молодь атлантического лосося и кумжи; б — молодь кеты

Таблица 18. Суточная норма кормления молоди лососей стартовым гранулированным кормом, % к массе тела рыбы

Масса рыбы, г	Температура воды, °С													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
До 0,18	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2	6,7	7,2	7,7	8,3	8,8
От 0,18 до 1,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,3

вследствие экологического своеобразия менее требовательна к кислороду, чем молодь других лососей.

На начальном этапе сеголетков выращивают при температуре воды 8—13 °С и содержании кислорода в ней 9—12 мг/л (70—100 % насыщения). На этом этапе очень важно правильно подобрать корма для молоди. Они должны быть доступными по размерам и обеспечивать молодь необходимыми питательными веществами.

Таковыми кормами являются стартовый гранулированный корм, который скармливают молоди пока она не достигнет массы 1,5 г, а также живые корма и тестообразные кормовые смеси.

При кормлении молоди стартовым гранулированным кормом величину суточной нормы рассчитывают в зависимости от температуры воды и массы тела рыбы (табл. 18). На некоторых заводах, где условия позволяют культивировать олигохет и дафний, в первые недели выращивания молодь кормят мелконарезанными олигохетами и молодь дафний. По мере роста рыб им дают целых олигохет и взрослых дафний. Суточный кормовой рацион состоит из 50 % дафний и 50 % олигохет. На таком рационе молодь выращивают до массы 1,5 г. Суточную величину кормового рациона устанавливают подекадно. При расчете рациона за основу берут среднесуточную температуру воды, ожидаемый прирост массы рыбы и кормовые коэффициенты кормов. При температуре воды 8—13 °С она принимается в практике лососеводства от 10 до 15 % от массы тела молоди лососей. Молодь лососей кормят 4 раза в сутки. Суточная норма корма распределяется следующим образом: по 30 % в утреннюю и вечернюю раздачу корма и дважды по 20 % в течение дня; при этом следует вести наблюдения за поедаемостью корма. Это позволяет корректировать величину суточной нормы кормления молоди.

Если на заводе нет гранулированного и живого корма, то из неживых кормов готовят кормовые смеси, включая в них витаминный комплекс и минеральные вещества.

#### Состав пастообразной кормовой смеси

Наименование компонента	Количество, %
КРТ-6	70
Селезенка говяжья	30

При отсутствии на заводе корма КРТ-6 кормовую смесь можно приготовить из следующих компонентов:

Компоненты	Количество, %
Икра минтая или трески	40
Селезенка говяжья	30
Рыбная мука	16
Кровяная мука	3
Водорослевая мука	1
Мясосточная мука	2
Дрожжи кормовые	7
Рыбий жир	1

Указанные кормовые смеси применяют при выращивании молоди до 1,5 г. После этого молодь получает кормовую смесь, составленную из 70 % КРТ-6, 20 % селезенки и 10 % рыбного фарша.

Что касается использования гранулированного корма, то мелкие гранулы стартового корма (0,32—0,6 мм) после достижения молодью массы 1,5 г заменяют более крупными мальковыми (0,6—1,5 мм). Величину суточной нормы кормовых смесей определяют подекадно. Ее устанавливают по запланированному приросту массы рыбы на каждый день декады. При этом учитывают кормовой коэффициент корма, количество молоди, ее среднюю массу в данный момент и потенциально возможный прирост массы в ближайшие 10 сут, исходя из многолетних наблюдений за ее темпом роста. Как показывает практика лососеводства, величина суточной нормы кормления молоди лососей тестообразными смесями в первое лето ее выращивания при температуре воды 10—13°C обычно

Таблица 19. Суточная норма кормления молоди лососей мальковым гранулированным кормом, % к массе тела рыбы

Температура воды, °C	Масса рыбы, г				
	1,5—5,1	5,1—12	12—23	23—39	39—62
2	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7
3	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7
4	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8
5	2,2	1,7	1,3	1,1	0,9
6	2,4	1,9	1,5	1,2	1,0
7	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1
8	2,8	2,2	1,7	1,4	1,2
9	3,1	2,4	1,8	1,5	1,3
10	3,3	2,6	2,0	1,6	1,4
11	3,6	2,8	2,1	1,7	1,5
12	3,9	3,0	2,3	1,8	1,6
13	4,2	3,2	2,4	2,0	1,7
14	4,5	3,5	2,6	2,1	1,8
15	4,9	3,8	2,8	2,3	1,9
16	5,2	4,1	3,1	2,5	2,0
17	5,6	4,4	3,3	2,7	2,1
18	6,0	4,8	3,5	2,8	2,2

составляет 15—20% массы тела рыбы. Суточная же норма скармливания гранулированных кормов для молоди лососей, уже достигшей массы 1,5 г, приведена в табл. 19. Кормовой коэффициент этого корма равен 1,6—1,7. Величина суточного кормового рациона молоди лососей после того, как она будет иметь указанную массу, распределяется следующим образом: по 40 % — утром и вечером и 20 % — днем.

На протяжении всего периода выращивания сеголетков следует ежедневно перед утренним кормлением проводить отбор погибшей молоди и чистку бассейнов щетками, удаляя остатки корма, экскрементов и илистые отложения. Кроме того, необходимо поддерживать необходимый расход воды, соблюдать режим кормления молоди и скармливать ей доступные и полноценные в питательном отношении корма. Вместе с тем следует наблюдать за ростом молоди. Для этого необходимо не реже 1 раза в 10—15 дней делать контрольные взвешивания и измерения выращиваемой молоди. Среднюю массу и длину молоди устанавливают взвешивая и измеряя 50—100 рыбок.

Молодь лососей растет неравномерно, поэтому ее сортируют, отбирая более крупных рыбок и пересаживая их в отдельный бассейн или лоток. Это создает благоприятные условия для молоди, отстающей в росте. Сортировку проводят не реже 1 раза в месяц. В случае выявления каннибализма молодь сортируют чаще и тщательнее. Сортировку проводят вручную и при помощи специального сортировального устройства. После сортировки молоди устанавливают в выростных емкостях необходимый расход воды. В выростных сооружениях необходимо регулярно проводить лечебные и профилактические ванны для выращиваемой молоди. Контролировать температуру воды нужно три раза в сутки: утром, днем и вечером, а контроль за гидрохимическим режимом осуществлять два раза в месяц.

При осеннем снижении температуры воды до 4—10°C суточную дозу корма нужно уменьшить: гранулированного корма давать 1,6—3,3 % от массы тела молоди и тестообразных смесей — 8—10 % от массы тела молоди. В это время молодь кормят 2—3 раза в сутки.

За 6—7 мес выращивания (с апреля—мая по сентябрь—октябрь) сеголетки балтийского и каспийского лососей достигают массы 2,5—4,5 г. В северных районах страны, где вегетационный период короче, средняя масса сеголетков семги составляет 1—2 г. При благоприятных условиях и соблюдении всех биотехнических требований отход сеголетков семги, балтийского и каспийского лососей за период выращивания составляет не более 20—30 %.

Осенью, когда температура воды снижается до 6—7°C, сеголетков начинают переводить на зимовку, которая проходит в бассейнах шведского типа, установленных в помещении, прямоугольных и круглых бассейнах, расположенных в здании или под навесом (в зависимости от климатических условий). Сеголетков размещают по размерным группам, проводя предварительно их

сортировку и подсчет. Обычно делают 2—3 размерные группы. Плотность посадки молоди в бассейны составляет 0,3—0,6 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Расход воды — 0,5—0,9 л/мин на 1 кг массы молоди лососей

При снижении температуры воды до 1—2°C молодь кормят один раз в сутки мальковым гранулированным кормом или той же кормовой смесью, которую использовали при выращивании сеголетков после достижения ими массы 1,5 г. Суточная доза составляет 1—3% массы рыбы. В случае снижения температуры воды ниже 1°C кормление молоди проводится 2—3 раза в неделю. При этом каждое кормление, как и при летнем выращивании, проводят за 2—3 приема.

Зимой молодь равномерно распределяется по всему дну бассейна, совершая небольшие перемещения. В этот период все сооружения, где зимует молодь, должны быть затемнены. Свет включают лишь при кормлении молоди и чистке бассейнов. К концу зимовки постепенно увеличивают освещенность в бассейнах и дозу внесения корма. При нормальных условиях зимовки молоди выживаемость годовиков каспийского лосося составляет 90% от имеющегося количества сеголетков, семги и балтийского лосося — 80%.

#### Шкала для определения степени серебрения молоди атлантического лосося

Окраска молоди	Характеристика окраски молоди
Пестрятки и пестрятки с признаками серебрения	Обычная для пестряток окраска: на желтовато-зеленоватом или оливковом фоне хорошо видны крупные, темные поперечные пятна по бокам тела. На отдельных чешуйках иногда заметен серебристый блеск. Брюшко зеленоватое, по бокам его часто наблюдается черная густо-точечная пигментация; такие же пигментные пятна, но менее густо расположенные есть и на середине брюшка. Грудные и брюшные плавники желтовато-зеленоватые
Серебристая пестрятка 1	Серебристый блеск не только на отдельных чешуйках, но уже заметна серебристая окраска всего тела, сквозь которую четко проступают боковые поперечные пятна. Брюшко зеленоватое, часто в середине его окраска переходит в белую; точечная пигментация отступает от середины брюшка, сохраняясь только по бокам, иногда в головной части. Грудные и брюшные плавники сохраняют окраску, характерную для пестряток
Серебристая пестрятка 2	Серебристая окраска значительно интенсивнее, так что выше боковой линии тела поперечные пятна почти или совсем не проступают сквозь серебристую окраску тела; ниже боковой линии пятна проступают четко. Брюшко белое, изредка зеленоватое по бокам и в нижней части. Точечная пигментация исчезает почти полностью. По краям грудных и брюшных плавников появляется темно-серое или черное окаймление, общий тон их сереет
Серебристая пестрятка 3	Поперечные пятна выше боковой линии не видны сквозь серебристую окраску, ниже — слегка проступают. Брюшко белое, без точечной пигментации. Парные плавники серые, с более темным окаймлением
Серебрянка	Сплошная серебристая окраска тела, поперечные пятна не видны. Брюшко ярко-белое. Парные плавники серые, иногда с окаймлением, иногда без него

Годовики каспийского и балтийского лососей достигают массы 7—13 г. Молодь же семги незначительно увеличивает свою массу за зимний период. Годовики семги имеют массу 1,2—2,2 г. Весной часть молоди, которая имеет массу 10—12 г и более, начинает серебриться. В апреле—мае она переходит в покатное состояние. Следовательно, не вся молодь проходит процесс смолтификации к концу первого года жизни. Большое количество молоди массой 10—12 г и вся молодь массой менее 10 г по-прежнему остаются пестряткой. Степень серебрения можно определить по шкале.

Молодь, достигшую в своем развитии покатного состояния и близкую к покату, просчитывают и выпускают в реку. При выпуске молодь распределяют по отдельным участкам реки и не допускают больших скоплений ее на одном участке. Так, на приустьевые участки реки выпускают серебрянок и молодь, у которой процесс смолтификации весьма близок к завершению, из расчета 10—15 шт. на 100 м<sup>2</sup> площади. В нижнем течении реки выпускают молодь с менее интенсивным серебрением в количестве 5—7 шт./м<sup>2</sup> площади.

Сроки выпуска молоди в естественные водоемы должны быть установлены на каждом заводе на основе многолетних наблюдений за величиной промыслового возврата, которая определяет эффективность его производственной деятельности.

Молодь, которая не посеребрилась в годовалом возрасте, задерживают на заводе до наступления покатного состояния и состояния, близкого к покату. В апреле—мае, когда температура воды повышается до 4—5 °С, оставшуюся молодь сортируют по размерным группам, соблюдая при этом плотность посадки в выростные емкости в количестве 0,1—0,5 тыс. шт./м<sup>2</sup>.

Выращивание двухлетков, как и более старших возрастных групп молоди лососей, проводят в таких же бассейнах, в которых выращивали сеголетков. Высота слоя воды в них должна быть 0,6 м.

Неплохие результаты по выращиванию двухлетков до покатного состояния можно также получить в бассейнах типа форелевых канав. Этот бассейн представляет собой цементированную канаву длиной от 20 до 100 м, шириной по дну 1,25 м (иногда до 4 м), глубиной 0,8—1,5 м. Вода подается в бассейн самотеком из магистрального канала. Водоспуск и водовыпуск расположены в противоположных концах бассейна. Подачу воды регулируют задвижкой на водовыпуске, а сброс воды — шитами на водоспуске. Для предохранения от проникновения в бассейн посторонних предметов и рыб, а также от возможного ухода из него молоди лосося у водоспуска и водовыпуска устанавливают металлическую сетку. Вдоль бассейна через каждые 20 м ставят светозащитные щиты (площадью 1 м<sup>2</sup>) для защиты лосося от прямого солнечного света. При расчете расхода воды в бассейнах исходят из массы выращиваемой рыбы, температуры воды и насыщения ее кислородом. При этом скорость течения в них должна быть 0,2—0,5 м/с.

Двухлетков кормят гранулированным кормом. При его отсутст-



вии применяют пастообразную кормовую смесь, состоящую из 80 % КРТ-6 и 20 % рыбного фарша. Эти же корма используют при выращивании более старших возрастных групп. Суточная величина скармливания двухлеткам пастообразного корма при температуре воды 4—10°C составляет 3—7 % массы молоди. При повышении температуры воды до 11—13°C ее увеличивают до 8—10 % массы молоди.

Суточная норма кормления двухлетков мальковым гранулированным кормом в зависимости от температуры воды и их массы приведена в табл. 19. Двухлетков кормят 2—3 раза в сутки: утром 50 % и вечером 50 % или утром 40 %, днем 20 % и вечером 40 % величины кормового рациона.

Уход за двухлетками такой же, как и при выращивании сеголетков. Перед утренним кормлением проводят отбор погибшей молоди и чистку бассейнов. Регулярно проверяют расход воды в них и делают гидрохимический анализ. Три раза в сутки (утром, вечером и днем) измеряют температуру воды. Осуществляют контроль за поедаемостью корма молодью и темпом ее роста. Периодически проводят лечебные и профилактические ванны. В течение лета молодь дважды сортируют по размерным группам вручную или специальными сортировальными устройствами.

Выращивание двухлетков продолжается обычно до осени. В сентябре—октябре молодь балтийского лосося достигает массы 15—20 г, семги — 6—12 г, каспийского лосося — 25—30 г. Часть двухлетков начинает серебриться и переходит в покатное состояние. Эту молодь выпускают непосредственно в предустьевое пространство моря.

Среди выращенных двухлетков могут встречаться зрелые карликовые самцы. Поэтому при подсчете выпускаемых с завода смолтов необходимо учесть и количество карликовых самцов, так как они не нагуливаются в море, а живут в реке.

Отход молоди семги, балтийского и каспийского лосося за период выращивания от годовиков до двухлетков составляет 10—20 %.

Непосеребрившихся двухлетков сортируют по размерным группам, подсчитывают их количество, определяют их среднюю массу и среднюю длину и содержат в бассейнах до весны при плотности посадки 1—1,5 тыс. шт/м<sup>2</sup>.

В зимний период, как и для зимующих сеголетков, бассейны затемняют, следят за расходом воды (0,4—0,7 л/мин на 1 кг массы молоди). Эту возрастную группу молоди кормят 1 раз в сутки при температуре воды 1—2°C и не чаще 2—3 раз в неделю при температуре ниже 1°C. Величина суточного кормового рациона в дни кормления не превышает 1—3 % массы тела рыбы.

Весной двухгодовики балтийского лосося обычно имеют массу не менее 20 г, семги — 6—20 г. Выживаемость двухгодовиков семги и балтийского лосося равна 95 % от количества посаженных на зимовку двухлетков.

В двухгодовалом возрасте почти вся молодь балтийского лосо-

ся переходит в покатное состояние, поэтому ее учитывают и выпускают в естественные водоемы для пополнения запасов этой ценной рыбы в море.

Большая часть молоди семги завершает процесс смолтификации в возрасте двухгодовика, поэтому ее также выпускают в реки. Часть же молоди семги (25—30 %) остается все еще пестряткой. Она начинает серебриться и достигает покатного состояния лишь через год. Отход молоди семги за период выращивания от двухгодовиков до трехгодовиков не превышает 5 %.

**Прудовый метод.** За рубежом и на некоторых рыбоводных заводах в нашей стране при прудовом методе выращивания молоди используют так называемые классические лососевые пруды. Площадь этих прудов небольшая и составляет 200—800 м<sup>2</sup>, а их глубина — 0,4—1,5 м. Пруды прямоугольной формы с притоком и вытоком воды в противоположных концах. Грунты прудов песчаные и песчано-галечные.

Один из существенных недостатков классических лососевых прудов — низкая рыбопродуктивность. Они не обеспечивают молодь необходимым количеством пищи, так как песок и галька — плохая среда для развития бентосных кормовых организмов. При бедности прудов кормовой фауной у молоди лосося возникают различные заболевания и начинается проявляться каннибализм. В результате отход молоди к концу первого лета выращивания доходит до 80—90 %.

Некоторые лососевые рыбоводные заводы выращивают молодь в прудах площадью около 0,25—0,5 га с мелководными участками, на илистых грунтах которых успешно развиваются кормовые организмы. В каждом таком пруду от водоподающего лотка до водоспуска должна быть канава средней глубиной 1 м и с песчаным грунтом. В канаве молодь скапливается во время перегрева воды на других участках пруда. Для привлечения воздушных насекомых и затенения водного зеркала по берегам пруда нужно посадить кустарник. Расход воды в пруду — около 30 л/с на 1 га. Его естественная рыбопродуктивность, которая представляет собой суммарный прирост массы всей молоди, выращенной исключительно за счет кормовых организмов пруда, достигает 150 кг/га. Отход молоди за первые 5—6 мес выращивания составляет в таком пруду 50 %.

Зная естественную рыбопродуктивность пруда и средний индивидуальный прирост молоди за вегетационный период выращивания, можно определить ее количество с 1 га:

$$\text{Количество молоди, шт.} = \frac{\text{Естественная рыбопродуктивность, кг/га}}{\text{Средний индивидуальный прирост молоди за вегетационный период ее выращивания, кг}}$$

Количество молоди, которое можно вырастить в прудах, устанавливают по каждой возрастной группе (сеголеткам, двухлеткам, трехлеткам и четырехлеткам) отдельно.

Пример. Средний индивидуальный прирост сеголетков за 5—6 мес выращивания равен 5 г. Принимая за исходные данные указанную выше величину естественной рыбопродуктивности прудов и этот прирост, рассчитываем количество сеголетков, которые можно получить с 1 га:

$$150/5 \cdot 1000 = 30 \text{ тыс. шт.}$$

Чтобы получить это количество сеголетков с площади 1 га, необходимо иметь два пруда по 0,5 га и в каждый из них посадить по 30 тыс. личинок, перешедших на активное питание, так как отход молоди за вегетационный период ее выращивания в первое лето составляет 50 %.

Перед посадкой личинок пруды следует хорошо защитить от захода в них дикой рыбы, установив у водоподающих лотков металллические решетки.

В первый месяц выращивания молодь питается мелкими планктонными организмами: науплиями циклопов, мойнами и дафниями. В дальнейшем молодь переходит на питание более крупными бентосными организмами (хириномидами, ручейниками) и различными парящими над водой насекомыми.

Чтобы увеличить выход сеголетков лососей с единицы выростной площади пруда, применяют два способа: улучшают естественную кормовую базу пруда и организуют кормление молоди лососей живыми и неживыми кормами. Для увеличения численности и биомассы зоопланктона пруды удобряют: в отдельные мелководные и хорошо прогреваемые солнцем участки пруда вносят перепревший навоз, компост, скошенную растительность, гидролизные дрожжи и др. Эти вещества в условиях тепла и влаги легко разлагаются и дают вспышку интенсивного развития бактериальной флоры, которая, в свою очередь, является хорошей средой для развития одноклеточных водорослей и зоопланктона. Разлагающиеся в пруду органические вещества являются хорошей средой для усиленного развития и бентосных организмов, в частности личинок хириномид. Однако разлагающиеся органические вещества резко понижают содержание в воде кислорода. Но так как удобрения вносят лишь на отдельных участках, представляющих собой небольшие бухточки, в пруду сохраняется благоприятный гидрохимический режим.

Применять этот метод в классических лососевых прудах, которые имеют прямоугольную форму, невозможно, так как вместе с водой из пруда выносятся как растворенные и взвешенные органические вещества, так и зоопланктон. Этот метод можно успешно применять в прудах неправильной формы, которые имеют небольшие бухточки, расположенные в стороне от тока воды.

Для привлечения к прудам насекомых, помимо насаждения кустарников, по берегам создают зоны высокотравья и в темное время суток устанавливают световые ловушки.

Используя эти методы, можно повысить рыбопродуктивность прудов до 250 кг/га, что дает возможность получать с каждого гектара выростной площади прудов до 50 тыс. сеголетков лососей. Для дальнейшего увеличения количества выращиваемых сеголетков в прудах молодь лосося кормят 2—3 раза в сутки. В качестве

живых кормов используют мoinу, дафний, олигохеты, личинки хирономид, гаммарид и другие беспозвоночные. Эти корма разводятся непосредственно на заводе или добывают в соседних естественных водоемах. Из неживых кормов применяют те же корма, что и при лоточно-бассейновом методе выращивания молоди лососей.

Живые корма разбрасывают по всей площади водного зеркала пруда, неживые корма кладут на специальные кормовые столики. Тестообразные корма намазывают на глиняные горшочки, дощечки и шиферные пластинки. Кормовые столики устанавливают примерно на расстоянии 10 см от дна. К глиняным горшочкам привязывают капроновую нитку и опускают их в перевернутом виде в толщу воды. Дощечки и шиферные пластинки устанавливают вдоль дамб пруда в вертикальном положении.

Количество вносимых в пруд кормов зависит от: количества и массы сеголетков лососей, которых предполагают вырастить сверх нормы, обусловленной естественной кормовой базой пруда; их кормовой ценности; от температуры воды, при которой выращивают молодь.

Пример. Расчет необходимого количества вносимых в пруд кормов следующий. Площадь пруда составляет 0,5 га. Применяя кормление молоди лосося, мы хотим получить с этой площади 25 тыс. сеголетков средней массой 5 г. Нужно рассчитать, какая величина рыбопродукции будет получена за счет кормления и сколько кормов будет израсходовано. Чтобы ответить на поставленный вопрос, необходимо получить сведения о естественной рыбопродуктивности пруда, а также знать кормовую ценность кормов.

Предположим, что естественная рыбопродуктивность этого пруда равна 150 кг/га. Тогда с площади пруда 0,5 га за счет естественной кормовой базы можно получить 75 кг рыбопродукции, т. е. 15 тыс. сеголетков лосося средней массой 5 г. Установив количество сеголетков, которое будет получено за счет естественной кормовой базы пруда, легко можно определить и рыбопродукцию, ожидаемую за счет кормления молоди, а именно:

$$25 \text{ тыс.} - 15 \text{ тыс.} = 10 \text{ тыс. сеголетков;}$$

$$5 \text{ г} \cdot 10 \text{ тыс.} = 50 \text{ кг.}$$

Следовательно, за счет кормления молоди мы должны получить из данного пруда дополнительную рыбопродукцию, равную 50 кг. Зная величину дополнительной рыбопродукции, можно определить и количество кормов, которое будет израсходовано на кормление молоди, если исходить из их кормовой ценности.

В практике рыбоводства кормовая ценность выражается кормовым коэффициентом, под которым понимается число, показывающее, сколько единиц массы корма необходимо скормить, чтобы получить одну единицу прироста массы рыбы.

Молодь лососей, как и других промысловых рыб, нужно кормить различными кормами, за исключением использования полноценного гранулированного корма. В связи с этим можно заранее предусмотреть, какую часть дополнительной рыбопродукции мы хотим получить за счет того или иного корма. Так, например, если запланировано получить 2,5 кг дополнительной рыбопродукции за счет дафний, 2,5 кг — за счет олигохет, 8 кг — за счет фарша из малоценной рыбы, 7 кг — за счет селезенки и 30 кг — за счет кормовой смеси КРТ-6, то за период выращивания сеголетков потребуется скормить следующее количество этих кормов: дафний — 15—17,5 кг, олигохет — 7,5—10, фарша из малоценной рыбы — 40—48, селезенки — 49—56 и кормовой смеси КРТ-6 — 60—90 кг. Всего на прирост дополнительной рыбопродукции (50 кг) будет затрачено 171,5—221,5 кг кормов.

Располагая сведениями по приросту массы молоди лосося в течение периода выращивания в прошлые годы, одновременно пользуясь значением кормовых коэффициентов и учитывая имеющиеся на заводе корма можно составить суточный кормовой рацион на декаду и месяц. Этот рацион должен обеспечить получение запланированного прироста массы молоди лосося в намеченные сроки.

Если на заводе имеется гранулированный корм, то молодь выращивают на нем. При его отсутствии суточный кормовой рацион составляется из нескольких кормовых компонентов. Если завод располагает возможностями культивирования живых кормов, то их вводят в рацион в первые месяцы выращивания молоди. В дальнейшем молодь лосося кормят в основном неживыми кормами, причем по мере роста молоди количество селезенки и фарша из малоценной рыбы постепенно уменьшается в рационе с 70 до 30 % и соответственно возрастает в нем количество сухих концентрированных кормов: рыбной муки, кровяной муки, муки из куколки тутового шелкопряда. Эти корма включают в тестообразную кормовую смесь КРТ-6, в которую добавляют антибиотики, все необходимые микроэлементы и витамины.

Суточное потребление кормов молодь лосося и их усвояемость зависят от температуры воды. Чем ниже температура воды, тем меньше рыба потребляет пищи и хуже ее усваивает.

При выращивании молоди лосося в пруду необходимо систематически вести наблюдения за поеданием кормов и ростом рыбы, с тем чтобы можно было вносить соответствующие поправки в суточный рацион и технику кормления. Кроме того, осуществляют контроль за расходом воды в пруду, а также за термическим и гидрохимическим его режимом.

Молодь лосося выращивают в прудах в течение 1—3 лет, а затем выпускают ее в естественный водоем. Прудовый метод выращивания молоди лососей применяют в нашей стране редко, так как по сравнению с лоточно-бассейновым методом он является менее эффективным из-за низкой естественной рыбопродуктивности прудов и необходимости строительства больших прудовых площадей. Кроме того, при прудовом методе отсутствует надлежащий уход за молодь лосося. Это приводит к большим отходам в период выращивания. Он не позволяет сортировать молодь лосося по размерным группам и осуществлять отбор посеребрившихся рыб от пестряток.

Итак, выпуском в реки или в предустьевое пространство моря всей молоди лососей, выращенной на рыбоводных заводах до ее посеребрения и перехода в покатное состояние, заканчивается процесс промышленного разведения лососей.

### **§ 31. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ БЕЛОРЫБИЦЫ**

В середине апреля выклюнувшиеся из оболочек предличинки белорыбицы поднимаются в верх инкубационных аппаратов Вейса и вместе с водой выносятся в желоб, из которого они попадают в

сетчатые выростники (садки), установленные в одном из бассейнов для выдерживания производителей. Если на заводе икру инкубируют в отдельном помещении, то выклюнувшихся предличинок содержат в сетчатых садках, установленных в прямоугольных железобетонных проточных бассейнах, расположенных около инкубационного цеха. Над бассейнами сделан навес, предохраняющий предличинок от прямого солнечного света.

Предличинок выдерживают в садках при плотности посадки от 150 до 200 тыс. шт. Через 3—4 дня предличинки становятся личинками, которые переходят на смешанное питание. Выживаемость личинок в садках составляет не менее 85 % от количества посаженных в них предличинок.

Перешедших на смешанное питание личинок пересаживают в пруды, где и выращивают молодь белорыбицы. Площадь каждого выростного пруда — 2 га, глубина — 1,5—1,8 м. Плотность посадки личинок в пруды — 70 тыс. шт/га. В первую декаду личинки питаются преимущественно коловратками и молодой кладоцер и копепод, а затем они начинают потреблять взрослые формы ракообразных и личинок хирономид.

В пруды вносят органические и минеральные удобрения, что приводит к увеличению численности кормовых организмов. Из органических удобрений применяют скошенную растительность и навоз, а из минеральных — суперфосфат, сульфат аммония или аммиачную селитру. Для этого в первые дни, после залития прудов водой, прибрежную зону прудов удобряют перегнившим навозом, скошенным тростником, рогозом, осокой и другой растительностью. Минеральные удобрения вносят в пруды не менее 2 раз в течение периода выращивания молоди белорыбицы (в конце апреля и начале мая). Эти удобрения предварительно растворяют в баке, заполненном водой, а затем с лодки их распределяют по всему зеркалу пруда. Разовая норма внесения минеральных удобрений в пруды принимается из расчета 2 мг/л азота и 0,5 мг/л фосфора ( $P_2O_5$ ).

Температура воды в прудах в начале выращивания молоди белорыбицы обычно бывает 6,5—8°C, а в конце ее выращивания — 20—22°C. Насыщение воды кислородом ночью должно быть не ниже 70 %. В период выращивания молоди белорыбицы проводят наблюдения (1 раз в 5 дней) за ее ростом и условиями обитания в прудах.

Во второй половине мая молодь белорыбицы длиной 30 мм и массой 1,5 г выпускают в Волгу. Дальнейшее выращивание молоди в прудах является нецелесообразным, так как при этом размере она переходит на хищничество. Это может привести к каннибализму. Отход молоди за период выращивания не превышает 40 %.

Для увеличения масштабов воспроизводства белорыбицы в Волго-Каспийском районе молодь этой ценной рыбы начали выращивать в нерестово-выростных хозяйствах (НВХ), имеющих водоемы по 150—200 га. Эти водоемы более приближены к есте-

ственным условиям среды и отвечают жизненным требованиям белорыбицы на ранних стадиях ее развития. На каждый гектар этих водоемов сажают 50 тыс. шт. подрощенных личинок.

Подращивание личинок проводят в тех же садках, в которых выдерживали предличинок. Плотность посадки личинок в садки при подращивании до 8—15 сут составляет 15—10 тыс. шт. на один выростник. В качестве корма используют молодь дафний. Суточная величина кормового рациона составляет 10 % от массы личинок. Выживаемость личинок за период подращивания в садках, не учитывая отход предличинок при выдерживании, не ниже 90 %.

Выпущенные в указанные водоемы личинки быстро растут и нормально развиваются. Выживаемость выращенной в них молоди до массы 1,5 г составляет не менее 50 %.

Выпускают выращенную молодь из водоемов НВХ в Волгу в период высокого уровня половодья и больших скоростей течения, когда хищные рыбы рассредоточены по разливам. Это обеспечивает быстрый скат молоди в море и повышает ее промысловый возврат.

### § 32. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ СИГА

Выклюнувшихся предличинок сига выдерживают в лотках длиной 2 м, шириной 0,5 м. Расход воды в лотках — 5—6 л/мин. Плотность посадки предличинок в лотки — 400—450 шт. на 1 л воды. Спустя 4—6 сут после вылупления при температуре воды 3—5°C предличинки становятся личинками, которые переходят на смешанное питание. В это время их необходимо подкармливать мелкими организмами зоопланктона, например ветвистоусыми рачками. Суточная норма корма должна составлять 2—3 мг на 1 личинку.

При температуре 5—7°C личинки в возрасте 9—12 сут переходят на активное питание и их пересаживают в пруды. Общий отход предличинок за период выдерживания и личинок за период подращивания обычно не превышает 4 %.

Молодь сига выращивают в прудах в течение всего лета. Для выращивания сеголетков сига лучше использовать слабозаиленные пруды (слой ила — 5—10 см), свободные от жесткой надводной растительности и имеющие в жаркие дни небольшую проточность воды. По форме и площади пруды могут быть различными, глубиной 1—2 м. Пруды следует заливать водой за 10—15 сут до посадки личинок. За это время в прудах успевает развиваться зоопланктон, организмами которого питаются личинки.

По мере развития кормовой базы в прудах и роста молоди ее пища становится более разнообразной. В кормовом рационе молоди постепенно увеличивается доля бентосных организмов, насекомых, водорослей и растительного детрита. Молодь различных форм сига несколько отличается между собой по спектру питания. Так, молодь малотычинкового пязерского сига к концу вегетаци-

онного периода преимущественно потребляет организмы бентоса, тогда как чуждой сиг питается в основном планктонными рачками. При этом на характер питания молоди сига существенное влияние оказывает доступность тех или иных кормовых гидробионтов, что определяется уровнем их развития.

Темп роста молоди зависит от кормовой базы водоема и плотности посадки в него личинок. Чем беднее кормовая база и больше плотность посадки личинок на единицу площади пруда, тем медленнее растет молодь.

Естественную рыбопродуктивность прудов при выращивании сеголетков сига можно принять 150 кг/га. При известковании и удобрении прудов органическими и минеральными удобрениями (навоз, скошенная растительность, азотистые и фосфорные соли) их рыбопродуктивность можно увеличить до 250 кг/га. Органические удобрения раскладывают по урезу воды. Минеральные удобрения предварительно растворяют в воде, а затем распределяют по всей водной площади пруда.

Нормы внесения удобрений в пруды различны и зависят от местных климатических условий, состояния кормовой базы пруда и планируемой рыбопродуктивности. При внесении в пруды удобрений необходимо предусматривать, чтобы насыщение воды кислородом было бы не ниже 50 %, окисляемость не должна превышать 30 мг  $O_2$ /л, активная реакция среды (рН) должна быть 6,6—7,0.

При посадке личинок в пруды следует планировать ожидаемую среднюю массу сеголетков на конец вегетационного периода выращивания (сентябрь — октябрь) не менее 10—20 г. Отход за период выращивания сеголетков сига в прудах составляет 50 %.

Если исходить из естественной рыбопродуктивности пруда 150 кг/га, средней массы молоди сига к концу выращивания 15 г, отхода 50 %, то плотность посадки личинок следует принять 20 тыс. шт/га.

Кроме прудов, для выращивания молоди сига используют также неглубокие и небольшие по площади озера, в которых предварительно вылавливают хищную и малоценную рыбу. Максимальные глубины озер не должны превышать 3—4 м. Их грунт должен быть твердым и иметь небольшой слой ила. В такие озера можно сажать 10—20 тыс. личинок сига на 1 га, а осенью получать сеголетков массой 20 г при выживаемости не ниже 30 %.

Вылов сеголетков сига из прудов и озер следует начинать при температуре воды 10 °С и ниже. При вылове необходимо учитывать, что эта рыба стремится уйти из водоема, если в нем происходит падение уровня воды. В связи с этим работа по отлову и учету выращенных сеголетков в прудах не представляет особых затруднений. При спуске прудов молодь быстро уходит из них вместе со сбрасываемой водой. Учитывая эту биологическую особенность сига, можно вызвать массовый скат его молоди и из сточных озер. Для этой цели летом перекрывают сток воды из озера. За время перекрытия стока озер уровень воды в них повышается



на 30—50 см. Осенью открывают сток, и молодь сига начинает скатываться из этих озер. При этом слой сбрасываемой из озер воды должен быть не менее 20 см.

Для учета выращенной продукции устанавливают в сбросном канале или реке, ловушку, изготовленную из дели с размером ячеи 5 мм, по типу ставного невода. Попавшую в ловушку молодь сига просчитывают, а затем выпускают в реку.

Вылов сеголетков сига из неспускных водоемов осуществляют закидным неводом, перекрывающим всю толщу воды. Лучше облавливать мелководные участки в пасмурную погоду. Размер ячеи дели в мотне невода должен быть 5 мм. Это позволяет избежать объеживания молоди сига.

Транспортировку молоди сига нужно проводить в живорыбных машинах, в которых во время перевозки следует поддерживать благоприятный температурный и газовый режимы. При продолжительности транспортировки до 15 ч допустимо соотношение массы сеголетков сига и воды в баке живорыбной машины 1 : 15—1 : 20. При более длительной транспортировке массу перевозимой рыбы уменьшают в 1,5—2 раза.

Перевозку молоди сига на короткое расстояние, которое не занимает более 3 ч, можно осуществлять в брезентовом чане, установленном в кузове автомашины. Чан заполняют на половину объема водой и сажают в него молодь. В зависимости от температуры воды принимают соотношение массы рыбы и воды в чане 1 : 10—1 : 6. При минусовой температуре воздуха перевозку молоди следует осуществлять в двойных полиэтиленовых пакетах, заполненных водой и уложенных в изотермические ящики, которые транспортируют автомашиной к месту выпуска рыбы.

Выпускают молодь сига в реку на участках с твердым грунтом, на которых отсутствует водная растительность.

### **§ 33. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

На осетровых рыбоводных заводах существуют три метода выращивания молоди: прудовый, бассейновый и комбинированный (бассейново-прудовый). При всех этих методах выращивание каждого вида молоди осетровых проводят в монокультуре не более 45 сут. Молодь выпускают в естественные водоемы, когда она достигает массы 2—3 г.

Бассейновый метод предусматривает выдерживание предличинок и выращивание молоди до указанной массы только в бассейнах. В них молодь кормят живыми кормами. Преимущество этого метода по сравнению с прудовым и комбинированным состоит в возможности выращивания большого количества молоди на небольшой площади и при незначительном расходе воды. Однако бассейновый метод пока что не получил широкого применения. Это обусловлено тем, что для выращивания молоди в промышленных масштабах требуется очень большое количество живых кормов, условия культивирования которых не во всех районах благо-

приятны на протяжении вегетационного периода. Что же касается искусственных кормов, то их рецептура недостаточно разработана для всех стадий развития выращиваемой молоди. Другой причиной, сдерживающей широкое применение бассейнового метода, является выращивание молоди в искусственных условиях, резко отличающихся от природных. Выращенная молодь в бассейнах подвержена большему одомашниванию, чем в прудах. В результате уменьшается, как можно предположить, ее выживаемость в естественных условиях.

На волжских рыбоводных заводах применяют прудовый метод выращивания молоди осетровых. Сущность этого метода сводится к тому, что выдерживание предличинок молоди проводится в прудах. Условия внешней среды, действующие в прудах, ближе к естественным, нежели в бассейнах, поэтому они больше удовлетворяют требованиям организма этих рыб. Выращенная в прудах молодь более жизнестойка, чем молодь, выращенная в бассейнах. Прудовый метод высвобождает из структуры осетрового рыбоводного завода цех кормов и обслуживающий его персонал. Однако при этом методе труднее осуществлять контроль за выращиваемой молодью, а также увеличивается потребность завода в земельной площади и расходе воды.

При комбинированном методе выдерживание предличиннок и подращивание личинок осуществляют в бассейнах, в которых создают благоприятные условия для роста и выживания рыбы на ранних стадиях ее развития. Затем подросших и окрепших в бассейнах личинок пересаживают в пруды, где и выращивают молодь осетровых до запланированной массы. Этот метод дает возможность использовать преимущества бассейнового метода и уменьшает степень одомашнивания молоди при выращивании ее в прудах. Кроме того, он позволяет сократить потребность в кормах, необходимых при выращивании молоди в бассейнах. Однако возрастает общий расход воды. Комбинированный метод выращивания молоди осетровых применяется в бассейнах рек Терека, Сулака, Кумы, Дона, Кубани, Риони, Днепра.

**Бассейновый метод.** Для выдерживания предличиннок и выращивания молоди осетровых применяют круглые бетонные бассейны диаметром 2,5—3 м. По сравнению с прямоугольными бассейнами или лотками в круглых бассейнах молодь распределяется более равномерно.

Имеются несколько конструкций круглых бассейнов, но для всех их характерно следующее. Дно бассейна к центру покатое. Вода подается в бассейн из отверстий флейты (горизонтальной трубы), расположенной сверху. Один конец флейты соединен с водоподающей сетью, другой — закрыт колпачком и висит над центром бассейна. Флейту можно поворачивать вокруг ее оси и горизонтально. Это дает возможность направлять струи воды, вытекающие из флейты, вверх и вниз под различными углами к окружности и дну бассейна. Вода вытекает из бассейна через центральный и периферийный сток. В некоторых конструкциях бассей-

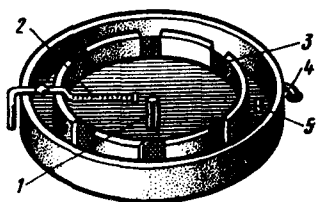


Рис. 60. Бассейн ВНИРО:

1 — центральный сток; 2 — флейта; 3 — сетка; 4 — аварийный сток; 5 — периферийный сток

нов периферийный сток отсутствует. Высота слоя воды у стенки бассейна — 15—20 см, в центре — 20—25 см. Стенка бассейна выше уровня воды на 15 см. Бассейны находятся под навесом. Вода в них подается из отстойника. Сброс воды из бассейнов осуществляется в бетонированную канаву. Размеры канавы рассчитаны таким образом, чтобы она могла принять не только

весь объем сбрасываемой воды из бассейнов, но и можно было бы подставлять под сливные их трубы рыбоводные ведра.

На осетровых рыбоводных заводах применяют в основном три конструкции круглых бассейнов: бассейн ВНИРО, бассейн Улановского и бассейн «Южжаспрыввода».

**Бассейн ВНИРО** (конструкция А. В. Гофмана). Бассейн круглый (рис. 60). Он имеет две стенки: наружную и внутреннюю. Последняя расположена на расстоянии 15 см от наружной стенки и имеет 6 окон. В них вставлены рамки, обтянутые сеткой с ячейей размером 0,3—0,5 мм. Таким образом, между двумя стенками образована кольцевая канавка, куда через сетчатые окна проходит вода, поступающая в бассейн из флейты.

Бассейн имеет два стока: центральный и периферийный. Центральный сток состоит из следующих деталей. Сливная труба, расположенная под дном бассейна. Один конец трубы присоединен к сделанному отверстию в центре бассейна, другой выведен к водосбросной канаве. Уровенная трубка, вставленная в отверстие стока для обеспечения минимального уровня воды при чистке бассейна. Стальной стакан (более широкая трубка), вставленный в сток (поверх уровенной трубки). Он имеет отверстия у дна бассейна, через которые происходит сброс нижних слоев воды. Сетчатый цилиндр, вставленный в сток (поверх стального стакана) для предохранения от выноса личинок и ухода молоди из бассейна.

Центральный сток действует в период чистки бассейна. Струи воды из флейты направляют под острым углом к дну бассейна. Это создает токи воды, идущие по спирали от внутренней стенки к центру бассейна. Они поднимают осевшие на дно бассейна частицы ила и остатки корма, а затем выносят их через центральный сток.

Периферийный сток устроен в кольцевой канавке бассейна (между двумя его стенками). К имеющемуся в этой канавке отверстию подведена из-под дна бассейна сливная труба, другой конец которой выведен к водосбросной канаве. Сверху в отверстие стока вставлена уровенная трубка, поддерживающая уровень воды у стенки бассейна на высоте 15 см. Для сброса нижних слоев воды из кольцевой канавки можно при необходимости вставлять, как

и в центральный сток, поверх уральной трубки небольшой стальной стакан с отверстиями у дна бассейна. В этом случае уральной трубка будет находиться внутри стакана. На высоте 20 см от дна кольцевой канавки сделано в наружной стенке бассейна отверстие, в которое вставлена труба. Это аварийный сток. Он включается автоматически при засорении периферийного стока.

Периферийный сток функционирует постоянно. Исключение составляет лишь время чистки бассейна. Когда действует периферийный сток, струи воды, вытекающей из флейты, направлены под тупым углом к дну бассейна или вертикально вверх. При этом не образуется круговых токов, так как вода проходит через сетчатые окна в кольцевую канавку и сбрасывается из бассейна через уральной трубку периферийного стока. Благодаря такому гидродинамическому режиму мелкие корма не выносятся токами воды из бассейна и крупные не собираются у центрального стока, что резко уменьшает непроизводительные расходы кормов. Максимальный расход воды в бассейне составляет 20—30 л/мин.

На Куринском экспериментальном осетровом рыбободном заводе молодь выращивают в модифицированных бассейнах ВНИРО. Количество сетчатых окон во внутренней стенке этих бассейнов уменьшено до 4 (ликвидированы окна у периферийного стока и у флейты). Однако за счет увеличения размеров каждого окна общая площадь их оставлена прежней. В связи с этим водообмен в бассейне не изменен. Флейта соединена с водоподающей сетью с помощью угольников. При выдерживании предличинки осетровых флейту можно снять, а угольники повернуть под таким углом, чтобы подача воды производилась в кольцевую канавку бассейна. Здесь вода отстаивается и очищается от взвесей. При этом периферийный сток необходимо отключить, а сброс воды осуществлять через центральный сток, иначе в бассейне будет отсутствовать водообмен и произойдет замор.

Бассейн конструкции П. А. Улановского. Это круглый, одностенный бассейн с центральным и периферийными стоками (рис. 61).

Подача воды в бассейн осуществляется из флейты. Ее сброс при чистке бассейна происходит через центральный сток такой же конструкции, как и в бассейнах ВНИРО. При рабочем режиме сброс воды производится постоянно в периферийные стоки, которые расположены в 4 или 6 нишах, сделанных в стенке бассейна. В ниши вставлены рамки, обтянутые мелкоячеистой сеткой. Размеры рамок и ячеек сетки такие же, как и в бассейне ВНИРО. В каждой нише имеется отверстие. К ним подведены из-под дна бассейна сливные трубы. Вода сбрасывается по этим трубам из периферийных стоков в сливную трубу центрального стока, которая также находится под дном бассейна. Из сливной трубы центрального стока вода проходит в коленчатую трубу, из которой она поступает в водосбросную канаву. Уровень воды в бассейне регулируется при помощи коленчатой трубы. Расход воды в бассейне такой же, как и в бассейне ВНИРО.

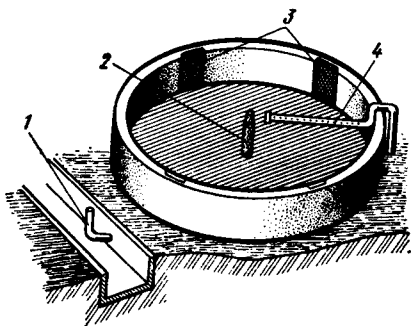


Рис. 61. Бассейн Улановского:  
1 — водосброс; 2 — центральный сток;  
3 — периферийный сток; 4 — флейта

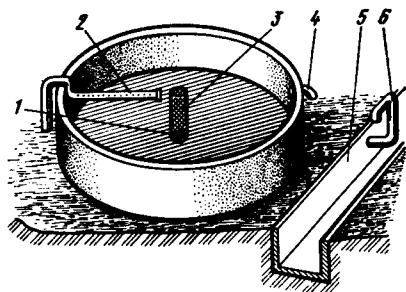


Рис. 62. Бассейн «Южаспрыбвода»  
(конструкция Бакгидропроекта):  
1 — центральный сток; 2 — флейта; 3 —  
сетчатый цилиндр; 4 — аварийный сток;  
5 — водосбросной желоб; 6 — регулятор  
водосброса

Бассейн «Южаспрыбвода» (конструкция «Бакгидропроекта»). Это круглый, одностенный бассейн с центральным стоком (рис. 62). Периферийного стока нет, имеется аварийный сток который представляет собой трубу, вмонтированную в стенку бассейна на высоте 20 см от дна. Свободный конец этой трубы расположен над водосбросной канавой.

У центрального стока имеется приямок диаметром 0,5 м, огороженный сетчатым цилиндром. Вместе со сбрасываемой из бассейна водой через центральный сток в приямок скатываются илистые наносы, остатки корма и экскременты. При чистке бассейна ставят на отверстие центрального стока, к которому подведена сливная труба из-под дна бассейна, сетчатый цилиндр меньшего диаметра, а сетчатый цилиндр, ограждающий приямок, снимают.

Вода поступает в бассейн из флейты, а уходит из него через центральный сток по сливной трубе, которая заканчивается у водосбросной канавы коленчатой трубкой. При помощи этой трубки регулируется уровень воды в бассейне. Расход воды в бассейне на 1—3 л/мин больше, чем в бассейне ВНИРО и бассейне конструкции П. А. Улановского.

Перед посадкой предличинки в бассейны той или иной конструкции проводят работу по подготовке этих сооружений к эксплуатации. Бассейны тщательно промывают и замазывают в них все щели. На центральные стоки бассейнов устанавливают сетчатые цилиндры с ячейкой размером 1—1,2 мм. На периферийных стоках бассейнов ВНИРО и Улановского проверяют прочность рамок и сеток. Флейты устанавливают по радиусу бассейнов отверстиями вверх. Под каждую флейту ставят деревянный каркас, длина которого равна длине флейты. На каркас кладут рамку, обтянутую мелкоячейным газом или марлей. Длина рамки соответствует длине каркаса, а ее ширина равна 40 см. Эта рамка выполняет роль фильтра, очищающего поступающую из флейты воду. Она задерживает на своей поверхности хищных циклопов. В бассейнах

ВНИРО роль фильтра может выполнять кольцевая канавка, если направить в нее поступающую воду. Для этого флейту снимают, поворачивают угольники в водоподающей сети под таким углом, чтобы вода поступала непосредственно в кольцевую канавку. Подавать воду в эту канавку можно также, не снимая флейты, а закнув в ней отверстия и сняв с ее конца колпачок. Сброс воды из бассейна при подаче ее в кольцевую канавку осуществляют через центральный сток.

После того как бассейны подготовлены для посадки в них предличинок, включают водоподающую сеть, заполняют их водой, а затем устанавливают требуемый ее расход на первые дни эксплуатации.

В подготовленные к эксплуатации бассейны сажают предличинки осетровых, которых доставляют из инкубационного цеха, расположенного в непосредственной близости с бассейновым цехом, в эмалированных тазах или в ведрах. В бассейны диаметром 2,5 и 3 м размещают соответственно: 10 и 12 тыс. личинок белуги, 12 и 15 тыс. личинок осетра, 10 и 12 тыс. личинок севрюги.

После зарыбления бассейнов нужно тщательно ухаживать за предличинками. Необходимо следить за бесперебойной подачей воды, состоянием и развитием предличинок; отбирать погибших предличинок; ежедневно чистить бассейны, удаляя из них осадок ила, водоросли и сор; наблюдать за термическим, гидрохимическим и гидрологическим режимом. Содержание кислорода в воде должно быть не ниже 8—9 мг/л (температура 15—20 °С). При этом расход воды в бассейне должен составлять 3—4 л/мин, а при большем расходе воды сильные течения будут прижимать предличинок к сетчатому цилиндру и к рамкам. По этой же причине нельзя механически чистить бассейны, пользуясь центральным стоком, а необходимо для чистки применять сифон. Температуру воды измеряют три раза в сутки: в 7, 13 и 19 ч. Содержание кислорода в воде определяют один раз в пять дней. В случае высокой температуры воды и наличия в ней большого количества органических веществ, поступающих из отстойника, необходимо ежедневно брать в бассейнах пробы воды на содержание в ней кислорода в 4—5 ч утра.

Предличинок не кормят, так как они питаются за счет содержимого желточного мешка. После завершения эмбрионального периода развития начинается личиночный период жизни. К этому времени желточный мешок сокращается на  $\frac{2}{3}$  от первоначальной его массы и личинки переходят на смешанное питание. Весьма важно не пропустить переход личинок на смешанное питание, чтобы своевременно начать их кормление. Визуально определить переход личинок на смешанное питание можно по их поведению. Р. Ю. Касимов установил, что изменение реакции личинок на свет, которое наступает на 2—3 дня раньше, чем они начинают рассеиваться и перестают образовывать скопления, совпадает с началом смешанного питания. Время перехода личинок на активное питание зависит от их видовой принадлежности и температуры воды

**Таблица 20. Время перехода личинок осетровых на активное питание**

Вид осетровых	Температура воды, °С	Возраст личинок, сут
Белуга	13—15	12—13
	15—18	8—9
Осетр	14—16	13—15
	16—20	7—8
Севрюга	16—20	7—8
	19—23	5—6

(табл. 20). В это время расход воды в бассейнах увеличивают до 10—12 л/мин.

Перешедших на смешанное питание личинок начинают кормить рублеными олигохетами и мелким зоопланктоном (моиной, мольдью дафний). Их кормят не менее 5 раз в день. Величину суточного кормового рациона рассчитывают на основе планируемого прироста массы личинок и кормовых коэффициентов применяемых кормов с учетом возможных их изменений в зависимости от температуры воды, газового режима и других факторов. Многолетняя практика производственного выращивания осетровых показала, что кормовой коэффициент олигохет равен 2, моины — 4—5, дафний — 5—6. Личинки хорошо поедают эти корма, быстро растут и через 3—5 сут после начала кормления переходят на активное питание.

В первые двое суток кормления личинок белуги и осетра кормят в основном олигохетами, а в последующие дни в рацион добавляют дафний и другие корма (табл. 21). Начиная с 7 дня кормления прирост массы тела этих рыб за счет олигохет не превышает

**Таблица 21. Кормовой рацион осетра в первую декаду кормления**

Дни кормления	Планируемый прирост массы тела одной особи, мг	Планируемый прирост массы тела одной особи (%) за счет		Планируемый прирост массы тела одной особи (мг) за счет		Суточная норма корма одной особи, мг	
		олигохет	дафний	олигохет	дафний	олигохет	дафний
1	8	100	—	8	—	16	—
2	10	100	—	10	—	20	—
3	12	80	20	9,6	2,4	19,2	14,4
4	14	70	30	9,8	4,2	19,6	25,2
5	16	70	30	11,2	4,8	22,4	28,8
6	20	60	40	12	8	24	48
7	30	50	50	15	15	30	90
8	40	40	60	16	24	32	144
9	50	40	60	20	30	40	180
10	60	40	60	24	36	48	216

Т а б л и ц а 22. Прирост массы молоди осетровых при выращивании в бассейнах, мг

Вид рыбы	Возраст, сут							
	10	15	20	25	30	35	40	45
Севрюга	30	100	200	450	750	1100	1500	2000
Осетр	40	120	300	700	1300	2000	3000	—
Белуга	50	150	400	1200	2000	3000	—	—

ет 40—50 %, а остальные 50—60 % планируемого среднесуточного прироста массы их тела получают за счет других кормов.

Кормовой рацион личинок севрюги в первые 2—3 сут кормления состоит, в основном, из мелкого зоопланктона, а затем по мере их роста увеличивают дозу олигохет. Через неделю после начала кормления личинок севрюги кормовой рацион такой же, как и для личинок других видов осетровых рыб.

Подросшую молодь осетровых кормят 3 раза в день целыми олигохетами и взрослыми особями дафний. Среднесуточная величина кормового рациона распределяется следующим образом: утром — 35 %, днем — 30 и вечером — 35 %.

Для повышения биологической ценности пищи осетровых, которая зависит от содержания в ней белков, аминокислот, жиров, минеральных веществ и витаминов, а также от ее переваримости и усвояемости, в их кормовой рацион целесообразно включать не только олигохеты и дафнии, но и артемию и жабронога, имеющих соответственно кормовые коэффициенты 4 и 3. Такой кормовой рацион полнее удовлетворяет физиологическим потребностям организма молоди осетровых в питательных веществах.

При благоприятных условиях кормления и содержания молоди осетровых она хорошо растет и в намеченные сроки достигает запланированной массы (табл. 22). Для определения потребности завода в живых кормах на каждый день и на весь цикл выращивания молоди составляют график ее кормления. В этом графике указывают: виды выращиваемой молоди осетровых; номера бассейнов, в которых выращивается молодь; количество рыбы в каждом бассейне; кормовой рацион; дни и часы кормления; разовые и суточные нормы скармливания кормов одной особи в каждый календарный день; разовые и суточные нормы внесения кормов в каждый бассейн за каждый календарный день; общий расход кормов в цехе за каждый календарный день и за весь цикл выращивания молоди.

Мощность осетровых рыбоводных заводов, которые применяют бассейновый метод выращивания молоди, часто ограничивается возможностью культивирования живых кормов. Это сдерживает строительство заводов большой мощности, ибо весьма сложно обеспечить многие миллионы выращиваемой молоди живыми кормами.



На протяжении всего периода выращивания молоди необходимо осуществлять контроль за термическим и гидрохимическим режимами, действующими в бассейнах. Наблюдение за темпом роста молоди нужно проводить один раз в 5 дней. Когда молодь достигнет массы 0,4 г, в окнах бассейнов мелкочейную сетку (1—1, 2 мм) заменяют на сетку с ячейей большего размера (3—4 мм). На такую же сетку заменяют в каждом бассейне сетчатый цилиндр, установленный на центральном стоке. Расход воды в бассейне постепенно увеличивают до 20 л/мин, а при достижении молодь массы 1 г его доводят до 24—30 л/мин. Такой расход воды в бассейнах применяют до конца периода выращивания молоди.

Для поддержания хорошего санитарного состояния в бассейнах необходимо их чистить перед каждым кормлением, удаляя экскременты, остатки несъеденного корма и погибшую молодь. Последнюю учитывают и записывают в журнал в графу «Отход».

При нормальных условиях содержания и кормления молодь достигает запланированной массы в намеченные сроки. Если эти условия не соответствуют физиологическим потребностям молоди, то ее рост замедляется и при этом ее держат в бассейнах до массы 1,25—2,5 г, а затем дальнейшее выращивание прекращают.

Выживаемость молоди составляет 50—70 % от количества посаженных в бассейны предличинок. Выращенную молодь выпускают в реку или непосредственно на прибрежные участки моря.

**Прудовый метод.** При этом методе выдерживание предличинок и выращивание молоди осетровых проводят в прудах с двукратным их использованием в течение одного рыбоводного сезона. В первом цикле выращивают, в основном, молодь белуги и осетра, а во втором цикле молодь севрюги и осетра. Небольшое количество севрюги выращивают также в первом цикле.

Пруды, в которых выращивают молодь осетровых, имеют прямоугольную форму. Соотношение их сторон 1 : 2 или 1 : 3. Площадь прудов — 2—4 га. Глубина прудов должна быть около 2,3—2,5 м, а ложе должно иметь небольшой уклон. Растительность на дне прудов должна отсутствовать. Для этого с ложа срезают грунт слоем до 15 см при строительстве прудов или путем осенней вспашки и весеннего боронования ложа с последующим уплотнением катком.

Вода подается в пруды через трубчатые и лотковые водовпуски, а ее сброс осуществляется через водоспуски. Эти сооружения обеспечивают наполнение каждого пруда водой и ее сброс из него в течение 1—2 сут. Водоподающая сеть состоит из магистральной канавы и боковых ответвлений, подходящих к каждому пруду. При опорожнении прудов вода поступает в водосбросную канаву.

Для выращивания молоди белуги и осетра в первом цикле необходимо проводить залитие прудов водой до проектного уровня в сжатые сроки. Залитие прудов, предназначенных для выращивания молоди белуги, на волжских рыбоводных заводах начинают в начале — середине апреля, когда температура воды повышается до 7—13 °С. Наполнение прудов водой для выращивания молоди

осетра завершают в первой декаде мая при температуре воды 16—18 °С.

В прудах с массовым развитием листоногих раков нужно проводить хлорирование воды. Для этого в апреле хлорную известь обычно вносят на 12—15-е сут после их залития, когда температура воды повышается до 12—14 °С. При холодной весне хлорирование воды в прудах осуществляют на 20-е сутки после залития. В апреле концентрация активного хлора в воде должна быть 2,3—2,6 мг/л. Это соответствует 180—200 кг/га вносимой хлорной извести при 25—27 % активного начала. В мае, когда температура воды значительно повышается и листоногие раки растут быстрее, пруды хлорируют на 6—8-е сут после залития. Концентрация активного хлора в воде снижается в это время до 1,8—2 мг/л, что соответствует 130—150 кг вносимой на гектар пруда хлорной извести. Снижение в мае количества вносимой хлорной извести на гектар водного зеркала пруда по сравнению с апрельской ее дозировкой обусловлено тем, что эффективность действия активного хлора значительно возрастает с повышением температуры воды и увеличением размеров листоногих раков.

Для успешного выращивания молоди осетровых в прудах необходимо заранее подготовить кормовую базу путем внесения удобрений. Пруды, в которых отсутствуют листоногие (щитни, лептестерии) или содержится незначительное их количество, начинают удобрять на 3—5-е сут после их наполнения водой до проектной отметки. Пруды же, в которых наблюдается высокая численность этих раков, начинают удобрять на 5—7-е сут после внесения хлорной извести. Следовательно, от дня залития таких прудов до внесения в них первой дозы удобрений в апреле может пройти 17—27 сут, а в мае 11—15 сут.

Первая доза внесения удобрений во все пруды рассчитывается таким образом, чтобы количество биогенов в воде было доведено до 2 мг/л азота и 0,5 мг/л фосфора. В качестве удобрений широко используют аммиачную селитру и суперфосфат. Если удобрение прудов начинают в апреле, когда температура воды еще низкая, то первая доза состоит из 90 кг/га аммиачной селитры и 90 кг/га суперфосфата. В мае, когда температура воды повышается в прудах и в ней увеличивается количество азота органического происхождения до 0,1—0,5 мг/л, то первая доза удобрений вносится из расчета: 70 кг/га аммиачной селитры и 90 кг/га суперфосфата. В те пруды, где воду хлорировали, вносят также кормовые дрожжи и маточную культуру дафний. Дрожжи увеличивают численность бактерий. Дафнии питаются бактериями и потребляют дрожжи. Рекомендуется вносить в прибрежную зону прудов 10 кг/га дрожжей, которые должны быть предварительно растерты и замочены, и 5—7 кг/га дафний, заблаговременно выращенных в дафниевых бассейнах.

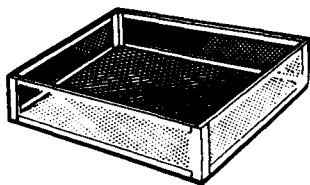


Рис. 63. Личиночный садок

Предличинки, доставленные из инкубационного цеха в цех выращивания молоди, сажают в сетчатые садки размером  $2 \times 1,5 \times 0,5$  м (рис. 63). Садок представляет собой деревянный каркас, обтянутый сеткой с размером ячеек 1 мм. Сверху садок закрывают крышкой и устанавливают в одном из прудов, на котором организована личиночно-выростная база. Этот пруд должен быть подготовлен раньше других прудов. Садки устанавливают между балками, положенными на вбитые в дно пруда сваи. Слой воды от дна пруда до дна садков должен быть не менее 0,5 м. Верхняя часть каждого садка должна быть выше уровня воды на 10 см. На 1 га пруда размещают до 25 садков. Для удобства обслуживания садков делают деревянный настил. Все садки находятся под крышей, защищающей предличинки от прямого солнечного света. Для прохода от берега к садкам делают мостик.

На тех заводах, где зарыбление личиночно-выростной базы механизировано, операция по пересадке личинок в сетчатые садки проводится быстро. Содержащиеся в накопителе инкубационного цеха предличинки подаются вместе с водой по трубопроводу к личиночно-выростной базе, где они распределяются по сетчатым садкам. При этом предличинки поступают по трубопроводу отдельными просчитанными партиями из расчета посадки в каждый сетчатый садок. Плотность посадки предличинки в садок следующая: белуга — 20 тыс. шт., осетр — 25 и 20 (во 2-м цикле выращивания), севрюга — 30 и 25 тыс. шт. (во 2-м цикле выращивания).

В зависимости от температуры воды предличинки через несколько дней выдерживания в садках становятся личинками, которые переходят на смешанное питание, потребляя мелкие формы зоопланктона (коловратки, моина, молодь дафний). Эти организмы проникают через сетку садка из пруда.

В период содержания предличинки в садках ежедневно проводят наблюдения и уход за ними, который состоит в отборе погибших, пораженных сапролегнией особей. Выживаемость личинок за период содержания в садках составляет 65—75%. Личинок, перешедших на смешанное питание, пересаживают из садков в заранее подготовленные пруды, в которых осуществляют выращивание молоди.

Следовательно, чтобы обеспечить своевременную пересадку личинок из сетчатых садков в пруды, необходима строгая согласованность в сроках работы инкубационного цеха и подготовки прудов цеха выращивания молоди.

Плотность посадки личинок в пруды в первом цикле их эксплуатации (в тыс. шт./га): 110 белуги или 120 осетра или 120 севрюги. При повторном использовании прудов (2-й цикл выращивания молоди) на 1 га сажают 110 тыс. шт. личинок осетра или 85 тыс. шт. личинок севрюги.

В течение всего периода выращивания молоди осетровых сотрудники лаборатории завода проводят наблюдения за гидрологическим, гидрохимическим и гидробиологическим режимом прудов, а также за ростом и физиологическим состоянием рыб.

Уровень воды в прудах поддерживается постоянным. Его падение не допускается. Потери воды в прудах, которые происходят в результате испарения и фильтрации, компенсируются подачей речной воды. Уровень воды в прудах измеряется один раз в сутки — в 7 ч утра.

Температура воды в прудах выше, чем в реке, являющейся источником водоснабжения. В период эксплуатации прудов термический режим их характеризуется постепенным повышением температуры — с 12—15 °С в конце апреля до 25—27 °С в июне — июле. Допустимые изменения термического режима в процессе выращивания молоди осетровых следующие: белуга — 12—25 °, осетр — 14—26, севрюга — 16—27 °С. Колебание температуры в прудах в течение суток обычно не превышает 2—3 °С. В жаркие дни, когда возможен значительный прогрев воды в прудах, увеличивают подачу более холодной речной воды. Наблюдения за температурным режимом прудов осуществляют ежедневно, измеряя температуру воды в 7, 13 и 19 ч.

Гидрохимический режим прудов проверяют один раз в 3—5 сут. При этом определяют активную реакцию среды, содержание в воде растворенного кислорода, органического вещества и биогенов. Ветровое перемешивание водных масс в прудах и разбрызгивание поступающей в них воды способствуют ее аэрации. Благодаря этому содержание кислорода в воде высокое. Количество растворенного в воде кислорода во всех прудах, как правило, не снижается ниже 6—7 мг O<sub>2</sub>/л и находится в пределах 7—10 мг O<sub>2</sub>/л. Количество органического вещества в воде прудов невысокое. Окисляемость колеблется в пределах 8—20 мг O<sub>2</sub>/л. Реакция среды в течение вегетационного периода изменяется от нейтральной до слабощелочной (рН 7,8—8,0). Сероводород отсутствует в прудах. Содержание биогенов в воде находится в зависимости от частоты и количества вносимых в пруды азотных и фосфорных удобрений, а также от действующего в них гидрологического режима, включая температуру, общего гидрохимического и гидробиологического режима.

Прозрачность воды в прудах колеблется в пределах 45—90 см. Она уменьшается при подаче большого объема речной воды, приносящей много неорганических взвесей, и под влиянием ветрового перемешивания водных масс, поднимающих со дна прудов илистые отложения и частички отмерших растительных и животных организмов. Прозрачность воды снижается при цветении воды, то есть при массовом развитии микроводорослей, которые используются в качестве пищи зоопланктоном. Это наблюдается в первые дни после внесения в пруды минеральных удобрений.

Для определения численности и биомассы организмов зоопланктона и зообентоса в прудах берут раз в 5 дней пробы. Биомасса зоопланктона в удобренных прудах может повышаться до 10—20 г/м<sup>3</sup>, зообентоса — до 15—20 г/м<sup>2</sup>. В среднем кормовая база характеризуется следующими показателями: зоопланктон — не менее 3 г/м<sup>3</sup>, зообентос — не менее 5 г/м<sup>2</sup>.

Таблица 23. Рост молоди осетровых в прудах

Вид молоди	Возраст, сут				
	20	25	30	35	40
	<i>Масса, г</i>				
Белуга	0,5	0,9	1,8	3,2	4,3
Осетр	0,3	0,5	0,8	1,4	3,0
Севрюга	0,2	0,4	0,7	1,3	2,1
	<i>Длина, см</i>				
Белуга	4,4	5,4	6,7	7,9	9,0
Осетр	3,0	4,1	4,9	5,7	7,3
Севрюга	3,5	4,4	5,4	6,4	7,5

Организмы зоопланктона представлены коловратками, ветвистоусыми (дафнии, босмина, мойна) и веслоногими (циклоп, диаптомус и микроциклоп) ракообразными. Среди этих организмов основную величину биомассы составляют ветвистоусые рачки, главным образом дафнии. Организмы зообентоса представлены в основном личинками хируномид. Дафнии и хируномиды являются основными компонентами кормового рациона молоди осетровых, которая весьма интенсивно питается в прудах на протяжении всего периода ее выращивания. По этому показателю на первом месте стоит молодь белуги, затем осетра и севрюги. В прудах молодь белуги и осетра питается с одинаковой активностью как днем, так и ночью. Молодь же севрюги съедает кормовых организмов несколько больше днем, чем ночью.

По темпу роста молодь белуги превосходит молодь осетра и севрюги. Молодь севрюги уступает по темпу роста молоди осетра (табл. 23). Самый высокий темп роста осетровых наблюдается при температуре воды 22—24 °С и при наличии в пруду обильной кормовой базы и достаточного количества кислорода (6—8 мг О<sub>2</sub>/л). Наблюдения за темпом роста молоди осетровых проводят один раз в 5 дней. При этом в каждом пруду делают контрольный отлов молоди, при котором ее взвешивают, измеряют и устанавливают среднюю массу и длину.

Высокую и стабильную кормовую базу необходимо поддерживать в прудах в течение всего периода выращивания молоди осетровых. С этой целью пруды регулярно удобряют. В первом цикле выращивания молоди в пруды вносят один раз каждые 8 сут минеральные удобрения. Нормы внесения этих удобрений рассчитывают по фактическому содержанию в воде биогенов и требуемому их количеству (азот — 2 мг/л, фосфор — 0,5 мг/л). При этом учитывают показатель рН, характеризующий цветение водоема, и количество дафний в зоопланктоне. В связи с этим последующие нормы внесения минеральных удобрений в пруды корректируют. Обычно суперфосфат вносят в количестве от 55 до 90 кг/га,

аммиачную селитру — от 29 до 75 кг/га. Если же контрольными наблюдениями установлено, что показатель рН незначительно отклонен в щелочную среду и дафний довольно много, то в пруд следует вносить только 50 % разовой нормы удобрений или вообще временно воздержаться от их внесения. Во втором цикле выращивания молоди осетровых минеральные удобрения вносят 1—2 раза.

Кроме минеральных удобрений, в пруды вносят скошенную растительность, которая способствует развитию бактерий и одноклеточных зеленых водорослей, служащих пищей для дафний. Скошенную зеленую растительность связывают в пучки, которые закрепляют колышками в прибрежной зоне прудов. Пучки растительности являются не только органическим удобрением, но служат хорошим субстратом для кладок хирономид, поэтому их укладывают в пруды к моменту массового лёта комаров. Разовая доза внесения растительности в пруды составляет 150—200 кг/га.

Создание прочной кормовой базы и необходимого гидрологического и гидрохимического режимов в прудах дает возможность получить запланированную рыболовную продукцию в намеченные сроки. При благоприятных условиях внешней среды молодь осетровых в возрасте 30—40 сут достигает предусмотренной нормативами следующей средней массы: белуга — 3 г, осетр — 3, севрюга — 2 г. Первый цикл выращивания этой молоди завершается в июне, а второй — в начале августа.

Перед спуском прудов проводят учет молоди бонитировочным методом. Средняя выживаемость молоди (от количества личинок, посаженных в пруды) в первом цикле выращивания составляет: белуги — 47 %, осетра — 50 и севрюги — 50 %. Во втором цикле эти показатели следующие: осетра — 45 % и севрюги — 20—40 %.

**Комбинированный метод.** При этом методе личинок белуги, шипа, осетра и севрюги подращивают до массы 80—150 мг в бассейнах, а затем пересаживают в пруды, в которых выращивают в два цикла молодь осетровых до запланированной массы.

Норма посадки предличинок в круглые бассейны диаметром 2,5—3 м соответственно составляет по каждому виду осетровых 20—30 и 30—40 тыс. шт. Выдерживание предличинок, перевод личинок на смешанное и активное питание, а также дальнейшее подращивание их до запланированной массы осуществляют по той же технологии, которая применяется при бассейновом методе выращивания молоди осетровых. В бассейнах личинок кормят ольгохетами, мойной, дафниями, артемиями и другими живыми кормами. Величина ежедневно скармливаемых кормов рассчитывается, как и при бассейновом методе, по кормовым коэффициентам, среднесуточному приросту личинок и их количеству. Режим кормления личинок тоже идентичен. Выживаемость 15-суточных личинок в бассейнах от количества посаженных в них предличинок составляет 70—80 %.

Выращивание молоди проводят в прудах, кормовая база в которых должна быть подготовлена заблаговременно. С этой целью

пруды удобряют. В качестве удобрений используют навоз, зеленую скошенную растительность, аммиачную селитру и суперфосфат.

Навоз вносят в пруды весной перед заливом их водой в количестве 1 т/га. Его размещают у основания дамб пруда по периметру и присыпают землей. Зеленые удобрения в количестве 1 т/га вносят в пруды после их заполнения. Растительность связывают предварительно в пучки и размещают вдоль береговой линии пруда на глубине 0,5 м.

Хлорирование прудов, если оно необходимо, внесение в них минеральных удобрений (при отсутствии навоза) и культуры дафний проводят по той же технологии, что и при прудовом методе выращивания молоди осетровых. Однако вносимые в пруды минеральные удобрения и их дозы зависят от района, где расположен рыболовный завод. К тому же на некоторых заводах пруды, где имеются листоногие, не хлорируют. Эти пруды заливают водой до проектного уровня в течение нескольких дней ступенчато. Развивающаяся при таком заливе молодь листоногих используется молодью белуги в качестве пищи.

Подготовленные по кормовой базе пруды зарыбляют подращенными в бассейнах личинками осетровых из расчета 60—95 тыс. шт/га.

Личинок помещают в канны и перевозят из бассейнового цеха в пруды. Перед выпуском личинок в водоем уравнивают температуру в каннах путем добавления прудовой воды и выдерживают их в течение 15 мин. Личинок выпускают в пруд с подветренной стороны.

Высокая кормовая база прудов, представленная организмами зоопланктона и зообентоса в сочетании с благоприятным гидрохимическим и термическим режимом, обеспечивает быстрый рост и хорошую упитанность молоди. Продолжительность ее выращивания в прудах — 20—30 сут. За это время молодь белуги достигает средней массы 3 г, шипа — 3, осетра — 2,5—3, севрюги — 1,5—2 г. Отход молоди в прудах за период выращивания как в первом, так и во втором цикле составляет примерно 20—40 %.

Проведя учет выращенной молоди в прудах, ее выпускают в естественные водоемы (реки, моря).

Ежегодно выпускаемая осетровыми рыболовными заводами продукция способствует поддержанию и увеличению запасов осетровых рыб в Каспийском, Азовском и Черном морях.

#### **§ 34. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ РЫБЦА И КУТУМА**

Предличинок рыба и кутума после выклева содержат в ваннах инкубационных аппаратов с проточной водой. Предличинки отрицательно реагируют на свет: они лежат на дне ванн в мало-подвижном состоянии, образуя многослойные скопления и питаясь за счет содержимого желточного мешка. Затем через 2—6 сут в зависимости от температуры воды предличинки поднимаются в толщу воды и становятся личинками, которые свободно плавают.

Их пересаживают в пруды, так как к этому времени они начинают потреблять внешнюю пищу. Выживаемость личинок от исходного количества выдерживаемых в аппаратах предличинок составляет 90 %.

Молодь рыба и кутума выращивают в монокультуре. Биотехника выращивания молоди этих рыб одинакова.

Для выращивания молоди используют пруды площадью по 3—5 га. Пруды должны быть спускными с независимым водоснабжением и сбросом. В них должна осуществляться систематическая подача воды для покрытия потерь на испарение и фильтрацию. Глубина прудов — от 0,5 до 1,8 м (средняя — 1 м). Их ложе должно иметь хорошо спланированную водосбросную коллекторную сеть, подведенную к донным водоспускам. Время спуска пруда не должно превышать 2 сут. За 2 сут до заполнения прудов водой нужно обкосить их ложе и разделительные дамбы. Скошенную и подвяленную растительность укладывают копами у коллекторов прудов в количестве 200—300 кг/га. Копны укрепляют кольями, чтобы растительность не расплывалась по зеркалу прудов при их заполнении водой.

Пруды начинают заливать водой до посадки в них личинок: за 6—8 сут — при температуре воды 10—12°C, за 3—5 сут — при температуре 14—16°C и выше. Первоначальный уровень воды в прудах поддерживается в течение 7—10 сут не выше 20—30 см, что способствует хорошему прогреву воды и быстрому развитию инфузорий, водорослей и коловраток, которые являются пищей личинок рыба и кутума в первые дни их жизни в прудах, а также большей концентрации кормов на единицу объема воды.

Личинок просчитывают в инкубационном цехе по эталонному методу, помещают в канны, или полиэтиленовые пакеты, и перевозят к прудам с подготовленной кормовой базой. При выращивании в монокультуре плотность посадки личинок рыба и кутума в пруды составляет 150—300 тыс. шт/га. После зарыбления прудов уровень воды в них повышают в течение 10 сут и доводят до проектной отметки.

По мере роста личинок рыба и кутума состав их кормового рациона меняется. Они начинают потреблять наряду с мелкими и более крупные планктонные организмы — молодь ракообразных. Подросшая молодь этих рыб питается в основном взрослыми формами зоопланктона.

В течение всего периода выращивания молоди рыба и кутума в прудах осуществляют наблюдения за термическим режимом, содержанием кислорода в воде и развитием кормовой базы. Температуру воды в прудах измеряют ежедневно в 7, 13 и 19 ч. Содержание кислорода и показатель рН определяют в прудах один раз в 5 сут. Пробы воды берут утром (в 4—5 ч). Особенно тщательно необходимо контролировать кислородный режим в прудах по истечении 10—15 сут после внесения зеленых удобрений и залития их водой, так как к этому времени обычно наблюдается усиленный распад органического вещества. Это может привести к резкому



ухудшению газового режима в прудах. В случае снижения насыщения воды кислородом увеличивают приток в пруды свежей воды и проводят аэрацию. Одновременно со взятием проб воды на гидрохимический анализ берут и гидробиологические пробы, характеризующие развитие кормовой базы.

Органические удобрения вносят повторно в пруды через 30 сут, так как их действие на увеличение численности и биомассы зоопланктона прекращается через 35 сут. Повторная доза внесения зеленых удобрений в пруды составляет 200 кг/га. Это позволяет поддерживать высокую кормовую базу в прудах до конца периода выращивания молоди.

На протяжении всего периода выращивания молоди нужно наблюдать за ее питанием и ростом. С этой целью проводят один раз в неделю контрольные обловы прудов. Отход молоди рыба и кутума за период выращивания в прудах составляет 15—30 %.

Уровень воды в прудах поддерживают на проектной отметке. Это обеспечивает благоприятный для молоди гидрохимический и гидробиологический режим.

Молодь рыба и кутума выращивают в прудах 2—2,5 мес до массы 1 г, после чего ее учитывают и выпускают в естественный водоем.

Выращивать молодь рыба и кутума можно в водоемах лиманного типа.

## **Глава 10**

### **НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫЕ ХОЗЯЙСТВА И БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ ПОЛУПРОХОДНЫХ РЫБ**

#### **§ 35. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫХ ХОЗЯЙСТВ ПРУДОВОГО ТИПА**

До зарегулирования стока рек Волги, Куры, Дона, Кубани и других высокая численность полупроходных рыб в южных морях поддерживалась за счет естественного размножения. Затопление на длительное время (2,5—3 мес) обширных площадей пойменных систем рек весенними паводковыми водами, богатыми биогенными элементами, создавало нормальные условия для нереста полупроходных рыб, инкубации их икры, роста и развития потомства. В современных условиях, когда сток многих рек зарегулирован и увеличивается безвозвратное водопользование, искусственное разведение полупроходных рыб в низовьях рек является источником пополнения их запасов в море.

Из полупроходных рыб объектами разведения являются лещ, сазан, тарань и судак. Разведение этих рыб осуществляется в нерестово-выростных хозяйствах (НВХ). С 1 га НВХ получают в 10—15 раз больше молоди полупроходных рыб, чем с 1 га естественных нерестово-выростных водоемов (ильменей, полоев), образующихся во время весеннего паводка. Такое превосходство в

урожайности молоди полупроходных рыб объясняется тем, что в НВХ находятся под управлением человека сроки затопления водоемов и спуска воды из них; не допускается заход посторонних рыб, уничтожающих икру и молодь разводимых рыб и конкурирующих с ними в питании; применяются агромелиоративные мероприятия; гидрологический режим водоемов оптимизируется путем поддержания максимально возможных уровней.

Эффективность работы НВХ хорошо видна в Каспийском бассейне. Так, например, НВХ дельты Волги, которые представляют собой естественные нерестилища с управляемым гидрологическим режимом, качественным и количественным составом производителей полупроходных рыб, поддерживают запасы этих рыб в Северном Каспии. Установлено, что в годы со средним объемом весеннего половодья в дельте Волги НВХ общей площадью 10 тыс. га обеспечивают поколения волго-каспийского леща на 19—26 % и сазана — на 17—30 %. В маловодные годы, когда эффективность естественного размножения полупроходных рыб резко сокращается, роль НВХ в воспроизводстве полупроходных рыб еще возрастает.

В нерестово-выростных хозяйствах прудового типа имеются один или несколько водоемов, расположенных на полях (займищах) и отделенных от реки возвышенными участками местности или насыпными валами. Каждый из водоемов соединяется с рекой магистральным каналом. Весной по этому каналу поступает в водоем из реки вода, а летом по нему производится сброс воды и скат выращенной молоди из водоема в реку. Для обеспечения полного сброса воды из водоема по его дну проложена сеть коллекторных канав. Подача и сброс воды регулируются при помощи шлюза, установленного на магистральном канале. В шлюзе устанавливается заградительная сетка, препятствующая заходу в водоем малоценной и хищной рыбы при его заполнении водой.

Водоемы заполняют водой самотеком, насосными станциями и комбинированным путем. Площадь водоемов — от 25 до 900 га, а их максимальная глубина — 2 м. Часть водоема, где глубина от 0,2 до 1 м, зарастает луговой, мягкой подводной и жесткой надводной растительностью. Эта часть водоема и является местом размножения рыб. Нерест, инкубацию икры, выдерживание предличинок, выращивание личинок и мальков рыб проводят в одном и том же водоеме. Следовательно, условия разведения рыб в этих хозяйствах близки к естественным, но более благоприятны, так как в них поддерживают постоянный уровень воды, следят за отсутствием малоценной и хищной рыбы и наблюдают за гидробиологическим режимом.

В этих хозяйствах можно выращивать молодь рыб в моно- и поликультуре. При монокультуре выращивают молодь одного вида рыб; при поликультуре одновременно выращивают молодь двух-трех видов рыб, например сазана и леща или леща и судака, или сазана, леща и судака.

Выращивать молодь рыб в монокультуре проще, чем в поли-

культуре. Однако кормовые ресурсы водоема используются неполностью. Это приводит к увеличению площадей НВХ и удорожанию рыбоводных работ. В связи с этим молодь рыб выращивают чаще всего в поликультуре. При выращивании в одном и том же водоеме молоди различных видов рыб, отличающихся по характеру питания и поведения (различные виды пищи, разные места обитания), полнее используются его кормовые ресурсы и повышается его рыбопродуктивность.

На некоторых нерестово-выростных хозяйствах имеется стадо производителей и их нерест проводят в специальных прудах, инкубацию икры осуществляют в тех же прудах или в оборудованном для этой цели помещении, а молодь выращивают в выростном водоеме. В таких хозяйствах имеются нерестовые пруды, инкубационные цехи и выростные водоемы.

#### § 36. РАЗВЕДЕНИЕ САЗАНА, ЛЕЩА И СУДАКА В ПОЛИКУЛЬТУРЕ

**Заготовка производителей.** Количество производителей сазана, леща и судака, которое требуется заготовить для посадки в нерестово-выростной водоем, определяют исходя из его площади, рыбопродуктивности, рабочей плодовитости самок, соотношения самок и самцов, запаса производителей, выживаемости молоди от выметанной рыбой икры, планируемой конечной средней массы выращиваемой молоди.

Для удобства проведения этих вычислений по каждому виду рыб можно воспользоваться следующей формулой:

$$A = \frac{ГПКК_1 \cdot 100}{ВСМ}$$

где  $A$  — искомое количество производителей, шт.;  $Г$  — площадь водоема, га;  $П$  — рыбопродуктивность водоема для данного вида разводимой рыбы, кг/га;  $К$  — коэффициент соотношения самок и самцов (при соотношении 1:1 он равен 2, при соотношении 1:2 он равен 3 и так далее);  $К_1$  — коэффициент запаса производителей (при запасе 10% он равен 1,1; при запасе 30% он равен 1,3 и так далее); 100 — постоянный расчетный коэффициент;  $В$  — конечная средняя масса молоди, кг (если масса молоди равна 2 г, то она составит 0,002 кг);  $С$  — выживаемость молоди от икры, %;  $М$  — средняя рабочая плодовитость самок, шт. икринок.

Производителей заготавливают в апреле на промысловых тонах, расположенных в низовьях рек, где рыбу ловят неводами. пойманных производителей осматривают, отбирают среди них здоровых средневозрастных особей, отбраковывая молодых и старых особей, травмированных и имеющих внешние признаки заболеваний, помещают в заполненные водой брезентовые носилки или в небольшую лодку-прорезь и доставляют к большим прорезям астраханского типа, в которые их выпускают. самок и самцов заготавливают в соотношении 1:1. При этом резерв (запас) производителей составляет 10—30%. Отсадка производителей различных видов в одну прорезь не допускается. Норма загрузки

производителей в прорезь объемом 35 м<sup>3</sup> следующая: сазан длиной 40—60 см и массой 1,5—5 кг — 1500—2000 шт., лещ длиной 28—35 см и массой 0,6—1 кг — 2000—2500 шт., судак длиной 40—50 см и массой 1—1,5 кг — 800—1200 шт. Рабочая плодovitость сазана равна 250—350 тыс. икринок, леща — 80—140, судака — 150—200 тыс. икринок.

Загруженные производителями прорези закрывают сверху делью, чтобы рыбы не выпрыгивали, а затем при помощи судна-буксировщика транспортируют со скоростью 6—8 км/ч на хозяйство. Для предотвращения травмирования рыб током воды, создаваемым судном, переднюю прорезь буксируют на тросе длиной не менее 20 м. Продолжительность содержания производителей в прорезях не должна превышать 1—2 сут.

Доставленных на хозяйство производителей выгружают из прорезей и сажают в нерестово-выростной водоем, в котором к этому времени должно быть залито водой не менее 10 % площади с нерестовым субстратом (к середине мая его заливают до проектной отметки). Производителей сажают в магистральный канал водоема. Перед посадкой производителей в водоем проводят профилактическую обработку рыб в аммиачных или солевых ваннах.

**Нерест, инкубация икры и выращивание молоди.** Посаженные в водоем производители полупроходных рыб при наступлении нерестовых температур быстро отыскивают в нем места для нереста и концентрируются на них.

Судак нерестится в середине или конце апреля (некоторые особи в начале мая) при температуре воды 12—18°C. Для нереста он использует относительно неглубокие участки водоема (0,5—1 м) со слабым течением воды. Самец перед нерестом отмыкает при помощи грудных плавников сплетения корневой системы надводной жесткой растительности от ила и песка. На отмытые сплетения корешков самка откладывает икру, которую осеменяет самец. Оплодотворенную икру самец охраняет. Инкубация икры продолжается (в зависимости от температуры воды) от 6 до 12 сут. Вылупившиеся предличинки сразу же начинают делать «свечки».

В возрасте 3—4 сут предличинки начинают плавать в толще воды, становятся личинками, которые переходят на смешанное питание, используя не только питательные вещества желточного мешка, но и внешнюю пищу. Затем они переходят на активное питание, потребляя организмы зоопланктона. Личиночный период развития продолжается 35—40 сут. После этого они превращаются в мальков.

Таким образом, сроки начала заливания НВХ и посадки производителей рыб на нерест должны быть максимально сближены, чтобы переход личинок на смешанное и затем активное питание проходил в период интенсивного развития мелких форм зоопланктона.

Нерест сазана и леща проходит в начале мая при температуре 16—19°C на мелководных участках (0,2—0,5 м), ложе которых

покрыто залитой водой луговой растительностью и мягкой подводной растительностью. На эту растительность самки откладывают икру, а самцы ее осеменяют. Оплодотворенные икринки приклеиваются к растительности. Икра этих рыб инкубируется (в зависимости от температуры воды) 5—8 сут. Выклюнувшиеся предличинки имеют небольшой желточный мешок, который обеспечивает их питательными веществами в первые дни жизни. Некоторое время после выклева предличинки в подвешенном состоянии находятся на растениях, но сравнительно быстро они начинают плавать в толще воды и становятся личинками, которые потребляют внешнюю пищу, заглатывая одноклеточные водоросли и коловраток. Затем личинки переходят на активное питание, потребляя мелкие формы зоопланктона. В возрасте 30—35 сут после вылупления личинки превращаются в мальков.

Молодь судака и леща питается в основном организмами зоопланктона, а молодь сазана потребляет преимущественно организмы зообентоса.

Выращивание молоди полупроходных рыб в нерестово-выростных хозяйствах продолжается 30—45 сут. В течение этого времени систематически ведут наблюдения за ростом и развитием молоди рыб, а также за гидрохимическим режимом и состоянием кормовой базы. Периодически водоем удобряют и выкашивают камышекосилками излишнюю водную растительность (тростник, камыш, рогоз, рдест и др.).

При внесении минеральных удобрений растительность не должна занимать более 20—25 % площади водоема. Для обогащения водоема азотом и фосфором применяют аммиачную селитру и суперфосфат. Их вносят в растворенном виде на незаросшие участки водоема, исходя из следующей нормы: 0,4 мг/л азота и 0,1 мг/л фосфора.

Водоем начинают удобрять сразу же после залития свободных от растительности участков (в середине—конце апреля). В этот период, с целью ускорения развития фито- и зоопланктона, минеральные удобрения вносят в водоем сначала дважды через день, а затем — один раз в неделю. Удобрения прекращают вносить за неделю до выпуска молоди рыб из водоема. Обычно за период выращивания молоди рыб вносят в водоем, средняя глубина которого 0,7 м, около 40 кг/га аммиачной селитры и 37 кг/га суперфосфата.

В конце половодья молодь сазана достигает массы 1,5—2 г, леща — 0,2—0,5, судака — 0,5—1,5 г и ее выпускают в реку. Для снижения пресса хищных рыб и повышения выживания выращенной молоди рыб ее выпускают, рассредоточивая по рукавам дельты реки. С этой целью выращенную молодь рыб сажают в специально оборудованные прорези и транспортируют при помощи судна-буксировщика к местам выпуска.

При совместном выращивании молоди судака с другими рыбами стремятся не допустить большого разрыва во времени между сроками нереста судака и мирных рыб. Это обусловлено тем, что

судак только на личиночной стадии развития питается беспозвоночными. Однако молодь леща из-за медленного роста все же становится жертвой подрастающей молоди судака, что снижает эффективность работы НВХ. Кроме того, заготовленные весной производители судака имеют очень растянутый по продолжительности времени нерест. Одна группа особей нерестится при температуре воды до 12—14°C, другая — до 15—16°C, третья — до 17—18°C и даже выше. В связи с этим нерест судака в водоеме может продолжаться от 1 до 3 недель. В результате этого молодь судака весьма разнообразна по своим размерам. Ранняя молодь судака является более крупной. Она переходит на хищничество и поедает мелких особей судака от позднего нереста. Все это снижает численность выращиваемой молоди судака в 5—10 раз, а ее выход часто не превышает 3—5 тыс. шт. с 1 га водоема.

Для повышения эффективности работы НВХ совместное выращивание молоди сазана и леща необходимо осуществлять в водоемах, свободных от излишней высшей водной растительности, что увеличивает выростную площадь и улучшает гидрохимический режим, и с высокой кормовой базой. Это достигается путем проведения агромелиоративных работ. Подавляют развитие макрофитов различными методами: двухлетней зяблевой вспашкой на глубину 50 см с последующим боронованием; двухлетней обработкой по схеме — осенью первого года зяблевая вспашка на 35 см, летом второго года — посев кукурузы, суданки, сорго, а осенью вновь вспашка на 35 см. Такая обработка ложа водоемов позволяет практически полностью освободиться от излишней жесткой водной растительности. Для улучшения нерестового субстрата в водоемах можно сеять по ложу многолетние травы: канареечник тростниковидный и мятлик болотный выдерживают затопление свыше 40 сут. В прибрежной зоне на глубине около 30 см в качестве нерестового субстрата можно использовать овсяницу красную и луговую, пырей ползучий и костер безостый.

В последующий период выращивания повышение продуктивности НВХ достигается путем систематического внесения в водоем органических (зеленых) и минеральных (азотных и фосфорных) удобрений.

При соблюдении всех биотехнических нормативов величина рыбопродуктивности водоемов НВХ может быть 170—240 кг/га и более (130—194 кг/га — по сазану и 40—46 кг/га — по лещу). Выход молоди сазана от икры составляет 5 %, а молоди леща — 15 %. С каждого гектара этих водоемов выпускают в реку 65—97 тыс. шт. молоди сазана средней массой 2 г и 200—230 тыс. шт. — молоди леща массой 0,2—0,5 г.

## **§ 37. РАЗВЕДЕНИЕ СУДАКА В МОНОКУЛЬТУРЕ**

**Заготовка производителей.** Потребность хозяйства в производителях судака устанавливают по формуле, что была приведена в предыдущем параграфе. Заготовку производителей осуществля-

ют осенью (сентябрь—октябрь) на промысловых тонях, расположенных в низовьях рек. Отбирают только нетравмированных производителей при соотношении самок и самцов 1:1, сажают их в носилки, разделенные на 4 секции. Чтобы судаки не травмировались колючими плавниками, в каждую секцию носилок помещают по одной особи. Носилки с судаками доставляют к прорези, в которую сажают их до 1000 шт. Резерв заготавливаемых производителей не должен превышать 30 %.

Загруженную производителями прорезь доставляют при помощи судна-буксировщика на хозяйство, где судаков вновь осматривают и отбраковывают травмированных за время перевозки. Затем производителей сажают в носилки и переносят в зимние маточные пруды, в которых их выдерживают до весны. Площадь одного маточного пруда не превышает 0,1 га. Его глубина — 1,5—2 м. Соотношение ширины к длине пруда составляет 1:3. Ложе пруда свободно от растительности. В каждый такой пруд сажают на выдерживание до 1000 производителей (500 самок и 500 самцов).

**Выдерживание производителей.** В зимних маточных прудах производителей выдерживают до марта. За период их выдерживания ведут систематические наблюдения за температурой и газовым режимом воды в прудах. Выдерживают производителей в слабопроточной воде (полный водообмен в прудах должен происходить за 10 сут), где содержание в воде растворенного кислорода не менее 5 мг/л.

Со второй половины октября по март производителей кормят мелкой малоценной рыбой. Суточный рацион составляет в среднем 1 % их массы.

Весной производителей пересаживают в летние маточные пруды, площадь каждого из которых равна 0,1 га (соотношение ширины к длине 1:4), а глубина — 1,5 м. При этом самок сажают отдельно от самцов. Плотность посадки производителей составляет 15 особей на 10 м<sup>2</sup>.

**Нерест.** Когда температура воды повысится до 8 °С, производителей судака сажают на нерест в специальные нерестовые пруды, площадь каждого из которых не должна превышать 0,5 га (ширина по дну — около 10 м). Глубина этих прудов — 1,5 м. Их дно должно быть твердым, свободным от ила и растительности. Вода подается в нерестовые пруды в объеме, обеспечивающем в них постоянный уровень, который может падать в результате испарения и фильтрации.

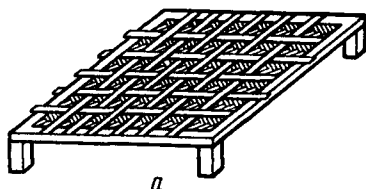
В нерестовых прудах должны быть установлены в шахматном порядке искусственные нерестилища (гнезда). Каждое гнездо представляет собой деревянный каркас, на который кладут сделанный из алюминиевой проволоки круг диаметром около 1 м, переплетенный капроновыми нитями. На сетчатое основание круга уложены пучки капроновых нитей (рис. 64). Количество установленных в прудах гнезд соответствует числу пар сажаемых на нерест производителей (одно гнездо для самки и самца). В нересто-

вый пруд, площадь которого 0,5 га, обычно сажают 500 пар производителей (500 самок и 500 самцов).

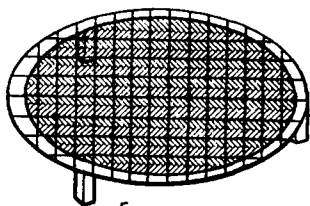
Для проведения нереста судаков в сжатые сроки (в течение 2—3 сут), что дает возможность выращивать в дальнейшем одноразмерную молодь и ликвидировать массовый каннибализм, каждому из них перед посадкой в нерестовые пруды делают гипофизарные инъекции. Производителей инъецируют в спинные мышцы. В зависимости от температуры воды самкам вводят 1,2—2,4 мг сухого препарата судачьих гипофизов, а самцам — половину этих доз. Вместо гипофизарных инъекций можно применять инъекции хориоганина. В этом случае самкам вводят 150—250 ед. хориоганина, а самцам — половину этих доз. Рабочая плодовитость самок судака составляет 200 тыс. икринок.

После нереста производителей отложенную на искусственные гнезда икру переносят вместе с субстратом в инкубационное помещение.

**Инкубация икры.** Для инкубации икры судака применяют моросильную камеру Войнаревича. Эта камера представляет собой помещение размером 5×2,5×2,5 м, в котором икра инкубируется во влажной среде. Для создания необходимой влажности по обеим его боковым стенкам на высоте 2 м уложены водопроводные трубы, в которых через каждые 0,5 м установлены водораспылители. Пол имеет уклон к центру камеры, где устроен водоспуск. В середине камеры установлены поперечные стойки длиной 1,5 м и высотой 1,8 м, на которые вешают гнезда с оплодотворенной икрой. Вдоль стен камеры оставлен проход шириной 0,5 м. За несколько часов до начала выклева эмбрионов гнезда с икрой в стадии вращающегося эмбриона снимают со стоек и переносят в заполненные водой желоба, ванны или непосредственно в водоем, где и происходит ее доинкубация. В такой камере можно одновременно инкубировать до 20 млн. икринок судака. Расход воды в камере небольшой. Каждый распылитель пропускает около 20 л воды в час. Вода выходит из распылителей под давлением 0,5—2,5 атм. Для снабжения моросильной камеры нужным количеством воды можно использовать постоянно действующий водопровод или засасывающий насос с двигателем в 0,5—1 л. с., или какую-либо другую водоподающую установку. При таком методе инкубации икры требуется небольшое количество воды, которое практически можно при необходимости очистить, подогреть или охладить. Отход икры за период инкубации составляет 5—10 %.



а



б

Рис. 64. Искусственные гнезда для судака:

а — прямоугольное; б — круглое



При отсутствии моросильной камеры инкубацию икры судака проводят непосредственно в нерестовом пруду. При этом отходы икры за период инкубации составляет 20—30 %.

**Выращивание молоди.** Молодь судака выращивают в прудах площадью 25—50 га. Глубина выростного пруда — 1,5—1,8 м. Его ложе должно быть свободно от лишней растительности и не заилено. Выростные пруды заливают водой до проектной отметки за 3 сут до помещения в них на доинкубацию икры судака. На 1 га выростного пруда помещают 4—5 гнезд с икрой. Постоянная проточность воды в выростных прудах не обязательна. Необходимо лишь не допускать в них падения уровня воды в результате испарения и фильтрации, а также следить за поддержанием благоприятного газового режима.

Выклюнувшиеся предличинки через 3—4 сут становятся личинками, которые переходят на смешанное питание, потребляя мелкие организмы зоопланктона. Для обеспечения личинок судака достаточным количеством беспозвоночных в пруды вносят те же минеральные удобрения и по тем же нормам, что и при выращивании молоди судака совместно с сазаном и лещом.

При отсутствии молоди сазана и леща дифференцировка в размерах отдельных одновозрастных групп молоди судака очень незначительна, что позволяет избежать каннибализма. За 40 сут выращивания молодь судака достигает массы 1,5 г, а ее выживание от икры составляет 15 %. Рыбопродуктивность прудов — 135—225 кг/га, и, следовательно, количество получаемой молоди судака составляет 90—150 тыс. шт. с каждого гектара пруда.

Выращенную молодь судака выпускают из прудов в реку или вывозят в прорезях непосредственно в морское предустьевое пространство. При выпуске этой молоди сброс воды из выростных прудов должен быть независимым от уровня паводка в реке и должен осуществляться в возможно короткие сроки — в течение 5—10 сут.

После выпуска молоди, который завершается к середине июня, одну часть (25 %) выростных прудов оставляют сухими для проведения в них мелиоративных работ. Ложе этих прудов вспахивают, боронуют и используют до осени под сельскохозяйственные культуры. Другую часть прудов (75 %) вновь заливают водой и используют до осени под выращивание молоди растительных рыб, что снижает сезонность рыбоводных работ и значительно повышает рентабельность хозяйств.

## **§ 38. НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫЕ ХОЗЯЙСТВА ЛИМАННОГО ТИПА**

Нерестово-выростные хозяйства лиманного типа — это мелиорированные водоемы с управляемым водным режимом. Подача пресной воды осуществляется из реки или протоки, или из другого какого-либо пресного водоема. Сбрасывается вода в море. На участках водозабора и водосброса сооружены шлюзы. Такого ти-

па хозяйства расположены в основном в Азово-Кубанском районе. Объектами их разведения являются судак и тарань.

Осушенные после рыбоводного сезона водоемы заполняют сначала морской водой, а подачу пресной воды начинают с декабря — января. К середине февраля водоемы должны быть заполнены водой до проектного уровня.

Зарыбление водоемов осуществляется путем самозахода из моря судака и тарани и их нереста. Для активного захода производителей этих рыб в водоемы с середины февраля до середины апреля обеспечивают расход воды, сбрасываемой через шлюзы в море, около 5 м<sup>3</sup>/с. Если во время миграции судака и тарани в водоемы хозяйств наблюдается массовый ход малоценных рыб, то при помощи установки на морских шлюзах шандор создают для них непреодолимые перепады (разность уровней воды в верхнем и нижнем бьефах должна быть не менее 0,5 м). В этом случае отлавливают производителей судака и тарани ниже шлюзов и пересаживают их в водоемы, отбраковывая травмированных особей.

Необходимое количество производителей судака и тарани для зарыбления водоемов устанавливают по выростной площади и биотехническим нормативам: соотношение самок и самцов в гнезде, средняя плодовитость, количество гнезд на 1 га, выживаемость молоди от икры, средняя масса выпускаемой молоди, рыбопродуктивность.

Пропустив в водоемы необходимое количество производителей судака и тарани, в шлюзах устанавливают обтянутые сеткой рамы, которые препятствуют дальнейшему заходу рыбы. После нерестового периода эти рамы вынимают из пазов шлюзов и дают возможность свободному скату производителей судака и тарани в море.

В хозяйствах ведут наблюдения за количеством отложенной икры, ее инкубацией, переходом личинок на активное питание, за распределением, ростом, развитием и выживаемостью молоди, а также за состоянием кормовой базы. В этот период систематически определяют в водоемах температуру воды, содержание O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>, устанавливают рН, поддерживают в них постоянный проектный уровень воды.

В течение вегетационного периода водоемы сильно зарастают подводной и надводной растительностью, что приводит к значительному сокращению площади обитания молоди рыб. Одним из методов борьбы с зарастанием водоемов является выкос жесткой надводной растительности, который обычно начинают в ранние сроки, когда появляются одиночные молодые побеги. Скошенную растительность не убирают из водоемов. Она используется как органическое удобрение, обеспечивающее увеличение в водоемах биомассы фито- и зоопланктона. Прибрежную жесткую растительность выкашивают за сезон три раза.

При достижении молодью судака и тарани средней массы соответственно 0,5 и 0,3 г проводят учет ее численности бонитиро-

вочным методом. После этого открывают шлюзы и выпускают молодь в море.

Завершив выпуск молоди, в начале июля осушают водоемы путем сброса воды самотеком в море при закрытых водоподающих шлюзах. После того как уровень воды в лиманах сравнивается с уровнем моря, водосбросные шлюзы также закрывают и осуществляют механическую откачку воды. После осушения водоемов проводят осмотр и ремонт гидротехнических сооружений и насосных станций, укатывают ложе и выжигают жесткую надводную растительность. При необходимости ложе вспахивают и сеют сельскохозяйственные культуры.

В кубанских лиманах, где нерестилища сильно зарастают растительностью (свыше 30 т растительности на гектар), мелиорацию проводят по следующей схеме. В первые три года выращивают совместно белого амура до товарной массы с молодью судака и тарани. В зависимости от биомассы водной растительности лиманов рекомендуется зарыблять их в весенний период (при температуре воды свыше 10°C) годовиками белого амура из расчета 700—1200 шт/га. За три года в лиманах происходит подавление излишней водной растительности, которая выедается белым амуром на 70 %. Прирост массы двухлетков этой рыбы достигает 0,3—0,5 кг, трехлетков—1—2,3, четырехлетков—1,5—2,5 кг. Средняя масса вылавливаемого белого амура равна 3—4 кг, а средняя рыбопродуктивность лиманов по выращиваемому объекту составляет 100 кг/га. При этом в воде повышается содержание кислорода, гидрокарбонатов, кальция, минерального азота и фосфора, а рН снижается до слабо щелочной. На четвертый год лиманы выводят на летование с применением комплекса агротехнических мероприятий, предусматривающих вспашку и посев сельскохозяйственных культур. Затем мелиорированные лиманы используют в течение трех лет для размножения судака и тарани, молодь которых ежегодно выпускают в море. Совместно с молодью этих рыб выращивают также белого толстолобика от годовика до товарной массы из расчета 100 шт/га.

По истечении семи лет завершается цикл эксплуатации лиманов.

В Азербайджане в НВХ лиманного типа разводят сазана, леща, судака, воблу, кутума, рыба и шемаю.

## Глава 11

### КОНТРОЛЬ И УЧЕТ В РЫБОРАЗВЕДЕНИИ

#### § 39. КОНТРОЛЬ

На рыбоводных заводах и хозяйствах проводят оценку качества работы этих предприятий. Целью такого контроля является улучшение качества продукции, сокращение ее потерь, выявление

нарушений в биотехническом процессе и принятие мер к их ликвидации.

**Контроль качества спермы.** О качестве спермы судят прежде всего по ее внешнему виду. Сперма хорошего качества, как правило, бывает умеренной густоты, имеет желтоватый оттенок (у осетровых) или чисто-белый цвет. Такая сперма содержит высокую концентрацию сперматозоидов, способных активно двигаться в воде. Средняя по качеству сперма менее густая и имеет белый цвет. Сперма низкого качества жидкая и с синеватым оттенком. В ней мало сперматозоидов, которые к тому же часто имеют слабую активность движения в воде.

Более точную характеристику качества спермы можно дать только после просмотра ее под микроскопом, что позволяет установить ее концентрацию и активность.

Концентрация спермы — это количество сперматозоидов в единице объема семенной жидкости (например, в 1 мм<sup>3</sup>). Количество сперматозоидов устанавливают под микроскопом в счетной камере. Чем выше численность сперматозоидов в семенной жидкости, тем больше количество икринок может быть осеменено. В связи с этим тем лучше качество спермы, если она также обладает высокой активностью.

Активность спермы — это продолжительность поступательных движений сперматозоидов в воде, которую определяют с помощью микроскопа. Для этого на предметное стекло наносят каплю спермы, прибавляют каплю воды, которая активизирует сперматозоиды, и устанавливают время от начала до конца поступательных движений сперматозоидов. Затем делают оценку качества спермы, используя для этого уже известные показатели активности спермы, свойственные данному виду рыб. Чем выше активность спермы, тем вероятнее, что сперматозоиды проникнут в икринки, т. е. они оплодотворят их, и, следовательно, тем лучше ее качество.

Упрощенный метод оценки качества спермы с использованием только показателя ее активности разработан Г. М. Персовым по следующей пятибалльной шкале:

балл 5 — заметно движение всех сперматозоидов; движение спермиев только поступательное, а их подвижность так велика, что трудно акцентировать внимание на каком-нибудь сперматозоиде;

балл 4 — хорошо выражено поступательное движение спермиев, но в поле зрения встречаются сперматозоиды с так называемым зигзагообразным и колебательным движением;

балл 3 — зигзагообразное и колебательное движение сперматозоидов преобладает над поступательным их движением, уже имеются неподвижные спермии;

балл 2 — поступательного движения сперматозоидов почти нет, имеется только колебательное и изредка зигзагообразное их движение; очень много неподвижных спермиев;

балл 1 — все спермии неподвижны.



Рис. 65. Отмирающее яйцо осетра

При оценке 5 баллов качество спермы отличное, 4 — хорошее, 3 — удовлетворительное, 2 и 1 — неудовлетворительное.

**Контроль качества икры, предличинок и личинок.** О качестве икры можно судить по ее внешнему виду. Икра хорошего качества прозрачна (кроме икры осетровых), округлой формы, упругая и имеет свойственную данному виду окраску.

Живую икринку осетровых можно отличить от мертвой по пигментному рисунку на анимальном полюсе. У живой икринки характерный пигментный рисунок анимального полюса, который нарушается при дегенерации икринки.

Однако внешние признаки икры не всегда правильно характеризуют ее качество. Поэтому оценку качества икры производят не только по ее внешнему виду, но и используя другие приемы (см. § 18).

Незрелая или перезрелая икра имеет плохое качество и непригодна для рыбоводства. Икринки с поврежденными оболочками также нельзя использовать для этих целей.

Несколько сложнее оценивать качество развивающейся икры. Это объясняется тем, что в начале инкубации активированные неоплодотворенные (партеногенетического развития) икринки и икринки полиспермного оплодотворения (осетровых рыб) весьма трудно отличить невооруженным глазом от нормально развивающихся икринок. В связи с этим наиболее надежным методом проверки качества развивающейся икры является прямое наблюдение за ходом процесса дробления. Для этого из партии инкуби-

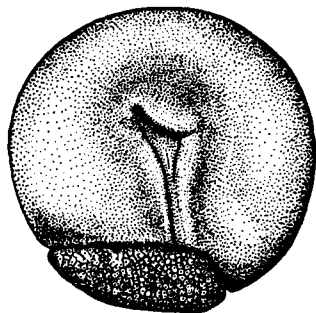


Рис. 66. Зародыш осетра на стадии поздней нейрулы с большим размером желточной пробки

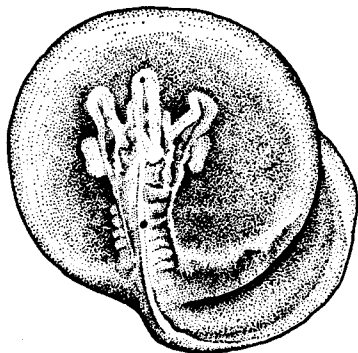


Рис. 67. Зародыш осетра без головы

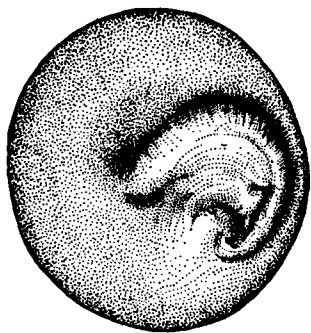


Рис. 68. Зародыш осетра имеет только уродливый, резко укороченный хвост

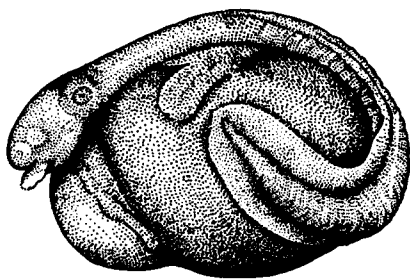


Рис. 69. Зародыш осетра с уродливой головой, искривленным хвостом и водянкой околосердечной полости

руемой икры берут пробу из разных мест и просматривают под биноклем или лупой. Активированные и полиспермного оплодотворения яйца проходят начальные стадии дробления, но оно протекает нетипично, беспорядочно, а борозды закладываются неодинаковыми (см. рис. 34). Эти яйца отмирают (рис. 65). Установив по взятой пробе количество мертвых и ненормально развивающихся зародышей, определяют процент недоброкачественной инкубируемой икры. Ненормальное развитие зародышей может проявляться и на более поздних стадиях развития (рис. 66—71). Поэтому при установлении качества зародышей и личинок пользуются наглядными пособиями, характеризующими нормальное их развитие, а также показывающими наиболее часто встречающиеся аномалии в их развитии, которые приводят к гибели.

Качество предличинок устанавливают по относительным величинам наличия уродливых и нормально развивающихся вылупившихся зародышей. Для оценки качества личинок берут пробы из каждой партии и по ним определяют также процент развивающихся нормально. В случае обнаружения нарушений в развитии

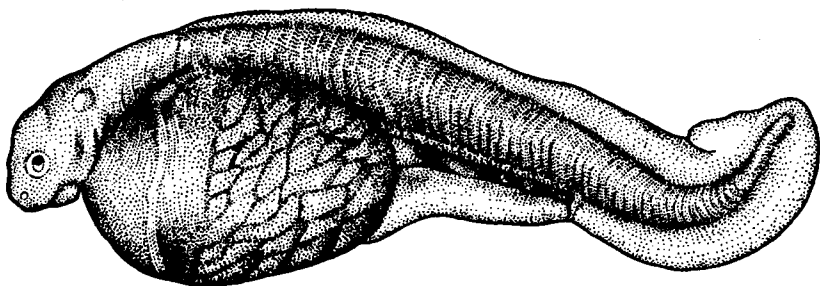


Рис. 70. Зародыш осетра с укороченным хвостом, загибающимся вверх, и уродливой оторочкой

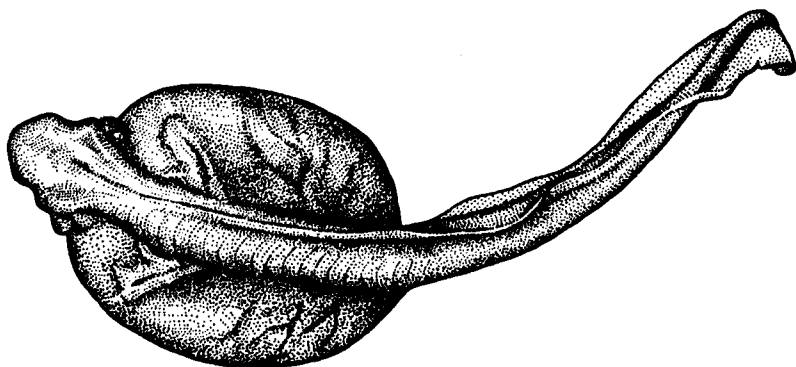


Рис. 71. Зародыш осетра с искривленным хвостом

большого количества зародышей и личинок необходимо выяснить его причины, с тем чтобы устранить их в дальнейшем.

Этот контроль показывает, насколько правильным был режим в период инкубации икры, выдерживания предличинок и подращивания личинок. Кроме того, такая проверка дает представление о показателе качества исходного материала, из которого будет выращиваться молодь.

**Контроль качества молоди.** В настоящее время особо важное значение имеет контроль за качеством выращиваемой молоди промысловых рыб, естественный процесс размножения которых нарушен, а искусственное разведение призвано обеспечивать воспроизводство их запасов.

При оценке качества молоди выявляются возможные отклонения у некоторых ее особей (в отдельных случаях ее группах и даже партиях) от ее морфофизиологических признаков и особенностей поведения, свойственных данному виду рыб, в результате нарушения режима содержания или питания в искусственных условиях. Это дает возможность установить причины ненормального развития молоди и их устранить.

Качество молоди определяют по внешним признакам (форма тела, развитие чешуи или жучек, окраска кожных покровов), среднему показателю массы, биохимическому составу тела, анализу крови, состоянию и развитию внутренних органов, способности противостоять водному потоку и реакции защиты от хищников, готовности организма к смене среды обитания (потребность организма в переходе от пресной воды к морской).

Вся работа по контролю качества рыбоводной продукции выполняется заводскими лабораториями.

#### § 40. УЧЕТ

**Учет икры.** В рыбоводстве применяют два метода учета икры: объемный и весовой.

**Объемный метод.** При учете икры объемным методом используют мерные кружки вместимостью 0,5—1 л и мерные стаканчики объемом 1—5 см<sup>3</sup>.

Первоначально кружками измеряют объем всего количества икры. Затем заполняют икрой мерный стаканчик и просчитывают количество икринок в нем. Заполнение стаканчика икринками и их подсчет повторяют 3 раза для установления средней величины. Зная количество икринок, содержащихся в определенном объеме стаканчика, устанавливают количество икринок, находящихся во всем измеренном объеме взятой от самок икры.

**Пример.** Объем всего количества икры равен 1 л, а в 5 см<sup>3</sup> стаканчика содержится 530 икринок, значит, общее количество икринок составит

$$\frac{530 \cdot 1000}{5} = 106 \text{ тыс. шт.}$$

**Весовой метод.** При этом методе первоначально взвешивают все количество взятой от самок икры; затем берут 2—3 небольшие порции икры (при мелкой икре обычно берут порции по 0,2—0,4 г, средней — 1—3, крупной — 10—20 г), взвешивают их, поштучно просчитывают количество икринок в каждой порции и определяют среднее количество икринок в 1 г. Зная количество икринок в 1 г икры, устанавливают количество всей икры.

**Пример.** Общая масса взятой от самок икры равна 3,5 кг, а в 1 г содержится в среднем 45 икринок. Отсюда легко установить, что в 3,5 кг икры содержится:  $45 \cdot 3500 = 157,5$  тыс. икринок.

**Учет предличинок и личинок.** Во время каждого отбора мертвых икринок, находящихся в инкубируемой икре, учитывают их количество и записывают в журнал. В конце инкубационного периода эти данные суммируют и получают общее количество погибшей икры. По разности между количеством икринок, заложенных на инкубацию и погибших, определяют количество выклюнувшихся предличинок. Затем по проводимому учету ежедневного отхода предличинок устанавливают количество личинок.

Кроме этого метода учета выклюнувшихся предличинок, а следовательно, и определения отхода икры за период инкубации, на осетровых рыбозаводах применяют также эталонный метод. Этот метод используют при спуске предличинок из инкубационных аппаратов и их посадки в бассейны и садки. Сущность метода заключается в том, что из инкубационного аппарата или сетчатого садка, установленного в личиночном накопителе, отлавливают сеточной «грохоткой» предличинок, которых просчитывают и сажают в заполненный водой эмалированный таз. Отсадив в таз определенное количество предличинок, его ставят на стол. В дальнейшем в тазы наливают такой же объем воды, как и в эталонном тазу, и помещают в них предличинок без счета. Когда плотность отсаживаемых в каждый таз предличинок сравняется с плотностью предличинок в эталонном тазу, записывают количество полученных предличинок из инкубационного аппарата или



группы аппаратов. При этом подсчитанные предличинки незамедлительно доставляются в цех выращивания молоди. После полной разгрузки инкубационных аппаратов и пересадки всех предличинок в бассейны или садки этого цеха устанавливают общее количество выклюнувшихся предличинок.

П. А. Улановский предложил проводить подсчет количества предличинок осетровых рыб методом взвешивания. Этот метод предусматривает взвешивание предличинок отдельными партиями. Зная массу каждой партии предличинок и среднюю массу одной предличинки в каждой из них (путем взвешивания 50—100 предличинок), делают пересчет на содержащееся количество предличинок в этих партиях.

Количество личинок осетровых рыб, подращиваемых в бассейнах, можно определять с помощью «счетного сектора». Этот сектор, опущенный в бассейн, когда личинки в нем равномерно распределены, отсекает 10 % его площади. Затем в отсеченной части бассейна проводят с помощью сеточной «грохотки» поштучный подсчет личинок. Определив число личинок в секторе, умножают его на 10 и устанавливают количество личинок во всем бассейне.

**Учет молоди.** В основном используют три метода учета молоди: сплошной, повременный и бонитировочный. Однако применяют также учет молоди по величине отхода рыбоводной продукции.

**Сплошной метод учета.** Этот метод бывает поштучный, объемный и весовой.

Сплошной поштучный метод учета применяют при оценке количества выращенной молоди осетровых рыб и лососей в бассейнах. При этом методе воду из бассейна сбрасывают и выпускают молодь. Вода вместе с молодью сбрасывается через спускную трубу бассейна и попадает в подставленное под нее ведро. Верх ведра обтянут припаянной металлической сеткой, позволяющей сбрасывать и задерживать молодь. Поступившую в ведро молодь просчитывают с помощью сачка и выпускают в водосбросной канал, который соединен с рекой, или же в заполненную водой транспортировочную тару.

Сплошной объемный метод учета молоди применяют на рыбоводных заводах при ее выпуске из прудов, площадь которых не превышает 2—4 га. Учет количества выращенной молоди осуществляют в рыбоуловителе, изготовленном из металлической сетки и установленном под водоспускным сооружением пруда. Поступающая из пруда вода вместе с рыбой попадает в рыбоуловитель. Здесь молодь по мере накопления отлавливают металлическим мерным черпаком (объемом 0,5—2 л) с часто просверленными по всей его поверхности отверстиями, предназначенными для пропуска воды. Черпак полностью заполняют молодью, а выпускают ее в водосбросной канал или транспортировочную тару с водой. При этом отмечают в журнале количество черпаков. В первой порции и дальше через каждые 10 черпаков молодь поштучно считают и таким образом устанавливают среднее ее количество в черпаке. После спуска пруда определяют общее количество выращенной

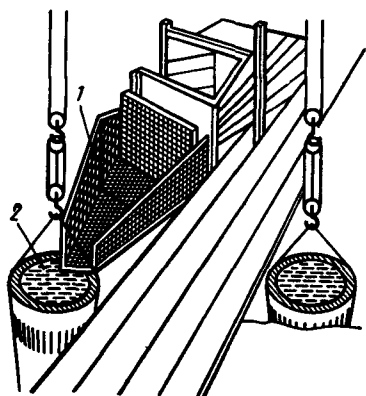


Рис. 72. Учетный аппарат Елисеева:  
1 — лоток; 2 — бадья

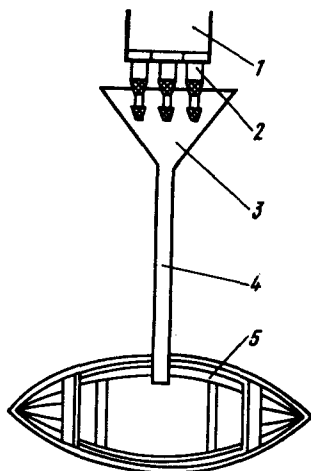


Рис. 73. Приспособление для загрузки прорезей молодью рыб:  
1 — коробка шлюза; 2 — аппарат Елисеева; 3 — «двор»; 4 — лоток; 5 — прорезь

молоди, умножив общее количество черпаков на ее среднее число в черпаке.

Сплошной весовой метод учета молоди применяют на рыбо-водных предприятиях, в которых площадь каждого пруда не превышает 25—50 га. При этом методе всю выращенную молодь, спускаемую из водоема, улавливают при помощи аппаратов Ф. Е. Елисеева, устанавливаемых в пролетах шлюза вместо снятой шандоры. Этот аппарат представляет собой деревянный лоток, средний участок дна которого затянут сеткой (рис. 72). Ширина лотка равна ширине пролета шлюза. В конце лотка имеются пазы, в которые вставляют сетчатую подставку с рамкой из сетки, препятствующей выходу молоди из лотка. Вода, вытекающая из пруда, идет по лотку и в основной своей массе сбрасывается через участок его сетчатого дна, а молодь задерживается в небольшом ее слое. Под подставку подводят бадью с сетчатыми стенками, подвешенную на блоке. Приподняв сетчатую рамку, молодь сбрасывают с небольшим слоем воды в эту бадью. Наполненную молодью бадью взвешивают на динамометре, входящем в общую подвесную систему, а под аппарат подводят другую бадью. Затем молодь выпускают в водосбросной канал или в подведенный под аппарат длинный деревянный лоток, из которого она в небольшом слое воды сбрасывается в реку или прорезь (рис. 73). Определенную на динамометре массу молоди в каждой бадье записывают в журнал. При этом через каждые 2 ч берут небольшую по массе контрольную пробу и взвешивают. Пробу разбирают по размерному и весовому составу молоди. Затем по-

штучно в ней подсчитывают количество молоди и определяют среднюю массу одного экземпляра. Установив количество молоди во взятой пробе и зная общую массу скатившейся из водоема молоди за 2 ч, делают пересчет на количество выпущенной молоди за это время, а полученный результат записывают в журнал. Если выращивание молоди производилось в поликультуре, то пробу разбирают не только по размерному и весовому составу молоди, но и по видовому составу рыб. Затем таким же образом определяют количество выпущенной молоди по каждому виду рыб. Когда уровень воды в спускаемом пруду снизится и прекратится ее сброс, вынимают шандору и опускают аппарат до следующей шандоры. Эту операцию повторяют до полного спуска воды из пруда. Запись о количестве выпущенной молоди производят в журнале нарастающим итогом в течение суток, декады и всего периода спуска пруда.

**Повременный метод учета.** Этот метод применяют в нерестово-выростных хозяйствах при спуске водоемов. При этом методе проводят через каждые 2 ч отлов и измерение объема всей молоди, скатившейся в течение 1—5 мин (в зависимости от интенсивности ската). Пробы берут специальным мальковоуловителем в толще сбрасываемой через шлюз воды, делая пересчет соотношения площади уловителя к площади сечения воды в пролете (или пролетах) шлюза, а также ловушкой, перекрывающей все сечение воды в шлюзе. Взятую пробу измеряют сетчатой кружкой объемом 0,5 л и выпускают в водосбросной канал, из которого молодь уходит в реку. Одну из кружек, наполненную молодью на 0,1—0,2 л (в зависимости от индивидуальной массы рыбы), разбирают по видовому, размерному и весовому составу и просчитывают. Зная количество молоди каждого вида рыб, которое содержится в 0,1—0,2 л кружки, определяют количество молоди этих рыб, содержащейся во всех измеренных кружках. Если проба была взята не со всей площади сечения шлюза, то проводят необходимый пересчет на соответствующее количество молоди рыб. Затем, установив количество молоди по каждому виду рыб, выпущенной из водоема за 1—5 мин, определяют количество молоди этих рыб, прошедшей через шлюз за 2 ч. Эти сведения заносят в журнал нарастающим итогом в течение всего периода спуска водоема.

Кроме повременного объемного метода учета, в нерестово-выростных хозяйствах широко применяют также повременный весовой метод учета молоди рыб. При этом методе в течение всего времени спуска водоема проводят через каждые 2 ч отлов и взвешивание всей молоди рыб, скатившейся за 1—5 мин (в зависимости от интенсивности ее ската). Как и при сплошном весовом методе учета, скатывающаяся из водоема молодь рыб проходит через аппараты Ф. Е. Елисеева или через подобные им устройства А. И. Мещерякова и А. А. Савенкова (рис. 74) и попадает в установленную в воде сетчатую бадью, которую после заполнения рыбой вынимают из воды и быстро взвешивают на динамо-

метре. Взвешенную рыбу выпускают из бадьи в водосбросной канал, из которого она уходит в реку, или в установленную в реке прорезь, в которой ее вывозят. Затем по разности массы бадьи с рыбой и пустой бадьи устанавливают массу скатившейся молодежи за 1—5 мин. После этого берут небольшую пробу, которую взвешивают, разбирают по видовому, размерному и весовому составу рыб. Разобрав пробу, поштучно подсчитывают количество молодежи каждого вида рыб и определяют ее среднюю массу. Располагая этими данными, сначала делают пересчет на количество молодежи каждого вида рыб во всей взвешенной в бадье массе рыб, скатившейся за 1—5 мин, а затем на количество молодежи этих видов рыб, выпущенной за 2 ч. Результаты учета количества молодежи каждого вида рыб записывают в журнал, как и при сплошном весовом методе учета, нарастающим итогом за сутки, декаду и за весь период спуска водоема.

**Бонитировочный метод учета.** Учет молодежи этим методом проводят в нерестово-выростных хозяйствах, организованных на больших по площади водоемах. Учет проводят перед началом ската молодежи рыб из водоема, когда она рассредоточена по всей его площади равномерно. В этот период устанавливают в водоеме зоны с открытым водным зеркалом и зоны с различным характером и неодинаковой интенсивностью зарастания водной растительностью, принимая во внимание также распределение глубин.

В каждой зоне намечают сетку станций отбора проб молодежи рыб. При этом в сильно заросших зонах делают прокосы. Скошенную растительность убирают, освобождая водное зеркало в каждой образовавшейся полосе. Пробы молодежи рыб берут одновременно на всех намеченных станциях в каждой зоне с помощью волокуш или небольших тралов с определенным коэффициентом уловистости. Собранные пробы обрабатывают по видовому, размерному, весовому и количественному составу молодежи рыб. Зная площадь облова молодежи рыб по каждой станции, коэффициент уловистости орудия лова и площадь зон, определяют количество молодежи рыб в водоеме. Иногда пробы молодежи рыб берут в водоеме по методу случайных чисел. В этом случае применяют вероятностно-статистические методы расчета количества молодежи рыб в водоеме. Бонитировочный метод применяют также для учета молодежи осетровых и белорыбицы в прудах. Использование бонитировоч-

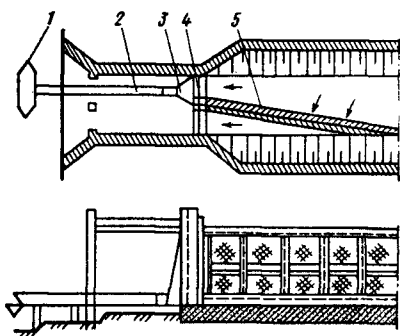


Рис. 74. Схема устройства А. И. Мещерякова и А. А. Савенкова для выпуска и учета молодежи рыб из нерестово-выростного хозяйства:

1 — прорезь; 2 — шланг; 3 — заливающая камера; 4 — пролет шлюза; 5 — водоотделяющая сетчатая стенка

ного метода учета молоди рыб позволяет значительно сократить сроки ее выпуска из водоема.

Учет молоди по величине отхода рыбоводной продукции. Этот метод применяют на лососевых заводах Дальнего Востока. При этом учет выпускаемой молоди тихоокеанских лососей ведут по рыбоводным журналам, вычитая отходы икры, личинок и мальков от общего количества заложенной на инкубацию икры. В связи с этим на протяжении всего периода производственного процесса отражают в журналах отход икры, личинок и мальков, который определяют поштучно, если величина его незначительна, или объемно-весовым методом. При массовой гибели личинок и молоди определяют отход на 1 м<sup>2</sup>, а затем делают пересчет на всю площадь, где наблюдалась гибель рыбоводной продукции.

## Глава 12

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЫБОВОДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

#### § 41. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ

Проектирование рыбоводных предприятий должно осуществляться на основе технико-экономических обоснований (ТЭО), подтверждающих экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость их проектирования и строительства, и может проводиться в одну стадию (технический проект, совмещенный с рабочими чертежами) или в две (технический проект и рабочие чертежи) стадии. Проектирование в две стадии осуществляют для крупных и сложных промышленных комплексов, а также в случаях применения новой неосвоенной технологии производства, головных образцов сложного и технологического оборудования и при особо сложных условиях строительства.

Технический проект разрабатывается на основе задания на проектирование и инженерных изысканий, которым предшествует работа по выбору места расположения предприятия (площадки для строительства), выполняемая на стадии ТЭО.

Для проектирования и строительства рыбоводных предприятий выбирают площадки на берегах рек, озер и водохранилищ. Если сток реки зарегулирован, то площадку выбирают в ее низовьях и приплотинной зоне. Площадка должна быть расположена вблизи населенного пункта и находиться недалеко от рыбопромыслового участка, где будет осуществляться заготовка производителей для рыбоводных целей, и иметь удобную транспортную связь с ним. Это позволит без особых затруднений перевозить заготовленных производителей на хозяйство, или завод. Кроме того, площадка должна быть удобной для выпуска будущим предприятием выращенной молоди рыб в реку (озеро, водохранилище) или доставки ее к местам нагула в море.

Рельеф площадки должен быть пригоден для расположения всех необходимых построек и сооружений и обеспечивать самоотечный сброс воды с будущего предприятия. Ширина площадки не должна быть более 1 км. Площадь площадки должна быть в соответствии с заданной по ТЭО мощностью проектируемого предприятия по выращиванию молоди рыб, с учетом коэффициента плотности застройки и возможности его расширения.

Геологические и гидрологические условия площадки должны отвечать требованиям, предъявляемым к качеству грунтов с целью их использования для возведения гидротехнических сооружений и зданий. При намечаемом строительстве прудов необходимо их размещать на маловодопроницаемых грунтах. Это позволит избежать больших потерь воды на фильтрацию. Наилучшие подстилающие грунты — суглинки, мощность слоя которых не менее 1 м. Недопустим выход грунтовых вод на поверхность. Уровень грунтовых вод на площадке не должен быть меньше 1 м от поверхности земли.

Площадка должна иметь участки, на которых можно построить производственно-хозяйственный центр и жилой поселок.

Особое внимание при выборе площадки должно быть обращено на источник водоснабжения проектируемого предприятия. Этот источник должен быть не загрязнен промышленными и бытовыми сточными водами.

Физико-химические показатели воды источника должны удовлетворять требованиям объектов разведения проектируемого рыбоводного предприятия. Источник водоснабжения должен бесперебойно обеспечивать рыбоводное предприятие необходимым объемом воды в разные по водности годы, включая и маловодные.

При выборе площадки необходимо предусмотреть возможность самотечного или механического водозабора. Если технически можно осуществить только механическую подачу воды на будущее предприятие, то на площадке должно быть место для строительства насосной станции.

Исходя из требований, предъявляемых к площадке под рыбоводное предприятие, проектная организация по соглашению с заказчиком выполняет работу, позволяющую решить вопрос о пригодности площадки под строительство рыбоводного предприятия и о целесообразности проведения в этом месте детальных изысканий.

## **§ 42. СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Задание на проектирование рыбоводного предприятия составляет заказчик проекта на основе утвержденного акта выбора площадки и в соответствии с технико-экономическими показателями (включая стоимость строительства), принятыми в ТЭО. В том случае, если ТЭО не разрабатывалось, в состав задания на проектирование включают технико-экономические расчеты, обосновывающие эффективность строительства.

Проектная организация должна принимать непосредственное участие в подготовке задания на проектирование (обычно в лице главного инженера проекта или его заместителя), так как сюда входят работы по разработке проекта предприятия.

В задании на проектирование указывают: наименование и местоположение рыбоводного предприятия; основание для проектирования (ТЭО строительства проектируемого предприятия или утвержденная схема развития рыбного хозяйства в данном районе); наименование заказчика и его ведомственное подчинение; источник финансирования; наименование генеральной проектной организации; стадийность проектирования; объекты разведения (виды рыб) в проектируемом рыбоводном предприятии и метод их выращивания (прудовый, бассейновый, комбинированный); мощность рыбоводного предприятия по выпуску выращенной молодежи рыб по каждому объекту разведения (в штуках); конструкции аппаратов, бассейнов, садков и прудов, предназначенных для выдерживания производителей, инкубации икры, содержания личинок и выращивания молодежи, с указанием необходимого расхода воды и ее температуры в них; биотехнические нормативы разводимых объектов; процент промыслового возврата рыбы от выпускаемой рыбоводным предприятием молодежи; величина намечаемого вылова рыбы (т) за счет деятельности рыбоводного предприятия; виды рыбных кормов — живые и неживые (гранулированные, тестообразные); местоположение хозяйственного центра и перечень основных сооружений; исходные данные для проектирования объектов жилищного и культурно-бытового строительства; мероприятия по очистке (обезвреживанию) бытовых и производственных сточных вод; перечень производственных и трудоемких процессов, подлежащих механизации и автоматизации; объем капиталовложений и основные технико-экономические показатели предприятия, которые должны быть достигнуты; возможность расширения предприятия в перспективе; требования по разработке вариантов проекта или его частей для выбора оптимальных решений; сроки строительства предприятия; наименование строительной организации — генерального подрядчика.

Задание на проектирование утверждается министерством или ведомством в установленном порядке. Заказчик выдает его проектной организации вместе с утвержденным актом о выборе площадки для строительства с материалами согласования места расположения предприятия (решение исполкома местного Совета народных депутатов о выделении участка, архитектурно-планировочное задание на хозяйственный центр и жилой поселок, технические условия на подключение всех проектируемых объектов к существующим инженерным сетям и коммуникациям — энерго-снабжение, теплоснабжение, телефон, радио и так далее).

#### **§ 43. ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ**

Исходя из задания на проектирование рыбоводного предприятия, главный инженер проекта выдает отделам изысканий техни-

ческое задание для выполнения инженерных изысканий: геодезических, геологических, гидрологических и почвенно-ботанических.

**Геодезические изыскания.** Необходимы для выбора оси водозаборного сооружения, расположения цехов и всех гидротехнических сооружений проектируемого предприятия, размещения водоснабжающей и водосбросной систем, а также расположения хозяйственного центра и дорог. При этом определяются объемы основных строительных работ и намечается организация производства строительных работ.

**Геологические изыскания.** Их проводят для получения сведений о геологическом строении, гидрогеологии и геоморфологии района, выбранного для строительства рыбоводного предприятия.

Для установления геологического строения района расположения проектируемого предприятия бурят скважины на глубину 10—20 м и закладывают шурфы глубиной 2—3 м. При этом изучают также водно-солевой режим грунтовых вод, физико-геологические явления и определяют запасы местных строительных материалов.

**Гидрологические изыскания.** Их осуществляют с целью установления режима водоисточника. При этом получают данные о твердом и жидком стоке водоисточника, скоростях течений и колебаниях уровня воды в нем в течение года. Изучают изменчивость его русла, а также его ледовый, термический и гидрохимический режим.

**Почвенно-ботанические изыскания.** Эти изыскания проводят с целью изучения состава почв на участке площадки, на котором намечается строительство прудов. Одновременно с этим выявляют хозяйственную ценность существующего растительного покрова, устанавливают объемы работ по удалению кочек, кустарника, деревьев, пней и определяют возможную естественную рыбопродуктивность прудов.

#### **§ 44. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА**

Технический (технорабочий) проект, к которому прикладывают материалы по выбору площадки, задание на проектирование, отчет по инженерным изысканиям и документы о проведенных согласованиях, состоит из общей пояснительной записки; технико-экономической части; генерального плана, где указаны потребность в транспорте и границы землепользования; технологической части; плана организации труда; строительной части; плана жилищно-гражданского строительства; плана организации строительства; сметной стоимости строительства; спецификаций и заявочных ведомостей на оборудование.

**Общая пояснительная записка.** В записке дается введение и кратко излагаются следующие сведения: мощность рыбоводного предприятия, номенклатура продукции, его структура, очередность строительства и состав пусковых комплексов; характеристика района и площадки строительства; варианты схемы его; основные проектные решения; основные технико-экономические



показатели; организация труда и управление производством; жилищное и культурно-бытовое строительство; организация строительства; потребные капитальные вложения и сроки ввода производственных мощностей в эксплуатацию; перечень чертежей; использованные изобретения и проведенные согласования. Кроме того, в записке отмечается о соответствии проектных решений действующим нормам и правилам (технологическим, строительным, санитарным и др.).

**Технико-экономическая часть.** Эта часть отражает технико-экономические показатели проектируемого рыбоводного предприятия. Она содержит такие материалы, как: основные исходные данные и результаты технико-экономических расчетов; анализ капиталовложений и основных фондов предприятия; ежегодные эксплуатационные расходы и их состав; себестоимость получаемой продукции в промысловом возврате; экономическую эффективность строительства предприятия.

**Генеральный план, транспорт, границы землепользования.** Генеральный план рыбоводного предприятия выполняют в масштабе 1 : 1000—1 : 5000 или 1 : 10 000 (в зависимости от общей площади проектируемого предприятия). На этом плане изображают расположение всех проектируемых зданий и сооружений, дают экспликацию стационарных садков, бассейнов, прудов и занимаемых угодий, приводят ведомость запроектированных зданий и сооружений и основные технико-экономические показатели.

В проекте должны быть сделаны проработки по созданию надежной связи рыбоводного предприятия с общей сетью автомобильных дорог района, а также по обеспечению в нем внутрихозяйственных перевозок.

Границы землепользования показываются на генеральном плане проектируемого рыбоводного предприятия в масштабе 1 : 10 000 и проводят экспликацию угодий по землепользователям.

**Технологическая часть.** В этой части проекта дается рыбоводно-биологическое обоснование и описывается механизация трудоемких процессов.

В рыбоводно-биологическом обосновании содержатся следующие материалы: общая характеристика площадки, выбранной для строительства рыбоводного предприятия, биологическая характеристика источника водоснабжения; сведения по биологии намеченных объектов разведения; выбор и обоснование типа рыбоводного предприятия; схема производственного процесса разведения намеченных объектов и методы выращивания их молоди; краткое описание биотехники разведения намеченных объектов по каждому звену производственного процесса; принятые биотехнические нормативы разведения намеченных объектов и их обоснование; рыбоводные расчеты; календарный график работы рыбоводного предприятия; перечень рыбоводного оборудования и инвентаря; мероприятия по технике безопасности.

Механизация трудоемких процессов охватывает следующие основные виды работ: погрузку, разгрузку, транспортировку рыбы

и различных грузов внутри предприятия и за его пределами; приготовление искусственных кормов (при отсутствии гранулированных кормов, поставляемых на лососевые рыбоводные заводы при централизованном снабжении) и их раздачу; борьбу с зарастаемостью прудов водной растительностью; внесение удобрений в пруды; известкование ложа прудов; профилактическую антипаразитарную обработку рыбы.

**Организация труда.** В настоящей части проекта представляются материалы по организации труда на рыбоводном предприятии, которая разрабатывается на основе следующих отраслевых направлений и требований НОТ (научная организация труда): совершенствование организации и обслуживания рабочих мест; совершенствование нормирования и оплаты труда; улучшение условий труда; подготовка и повышение квалификации рабочих; повышение культуры производства.

Требования НОТ при проектировании рыбоводных предприятий разработаны Гидрорыбпроектом и утверждены Министерством рыбного хозяйства СССР. Учет этих требований при эксплуатации рыбоводных предприятий обеспечивает оптимальную производительность труда, работоспособность и сохранение здоровья.

**Строительная часть.** Эта часть проекта включает материалы по водохозяйственным расчетам, гидротехническим сооружениям, стационарным садкам, бассейнам, прудам, ложу прудов, причалам, мероприятиям по охране окружающей территории от подтопления и загрязнения, архитектурно-строительным решениям хозяйственного центра и производственных зданий, энергоснабжению и связи, водоснабжению и канализации.

Весьма ответственной задачей при проектировании рыбоводного предприятия является установление его потребности в необходимом количестве воды соответствующего качества и определение возможности обеспечения этой потребности источником водоснабжения. Эта задача решается путем изучения гидрологических, термических и гидрохимических данных по принятому водисточнику и проведения водохозяйственных расчетов. Выполненные расчеты позволяют определить объемы и расходы воды по отдельным производственным подразделениям и по предприятию в целом, а также дать оценку обеспеченности его водой на основе данных по поступлению воды из источника водоснабжения.

К гидротехническим сооружениям относятся плотины и дамбы, водоспуски и водовыпуски, перепады и быстротоки, насосные станции (при механической подаче воды) и рыбовозградительные устройства, а также ряд других. В проекте указывается их местоположение, конструкция и инженерные расчеты, при помощи которых определяют объемы строительно-монтажных работ.

По архитектурно-строительным решениям хозяйственного центра и производственных зданий дается их местоположение, конструкция, типовой проект и определяются объемы работ.

Такие части технического проекта, как жилищно-гражданское строительство, организация строительства и сметная стоимость

строительства, должны быть выполнены в соответствии с действующими инструкциями.

В заказных спецификациях и заявочных ведомостях на оборудование перечисляют необходимое технологическое, насосно-компрессорное, подъемно-транспортное, энергетическое и другое специальное оборудование, а также общезаводское и нестандартное оборудование, трубопроводную арматуру общего назначения и другие изделия.

#### **§ 45. ТИПЫ РЫБОВОДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Биологические особенности рыб, являющихся объектами искусственного разведения, и неодинаковые условия внешней среды, действующие в водоемах различных районов нашей страны, обуславливают проектирование рыбоводных предприятий различных типов. Так, нерестово-выростные рыбоводные хозяйства, расположенные на берегах рек и выпускающие в них сотни миллионов экземпляров своей продукции, проектируют упрощенного типа, где в одном и том же водоеме осуществляются нерест рыб, инкубация их икры и выращивание молоди.

Нерестово-выростные хозяйства, расположенные на берегах водохранилищ и озер, проектируют двух типов. Одни из этих хозяйств проектируются по образцу рыбопитомников, построенных в прудовом рыбоводстве, где производителей содержат в маточных прудах, их нерест и инкубация икры осуществляются в нерестовых прудах, а выращивание молоди — в выростных прудах. Некоторые хозяйства проектируют без нерестовых прудов. Вместо этих прудов предусматривают пруды для кратковременного выдерживания производителей с целью получения от них зрелых половых продуктов, инкубационные цеха для инкубации икры и мальковые пруды, в которых выращивают мальков для зарыбления ими выростных прудов. В хозяйстве с заводским способом разведения рыб проектируют маточные пруды, исключение составляют лишь те хозяйства, которые ежегодно заготавливают производителей в водохранилищах или в естественных водоемах, как это имеет место при разведении сазана и леща.

Существует также несколько типов рыбоводных заводов, каждый из которых имеет инкубационный цех и цех выращивания молоди. Что же касается цеха выдерживания производителей, то не все заводы, например некоторые сиговые, имеют его. Эти заводы заготавливают икру и оплодотворяют ее на рыбоводных пунктах. Однако, как правило, большинство заводов имеют цех выдерживания производителей. В связи с этим при выборе типа рыбоводного завода, проектируемого для конкретного объекта искусственного разведения в том или ином районе, ориентируются в основном на тот действующий в этом районе технологический процесс разведения данного объекта и биотехнический метод выращивания его молоди на уже построенных заводах, опыт эксплуатации которых дает наилучший эффект.

Так, в районах Амура, Сахалина и Камчатки проектируют лососевые рыбоводные заводы дальневосточного типа, на которых молодь кеты выращивают в питомниках до массы 0,4—1 г.

В различных районах европейской части страны молодь осетровых и лососевых рыб выращивают на рыбоводных заводах прудовым, бассейновым и комбинированным методами. Например, в Волго-Каспийском районе молодь осетровых выращивают на заводах прудовым методом. На Куре, Дону, Кубани, Днепре и Риони эту молодь выращивают комбинированным методом, то есть на первом этапе молодь выращивают в бассейнах до массы 0,1—0,15 г, а затем в прудах до массы 2—3 г. Прудовый метод выращивания молоди осетровых в этих районах дает неудовлетворительный результат.

#### § 46. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ РЫБОВОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Производственная мощность рыбоводного предприятия выражается количеством экземпляров выпускаемой молоди рыб как конечного продукта производства. Истинным же показателем эффективности работы рыбоводного предприятия является величина промыслового возврата от выпускаемой им молоди рыб.

Если в естественном водоеме намечается за счет искусственного рыборазведения увеличить на определенную величину уловы рыбы, то требуемая производственная мощность предприятия, установленная по показателю промыслового возврата, должна соответствовать масштабу рыбоводных работ, который необходим для выполнения поставленной задачи. В связи с этим при проектировании предприятий по разведению рыбы делают рыбоводные расчеты, исходя из типа предприятия, обуславливающего технологический процесс разведения данного объекта, его мощности и утвержденных Минрыбхозом СССР норм технологического проектирования. Расчеты осуществляют как в целом по предприятию, так и по его производственным подразделениям (цехам).

Пример расчета. Допустим, что ставится задача повысить за счет искусственного разведения белорыбцы запас ее в Каспийском море, который обеспечил бы увеличение уловов этой ценной рыбы на 105 т, или на 15 тыс. экз., при средней промысловой массе особи в 7 кг. Выпуск заводом рыбоводной продукции предусматривается в виде молоди, выращенной в прудах до средней массы 1,5 г. Промысловый возврат от этой молоди равен 0,6 %.

Приняв за основу расчетов указанные исходные данные, устанавливаем мощность завода по выпуску молоди белорыбцы:

$$\frac{15000 \cdot 100}{0,6} = 2500 \text{ тыс. экз. молоди.}$$

Чтобы ежегодно выращивать это количество молоди, предназначенное для выпуска в естественный водоем, заводу потребуется специальный цех для выращивания молоди. Этот цех должен быть оснащен выростными прудами.

С 1 га пруда в дельте Волги получают 40 тыс. экз. молоди белорыбцы средней массой 1,5 г за 45 сут ее выращивания. Следовательно, для получения

2,5 млн. экз. молоди завод должен иметь 62,5 га прудовой площади (2 500 000 : 40 000), то есть 30 2-гектарных стандартных прудов и 1 пруд площадью 2,5 га или один водоем типа НВХ.

Из приведенных расчетов видно, что мощность цеха выращивания молоди должна быть равна мощности завода по выпуску рыбоводной продукции в естественный водоем. В процессе же эксплуатации завода эта мощность может быть перекрыта за счет проводимых мероприятий по повышению рыбопродуктивности выростных прудов.

Учитывая, что за период выращивания молоди в прудах ее выживаемость, как правило, не ниже 50 %, потребность завода в трехдневных личинках белорыбицы, которые будут необходимы для зарыбления этих прудов, составит:

$$\frac{2\,500\,000 \cdot 100}{50} = 5 \text{ млн. экз.}$$

Трехдневных личинок получают из сетчатых садков, где их содержат с момента вылупления предличинки. Садки устанавливают в одном из заполненных водой бассейнов цеха выдерживания производителей белорыбицы. Выживаемость личинок в садках составляет 85 %.

Зная выживаемость личинок за период их содержания в сетчатых садках, можно установить требуемое заводу количество предличинки, которое должно вылупиться из оболочек икринок, а именно:

$$\frac{5\,000\,000 \cdot 100}{85} = 5,882 \text{ млн. экз.}$$

Плотность посадки предличинки в сетчатый садок осуществляют до 200 тыс. экз. Следовательно, заводу потребуется не более 30 сетчатых садков (5 882 000 : 200 000). Если же учесть, что выклев предличинки из икры, как правило, растянут во времени и продолжается до 10—15 сут, то один и тот же садок может быть использован для их содержания 3—5 раз. Отсюда потребность завода в сетчатых садках сокращается соответственно во столько же раз.

По количеству предличинки, которое необходимо будет иметь заводу, устанавливают мощность инкубационного отделения. Это отделение проектируют внутри цеха выдерживания производителей белорыбицы. В нашем примере мощность инкубационного отделения составит 5882 тыс. однодневных предличинки.

Зная мощность инкубационного отделения и установив по нормативам выживаемость зародышей за период инкубации, которая достигает 75 %, определяем требуемое заводу количество оплодотворенных икринок:

$$\frac{5\,882\,000 \cdot 100}{75} = 7,843 \text{ млн. экз.}$$

Принимая во внимание то обстоятельство, что не все взятые от самок белорыбицы икринки будут оплодотворены при их искусственном осеменении (3 % из них будут недоброкачественные), в инкубационное отделение должно поступать из цеха выдерживания производителей следующее количество икринок:

$$\frac{7\,843\,000 \cdot 100}{97} = 8,085 \text{ млн. экз.}$$

Для инкубации этого количества икринок заводу необходимо будет иметь аппараты Вейса, в каждый из которых можно закладывать до 200 тыс. икринок. Отсюда заводу потребуется 41 аппарат Вейса (8 085 000 : 200 000).

Указанное количество икринок, которое поступит из цеха выдерживания производителей в инкубационное отделение, может быть получено от 54 зрелых самок, если их рабочую плодовитость принять в 150 тыс. икринок (8 085 000 : 150 000).

Если учесть, что по окончании периода выдерживания производителей в этом цехе лишь 90 % самок будут зрелыми, а у остальных 10 % самок половые продукты будут непригодны для оплодотворения, то общее количество выжив-

ших самок должно быть следующее:

$$\frac{54 \cdot 100}{90} = 60 \text{ экз.}$$

Выживаемость производителей белорыбицы за период выдерживания составляет не менее 80 %. Следовательно, потребность завода в самках этого вида рыбы будет равна:

$$\frac{60 \cdot 100}{80} = 75 \text{ экз.}$$

При использовании производителей белорыбицы в рыбоводных целях принимают соотношение самок и самцов 1 : 1,5.

Нормативы выдерживания самцов до окончательного созревания их половых продуктов те же, что и для самок.

В связи с этим заводу необходимо будет заготавливать в р. Волге 188 производителей белорыбицы (75 самок и 113 самцов).

Для перевозки этих производителей с места лова до завода потребуются одно судно и прорези, в каждую из которых можно сажать не более 20 особей. В период заготовки производителей одну и ту же прорезь используют в качестве транспортировочной емкости многократно, то есть в нескольких рейсах.

Если перевозка производителей с места лова до завода будет дольше суток, то возможен их отход до 3 %. В этом случае необходимо будет предусмотреть увеличение количества заготавливаемых производителей на указанную величину. При этом в нашем примере потребность завода в заготавливаемых производителях составит 194 экз.

Выдерживание производителей до окончательного созревания их половых продуктов осуществляется в бассейнах объемом 90 м<sup>3</sup>, в каждый из которых можно посадить 95 белорыбиц. Следовательно, в проекте надо будет предусмотреть цех выдерживания производителей, в котором должно быть построено три таких бассейна. Два бассейна будут предназначены для непосредственного выдерживания производителей, а третий будет резервный. Его можно будет временно использовать каждый год для содержания личинок в сетчатых садках.

Рыбоводные расчеты дают возможность определить структуру и мощность отдельных производственных подразделений (цехов) проектируемого предприятия, а также оценить правильность выбора площадки, которая должна быть достаточной по своей площади, бесперебойно обеспечиваться необходимым объемом воды, расположена недалеко от района заготовки производителей и иметь надежную транспортную связь с ним.

Планируемая мощность проектируемого рыбоводного предприятия, результатом деятельности которого является выпуск в естественный водоем молоди и получение от нее определенной величины промыслового возврата, должна быть обоснованной. Она должна быть увязана с современным и прогнозируемым на перспективу состоянием запасов объекта разведения, его кормовой базой, гидрологическими и гидрохимическими условиями нагула.

В связи с этим рыбоводные расчеты позволяют сопоставить величину требуемой мощности проектируемого предприятия с фактически возможной мощностью, которая определяется сырьевой базой по данному виду рыб.

Если при таком сопоставлении запланированная мощность проектируемого предприятия не превышает фактически возможную мощность, исходя из учета потенциально возможной прием-

ной мощности водоема по данному виду рыб, то она является реальной величиной.

Кроме того, при сопоставлении рыбоводных расчетов по данному виду рыб с имеющимися сведениями о численности, половом, возрастном и размерно-весовом составе, стадиях зрелости и плодовитости особей его нерестовых популяций в намеченном в проекте районе заготовки производителей, а также с технологическими возможностями выдерживания этих производителей до созревания половых продуктов можно оценить реальность обеспечения будущего предприятия исходным «сырьем» — икрой.

Таким образом, для оценки правильности определения мощности проектируемого предприятия необходимо детальное знание сырьевых запасов объекта разведения при современных и прогнозируемых на перспективу условиях среды его обитания в естественном водоеме, структуры и биологических особенностей его нерестовых популяций, организации и техники его промысла, а также технологических возможностей использования его производителей для рыбоводных целей.

На примере проектирования завода по разведению белорыбицы мы ознакомились с принципом рыбоводных расчетов и оценки планируемой мощности рыбоводного предприятия. Однако, кроме рассмотренных нами показателей, в проекте дается экономическая оценка строительства рыбоводного предприятия, которое должно быть высокорентабельным. Учитывая это, при проектировании предприятий по разведению промысловых рыб обращают особое внимание на степень эксплуатации в течение вегетационного периода выростных емкостей цеха, выпускающего готовую продукцию в естественный водоем — выращенную молодь рыб.

Если обратиться к приведенным выше рыбоводным расчетам проектирования завода по разведению белорыбицы, то можно заметить, что молодь будут выращивать в прудах в течение 45—50 сут, то есть с 10—15 апреля по 25—30 мая. В связи с этим 1—5 июня пруды освобождаются. Вегетационный же период позволяет использовать прудовую площадь во втором обороте для выращивания других видов рыб.

Так, например, в этих прудах можно будет выращивать во втором цикле рыбоводных работ молодь осетровых рыб. В этом случае проектируемое предприятие будет называться осетрово-белорыбным рыбоводным заводом. Этот завод будет осуществлять функции двух заводов, которые имеют совершенно различную технологию разведения рыб, относящихся к различным семействам.

Преимуществом такого объединенного завода является не только двукратное использование прудов в вегетационный период, что уменьшает сроки окупаемости капитальных вложений на строительство цеха выращивания молоди, но и значительное сокращение средств на строительство и эксплуатацию насосных станций, электросети, ряда сооружений, зданий, помещений и коммуникаций, на закупку и обслуживание машин и механизмов, а

также за счет частичного высвобождения людских ресурсов (сокращается административно-хозяйственный аппарат, штат инженерно-технического персонала и рабочих). Все это дает экономический эффект и повышает рентабельность рыбоводного предприятия.

При проектировании осетрово-белорыбьего завода производят рыбоводные расчеты по разведению белорыбицы и осетровых рыб: осетру или севруге.

Для примера используем приведенные выше рыбоводные расчеты по белорыбице и дополним их расчетами по осетру. В рассмотренном выше примере рыбоводных расчетов за исходную величину была взята мощность завода по количеству молоди белорыбицы, которое необходимо вырастить и выпустить в естественный водоем, чтобы получить от нее запланированный промысловый возврат. При выполнении же рыбоводных расчетов по осетру мы должны прежде всего взять за исходный показатель прудовую площадь, на которой будет выращена в первом цикле работ молодь белорыбицы и которая будет использована во втором обороте прудов для выращивания молоди этого вида осетровых рыб. Это дает возможность определить мощность завода по количеству молоди осетра, которое может быть выращено и выпущено в естественный водоем.

**Пример расчета.** В нашем примере общая площадь прудов была 62,5 га (30 двухгектарных прудов и 1 пруд 2,5 га). Следовательно, эта прудовая площадь будет использована после выпуска молоди белорыбицы из прудов, во втором обороте для выращивания молоди осетра.

Практика работы осетровых рыбоводных заводов дельты Волги показывает, что при втором обороте использования прудов выход молоди осетра средней массой 3 г составляет 50 тыс. экз. с 1 га (100 тыс. экз. с одного 2-гектарного пруда). Рыбопродуктивность прудов при выращивании в них молоди осетра равна 150 кг/га.

Исходя из приведенного показателя по выходу молоди осетра с единицы прудовой площади, устанавливаем мощность цеха выращивания этой молоди. Его мощность — это мощность завода по выпуску молоди этого вида рыб. Она составит 3,125 млн. экз. молоди осетра (50 000 · 62,5).

Выживаемость молоди осетра в прудах составляет около 50 %. Зная этот показатель, устанавливаем количество личинок осетра, которое необходимо иметь для зарыбления прудов. Оно составит:

$$\frac{3\,125\,000 \cdot 100}{50} = 6,25 \text{ млн. экз.}$$

Перед посадкой личинок в пруды их содержат до перехода на смешанное питание в течение нескольких дней в сетчатых садках, установленных в специально отведенных прудах цеха выращивания молоди. Выживаемость личинок осетра в сетчатых садках — 65 %. Зная этот норматив, можно определить потребность завода в однодневных личинках осетра, которые должны вылупиться из оболочек икринок. Она составит:

$$\frac{6\,250\,000 \cdot 100}{65} = 9,615 \text{ млн. экз.}$$

Норма посадки однодневных предличинок в сетчатый садок — 20 тыс. экз. Учитывая это необходимо будет иметь 160 сетчатых садков при условии



трехкратного их использования для содержания личинок осетра во втором цикле рыбоводных работ (9 615 000 : 20 000 : 3).

Указанное количество однодневных предличинок, которое будет поступать на садковую базу цеха выращивания молоди, показывает, какую необходимо принять мощность цеха инкубации икры осетра при проектировании данного завода.

Выход однодневных предличинок от заложенной на инкубацию оплодотворенной икры равен 65 %. Отсюда заводу потребуется ежегодно инкубировать следующее количество оплодотворенных икринок:

$$\frac{9\,615\,000 \cdot 100}{65} = 14,8 \text{ млн. икринок.}$$

Оплодотворяемость икринок осетра во втором цикле рыбоводных работ составляет 80 %. В связи с этим завод должен будет ежегодно получать от самок осетра следующее количество икры для ее осеменения и закладки в инкубационные аппараты:

$$\frac{14\,800\,000 \cdot 100}{80} = 18,5 \text{ млн. икринок.}$$

В инкубационный аппарат Ющенко (восьмисекционный) помещают 900 тыс. икринок осетра. Исходя из этого норматива, потребность завода в инкубационных аппаратах Ющенко при условии трехкратного их использования составит 7 аппаратов (18 500 000 : 900 000 : 3).

Рабочая плодовитость осетра во втором цикле рыбоводных работ равна 250 тыс. икринок. Следовательно, 18,5 млн. икринок может быть получено от 74 зрелых самок.

Однако во втором цикле рыбоводных работ лишь 80 % самок осетра дают доброкачественную икру от числа всех созревших. Поэтому на заводе должно быть следующее количество созревших самок осетра, среди которых можно будет отобрать особей с хорошей, зрелой икрой:

$$\frac{74 \cdot 100}{80} = 93 \text{ самки.}$$

После инъектирования производителям осетра суспензии гипофиза во втором цикле рыбоводных работ созревает только 67 % самок, а 33 % не созревает. Следовательно, общее количество самок осетра, которое должно быть проинъектировано после их выдерживания, составит:

$$\frac{93 \cdot 100}{67} = 139 \text{ самок.}$$

Учитывая, что выживаемость производителей осетра за период их выдерживания на заводе составляет 95 %, этому рыбоводному предприятию потребуется ежегодно заготавливать в р. Волге следующее количество самок:

$$\frac{139 \cdot 100}{95} = 146 \text{ самок.}$$

При использовании производителей осетра в рыбоводных целях осуществляют заготовку самок и самцов при соотношении 1 : 1. Отсюда потребность завода в самцах также будет равна 146 особям, как и его потребность в самках. Следовательно, завод ежегодно будет заготавливать в р. Волге 292 производителя осетра (146 самок и 146 самцов).

Перевозку производителей осетра от района заготовки до завода будут осуществлять тем же судном и в тех же прорезях, которые предусмотрены в проекте для транспортировки производителей белорыбцы.

Доставленных на завод производителей осетра помещают на выдерживание в бассейны Казанского. В один бассейн сажают до 15 производителей осетра. Исходя из этого норматива, завод должен будет иметь 10 пар спаренных

бассейнов Казанского. Каждая пара бассейнов предназначена для раздельного содержания самок и самцов. Следовательно, всего на заводе должно быть 20 бассейнов Казанского. Цех выдерживания производителей должен иметь холодильную установку с терморегулирующим устройством.

На основании выполненных расчетов определяем общую мощность осетрово-белорыбьего завода по выпуску рыболовной продукции. Она равна 5625 тыс. экз. молоди рыб, в том числе 2500 тыс. экз. молоди белорыбицы и 3125 тыс. экз. молоди осетра.

Все рыболовные расчеты сводят в таблицу. По показателям этих расчетов делают схему размещения сооружений, оборудования и аппаратуры в производственных цехах. Бассейны для выдерживания производителей рыб и аппараты для инкубации икры располагают в 1—3 ряда, предусматривая между ними проход для их обслуживания. Одновременно с этим составляют план размещения личиночно-выростной базы и прудов, который будет использован при разработке общего плана расположения производственно-хозяйственных структурных подразделений завода и его жилищно-бытового центра.

Итак, на конкретном примере мы ознакомились с рыболовными расчетами, производимыми при проектировании предприятий по разведению ценных промысловых рыб. Усвоив этот метод, легко можно произвести рыболовные расчеты при проектировании предприятий по разведению других объектов. Расчеты по определению потребностей предприятия в удобрениях и кормах см. в главах 8 и 9.

## **§ 47. КАЧЕСТВО ВОДЫ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ**

**Качество воды.** Вода на рыболовных предприятиях должна удовлетворять следующим требованиям.

1. Температура воды должна соответствовать видовому составу разводимых промысловых рыб на различных этапах их развития. Это требование является одним из основных при проектировании рыболовных заводов и хозяйств. Предусматриваемый в проекте технологический процесс разведения того или иного вида рыб должен осуществляться во всех его звеньях (выдерживание производителей, инкубация икры, содержание личинок, выращивание молоди) при определенном температурном режиме (табл. 24).

Так, на заводах по разведению лососевых рыб инкубация икры проходит в осенне-зимний период при низких температурах (10—0,1 °С), а выращивание их молоди в весенне-летний период осуществляют при температуре не выше 16 °С. На заводах и хозяйствах по разведению осетровых, карповых и окуневых рыб температура воды в летнее время не должна превышать 25—28 °С.

2. Вода должна быть свободна от взвешенных веществ, так как они отлагаются в бассейнах и аппаратах. При этом взвешенные вещества загрязняют икру, а легкоокисляющиеся из них влияют отрицательно на содержание кислорода в воде.

Т а б л и ц а 24. Допустимые колебания температуры при выращивании рыб на рыбоводных заводах и хозяйствах, °С

Вид рыбы	Технологический процесс					
	выдерживание производителей	инкубация икры	содержание предличинки	подращивание личинок	выращивание молоди	
				сетотлетков	двулетков, трехлетков, четырехлетков	годовиков, двухгодовиков, трехгодовиков
<i>Лососевые</i>						
Семга	6-14	0,1-6*	5-12	6-12	8-15	0,1-6
Балтийский лосось	6-14	1-6	5-7	7-12	6-15	1-6
Каспийский лосось	6-14	3-5	5-7	6-12	7-15	3-5
Черноморский лосось	6-14	3-5	5-7	6-12	6-15	3-5
Кета	—	10-1,5	1,5-5	6-10	7-14	—
Горбуша	—	10-0,3	0,3-3	6-8	—	—
Белорыбца	0,2-16	0,1-6	4-6	—	8-16**	—
Сиговые	2-6	3-0,1	3-5	5-7	8-16**	—
<i>Осетровые</i>						
Белуга	2-4	8-16	9-16	12-18	12-25	—
Осетр	4-19	11-21	12-21	14-22	14-26	—
Северюга	4-23	15-23	15-23	16-24	16-27	—
<i>Проходные карповые</i>						
Рыбец	12-25	16-21	17-23	—	15-26	—
Шемая	12-25	16-21	17-23	—	15-26	—
Кутум	—	15-22	16-24	—	15-28	—
<i>Полупроходные рыбы</i>						
Сазан	—	16-23	—	—	16-28	—
Лещ	—	16-20	—	—	16-28	—
Судак	1,3-6***	10-16	11-18****	—	11-25	—

\* Для ускорения развития эмбрионов икры лосося после оплодотворения необходимо инкубировать в течение 35-40 сут при температуре 4,5-5° С, создаваемой автоматическим терморегулятором.  
 \*\* При выращивании молоди белорыбца и сиговей в прудах температура воды может быть несколько выше 16° С.  
 \*\*\* При осенне-зимнем выдерживании производителей производителей судака в зимовальных прудах.  
 \*\*\*\* При инкубации икры судака в морозильной камере.

3. Вода не должна иметь посторонних запахов, привкусов и окраски. Недопустимо присутствие в воде свободного хлора, сероводорода, метана и других веществ, губительно действующих на взрослых рыб, их икру и молодь.

**Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов**

Название вещества	Концентрация, мг/л
Свинец	0,1
Цинк	0,01
Медь	0,01
Никель	0,01
Кадмий	0,005
Магний	50,0
Мышьяк	0,05
Кобальт	0,01
	(в пересчете на ион кобальта)
Цианиды	0,05
Таниды	Ниже 10,0
Аммиак	0,1
Соли аммония	5,0
Сероуглерод	1,0
Свободный хлор	Нет
Фенолы	0,001
Сероводород	Нет
Железо (Fe <sup>2+</sup> )	0,5
Метан	Нет
Пикриновая кислота	0,5
Нефть и нефтепродукты в свободном и эмульгированном состоянии	0,05
Смолистые вещества, вымываемые из хвойных пород древесины	Ниже 2,0
Битумный лак	5,0
Пекосмоляной лак	1,0
Петролатум	6,5
Латекс синтетический	1,6
Соляровое масло	0,01
Сульфонат на керосиновой основе (натриевая соль алкилсульфонокислот)	0,5
Сульфонат на синтине (натриевая соль алкилсульфонокислот)	1,0
Сульфонол НП-5 (натриевая соль алкилсульфонокислот с алкильными остатками)	0,5
Мощный препарат МЛ-5 (смесь сульфоната, сульфонола, ДБ, уайт-спирита)	0,5
Препарат ДБ (полигликолевые эфиры)	0,3
ДДТ технический	Нет
ДДТ в соляровом масле	»
Гексахлоран	»
Полихлорпинен	»

Вода должна быть тщательно проверена на возможное присутствие в ней ядовитых веществ, которые могут поступать в источник водоснабжения с сельскохозяйственных полей и промышленных предприятий. Химический состав воды, удовлетворяющий требованиям рыбоводства, приведен в табл. 25.

Т а б л и ц а 25. Химические показатели, характеризующие пригодность воды для выращивания рыбы

Показатель	Рыбы				
	лососевые	осетровые	проходные карповые	полупроходные	
				сазан, лещ	судак
Кислород (не менее), мг/л	7—8	6	6,5	4	5
Углекислота, мг/л	До 10	До 10	До 10	До 10	До 10
Активная реакция (рН)	7—8	7—8	7	6,5—8,0	7
Щелочность, мг·экв	1,8—2,0	1,8—2,0	1,8—2,0	1,5—2,0	1,8—2,0
Жесткость общая, °Н	8—12	6—8	6—8	5—8	6—9
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	5—15	5—15	5—15	5—20	5—15
Азот, мг/л:					
альбуминоидный	До 0,5	До 0,5	До 1,0	До 1,5	До 0,5
аммонийный	До 0,5	До 0,5	До 1,0	До 1,5	До 0,5
нитритный	До 0,01	До 0,1	До 0,1	До 0,1	До 0,1
нитратный	До 1,0	До 1,0	До 2,0	До 2,0	До 1,0
Фосфаты, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /л	До 0,2	До 0,3	До 0,4	До 0,5	До 0,3
Хлориды, мг Cl/л*	До 5	До 10	До 10	До 10	До 10
Сульфаты, мг SO <sub>4</sub> /л*	До 5	До 10	До 10	До 10	До 10

\* В южных районах, в рыбоводных хозяйствах, расположенных на засоленных почвах, содержание хлоридов может превышать 30 мг/л, сульфатов — 30—50 мг/л.

4. Вода не должна быть источником заболеваний для разводимых рыб.

Учитывая указанные требования, при проведении проектно-исследовательских работ необходимо хорошо изучить реку как источник водоснабжения проектируемого рыбоводного предприятия на значительном расстоянии выше намеченной площадки под его строительство. Протяженность обследуемого участка реки должна быть не менее 10—20 км. На этом участке реки и на впадающих в нее притоках изучается качество воды в районе населенных пунктов и промышленных предприятий, учитывается количество и определяется качество сбрасываемых ими сточных вод. Одновременно необходимо исследовать воду в реке ниже мест загрязнения. Это позволит установить скорость самоочищения речных вод от загрязнений, а также определить степень возможного влияния сточных вод на будущее рыбоводное предприятие.

Вид загрязнения реки может быть различный. Если в реку поступают легкоокисляющиеся органические соединения, то их показателями являются окисляемость воды, содержание азотистых соединений. При наличии в водоеме этих веществ обычно резко снижается содержание растворенного кислорода, повышается окисляемость, содержание альбуминоидного азота и других продуктов неполного распада белковых соединений.

Значительно сложнее определить загрязнение неорганическими веществами. Однако присутствие в воде некоторых из них даже при весьма небольшом содержании недопустимо для рыбного хозяйства. К этим веществам относятся сильные кислоты, фенолы,

свободный хлор, гексахлоран, полихлорпинен, сероводород, ДДТ и др. В связи со сложностью определения этих веществ при проектно-изыскательских работах берут в реке пробы воды и сдают их на анализ в специализированную гидрохимическую лабораторию.

В месте намечаемого водозабора проектируемого рыбоводного предприятия необходимо исследовать температурный режим реки, количество содержащихся в ее воде взвешенных веществ и их характер.

Показатели качества воды источника водоснабжения должны быть отражены в проекте в минимальных, максимальных и средних значениях по отдельным месяцам и сезонам года. Если будет установлено низкое содержание кислорода в источнике водоснабжения, то необходимо выяснить причины данного явления. Одной из этих причин может быть поступление в реку ключевых вод, которые бедны растворенным кислородом из-за их изолированности под землей от атмосферного воздуха. В этом случае в проекте необходимо предусмотреть обогащение воды кислородом путем аэрации. Так, например, на водоподающем канале можно построить ряд перепадов и таким образом разбивать воду на мелкие струи, чтобы увеличить доступ кислорода к воде. Этот способ обогащения воды кислородом применен на Чернореченском форелевом хозяйстве (Абхазская АССР). Для аэрации можно использовать компрессоры, нагнетающие в воду воздух под давлением.

Однако возможны и другие причины, которые обуславливают низкое содержание кислорода в воде. Среди них следует отметить высокое содержание в воде легкоокисляющихся органических или минеральных соединений, которые отнимают кислород. В этом случае одна лишь аэрация воды будет малоэффективна. Она усилит окислительные процессы, но существенно не повысит содержание кислорода в воде. В связи с этим в проекте целесообразно предусмотреть двукратную аэрацию воды. Первая из них будет предназначена для окисления указанных соединений и удаления их из толщи воды; а вторая — для обогащения воды кислородом. Этот способ улучшения качества воды дает положительный результат даже в том случае, если в воде, поступающей на рыбоводное предприятие, достаточно высокое содержание закисного железа, находящегося в ней в виде двууглекислой соли. При окислении эта соль переходит в гидрат окиси железа, который выпадает в осадок. Образование хлопьевидного осадка железа в инкубационных аппаратах, рыбоводных садках и бассейнах приводит к тому, что резко снижается содержание растворенного кислорода в воде, им покрывается поверхность оболочки икринок и забиваются жабры рыб. Все это негативно отражается на дыхании икры, личинок, молоди и взрослых рыб. Проводя первую аэрацию такой воды и пропуская ее через отстойник, ускоряют процесс окисления закисных солей и осаждения гидрата окиси железа. После осаждения воду аэрируют еще раз, а затем подают на рыбоводное предприятие.

Если в источнике водоснабжения присутствуют в значительном количестве взвешенные вещества, то в проекте должен быть предусмотрен конкретный способ удаления их из воды. Очищать воду от взвешенных веществ на рыбоводных предприятиях можно различными способами. Быстро осаждающиеся взвешенные вещества удаляют из воды в отстойниках, а осаждающиеся медленно — с помощью фильтров.

Неблагоприятная для того или иного этапа биотехнического процесса разведения рыб температура источника воды может быть отрегулирована одним из следующих способов.

1. Использование речной воды и грунтовых вод в качестве источников водоснабжения рыбоводного предприятия.

Исходя из требуемой предприятию необходимой температуры воды на каждом этапе биотехнического процесса рыборазведения и учитывая разность температур двух указанных водоемисточников в различные сезоны года, можно составить календарный график подачи одной лишь речной воды или только грунтовых вод, или смеси этих вод в определенном объеме, создавая тем самым благоприятный температурный режим для инкубации икры, содержания личинок и выращивания молоди рыб.

Этот способ регулирования температуры воды с успехом применяют на многих лососевых рыбоводных заводах Сахалина, на которых создают оптимальные гидротермические условия в цехах для каждого разводимого вида лососей в соответствии с их экологией и непосредственно действующими условиями внешней среды в естественных водоемах. Иначе говоря, выпуск молоди горбуши и кеты приурочивается ко времени наступления благоприятной для ее роста и дальнейшего развития температуры воды и кормовой базы в реках и прибрежной зоне моря.

2. Осенью и зимой температура воды может быть понижена путем ее пропуска по открытым каналам и лоткам, в которых она будет охлаждаться под влиянием холодного воздуха. Летом температура воды может быть повышена при ее резервировании в специально построенных для этой цели бассейнах, или прудах, соответствующей площади, в которых она будет нагреваться под воздействием тепла атмосферного воздуха.

3. Автоматическое терморегулирование воды при помощи специальных установок, которые обеспечивают понижение или повышение ее температуры до заданных параметров.

Этот способ регуляции температуры воды на рыбоводных предприятиях применяется при резервировании и выдерживании производителей осетровых и белорыбицы в бассейнах, а также при инкубации икры атлантического лосося и кумжи.

Таким образом, если некоторые показатели качества воды не удовлетворяют требованиям проектируемого рыбоводного предприятия, то необходимо проанализировать возможности их улучшения и вместе с тем определить дополнительные капиталовложения и эксплуатационные расходы. В проекте же должны быть выполнены конкретные проработки, обеспечивающие снабжение

данного предприятия водой соответствующего качества. В связи с этим в нем могут быть предусмотрены дополнительные установки и сооружения: по обеззараживанию воды; по освобождению воды от различных взвесей; по подогреву и охлаждению воды.

**Водохозяйственные расчеты.** Выбор способа водоснабжения рыбоводного предприятия (самотечного, или механического) решается путем сопоставления технической и экономической стороны каждого из них, делая предпочтение наиболее эффективному для конкретных условий. Такой сравнительный анализ не делают лишь в тех случаях, когда исключена возможность применения одного из этих способов подачи воды.

Уровень воды в источнике водоснабжения (реке, водохранилище, озере) меняется в течение года. Учитывая это, находят допустимую минимальную глубину забора воды из водоема, при самых низких уровнях которого не должно происходить нарушений водоснабжения рыбоводного предприятия. Учитывают также толщину льда в источнике водоснабжения, устраивая забор воды на такой глубине водоема, чтобы не допустить возможность замерзания головной части водоподающей системы. Магистральная линия водоснабжения может быть проложена в виде трубопровода, открытого канала или лотка в зависимости от климатических условий района, рельефа местности, дальности подачи воды и других местных условий.

При проектировании рыбоводных заводов и хозяйств, в которых намечается проводить инкубацию икры заводским способом, на магистральной линии предусматривают следующие сооружения и установки:

приемный водоем (бассейн, пруд), куда подается вода из водисточника; он же может служить отстойником, в котором будет происходить осаждение взвешенных в воде веществ;

фильтр для очистки воды;

аэрирующие установки для обогащения воды растворенным кислородом;

бак-регулятор для поддержания стабильного напора воды в сети, из которой вода поступает в аппараты и бассейны.

Водосбрасывающую сеть устанавливают в виде открытых желобов в бетонированном полу инкубационного цеха и бассейнового цеха выращивания молоди, а также в виде закрытых и открытых каналов, по которым вода стекает из других цехов.

При однократном использовании воды, то есть когда в каждый аппарат, садок, бассейн поступает свежая вода, а затем она сбрасывается в канализационную сеть, ее расход будет находиться в прямой зависимости от количества рыбоводных емкостей. Однако при таком водоснабжении сбрасываемая из инкубационных аппаратов вода сохраняет вполне удовлетворительные качества и может быть подана в 2—3 аппарата, установленных в одной линии в лестничном порядке. В настоящее время разрабатывается водоснабжение инкубационных цехов по принципу замкнутого цикла.



Потребность рыбоводного предприятия в необходимом количестве воды определяют водохозяйственными расчетами, выполняемыми на основе данных инженерных изысканий. Она зависит от типа рыбоводного предприятия, его мощности, сезона года и принятой схемы использования воды. Производимыми рыбохозяйственными расчетами устанавливаются потребность проектируемого рыбоводного предприятия в воде и показывают возможность обеспечения этой потребности источником водоснабжения.

При проектировании рыбоводного завода сначала рассчитывают расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) по отдельным цехам, а затем определяют общий ее расход по дням каждого месяца года. При этом исходными данными являются нормы водоснабжения бассейнов и садков в цехе выдерживания производителей рыб, аппаратов в инкубационном цехе, лотков и бассейнов в цехе выращивания молоди рыб, количество указанных рыбоводных емкостей, принятая схема использования воды (однократное или многократное) и график (сроки) рыбоводных работ по каждому цеху.

Для расчета водоснабжения цеха выращивания молоди в прудах требуются следующие сведения: количество прудов; площадь прудов и их объем; сроки наполнения прудов водой и сроки их эксплуатации; расход воды на наполнение прудов; фильтрационные потери воды на насыщение ложа прудов и фильтрационные потери воды через тело и основание их дамб, а также из водопадающих каналов; потери воды из-за испарения с водной поверхности прудов; скорость течения воды в прудах в период их эксплуатации (на лососевых заводах). При проектировании осетровых рыбоводных заводов требуются сведения о сроках наполнения прудов водой и сроках их эксплуатации по каждому циклу выращивания молоди. Если в проекте предусматривается цех живых кормов, то для расчета снабжения водой цементных бассейнов, где разводят низших ракообразных, необходимы исходные данные по тем же характеристикам, которые нужны для цеха выращивания молоди рыб в прудах. Исключение составляют лишь сведения о фильтрационных потерях воды и скорости ее течения. Имея все вышперечисленные сведения, можно рассчитать необходимый расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) по дням и декадам каждого месяца года по каждому цеху и по заводу в целом.

Аналогичным образом делают расчеты по водоснабжению прудов нерестово-выростных хозяйств и их инкубационных отделений, если таковые предусматриваются в проекте. Отличие в расчетах по снабжению водой прудов этих предприятий от прудов рыбоводных заводов заключается в том, что требуются дополнительные исходные данные по потере воды на транспирацию, так как обычно до 25 % их площади зарастает.

Водохозяйственные расчеты заканчивают составлением календарного графика водопотребления и сводного водохозяйственного баланса. Сопоставив график водопотребления с возможностью водоисточника, определяют, будет ли проектируемое рыбоводное предприятие в достаточном количестве обеспечено водой.

## **АККЛИМАТИЗАЦИЯ РЫБ И КОРМОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, МЕЛИОРАЦИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ**

---

### **Глава 13**

### **АККЛИМАТИЗАЦИЯ РЫБ И КОРМОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

#### **§ 48. КАТЕГОРИИ ПРОЦЕССА АККЛИМАТИЗАЦИИ**

Акклиматизация рыб и кормовых беспозвоночных является составной частью комплексных мероприятий по воспроизводству рыбных запасов и кормовых ресурсов в водоемах.

Задачей акклиматизационных работ являются повышение продуктивности и хозяйственной ценности водоемов, улучшение видового состава фауны, а также сохранение и увеличение численности отдельных ценных видов водных организмов за счет расширения ареала.

Различают пять основных понятий акклиматизации.

**Интродукция** — любое переселение особей вида в водоем, не освоенный ранее ими.

Интродукция всегда является первым этапом процесса акклиматизации, но не всегда интродукция заканчивается акклиматизацией интродуцента.

**Вселение** — переселение особей вида в водоем, условия среды в котором мало или совершенно не отличаются от условий жизни данного вида в материнском водоеме. Вселенные особи вида успешно размножаются на новом месте обитания без какой-либо предварительной внутренней перестройки организма. Биологические особенности потомства переселенных особей вида не изменяются.

**Зарыбление** — это регулярный выпуск молоди одного и того же вида рыб на нагул в апробированные водоемы.

**Акклиматизация** — процесс приспособления переселенных в другой водоем особей вида к новым условиям среды, в результате чего из их потомства образуется популяция. Этот процесс протекает медленно и связан с глубокой перестройкой, происходящей в организме.

В биологических особенностях последующих поколений вселенцев возможны изменения.

**Натурализация** — конечный высший этап акклиматизации, когда определились ареал вида в новом водоеме, его взаи-

моотношения со средой и возможность использования (кормового и хозяйственного) вселенца.

Кроме этих основных понятий акклиматизации, часто употребляются следующие.

**Поэтапная акклиматизация** — незавершенная акклиматизация, когда некоторые этапы развития вселенца не могут завершиться в условиях заселяемого водоема и проходят в других водоемах или под контролем человека; например, рыбы, относящиеся к тому или иному виду, на ранних стадиях развития содержатся на рыбоводных предприятиях перед выпуском в новый для них водоем, где протекает их дальнейшее развитие и формирование популяции уже без участия человека.

**Реакклиматизация** — интродукция особей вида в целях восстановления его популяции в пределах его естественного (в прошлом) ареала, в котором этот вид по каким-либо причинам исчез.

**Аутоакклиматизация** — самостоятельное вселение водных организмов с последующей их акклиматизацией и натурализацией в новом водоеме.

Теоретические основы акклиматизации водных организмов разработаны советскими и зарубежными учеными, среди которых ведущими являются Л. А. Зенкевич, Б. С. Ильин, Б. Г. Иоганзен, А. Ф. Карпевич, Т. С. Расс.

Процесс расселения водных животных по новым акваториям подразделяют на самопроизвольный и целенаправленный, осуществляемый в основном в хозяйственных целях.

**Критерии акклиматизации.** При выборе объекта для акклиматизации необходимо обосновать целесообразность намечаемого мероприятия. При этом исходят из основных критериев акклиматизации. Б. Г. Иоганзен предложил два таких критерия: биологический, который обосновывает возможность нормального существования переселенца в новом биотипе, и хозяйственный, обосновывающий сохранение переселенцем хозяйственной ценности. Т. С. Расс и А. Ф. Карпевич предлагают четыре критерия.

**Географический** — показывает возможность акклиматизации выбранного рекрута в данном водоеме, исходя из сопоставления климатических зон и физических характеристик (температуры воды и воздуха, длительности сезона года и др.) заселяемого и материнского водоемов.

**Биотический** — выявляет наличие свободных кормовых резервов в заселяемом водоеме для всех стадий развития рекрута, наличие или отсутствие близких ему видов, возможных конкурентов и врагов и другие факторы биотической среды.

**Экологический** — рассматривает соответствие экологических требований вселяемого вида и физико-химических условий среды заселяемого водоема (особенно в период размножения, зимовки, летней жары и т. д.).

**Хозяйственный** — предусматривает хозяйственную целесообразность интродукции (промысловая и кормовая ценность ре-

крута, массовость его популяций, возможные места и способы отлова и так далее).

**Формы целенаправленной акклиматизации.** Различают три формы целенаправленной акклиматизации водных организмов.

**Промыслово-хозяйственная форма** предусматривает полноцикловую акклиматизацию водных объектов в естественных водоемах с последующей их натурализацией и промысловым и кормовым использованием.

**Аквакультуральная форма** предусматривает использование объектов акклиматизации для полносистемных (полноцикловых) и для неполносистемных рыбоводных хозяйств.

В полносистемных прудовых и садковых хозяйствах содержат маточное стадо переселенца и получают от него потомство, которое выращивают до товарных кондиций. На неполносистемных рыбоводных предприятиях также содержат маточное стадо переселенца. При невозможности содержания такого стада на эти предприятия ежегодно завозят из материнского водоема оплодотворенную икру или личинок планируемого переселенца. От имеющегося исходного материала объекта акклиматизации получают потомство, которое в виде жизнестойкой молодежи выпускают на нагул в искусственные и естественные водоемы. Однако многие виды переселенцев не способны натурализоваться в этих водоемах. Одни из них, оказавшись в новых условиях, могут лишь нагуливаться и созревать, но не находят мест нереста (для получения от них потомства требуются рыбоводные заводы или нерестово-выростные хозяйства, или питомники типа прудовых хозяйств), другие же из них могут только нагуливаться, но не созревают (их размножение происходит только в материнском водоеме).

**Прицельная форма акклиматизации** основывается на возможности введения в экосистему особой нового вида для подавления представителей малоценного вида, уничтожения вредителя или возбудителя болезни, использования резерва непотребляемого корма или заселения свободного биотопа.

**Типы акклиматизации.** Исходя из взаимоотношений переселенца с аборигенами водоема, выделяют пять типов акклиматизации: внедрения, замещения, отторжения, пополнения и конструирования.

**Акклиматизация внедрения** проводится при наличии относительно свободной ниши, в которой переселенец занимает свое место, используя имеющиеся в водоеме резервы корма, и не вступает или почти не вступает в конкурентные отношения с аборигенами.

**Акклиматизация замещения** предусматривает замену малоценных аборигенов более выгодными в хозяйственном отношении видами. Для подавления в водоеме особой малоценных видов выбирают ценный объект акклиматизации, который по своей жизнестойкости и конкурентоспособности превосходит их. Однако многие ценные виды не располагают такими биологическими осо-

бенностями. Поэтому предусматривают охранные мероприятия, которые позволяют довести численность особей переселенца до необходимых масштабов и, таким образом, реконструировать фауну водоема в желательном для хозяйства направлении.

Акклиматизация отторжения—это вселение в водоем нового вида, который по своей жизнестойкости и конкурентоспособности не может противостоять аборигенам, но его особи могут образовать малочисленную популяцию, которая займет ограниченный ареал, располагаясь на окраинах местных биоценозов.

Акклиматизация пополнения—это пополнение переселенцем бедной ихтиофауны водоема, который находится в изоляции (горное озеро).

Акклиматизация конструирования—высший тип акклиматизации. Он предусматривает целенаправленное формирование кормовой базы и ценной промысловой ихтиофауны в водоеме, который только что образован (водохранилище) или в котором произошли глубокие изменения в экосистеме под влиянием климатического или антропогенного воздействия. В возникших в водоеме новых условиях одни аборигены исчезают из-за непригодности к ним, другие же резко снижают свою численность. Создавая в таких водоемах пищевые цепи и новый состав ихтиофауны из ценных аборигенов и переселенцев, а также проводя рыбоводно-мелиоративные и охранные мероприятия, открываются перспективы наиболее рационального использования их потенциальных возможностей и получения высокой величины высококачественной рыбопродукции.

**Фазы процессов акклиматизации переселенца.** А. Ф. Каревич выделяет пять узловых фаз процесса акклиматизации и натурализации вида в новых условиях.

I фаза—выживание переселенных особей в новых для них условиях (период физиологической адаптации). При вселении особей в водоем, в котором действуют отличающиеся от материнского водоема условия среды, весьма важным периодом является ассимиляция ими отдельных элементов новой среды, обеспечивающих нормальный процесс обмена веществ. В этот период происходит адаптация переселенца к новым параметрам абиотических и биотических факторов среды и совершаются физиологические сдвиги на всех этапах развития его организма. Продолжительность этой фазы—от момента вселения особей до появления их потомства.

II фаза—размножение и начало формирования популяции—у выживших особей переселенцев происходит дальнейший рост и развитие, а также формирование половых желез и размножение. Материнские особи и их потомство постепенно расселяются по акватории водоема, осваивая места для размножения и нагула зарождающейся популяции. В этот период большое значение имеют диапазоны колебаний абиотических факторов среды (нижние и верхние пороговые значения температур,

солености, газового режима и др.), а также длительность критических температур зимой и летом, общая сумма тепла и так далее.

Итак, в период становления популяции основными, определяющими факторами среды являются абиотические факторы, к которым должны приспособиться особи интродуцента на всех стадиях развития. В этот период биотические факторы среды часто играют подчиненную роль, так как из-за малой численности формирующейся популяции биотические отношения еще не выявились полностью, паразиты и враги еще не оказывают существенного давления. В дальнейшем при благоприятных условиях размножения переселенца и высокой эффективности нереста происходят постепенное расширение его ареала, увеличение численности и переход в следующую фазу.

III фаза — максимальная численность переселенца (фаза взрыва). На этой фазе акклиматизации переселенец проявляет потенциальные возможности к размножению, расселению и освоению ареала. Резкое увеличение (взрыв) численности популяции обычно наблюдается при наличии в водоеме большой биомассы резервов кормов, отсутствии конкуренции из-за пищи, малом количестве врагов и паразитов, достаточной нерестовой площади и продолжающих действовать благоприятных абиотических факторов среды. Данная фаза акклиматизации завершается успешно только тогда, когда ни один из факторов среды не оказывает отрицательного влияния на популяцию переселенца. Если же в водоеме действуют не совсем благоприятные условия для размножения и нагула интродуцента, то взрыв численности популяции может не произойти.

IV фаза — обострение противоречий переселенца с биотической средой. Резкое увеличение численности популяции переселенца часто сопровождается обострением внутривидовых и межвидовых отношений с аборигенами. Возникновение в водоеме обострений биотических отношений наблюдается из-за относительного переселения биотопа, напряженного состояния кормовой базы в результате усиленного ее использования, влияния хищников и других причин.

Снижение величины кормовой базы в водоеме приводит к недостатку пищи для особей переселенца и ослаблению их жизнеспособности. При взрыве численности переселенца негативное влияние на его особей могут оказать также враги и болезни, ибо в новых условиях они еще не выработали защитной реакции. Все эти неблагоприятные для переселенца условия среды обычно приводят к снижению его численности, которая только в дальнейшем стабилизируется в определенных границах.

V фаза — натурализация в новых условиях. Пройдя ряд поколений, переселенец окончательно адаптируется в новом водоеме, в котором определяются его численность популяции и величина ареала в соответствии с действующими в нем абиотическими и биотическими условиями среды. Интродуцент вступает в фазу натурализации в новых условиях, которая является

последней фазой акклиматизации, и у него происходят следующие изменения:

проявляется морфофизиологический облик особей; вырабатываются новые характерные особенности в биологии и поведении; закрепляются нерестовые и нагульные ареалы; устанавливаются пути миграций; определяется место в экосистеме.

В результате в водоеме завершается формирование новой экоморфы со свойственными для ее особей и популяций специфическими особенностями.

Образовавшаяся экоморфа перестает быть переселенцем и занимает свое место в экосистеме данного водоема, в котором определяется величина ее продукции, и используется в качестве кормового или промыслового объекта.

**Методы акклиматизации.** В настоящее время имеются четыре метода акклиматизации: пассивный, активный, радиальной акклиматизации и ступенчатой акклиматизации.

**Пассивный метод** преобладает над другими методами. Сущность его сводится к тому, что человек осуществляет лишь выбор и перенос объекта акклиматизации в новый водоем. Процесс же акклиматизации переселенца проходит без вмешательства человека, а его позитивное завершение зависит от природы самого интродуцента.

**Активный метод** предусматривает вмешательство человека в процесс акклиматизации переселенца в новом водоеме путем проведения рыбоводно-мелиоративных и охранных мероприятий.

**Метод радиальной акклиматизации** первоначально предусматривает вселение вида в водоем, в котором он проходит фазу натурализации в новых условиях, а затем полученное потомство используют в качестве источника расселения его особей по другим водоемам. Для этого часто используют также маточные стада, которые содержат в рыбоводных хозяйствах и от которых получают посадочный материал для расселения по водоемам региона.

**Метод ступенчатой акклиматизации** предусматривает постепенное продвижение кормового или промыслового объекта в новые районы, резко отличающиеся по климатическим условиям от района, где расположен его маточный водоем. Для акклиматизации южного интродуцента на севере или северного переселенца на юге проводят первоначально вселение выбранного объекта в один из водоемов, расположенных недалеко от границы его маточной климатической зоны, а затем полученное от него потомство переселяют в следующий водоем, который находится уже на значительном удалении от границы. Получив потомство в этом водоеме, его переселяют в другой водоем, еще более удаленный от указанной границы. Таким образом, проводя такую ступенчатую акклиматизацию, выбранный объект продвигается в глубину другой климатической зоны.

Однако, как показывает практика, данный метод недостаточно эффективен. Он не обеспечивает получение устойчивой популяции переселенца, образовавшейся в короткий отрезок времени при отсутствии естественного отбора, который мог бы произойти в ряде последующих поколений. Поэтому такое переселение не позволяет переступить границы свойств видов, а только отодвигает сублетальные границы к летальным. Для получения же интродуцента нескольких поколений требуется весьма длительное время на каждой ступени акклиматизации.

**Способы интродукции.** Применяют четыре способа переселения выбранного объекта акклиматизации.

**Прямой** — особи на любой стадии развития пересаживаются из материнского водоема в водоем с новыми условиями среды.

**Рыбоводного освоения** — исходный материал в виде икры или личинок, или взрослых особей заготавливают в маточном водоеме и доставляют на рыбоводное предприятие; на рыбоводном заводе или в питомнике инкубируют доставленную икру и выращивают молодь до жизнестойкой стадии, которую выпускают в новые для ее вида водоемы; заселение этих водоемов производят также молодь, полученной от маточного стада переселенца, созданного на рыбоводном предприятии.

**Адаптаций** — исходный материал, представленный молодь или взрослыми особями рекрута, перед выпуском в естественный водоем проходит предварительную акклиматизацию к действующим в нем абиотическим условиям среды.

**Карантинизации** — перед выпуском в естественный водоем особи рекрута содержатся в специальных хозяйствах с целью проверки на зараженность паразитами и болезнетворными бактериями (в случае обнаружения таковых применяют меры для освобождения от них).

**Оценка результатов акклиматизации.** Результаты акклиматизации обычно оценивают по трехбалльной системе.

**Выживание интродуцентов** — поимка в новом водоеме переселенных особей.

**Биологический эффект** — произошло размножение интродуцентов и выживание их потомства в новом водоеме.

**Промысловый эффект** — переселенец образовал многочисленную популяцию, натурализовался и вошел в промысел или пищевые цепи нового для него водоема.

## § 49. ПРОВЕДЕНИЕ АККЛИМАТИЗАЦИИ

Целесообразность переселения особей того или иного вида в другой водоем устанавливают исходя из следующих соображений:

если какой-либо вид ценных промысловых рыб раньше обитал в водоеме, но в результате воздействия ряда причин, не связанных с изменением режима водоема, был уничтожен, целесообразно восстановить его в данном водоеме;

если в водоеме обитают ценные виды рыб, но кормовая база



ограничивает дальнейшее увеличение их запасов, в него необходимо переселить другие виды кормовых организмов;

если обитающие в водоеме промысловые виды рыб полностью не используют кормовые ресурсы, следует переселить в него такие виды рыб, которые будут потреблять неиспользуемый корм;

если ценные виды рыб имеют узкий ареал, то его необходимо расширить путем переселения их особей в другие водоемы;

если в водоеме обитают лишь малоценные виды рыб, то в него следует переселить ценные виды рыб;

если изменился режим водоема и условия обитания имеющихся в нем видов рыб или кормовых организмов стали неудовлетворительными, в него необходимо переселить такие виды, которые приспособлены к существованию в подобных условиях.

Прежде чем приступить к реконструкции фауны, ученые предварительно изучают биологические и экологические особенности предполагаемых объектов для вселения и акклиматизации, их взаимосвязи и хозяйственные качества, а также условия среды в водоемах, где они постоянно живут и куда их желательно было бы переселить. Изучив возможности приживания особей того или иного вида в новом для него водоеме и определив экономическую эффективность намеченного мероприятия, составляют научно обоснованный проект на его переселение. В проекте указывают систему переселения (вселение или акклиматизация) и обосновывают следующие вопросы:

биологическую и хозяйственную целесообразность переселения; экономическую характеристику форм, предлагаемых для переселения;

хозяйственную, экономическую, промысловую (массовость, доступность промыслу и др.), пищевую и другие характеристики переселяемого объекта;

предполагаемое влияние на экосистему и существующие ценные объекты;

болезни и паразитофауну переселенцев и их возможную опасность для фауны и флоры заселяемого водоема;

характеристику экосистемы заселяемого водоема с точки зрения его пригодности для обитания переселяемого объекта: соленость, температуру, газовый режим воды, врагов, конкурентов, кормовую базу, условия нереста и др.;

вероятную область расселения переселенцев и примерные сроки увеличения численности до размеров, допускающих использование их промыслом, ожидаемые уловы; для кормовых беспозвоночных — ожидаемую биомассу и возможные сроки начала массового использования их рыбами;

рекомендации по биотехнике проведения работ, место получения посадочного материала, стадию его развития, сроки проведения переселения, плотности посадки в водоем, повторность посадки;

гарантию от переселения непредусмотренных видов.

Составленный проект рассматривается бассейновым отделением

Ихтиологической комиссии Мирыбхоза СССР и ученым советом бассейнового научно-исследовательского института совместно с бассейновой инспекцией рыбоохраны с привлечением специалистов рыбохозяйственных организаций. Затем проект направляють в Ихтиологическую комиссию Минрыбхоза СССР, где его рассматривают на Научном совете по акклиматизации. Проект, одобренный Научным советом, передается на техническое исполнение в Центральное производственно-акклиматизационное управление (ЦПАУ) Главрыбвода Минрыбхоза СССР.

Специалисты ЦПАУ разрабатывают планы (годовые и перспективные) по реализации этих проектов. Годовые планы составляют на основе указанных в проектах рекомендаций по переселению водных организмов из материнских водоемов в другие водоемы. В этих планах отражают форму переселения (икрой\*, личинками, молодью или взрослыми особями), объем перевозок будущих переселенцев, исполнителей работ — акклиматизационные станции и организации, которые ответственны за заготовку в материнском водоеме объектов интродукции.

Проекты планов по акклиматизации рыб, других водных организмов рассматриваются Научным советом Ихтиологической комиссии по вопросам акклиматизации, согласовываются с Главным управлением ветеринарии Госагропрома СССР и утверждаются «Главрыбводом» Минрыбхоза СССР. В системе ЦПАУ находятся 13 акклиматизационных станций, зоны деятельности которых охватывают всю территорию Советского Союза.

Получив от ЦПАУ утвержденные годовые планы, станции устанавливают сроки проведения работ, намечают маршруты перевозок, предусматривая при этом средства передвижения (самолетами, железнодорожными вагонами или водным транспортом), и определяют потребность в транспортировочной таре, исходя из нормативов ее загрузки водными организмами с учетом времени пребывания в пути. После этого сотрудники станций приступают к непосредственному выполнению акклиматизационных работ. Перевозку водных организмов можно проводить только с разрешения Главного управления ветеринарии Госагропрома СССР и Центральной ихтиопатологической инспекции Минрыбхоза СССР.

Станции ежемесячно информируют ЦПАУ о проделанной работе, а в конце года представляют ему годовые отчеты. Вместе с тем станции обобщают результаты акклиматизационных мероприятий, осуществленных ими в прошлые годы, и высказывают свои мнения о продолжении или прекращении этих работ. ЦПАУ и его акклиматизационные станции ежегодно перевозят миллионы производителей, разновозрастных особей, молоди, личинок и икры рыб, а также кормовых беспозвоночных.

---

\* Икру берут от производителей, выловленных в материнском водоеме, инкубируют до стадии пигментации глаз или подвижного эмбриона, транспортируют к месту назначения, где ее на одном из рыбодных заводов доинкубируют, получают молодь, которую выпускают в водоем на новое местообитание.

Т а б л и ц а 26. Вселенные и акклиматизированные рыбы и беспозвоночные

Название водных организмов	Водоем вселения	Материнский водоем
<i>Рыбы</i>		
Форелеокунь	Оз. Абрау	Водоёмы США
Форель севанская	Оз. Лиманчик	Оз. Абрау
	Оз. Иссык-Куль	Оз. Севан
Сиг	Озера Урала	Оз. Чудское
Рипус	Оз. Севан	То же
	То же	Оз. Ладожское
Стальноголовый лосось	Пруды форелевых хозяйств	Тихоокеанское побережье США
Кефаль	Каспийское море	Черное море
Сазан	р. Западная Двина	р. Амур
	Оз. Псковское	То же
	Оз. Ильмень	»
	Оз. Балхаш	р. Чуя
Лещ	Чано-Барабинские озера	Оз. Балхаш
	Оз. Убинское	р. Кама
Усач	Чано-Барабинские озера	Оз. Убинское
Судак	Оз. Балхаш	Аральский бассейн
	То же	То же
Стерлядь	»	р. Урал
	р. Печора	р. Северная Двина
Бычки	р. Западная Двина	То же
	Аральское море	Каспийское море
Атерина	То же	То же
Салака	»	Балтийское море
Белый амур	Пруды	р. Амур и реки Китая
Черный амур	То же	То же
Белый толстолобик	»	»
Пестрый толстолобик	»	»
Омуль	Озера Северо-Запада, Урала и Сибири	Реки бассейна Северного Ледовитого океана
<i>Беспозвоночные</i>		
Червь нерекс	Каспийское море	Азовское море
Моллюск абра	То же	То же
Мизиды	Каунасское водохранилище	Симферопольское водохранилище
	Заливы Аральского моря	Дельта р. Дон
Мизиды	Оз. Балхаш	То же
	Катта-Курганское и Кайрак-Кумское водохранилища	»
	Волгоградское, Куйбышевское, Кутулукское водохранилища	Дельта р. Дон
	Веселовское, Пролетарское, Цимлянское, Сенгелеевское водохранилища	»
	Днепровское, Каховское, Крзсовское водохранилища	Днепровский лиман и р. Ингулец
	Добоссарское, Камратское водохранилища	Кучурганский лиман и лиманы р. Дунай
	Оз. Джандари, Шаорское, Тбилисское и Храмское водохранилища	р. Дон

Название водных организмов	Водоем вселения	Материнский водоем
	Симферопольское, Севастопольское, Бахчисарайское водохранилища	р. Днепр, Симферопольское водохранилище
Баянус*	Черное море	Средиземное море
Краб*	То же	То же
Рапана*	»	Тихий океан
Мия*	Черное море	Атлантический океан

\* Массовое проникновение черноморских форм в Азовское море после 1969 г.

Бассейновые управления Главрыбвода и их инспекции контролируют выполнение работ по акклиматизации водных организмов, обеспечивают охрану объектов акклиматизации, проводят разъяснительную работу среди населения о недопущении незаконно проводимых работ по акклиматизации и необходимости охраны переселенцев. Они собирают и регулярно представляют ЦПАУ информацию о поимках акклиматизируемых объектов и проводят наблюдения за ходом акклиматизации совместно с научными организациями.

#### § 50. ОБЪЕКТЫ АККЛИМАТИЗАЦИИ

В Советском Союзе накоплен большой опыт в проведении акклиматизационных работ на озерах, водохранилищах и морях. В результате этих работ многие водоемы пополнились ценными видами рыб, которые стали в них объектами рыболовства. При этом уделено большое внимание не только переселению отдельных видов рыб, но и формированию ихтиоценозов и кормовой базы для промысловых аборигенов и акклиматизантов.

Вылов рыбы за счет акклиматизационных мероприятий увеличивается из года в год. Многие виды рыб и кормовых организмов, особи которых были переселены из одних водоемов в другие, прижились на новых местах обитания, создали популяции и прошли этап натурализации (табл. 26). В настоящее время в фонде акклиматизируемых объектов водных организмов насчитываются десятки видов и их перечень неуклонно растет (табл. 27).

#### § 51. ПЕРЕВОЗКА ИКРЫ, ЛИЧИНOK, МОЛОДИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ

При акклиматизационных работах широко применяют перевозку икры, личинок, молоди и производителей. Перевозки бывают непродолжительные и длительные. Непродолжительные длятся 2—4 ч, длительные — до двух суток. На дальние расстояния перевоз-

Т а б л и ц а 27. Рыбы и беспозвоночные, рекомендуемые для вселения и акклиматизации

Название водных организмов	Водоем вселения	Материнский водоем
<i>Рыбы</i>		
Двухлинейная камбала	Баренцево море	Северная часть Тихого океана
Далня	Водоемы Мурманской обл.	Водоемы Чукотки
Японский морской судак	Азово-Черноморский бассейн	Дальневосточные моря
Сельдь-илиша	То же	То же
Малый желтый горбыль	»	Желтое и Китайское моря
Форелеокунь	»	Оз. Абрау
Китайский окунь	»	р. Амур
Желтощек	»	То же
Верхогляд	»	»
Полосатый окунь	Черное, Азовское, Каспийское, Балтийское, Баренцево и Белое моря	Атлантическое и Тихоокеанское побережье Северной Америки
Туркменский сомик	р. Ягноб	р. Варзоб
Пелингас	Каспийское и Азовское моря	Дальневосточные моря
Монгольский хариус	Водоемы Туркменской ССР	р. Каргы
Горбуша	Баренцево и Белое моря	Дальневосточные моря
Стальноголовый лосось	Черное, Каспийское и Балтийское моря	Пруды форелевых хозяйств
Лаврак	Каспийское море	Черное море
Калуга	Водохранилища	р. Амур
Русский осетр	Балтийское море	Каспийское и Азовское моря
Белуга	То же	То же
Байкальский осетр	»	Оз. Байкал
Байкальский омуль	»	То же
Американский белый окунь	»	Атлантическое побережье США
Муксун	»	р. Обь
Шпрот	Баренцево и Белое моря	Балтийское море
Арктическая треска	То же	Восточно-Сибирское море
Стрелозубый палтус	»	Тихий океан
Австралийский горбыль	Азовское море	Прибрежные воды Южной Австралии
Обыкновенный викфиш	То же	Воды Атлантического побережья Северной Америки
Австралийский лосось	»	Прибрежные воды Австралии и Новой Зеландии
Салака	»	Балтийское море
Бражниковские сельди	»	Каспийское море
Белый окунь	»	Восточное побережье Северной Америки
Белый амур	Реки, лиманы, водохранилища бассейнов южных морей СССР	Рыболовничьи в различных климатических зонах страны
Черный амур	То же	То же
Белый толстолобик	»	»
Пестрый толстолобик	»	»
Кутум	Азовское море (для притока опреснения)	Каспийское море
Аральский усач	То же	Аральское море

Название водных организмов	Водоем вселения	Материнский водоем
<i>Беспозвоночные</i>		
Мизиды	Балтийское море	Каспийское море
Моллюск корбитула	Мингечаурское водохранилище	Водоемы Нижней Куры
Боклопав понтогаммарус	Озера поймы реки Сырдарья	Дельта рек Волги и Дона
Полихета шпания	То же	Оз. Балхаш и дельта р. Дон

ки осуществляют на самолетах и железнодорожным транспортом, на близкие — автотранспортом.

**Перевозка икры.** Оплодотворенную икру транспортируют на начальных или конечных стадиях развития, когда эмбрион менее всего чувствителен к механическим воздействиям.

Неклеякую и искусственно обесклеенную икру различных видов рыб перевозят без воды и без субстрата в специальной таре.

При кратковременной транспортировке такую икру перевозят в банках, в которые наливают воду, а затем постепенно заполняют икрой. Наполнив банки доверху икрой, сцеживают воду через марлю. Затем банки с икрой ставят в изотермический ящик, в котором сохраняется необходимая температура при транспортировке. Для предохранения икры от тряски банки перекладывают бумагой, ватой, поролоном или другим мягким материалом.

При длительной транспортировке используют различную тару для перевозки икры. Так, икру осетровых рыб перевозят на деревянных рамках, уложенных в изотермические, влагонепроницаемые пенопластовые ящики. Рамки размером 34×28 см разделены пополам планками и обтянуты сеткой из синтетического материала. На каждой рамке положена влажная марлевая салфетка размером 70×50 см, на которой в 1,5—2 слоя разложена икра.

Икру осетровых рыб, взятую из инкубационных аппаратов, раскладывают на рамки в воде. Для этой цели применяют заполненный водой лоток или используют ванны инкубационных аппаратов Ющенко. На рамки расстилают марлевые салфетки. Уложенную на рамку икру накрывают свободными концами салфетки. Рамки в количестве 20 шт., на которых размещено 170—300 тыс. икринок (в зависимости от вида рыбы), укладывают в стойку ящика. На дно ящика предварительно ставят пенопластовую кювету с высотой бортиков 5 см. Сверху на стопку рамок с икрой ставят такую же кювету, но с сетчатым дном. В эту кювету закладывают лед. Ящик с икрой закрывают крышкой и перевозят к месту назначения. За время транспортировки икры лед посте-

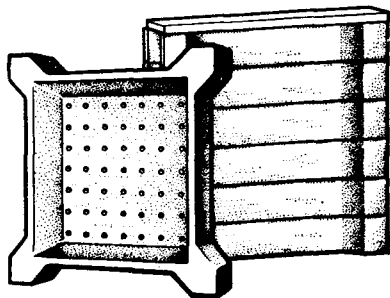


Рис. 75. Кюветы из пористого полистиролового пластика для перевозки живой икры

пенно тает. Такая вода стекает по стопке рамок, охлаждая и увлажняя икру, и попадает в нижнюю кювету, которая является водоприемником.

При длительной транспортировке икру лососевых рыб перевозят на деревянных рамках, обтянутых металлической сеткой или сеткой из синтетического материала. Размер рамок для икры лосося примерно  $50 \times 30$  см. Их вместимость — около 7 тыс. икринок. Перед раскладкой икры рамки следует выдержать в течение суток в воде.

Икру, взятую из инкубационных аппаратов в стадии пигментации глаз у зародыша, необходимо осторожно промыть от осевшего ила (икру лососей), удалить погибшие и покрытые сапролегнией икринки. Затем на рамки расстилают мокрые марлевые салфетки, размеры которых в два раза превышают размеры сетки рамки, и на них раскладывают икру ровным слоем и прикрывают свободными краями салфетки. Рамки кладут стопкой по 8—12 шт. в стойку ящика из пенопласта.

Чтобы избежать в пути повышения температуры внутри ящика, над стопкой рамок устанавливают пенопластовую кювету со льдом и закрывают крышкой. Размеры кюветы соответствуют размерам рамок. На дне кюветы сделаны отверстия, через которые с таящего льда вода стекает на рамки, увлажняя и охлаждая лежащую икру. Под стопку рамок ставят такую же кювету, но без отверстий. Она предназначена для приема воды, стекающей с нижней рамки. В случае переполнения кюветы воду удаляют через сливное отверстие в дне ящика.

Весьма удобной тарой для перевозки икры является картонный или фанерный ящик с уложенными в него кюветами из пористого стиролового пластика (рис. 75). Высота бортиков с внешней стороны кюветы равна 6,8 см, а с внутренней стороны — 6 см. Толщина бортиков по верху — 1,5 см. С внешней стороны бортики прямые, а с внутренней стороны с уклоном ко дну. В связи с этим внутренняя рабочая часть кюветы имеет размеры  $26 \times 26$  см по низу и  $30 \times 30$  см по верху. В дне кюветы 7 рядов круглых отверстий (по 7 в ряд), диаметр которых не превышает размер икринок. В кювету можно заложить 10 тыс. икринок лосося, размещая их в 7 слоев на влажной марлевой салфетке. Концами салфетки прикрывают икру. Ящик вмещает 7 уложенных в стопку кювет, из которых 5 — с икрой, 1 — со льдом (верхняя) и 1 — без отверстий (нижняя), предназначенная для приема стекающей воды из кюветы с икрой, лежащей над ней. Эта вода образуется при таянии льда на верхней кювете и проходит по всем 5 кюветам, увлаж-

няя и охлаждая на своем пути икру. Материал, из которого изготовлены кюветы, отличается легкостью и высокими изоляционными свойствами. Это позволяет поддерживать температуру при транспортировке икры не выше 7 °С.

В ящиках перевозят икру многих видов рыб, в том числе икру сиговых, кутума и судака, используя при ее транспортировке лед.

Если икру перевозят поздней осенью или зимой при низких температурах на транспорте, то в тару не только не закладывают лед, но, наоборот, ее утепляют, чтобы избежать промерзания икры. Стопку рамок (кюветов) обертывают плотной бумагой и перевязывают шпагатом. Для доступа воздуха бумагу, закрывающую рамки, в нескольких местах прорывают. Упакованную в бумагу стопку рамок опускают в пенопластовый изотермический ящик.

В каждый транспортировочный ящик вкладывают конверт с накладной, в которой указаны количество икры, дата оплодотворения и температура инкубации.

На крышке транспортировочного ящика делают надпись «Живая икра. Верх. Не кантовать». С боковой стороны ящика прикрепляют этикетку с адресом назначения и отправления.

Оплодотворенную, но искусственно необесклеенную икру карповых, окуневых и других рыб перевозят без воды во влажной среде.

При кратковременных перевозках приклеенную к субстрату икру помещают в картонную коробку, дно которой устлано полиэтиленовой пленкой или мхом, прикрытым мокрой марлевой салфеткой. При отсутствии мха дно коробки можно застелить стеблями жесткой надводной растительности: рогоза, тростника, камыша. В пути субстрат с икрой периодически опрыскивают водой. В жаркие дни на дно коробки кладут небольшие кусочки льда, которые предохраняют икру от нагревания и быстрого обсыхания. Каждая коробка размером 30×30×17 см вмещает около 500 тыс. икринок частичковых рыб.

При продолжительной транспортировке икру частичковых рыб перевозят в таре, предназначенной для длительной перевозки обесклеенной икры. Субстрат с приклеенной икрой размещают на рамках и прикрывают влажными марлевыми салфетками. 6—8 рамок кладут стопкой в транспортировочный ящик из пенопласта. Для поддержания невысокой температуры (ниже 8 °С) сверху стопки рамок устанавливают пенопластовую кювету со льдом, а снизу ставят пустую кювету.

При перевозке обесклеенной и необесклеенной икры во влажной среде при температуре 4—7 °С весной и осенью и 8—12 °С летом ее отход за 24—48 ч транспортировки обычно не превышает 2 %.

Оплодотворенную и обесклеенную икру осетровых рыб перевозят в полиэтиленовых пакетах, заполненных водой и чистым кислородом. Соотношение объема воды с икрой и кислорода принимают 1 : 1. Транспортировку этой икры осуществляют после завершения ее дробления. Оптимальная температура



тура воды при перевозке икры белуги 10—13 °С, осетра — 14—17 °С, севрюги — 18—22 °С. Перевозки не должны длиться более 10 ч, так как возможны значительные отходы.

Если объем пакета 40 л, длительность перевозки 10 ч, а температура воды для каждого вида благоприятна, то нормы загрузки икры в пакеты следующие: белуга — 150—170 тыс. шт.; осетр — 200—240; севрюга — 370—470 тыс. шт.

Перевозка предличинки, личинки и молоди рыб. Весьма удобной тарой для перевозки предличинки, личинки и молоди рыб являются полиэтиленовые пакеты (рис. 76). Вместимость стандартного полиэтиленового пакета — 40 л. Техника перевозки предличинки, личинки и молоди рыб в этих пакетах несложная. Их заполняют на 0,5 объема водой и предличинками (или личинками, или молодью), а оставшееся свободное пространство заполняют чистым кислородом, который подается под давлением из баллона. При этом кислород поступает из трубки, пропущенной во внутрь через собранные в виде гармошки (мелких складок) его верхние края. Пропустив в каждый пакет по 20 л кислорода, их прочно завязывают или закрывают зажимом и устанавливают в ящики из картона. Содержащийся в пакетах кислород постепенно проникает в воду и насыщает ее (при качке). Это дает возможность транспортировать предличинки, личинки и молодь рыб при плотных посадках. Однако для принятия решения о перевозке предличинки рыб в этих пакетах необходимо знать их биологические особенности и поведение на той или иной стадии развития. Это во многом предопределяет успех перевозки. Так, например, предличинки лосося в первые две недели жизни проходят стадию покоя. Они почти неподвижно лежат в инкубационном аппарате. При перевозке таких предличинки наблюдается большой отход, поэтому обычно перевозят не предличинки лосося, а икру, но в последней стадии развития. Если на месте доставки нет условий для доинкубации икры, то перевозят личинки или молодь лосося. Перед перевозкой рыб в течение суток не кормят. Предличинки рыб, у которых отсутствует стадия покоя (сигов, осетра, севрюги, белуги и др.), перевозят в первые дни после выклева.

При транспортировке необходимо поддерживать благоприятную температуру воды, так при перевозке лососей, белорыбицы и сиговых рыб температура воды должна быть 5—10 °С, осетровых — 10—20 °С, карповых — не выше 25 °С. Если рыб перевозят в жаркие дни, то в транспортировочные ящики закладывают такую



Рис. 76. Полиэтиленовый пакет для перевозки живой рыбы

массу льда (поместив его в небольшие полиэтиленовые пакеты), которая обеспечивала бы поддержание благоприятной температуры для рыбы.

При расчете плотности посадки предличинок, личинок и молоди рыб в герметически закрытый стандартный полиэтиленовый пакет, заполняемый водой и кислородом, необходимо учитывать следующее:

степень растворения кислорода в воде в зависимости от механического перемешивания в пути, температуры и парциального давления;

пороговое содержание кислорода для предличинок, личинок и молоди (1—3 мл/л);

потребление кислорода и выделение свободной углекислоты предличинками, личинками и молодь в зависимости от температуры, их массы и видовой принадлежности;

предельно допустимые концентрации углекислоты для предличинок, личинок и молоди;

коэффициент растворения углекислоты в воде в зависимости от температуры;

фактор пространственного расположения предличинок, личинок и молоди (для рыбы до 1 г принимается соотношение ее массы и воды от 1 : 8 до 1 : 10, а свыше 1 г — от 1 : 2 до 1 : 6);

длительность перевозки предличинки, личинки и молоди.

Нормативы плотности посадки предличинки, личинки и молоди в полиэтиленовые стандартные пакеты представлены в табл. 28—30.

Перевозка предличинок, личинок и молоди рыб в полиэтиленовых пакетах удобнее и экономичнее, чем в других емкостях. В этих пакетах предличинки, личинки и молодь рыб можно отправлять прямыми рейсами самолетов без сопровождающих. Пакеты, доставленные к месту назначения, помещают на некоторое время в водоем или заполненный водой бассейн, в который будет выпущена рыба. После того как температура воды в пакетах и в водоеме (бассейне) становится одинаковой, пакеты вскрывают и выпускают привезенный материал. При соблюдении указанных норм загрузки пакетов предличинками, личинками и молодь рыб отход их за период транспортировки обычно не происходит.

**Перевозка производителей рыб.** Для транспортировки нескольких производителей на длительные расстояния можно использовать крупные полиэтиленовые пакеты, заполненные водой и кислородом. Для массовой перевозки производителей применяют живорыбные вагоны (табл. 31), в которых установлены баки с водой и аэрационной системой.

Производителей осетровых рыб сажают в каждый живорыбный вагон по 500—600 шт. (осетра и севрюги). При температуре воды 6—8°C транспортировка может продолжаться 4—6 сут. Производителей сазана перевозят ранней весной или осенью при температуре воды не выше 5°C. Их сажают в живорыбный вагон до

**Таблица 28. Степень растворения кислорода в пакете в зависимости от механического перемешивания воды, ее температуры и парциального давления**

Степень встряхивания пакета	Количество кислорода в 1 л воды при нормальном давлении и температуре					
	5 °С			10 °С		
	мл	мг	%	мл	мг	%
Сильная	32,3	46,2	361,8	28,4	40,6	359,0
Средняя	23,2	33,2	259,4	20,8	29,7	262,9
Слабая	15,2	21,7	170,0	13,3	19,0	168,1

*Продолжение табл. 28*

Степень встряхивания пакета	Количество кислорода в 1 л воды при нормальном давлении и температуре								
	15 °С			20 °С			25 °С		
	мл	мг	%	мл	мг	%	мл	мг	%
Сильная	25,4	36,3	358,2	23,4	33,4	365,6	22,2	31,7	379,4
Средняя	19,0	27,2	267,9	17,8	25,4	273,4	16,5	23,6	282,0
Слабая	11,9	17,0	167,8	10,8	15,4	168,7	9,7	13,8	165,8

1,5 тыс. шт. (при средней массе рыбы 2 кг). Продолжительность транспортировки не должна превышать 5—6 сут. Производителей леща сажают в живорыбный вагон, в котором температура воды в пути следования не выше 8 °С, до 3300 шт. (при средней массе рыбы 0,6—1 кг). При этом продолжительность транспортировки не должна превышать 5—6 сут. Производителей судака перевозят в этих же вагонах до 600 шт. (при средней массе рыбы 1—3 кг). Продолжительность транспортировки не должна превышать 4—5 сут при температуре воды 3—5 °С.

**Коэффициент растворения углекислоты в воде**

Числовое значение коэффициента	Температура воды, °С
0,58	5
0,55	10
0,50	15
0,48	20
0,40	25

Для перевозки рыбы на небольшие расстояния применяют автомашины, на которых установлены цистерны или баки, запол-

Т а б л и ц а 29. Потребление кислорода, выделение углекислоты рыбой и критический для нее уровень  $\text{CO}_2$

Средняя масса рыбы, г	Критический уровень $\text{CO}_2$ , мл/л	Выделение углекислоты (потребление кислорода) рыбой [мл/(кг·ч)] при температуре, °С				
		5	10	15	20	25
<i>Осетровые</i>						
0,01—0,03	40	120	170	250	450	700
0,2	20	90	120	180	300	600
0,5	20	70	100	150	230	400
1—2	20	40	70	100	150	200
5—10	20	30	60	80	120	150
20	20	20	40	70	90	120
<i>Лососевые</i>						
0,0012—0,2	60	160	210	300	400	—
0,5	60	70	130	200	280	—
1—2	60	60	110	180	250	—
5—10	60	50	100	150	210	—
20—50	60	40	90	130	190	—
<i>Карповые</i>						
0,0012—0,0015	80	—	—	350	420	500
0,02—0,03	100	—	—	210	270	340
0,2—0,5	100	—	—	130	180	250
1—2	100	40	70	100	150	200
5—10	120	30	60	80	120	150
20	120	20	40	70	90	120
<i>Окуневые</i>						
0,0004—0,0009	50	—	220	300	380	—
0,2	60	70	110	150	190	250
0,5	60	60	100	140	180	240
1—2	70	60	90	130	180	240
5	70	60	90	130	170	230
10—20	70	50	80	120	160	220
50	70	40	70	100	130	170

\* При дыхании рыбы на единицу потребляемого кислорода выделяется единица углекислоты; при соотношении воды и кислорода в пакете 1:1 в воде остается половина выделенного рыбой углекислого газа, другая половина поступает в пространство над водой.

ненные водой объемом до 3 тыс. л. При транспортировке рыбы на этих автомашинах в воде нужно поддерживать благоприятный температурный и газовый режим при помощи специальных механизмов. Если перевозка проводится в пределах до 100 км, то отношение количества рыбы к количеству воды составляет 1:2. При перевозке рыбы больше чем на 100 км это отношение должно быть 1:3 или 1:4.

Перевозки можно проводить только с разрешения ихтиопатологической и ветеринарной службы, чтобы избежать случайного

Таблица 30. Плотность посадки предличинки, личинок и молоди рыб в стандартный пакет, шт.

Температура воды, °С	Масса одной особи, г	Длительность транспортировки, ч												
		Осетровые			Лососевые			Карповые			Окуновые			
		10	25	50	10	25	50	10	25	50	10	25	50	
5	0,0012	—	—	—	166700	166700	166700	—	—	—	—	—	—	—
5	0,2	—	—	—	1000	1000	1000	—	—	—	—	—	—	—
5	0,5	—	—	—	600	600	600	—	—	—	—	—	—	—
5	1,0	—	—	—	500	500	500	—	—	—	—	—	—	—
5	2,0	350	345	170	350	350	350	—	—	—	—	—	—	—
5	5,0	200	170	90	200	200	165	760	760	440	300	300	300	300
5	10,0	150	85	45	150	150	80	500	410	240	160	160	160	160
5	20,0	90	65	35	90	90	50	300	280	170	75	75	50	50
10	0,0004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	212500	125000	—	—
10	0,0009	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94500	55500	—	—
10	0,0012	—	—	—	166700	166700	166700	—	—	—	—	—	—	—
10	0,01	15000	15000	15000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,02	7500	7500	7500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,03	5000	5000	5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,2	1000	1000	600	1000	1000	1000	—	—	—	500	500	500	500
10	0,5	600	500	300	600	600	600	—	—	—	400	400	400	400
10	1,0	500	420	210	500	500	400	2000	1900	900	400	400	400	400
10	2,0	350	210	105	350	350	200	1500	950	450	300	300	285	285
10	5,0	200	95	50	200	175	90	760	500	280	160	160	115	115
10	10,0	110	50	25	150	90	45	500	250	140	100	100	65	65
10	20,0	80	40	20	90	45	25	300	175	95	75	60	30	30
15	0,0004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	212500	125000	—	—
15	0,0009	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94500	66500	—	—
15	0,0012	—	—	—	166700	166700	166700	—	—	—	—	—	—	—
15	0,01	15000	15000	15000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0,02	7500	7500	7500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0,03	5000	5000	5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0,2	1000	900	450	1000	1000	1000	3000	3000	3000	500	500	500	500
15	0,5	600	420	200	600	600	480	2600	2200	1240	400	400	400	400

Температура воды, °С	Масса одной особи, г	Длительность транспортировки, ч											
		Осетровые			Лососевые			Карповые			Окуновые		
		10	25	50	10	25	50	10	25	50	10	25	50
15	1,0	500	320	160	500	500	270	2000	1500	800	400	400	400
15	2,0	350	160	80	350	265	135	1500	750	400	300	300	215
15	5,0	200	80	40	200	130	65	760	420	220	160	160	85
15	10,0	100	40	20	150	65	30	460	210	110	100	95	45
15	20,0	50	25	10	85	35	20	255	120	60	75	45	25
20	0,0004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	212500	125000	—
20	0,0009	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94500	55500	—
20	0,0015	—	—	—	—	—	—	55000	50000	—	—	—	—
20	0,01	15000	15000	7000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0,02	7500	7500	4600	—	—	—	25000	25000	15500	—	—	—
20	0,03	5000	5000	2300	—	—	—	17000	17000	10300	—	—	—
20	0,2	1000	600	250	—	—	—	3000	3000	2300	500	500	500
20	0,5	600	300	140	—	—	—	2600	1840	920	400	400	400
20	1,0	500	220	100	—	—	—	2000	1000	550	400	400	320
20	2,0	280	110	50	—	—	—	1250	500	275	300	300	160
20	5,0	140	55	25	—	—	—	680	320	165	160	135	70
20	10,0	70	30	15	—	—	—	340	160	85	100	70	35
20	20,0	45	20	10	—	—	—	220	100	55	75	35	20
25	0,0015	—	—	—	—	—	—	55000	50000	—	—	—	—
25	0,01	15000	11000	5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	0,02	7500	5500	2500	—	—	—	25000	25000	15000	—	—	—
25	0,03	5000	3700	1700	—	—	—	17000	17000	10000	—	—	—
25	0,2	900	400	170	—	—	—	3000	3000	2000	500	500	500
25	0,5	500	200	100	—	—	—	2600	1600	800	400	400	400
25	1,0	500	200	100	—	—	—	2000	1000	500	400	400	290
25	2,0	250	100	50	—	—	—	1150	500	250	300	290	145
25	5,0	135	50	30	—	—	—	760	300	160	160	120	60
25	10,0	70	25	15	—	—	—	400	150	80	100	65	30
25	20,0	45	15	5	—	—	—	205	95	50	75	30	15

Т а б л и ц а 31. Количество воды, необходимое для перевозки 1 кг лососевых рыб при температуре воды 6—10 °С, л

Вид рыбы	Длительность перевозки, ч			
	10	20	30	40
Лосось	15	20	25	30
Сиг	20	27	34	40

занесения в водоем организмов, являющихся возбудителями различных заболеваний.

## Глава 14

### РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

#### § 52. ЗАДАЧИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕЛИОРАЦИИ И ЕЕ КЛАССИФИКАЦИЯ

Рыбопродуктивность рыбохозяйственных водоемов, как и плодородие сельскохозяйственных угодий, не остается постоянной. Она изменяется во времени и зависит от гидрохимического и термического режимов водоема, его заиленности, плотности и характера размещения высшей мягкой и жесткой водной растительности, а также от водного режима, определяющего уровень воды в водоемах и его колебания. Во многом она зависит и от эксплуатации водоемов и формы организации рыбного хозяйства. Для обеспечения высокой и устойчивой рыбопродуктивности водоемов осуществляют рыбохозяйственную мелиорацию.

Слово мелиорация означает улучшение и происходит от латинского корня мелиор, соответствующего русскому слову лучший. Отсюда система мероприятий, направленных на улучшение в водоеме физических, химических и гидробиологических условий как для развития в нем ценной ихтиофауны, так и в целях наиболее совершенной его эксплуатации в рыбном хозяйстве, получила название рыбохозяйственная мелиорация.

Выделяют две основные задачи рыбохозяйственной мелиорации. Это улучшение условий естественного размножения и нагула ценных видов рыб в водоемах и улучшение условий лова рыбы.

Все мероприятия, направленные на улучшение рыбохозяйственных качеств водоема (биологических и эксплуатационных), получили название мелиоративных. По характеру и продолжительности воздействия на водоем мелиоративные мероприятия подразделяются на коренные и текущие.

Коренные мелиоративные мероприятия приводят к глубоким изменениям режима водоема. Они требуют больших затрат и ока-

зывают свое воздействие в течение длительного периода времени. Текущие мелиоративные мероприятия оказывают свое положительное воздействие на водоем в течение короткого отрезка времени, поэтому их систематически повторяют.

Многообразие естественных факторов внешней среды, обуславливающих рыбопродуктивность водоемов, порождает разнообразие возможностей воздействия на водоем путем проведения различных видов мелиоративных работ. По характеру воздействия на водоем их можно свести к определенным типам, привести в систему или, как говорят, их можно классифицировать (табл. 32).

### **§ 53. УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ НАГУЛА ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ**

Все процессы, которые приводят к ухудшению биогидрологического режима водоема, создают неблагоприятные условия для нагула в нем промысловых рыб. Они могут быть результатом: неудовлетворительного гидрологического режима; заиления; зарастания водной растительностью; загрязнения сточными водами; сокращения биогенного стока.

Ухудшение гидрологического режима водоема происходит под влиянием климатических и антропогенных факторов. Так, уровень воды во многих водоемах зависит от величины поступающего в них речного стока. В связи с этим в маловодные годы и при большом объеме безвозвратного потребления речного стока, используемого на орошение сельскохозяйственных угодий, на нужды различных отраслей промышленности и коммунального хозяйства, наблюдается падение уровня воды во внутренних морях и многих озерах. Следствием этого является сокращение площади водоема, его осолонение и неудовлетворительный газовый режим. Это изменяет экосистему водоема и резко отражается на ухудшении условий существования ихтиофауны. Ареал обитания рыбы в таком водоеме уменьшается. Зимой возможны заморы рыбы в нем. Подобные явления наблюдаются также в озерах с атмосферным питанием в засушливых районах. В таких водоемах происходят сезонные колебания уровня воды, ибо весной они наполняются водой в результате стока талых вод, а летом усыхают из-за потерь воды от испарения.

Улучшение гидрологического режима в таких морях и озерах обеспечивается путем дополнительного водного питания из других водоемов и ограничения безвозвратного водопотребления. Водоемами-донорами могут быть реки с большим расходом воды или горные озера.

Мелиоративные работы, связанные с переброской вод, обычно требуют значительных капиталовложений. В связи с этим при проектировании данного мероприятия целесообразно предусматривать комплексное использование перебрасываемых вод, то есть не только на нужды рыбного хозяйства, но и некоторых других отраслей народного хозяйства (сельского хозяйства, водного транс-



Таблица 32. Схема классификации рыбохозяйственных мелиораций

Основные направления мелиорации	Коренная мелиорация	
	Тип мероприятий	Характер мелиоративных работ
Улучшение условий нагула промысловых рыб в водоеме (физико-химического режима и кормовой базы)	Борьба с неустойчивостью уровня воды в водоеме	Регулирование стока. Подача воды из других источников. Устройство подпорных плотин и резервных водохранилищ
	Борьба с загрязнением водоема	Очистка сточных вод
	Борьба с заболачиванием водоема	Осушение водосбросной площадки. Очистка участков избыточных вод от сплавин. Укрепление почвы в береговой полосе путем закладки защитных луговых полос
	Борьба с осолонением водоема	Подача воды из других источников. Сооружение водорегулирующих гидроузлов. Отчленение осолоненных и мелководных непродуктивных участков
	Борьба с заморами	Усиление проточности. Расчистка и каптаж ключей
Улучшение условий естественного размножения промысловых рыб	Борьба с заилением	Устройство лесных защитных полос
	Ликвидация местных преград для прохода производителей	Уничтожение завалов и водопадов. Углубление русла протоков и рыбоходных каналов. Устройство рыбопропускных сооружений
	Поддержание связи нерестилищ с нагульными водоемами	Устройство соединительных каналов
	Борьба со сгонно-нагонными явлениями и осушением нерестилищ	Регулирование стока. Шлюзование и обвалование нерестовых участков. Устройство нерестовых и выростных водоемов
	Улучшение состояния существующих нерестилищ и создание искусственных	Механическая расчистка существующих нерестилищ от наносов и создание искусственных
Улучшение условий лова рыбы	Защита рыбы от попадания в водозаборы	Устройство рыбозащитных сооружений на водозаборах
	Борьба с осолонением нерестилищ	Регулирование и усиление подачи пресной воды. Обеспечение проточности
	Улучшение и устройство тоневых участков	Расчистка тоневых участков от пней, затопленного леса при лове рыбы
	Улучшение условий для промыслового флота	Строительство портов и устройство укрытий для промыслового флота

Текущая мелиорация		Тип водоема
Тип мероприятий	Характер мелиоративных работ	
		Озера, реки, водохранилища, внутренние моря
Борьба с зарастанием	Систематическое выкашивание и удаление растительности. Биологический способ борьбы с растительностью	Реки, озера, моря, водохранилища Озера и реки, зоны избыточного увлажнения, дельты рек
		Озера и внутренние моря
Борьба с избыточным зарастанием	Выкашивание и удаление растительности	Озера Озера и реки районов пустынь и степей
Расчистка проходных путей для производителей и скатывающейся молоди	Удаление остатков от лесосплава. Углубление мелких перекатов. Выкашивание и удаление растительности	Реки, дельты и поймы рек
Спасение молоди	Расчистка ериков и протоков. Облов и выпуск молоди	Озера и устья рек Дельты рек, водохранилища
		Реки, водохранилища, озера
		Реки, водохранилища, каналы
	Расчистка межлиманных соединений и ериков	Ильмени и лиманы
Борьба с зарастанием	Выкашивание и удаление растительности. Биологический способ борьбы с зарастанием	Реки, озера и водохранилища Крупные озера, реки и водохранилища

порта, энергетики). Это дает возможность значительно повысить экономическую эффективность проектируемой переброски вод.

Гидрологический режим внутренних морей и озер, приток речных вод в которые резко уменьшился, можно также улучшить строительством гидроузлов с регулирующим водным режимом, отчленением сильно осолоненных и мелководных непродуктивных их участков. Последние мероприятия позволяют уменьшить потери воды на испарение.

Гидрологический режим сточного озера может быть улучшен за счет создания подпора воды в нем плотиной. Благодаря этому достигается увеличение водной массы, что предотвращает его усыхание, обмеление и гибель рыбы в нем.

Заиление рек приводит к потере нерестилищ осетровых, лососевых и реофильных карповых рыб. Оно способствует развитию высшей мягкой и жесткой водной растительности, зарастанию и заболачиванию озер. Слой иловых отложений свыше 20—25 см снижает рыбопродуктивность водоемов.

Заиление происходит главным образом в результате притока в водоем вместе со стекающими в него водами большого количества взвешенных веществ. Быстрота заиления водоемов зависит от топографических и физических особенностей площади водосбора и состава его почв. Отсюда следует, что для замедления процесса заиления водоемов надо прежде всего предотвратить смыв почв с площади водосбора. Это можно достигнуть путем устройства защитных лесных и луговых полос вокруг озер, водохранилищ и вдоль берегов рек.

Зарастание водоемов является следствием массового развития водной растительности. Процесс интенсивного зарастания водоемов завершается, как правило, их заболачиванием.

Небольшие заросли подводной растительности выполняют положительную роль в водоеме, так как они являются местом нереста фитофильных рыб. Если же водные растения занимают более 25 % площади водоема, то они оказывают отрицательное влияние на ихтиофауну. В этом случае снижается рыбопродуктивность водоема и ухудшается его гидрохимический режим. В темное время суток растения могут создавать дефицит кислорода в воде и тем самым вызвать замор рыбы в водоеме.

Для предотвращения указанных негативных явлений в водоеме жесткую надводную растительность (камыш, рогоз, тростник) выкашивают при помощи камышекосилок. Мягкую подводную растительность удаляют из водоема при помощи водяной бороны — деревянного треугольника с зубьями из гвоздей с прикрепленными по углам крюками. Чтобы бороны не всплывала и плотно держалась на дне, ее загружают грузом. Веревкой, прикрепленной к одному из углов, бороны протаскивают на моторной лодке по водоему и таким путем извлекают мягкую растительность. Биомассу зеленых растений используют как органическое удобрение в озерных хозяйствах и в качестве корма для домашнего скота. Плавающая растительность — ряска — является прегра-

ным кормом для водоплавающей птицы. Ее удаляют из водоема специально сконструированными небольшими бреднями.

Однако такое удаление водной растительности из водоема не дает стабильного эффекта по его очистке, ибо водная флора быстро восстанавливается. Нет надежного метода по ее подавлению путем применения химических препаратов.

Наиболее эффективным мероприятием по борьбе с зарастанием лиманов, озер и каналов является биологическая мелиорация, предусматривающая зарыбление водоемов белым амуром, использующим водные растения в качестве пищи. Кормовой коэффициент этой растительности колеблется в зависимости от ее биологической ценности, температуры воды и возраста амура. Он равен 25—50. Плотность посадки молоди белого амура в водоем определяют на основе имеющихся данных по биомассе водной растительности, ее видовому составу и принимаемой величине кормового коэффициента.

Проводя мелиоративные работы по борьбе с заилением и зарастанием водоемов, необходимо также осуществлять контроль за санитарным их состоянием, не допуская загрязнения ядохимикатами и тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами. Этот контроль возложен на органы воднадзора и рыбоохраны. Сточные воды, поступающие в реки, озера, водохранилища и моря с промышленных предприятий, не должны загрязнять эти водоемы. Они должны быть предварительно пропущены через очистные сооружения. Для недопущения загрязнения водоемов пестицидами, используемыми в сельском хозяйстве, в частности в рисосеянии, их не следует применять в зонах водосбора.

Строительство ГЭС и создание водохранилищ на реках уменьшило естественный биогенный сток, поступающий в озера. Рыбопродуктивность таких озер снизилась. Для восстановления и повышения рыбопродуктивности озера удобряют, применяя органические и минеральные удобрения.

#### **§ 54. УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ**

Работы по улучшению условий естественного размножения промысловых рыб проводятся по следующим направлениям: улучшение естественных путей миграции рыб на нерест и строительство рыбопропускных сооружений; улучшение естественных нерестилищ; создание искусственных нерестилищ; спасение молоди и устройство рыбозащитных установок.

**Улучшение естественных путей миграций рыб на нерест.** Мелиорация путей миграций рыб на нерест предусматривает обеспечение свободного прохода производителей к нерестилищам. К этой категории работ относятся: углубление гирл лиманов от наносов песка из моря; расчистка рыбоходных каналов в дельте реки, протоков и ериков, соединяющих лиманы, ильмени и полои

с рекой, от иловых отложений и растительности; ликвидация завалов в русле реки.

Проводя все эти работы, нельзя допускать сокращения площади нерестилищ, ибо в маловодные годы они могут быть недоступными для рыб.

**Улучшение естественных нерестилищ.** Основными негативными процессами, ухудшающими условия естественного размножения рыб на нерестилищах, являются ухудшение гидрологического режима реки и ее загрязнение. Так, вырубка лесов на водосборной площади лососевых нерестовых рек приводит к тому, что ускоряется таяние снегов, повышается поверхностный сток, а питание подземных источников уменьшается. В результате ослабевает расход воды в родниках и ключах. Это приводит к обмелению реки, заилению и промерзанию гнезд с заложенной в них икрой и к массовой гибели икры. Кроме того, вырубка лесов приводит к выдуванию ветром снега с поверхности льда реки, что также способствует промерзанию нерестилищ.

Для устранения этих отрицательных явлений запрещается производить рубки лесов вдоль лососевых нерестовых рек. В случае отсутствия на водосборе реки лесов необходимо создавать лесные защитные полосы. На участках реки с низким уровнем воды необходимо устраивать небольшие подпоры, чтобы повысить горизонт воды и предохранить гнезда с икрой от промерзания.

Загрязнение нерестовых рек промышленными сбросами недопустимо. Лососевые реки часто загрязняются при заготовке леса вследствие накопления в них сучьев, коры, щепы и затонувших деревьев. Очистка рек от такого рода загрязнений должна производиться силами лесозаготовителей или же за счет их средств. Контроль за исполнением должны осуществлять органы рыбхозов.

Под воздействием ухудшающегося водного режима реки некоторые нерестилища осетровых рыб и рыба (сырти) заняются, загрязняются, зарастают и утрачивают свое назначение как место нереста. Для восстановления на таких участках реки благоприятного нерестового субстрата нужно проводить механическую очистку нерестилищ. При этом нужно разрыхлять и перемешивать нерестовый субстрат с целью удаления иловых отложений и обрастаний с каменистых и галечниковых гряд.

Рост безвозвратного потребления части речного стока на нужды сельского хозяйства и промышленности приводит к сокращению объема пресной воды, поступающей в лиманы. Это изменяет их гидрологический режим. Они осолоняются, а имеющиеся в них нерестилища не используются производителями полупроходных рыб. Для опреснения лиманов следует обеспечить дополнительный приток необходимого количества воды из других рек.

В период паводка регулируют водный режим полоев, где происходит нерест полупроходных рыб, путем устройства обвалованных с низовой стороны отдельных участков дельты реки (для об-

разования подпора воды) и системы шлюзов (для регулирования стока).

В реках, на которых построены гидроэлектростанции, наблюдаются суточные, недельные и сезонные колебания уровня воды. Колебание уровня воды имеет место и в водохранилищах. Это наносит большой ущерб рыбному хозяйству, так как икра, отложенная на нерестовый субстрат в прибрежной зоне водоема, обсыхает и погибает. Кроме того, осуществляемые ГЭС большие по объему зимние попуски воды в нижний бьеф гидроузла приводят к резорбции икры у значительной части производителей осетровых рыб. В частности, это отмечается у волжских осетровых, которые в зимнее время концентрируются под плотиной Волжской ГЭС им. XII съезда КПСС. Вместе с тем весной, когда наступает период нереста рыб в реках, объем пуска воды, его начало и продолжительность во времени, часто бывает недостаточным, чтобы произвести заливку всех нерестилищ и создать необходимые условия для эффективного размножения промысловых рыб. Для предотвращения такого отрицательного влияния на гидрологический режим водоема разработаны требования рыбного хозяйства к пускам воды из водохранилищ в зависимости от водности года.

**Вододелитель на р. Волге.** До зарегулирования Волги у Куйбышева расход воды в верховье дельты в период весеннего половодья в среднем составлял около 24 тыс. м<sup>3</sup>/с. Это количество воды распределялось почти поровну между восточными и западными рукавами дельты и заливало нерестилища полупроходных рыб, расположенных на полах.

Изменение и уменьшение паводкового стока в зарегулированных условиях привело к резкому сокращению и сдвигу сроков залива волжских полюев, особенно в восточной части дельты. В зарегулированных условиях гарантированный расход воды, который можно обеспечить весной в верховье дельты Волги в маловодные годы, составляет только 12—14 тыс. м<sup>3</sup>/с. При таком расходе воды подавляющая часть нерестилищ полупроходных рыб не заливается.

Изменение волжского стока не позволяет технически решить проблему по созданию оптимальных условий для естественного размножения полупроходных рыб во всей дельте Волги при уменьшенном весеннем половодье (весеннем рыбохозяйственном попуске). Однако создание вододелителя, который построен в верховье дельты, позволил частично решить эту проблему. В маловодные годы он направляет в восточную часть дельты основной поток весенних вод (9 тыс. м<sup>3</sup>/с), что позволяет залить в этом районе и в нижней части Волго-Ахтубинской поймы нерестилища полупроходных рыб. В западную же часть дельты поступает лишь 3 тыс. м<sup>3</sup>/с.

Следовательно, назначение построенного на Волге вододелителя — создание в маловодные годы в вершине дельты временного подпора воды высотой 4,5 м с целью обеспечения условий, соответствующих оптимальному режиму заливания нерестилищ восточной части дельты и нижней части Волго-Ахтубинской поймы. Временный подпор создается на период весеннего нерестового хода и размножения рыб (на 40—50 сут), а также частично в осенний период на (30—50 сут) для привлечения нерестовых популяций рыб, размножение которых будет в следующем году, на зимовку в зону авандельты, прилегающей к восточной части дельты.

Вододелитель представляет собой комплексное сооружение, состоящее из гидроузла на Волге и вододелительной дамбы.

Гидроузел на Волге расположен в вершине дельты (в 2 км ниже рукава Бузан). Ось гидроузла пересекает о-в Подводный. В его состав входят: земляная плотина длиной 1285 м; железобетонная плотина длиной 1120 м с водослив-

ным фронтом 880 м, состоящим из 33 регуляционных пролетов по 20 м и двух судоводных пролетов по 110 м; двухниточный рыбопропускной шлюз с двумя отверстиями по 10 м; судоводная деривация — однокамерный шлюз докового типа.

Земляная плотина размещается в левом рукаве коренного русла Волги, захватывая две трети площади о-ва Подводного. Железобетонная плотина и рыбопропускной шлюз расположены в правом рукаве Волги и являются продолжением земляной плотины. Судоводный шлюз расположен у правого коренного берега Волги.

Вододелительная дамба длиной 79,6 км, сопряженная с гидроузлом соединительной дамбой длиной 1 км, проходит по левому берегу Волги. Она начинается от земляной плотины и тянется по направлению к морю на протяжении почти 80 км. При работе вододелителя эта дамба препятствует свалу воды из восточной части дельты в западную.

Для поддержания водообмена между западной и восточной частями дельты Волги на вододелительной дамбе расположены водопропускные трубы (на пересечении дамбы с ериками Сухой Бузан и Тюня) и гидроузлы (на пересечении дамбы с протоками Рыча, Бушма и Быстрая).

Требования рыбохозяйственных организаций к водному режиму низовьев и дельты Волги при работе вододелителя заключаются в создании в восточной части дельты и нижней части Волго-Ахтубинской поймы оптимальных условий для естественного размножения полупроходных рыб и в создании в Северном Каспии необходимых условий для формирования продукции организмов всех звеньев трофической цепи, включая рыб, при сохранении уровня моря не ниже минус 28,5 м.

В западной части дельты Волги размещены НВХ и товарные рыбоводные хозяйства. Их заливают водой частично механическим путем, частично естественным (до начала работы вододелителя).

Сохранение естественных нерестилищ с оптимальным водным режимом в восточной части дельты Волги и создание широкой сети НВХ в западной ее части позволяют поддерживать запасы полупроходных рыб Волго-Каспийского района.

**Создание искусственных нерестилищ.** В тех водоемах, где ухудшились условия размножения промысловых рыб из-за нарушения водного режима, наряду с проведением мелиоративных работ на естественных нерестилищах дополнительно сооружают донные и устанавливают плавучие искусственные нерестилища.

При установке искусственных нерестилищ учитывают особенности экологии тех видов рыб, для которых их создают. При этом принимают во внимание факторы среды, влияющие на нерест и нормальное развитие эмбрионов, а именно: температурный режим, содержание в воде растворенного кислорода, глубину, площадь, скорость течения, характер нерестового субстрата.

Для фитофильных рыб (лещ, сазан, тарань, вобла, плотва, судак, линь, щука и др.) в преднерестовый период создают донные и плавучие искусственные нерестилища. Донные нерестилища устраивают на мелководьях в озерах, водохранилищах, лиманах, дельтах рек на участках, защищенных от господствующих ветров, с глубинами от 0,5 до 2 м и скоростью течения не более 0,2 м/с. На дне намеченных участков размещают нерестовый субстрат (ветки ели, можжевельника, пучки из старых капроновых сетей, отмые корни тростника, камыша, рогоза), привязанный к полотнищам из крупноячейной проволочной сетки, или капроновой дели, либо к рамам из жердей. Полотнища и рамы с нересто-

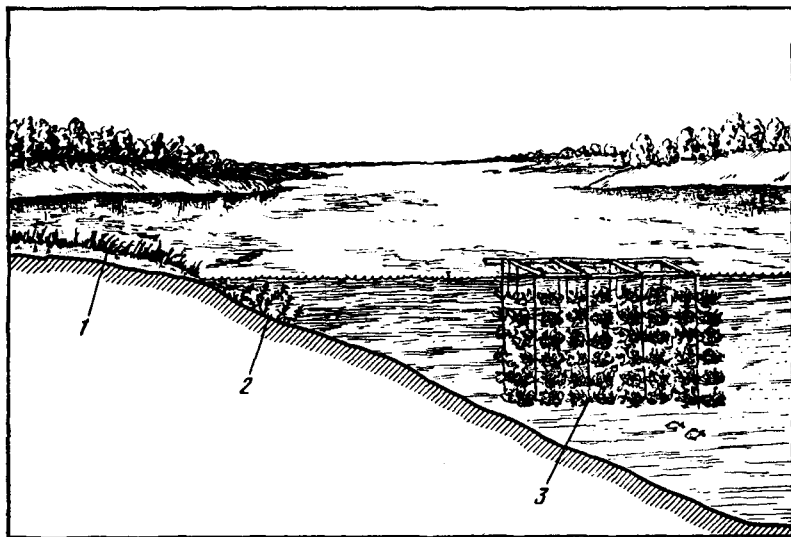


Рис. 77. Искусственное плавучее нерестилище:

1 — обсыхание отложенной икры при снижении горизонта воды; 2 — заиление отложенной икры в зоне волнобоя; 3 — нерест и инкубация икры на плавучих нерестилищах (вне влияния осушения и волнобоя)

вым субстратом закрепляют на дне при помощи кольев. Площадь одного нерестилища не должна превышать 1 га.

Плавучие искусственные нерестилища конструкции ВНИИПРХа применяют в водохранилищах и озерах (рис. 77). Основу такого нерестилища составляет рама из деревянных жердей, либо из стеблей рогоза, камыша или ивы. Ширина рамы — около 1 м, а длина может быть различной и зависит от гидрологических условий в месте установки. К раме через каждые 30 см привязывают поводки из мочала или из капроновых бичевок длиной 1,5—3 м. К поводкам через каждые 30 см привязывают пучки старой капроновой дели или венички из веток ели, можжевельника, промытых корневищ тростника, камыша, рогоза с таким расчетом, чтобы верхний пучок располагался на 0,5 м ниже поверхности воды, а нижний не доходил на 0,25 м до дна.

Нерестилища обычно устанавливают в водоеме незадолго до нереста рыб. За короткий период времени нахождения нерестилищ в воде не происходит заиления нерестового субстрата. Их устанавливают вне зоны влияния колебания уровня воды в водоеме и действия волнобоя на отложенную икру. Однако они должны быть расположены как можно ближе к естественным нерестилищам, которые осушаются в результате падения уровня воды в водоеме. Во избежание дрейфа нерестилищ к ним прикрепляют грузы. В целях защиты отложенной икры от хищных рыб рекомендуется каждую нерестовую конструкцию после окончания



икрометания ограждать мелкоячейной делью или устраивать специальные плавучие садки, куда следует помещать субстрат с икрой для инкубации.

Для судака делают гнезда. Для этого изготовляют круглые каркасы из проволоки или веток ивы, которые обтягивают капроновой сеткой. На сетку кладут отходы от изготовления капронового волокна. Гнезда размещают на дне водоема.

Искусственные нерестилища для литофильных рыб строят в нижних бьефах гидроузлов (на участках рек ниже плотины ГЭС) и в обводных каналах. В качестве нерестового субстрата используют крупный гравий, гальку диаметром 5—10 см и бутовый камень диаметром 15—30 см.

Для осетровых рыб и белорыбицы нерестилища располагают в русле рек в виде гряд на глубине 3 м и при наличии скорости течения 1—2 м/с. Нерестовый субстрат насыпается на дно реки слоем 30 см. Площадь нерестилища должна быть не меньше 3—5 га.

Кроме русловых нерестилищ, для осетровых рыб строят также весенне-затопляемые нерестилища. В межень они не заливаются. Такие нерестилища, которые заливаются лишь весенним рыбохозяйственным попуском воды из верхнего бьефа гидроузла, располагают недалеко от берега реки, островов и кос.

Для рыба (сырти) искусственные нерестилища строят в русле рек на перекатах и ниже их, образуя насыпи из нерестового субстрата, в качестве которого используют гравийно-галечниковый или гравийно-каменистый, или песчано-каменистый грунт. Нерестилища располагают на глубине от 0,2 до 2 м при скорости течения воды, равной 0,6—0,7 м/с. Площадь создаваемого нерестилища должна быть не меньше 3—5 га.

При создании искусственных нерестилищ для литофильных рыб можно использовать бетонные панели. Поверхность панелей имитирует нерестовый субстрат в виде гальки и крупного гравия. Панели изготовляют на заводах железобетонных изделий. Их опускают на дно выбранного участка реки, который по своему гидрологическому режиму наиболее благоприятен для размножения данного вида рыб, и создают из них нерестовые поля.

Для литофильных рыб создают искусственные нерестилища также в обводных каналах. Эти каналы строят на тех участках, где естественные нерестилища утратили свое прежнее назначение из-за ухудшения гидрологических условий и их невозможно восстановить или где естественные нерестилища вообще отсутствовали. Эти нерестовые каналы имеют длину 100—500 м, ширину 5—10 м, скорость течения воды 0,7—1 м/с. Дно каналов покрыто галькой и гравием слоем 70 см. В таких каналах можно создать стабильные оптимальные условия для нереста рыб и инкубации икры, так как в них можно регулировать расходы воды и скорости ее течения. Эффективность размножения литофильных рыб в нерестовых каналах не только не уступает таковой естественных нерестилищ, но и может значительно ее превосходить.

**Спасение молоди промысловых рыб.** Полупроходные рыбы размножаются весной на заливаемых пойменных участках и в ильменах, которые являются естественными нерестово-выростными площадями. Появившаяся молодь этих рыб остается в пойменной системе, где находит благоприятные условия для роста и развития, а затем она скатывается в приустьевую, прибрежную и открытую зону моря.

В дельтах рек скат молоди полупроходных рыб зависит от особенностей хода паводка или от весеннего рыбохозяйственного попуска воды, если их сток зарегулирован. По мере происходящего попуска паводковых вод увеличивается заливаемая нерестово-выростная площадь. Молодь, которая развивается на нерестилищах раннего залития, частично выносится водой на участки более позднего залития и таким путем распределяется по всей обширной пойменной системе. Кроме того, на участках позднего залития также может быть нерест рыб. Когда начинается спад паводковых вод, часть молоди скатывается в протоки, русло реки и далее в приустьевое пространство. Однако значительное количество молоди остается в пойменной системе. Со спадом паводковых вод сокращается залитая водой нерестово-выростная площадь. Молодь концентрируется на некоторое время на оставшихся под водой участках, а затем начинает массовый скат. К концу половодья молодь активно мигрирует с пойм и ильменей в протоки и реку.

По окончании паводка образуются небольшие остаточные водоемы на тех участках, где рельеф местности неровный или же где береговая линия выше, чем горизонт воды в протоке, реке в меженный период. В этих водоемах часто находится значительное количество молоди разных видов рыб, которая не скатилась из них с уходящим паводком. Подобное явление наблюдается и в ильменах при нарушении их связи с протокой или рекой через ерики, когда они оказываются отшнурованными из-за сильного их заиления и зарастания. Особенно большое количество молоди может задержаться в остаточных пойменных водоемах и отшнурованных ильменах при быстром спаде весеннего паводка.

Сконцентрировавшаяся в таких водоемах молодь сазана, леща, воблы, судака и других рыб обречена на гибель, так как летом одни из них высыхают, а в других происходит очень сильный прогрев воды, который приводит к дефициту кислорода и заморам. Если же водоем достаточно глубок, то его гидрологический режим может сохраниться благоприятным в течение лета и находящаяся в нем молодь не подвергнется опасности гибели от замора. При этом ухудшатся лишь условия питания и роста молоди по сравнению с той, которая скатилась в море. Однако в таком водоеме летом молодь уничтожается хищными рыбами, не ушедшими в реку, лягушками, ужами и птицами, а зимой она может погибнуть из-за недостаточной упитанности и из-за нехватки кислорода. На озерных нерестилищах больше всего страдает от массовой гибели молодь щуки, так как щука нерестится ранней весной на мелких разливах, быстро теряющих связь с озером.

Таким образом, часть молоди остается на нерестово-выростных площадях после спада паводка, оказавшись в изолированных водоемах, которые утратили связь с рекой в пойменной системе и с озером на его разливах. Это происходит в результате запущенности ериков и особенностей рельефа поймы. Отсюда возникает необходимость проведения работы по спасению молоди. Эта работа является одним из элементов общей задачи по осуществлению мероприятий, направленных на улучшение естественного размножения промысловых рыб.

Сначала разрабатывают план, который составляют на основании данных по гидрологическому режиму отшнурованных и остаточных водоемов. В первую очередь предусматривают спасение молоди из наиболее мелководных, быстровысыхающих водоемов, затем из более глубоких. При этом учитывают и видовой состав молоди рыб, отдавая предпочтение тем водоемам, в которых преобладают ценные рыбы. При спасении молоди нужно определить ее количество, проводя сплошной или повременный учет весовым или объемным методом.

Техника работ по спасению молоди может быть различной. В тех случаях, когда поймой или ильменем находится недалеко от реки (протоки), а отметка его дна выше горизонта воды в реке, достаточно прорыть канал и спустить воду, вместе с ней уйдет и рыба. Если прорытие канала связано с большими затратами, учитывают значение данного поля как нерестилища, а отсюда и целесообразность производства работ. Если невозможно сделать канал (допустим, что отметка дна поля значительно ниже горизонта воды реки в межень), то пойму облавливают мелкочейными волокушами. Пойманную молодь рыб перевозят в бочках, брезентовых чанах и другой таре к месту выпуска. Однако это очень трудоемкий и малоэффективный способ.

С расширением мелиорации в дельтах рек масштаб работ по спасению молоди сокращается. При этом все большее значение приобретают мероприятия по текущей мелиорации водоемов пойменной системы.

## **§ 55. РЫБОПРОПУСКНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

**Назначение рыбопропускных сооружений.** Строительство плотин на реках отрицательно влияет на воспроизводство рыбных запасов. Степень этого влияния определяется местом расположения плотины. Если она построена выше нерестилищ проходных и полупроходных рыб, то производители этих рыб свободно мигрируют на нерест. Однако негативное влияние она оказывает на развитие отложенной икры, так как уровень воды в нижнем бьефе колеблется в зависимости от режима работы электростанции. Если же плотина построена ниже мест размножения рыб, то она препятствует проходу производителей к нерестилищам. В этом случае возникает вопрос об устройстве в плотине специального сооруже-

ния для прохода рыб в верхний бьеф. Такие сооружения принято называть рыбопропускными. Следовательно, рыбопропускные сооружения — это сооружения, предусматриваемые в комплексе гидроузла для обеспечения пропуска в верхний бьеф идущих на нерест производителей. Их назначение заключается в том, чтобы дать рыбе возможность пройти через плотину, помочь преодолеть разницу горизонтов между верхним и нижним бьефами. Таким образом, рыбопропускные сооружения при гидроузлах способствуют сохранению естественного воспроизводства рыбных запасов.

В некоторых случаях производителей рыб пересаживают в верхний бьеф с помощью специальных плавучих установок.

Организации, проектирующие и строящие плотины на рыбохозяйственных водоемах, обязаны по согласованию с органами рыбоохраны предусматривать в проектах и сметах и осуществлять мероприятия по сохранению рыбных запасов, в частности создание искусственных нерестилищ, рыбоводных предприятий, рыбопропускных сооружений и др.

**Условия, определяющие создание рыбопропускных сооружений.** При установлении целесообразности строительства рыбопропускных сооружений учитывают следующее.

1. Ценность и величину запаса тех видов рыб, нерестилища которых будут расположены выше створа плотины.

2. Значение нерестилищ, расположенных в зоне проектируемого гидроузла, для воспроизводства ценных промысловых рыб.

3. Прогнозируемое состояние нерестилищ ценных промысловых рыб на участке выше плотины после подъема горизонта воды в верхнем бьефе (течение, глубины, грунты, температурный и газовый режим). Иначе говоря, сохранятся ли в новых условиях нерестилища и будут ли они соответствовать биологическим требованиям данного вида рыб. Необходимо также обратить внимание на возможность образования новых нерестилищ в нижнем и верхнем бьефах гидроузла.

4. Возможность ската производителей и молоди рыб из верхнего бьефа в нижний через водосбросные сооружения вместе с потоком воды, сбрасываемым через гребень плотины и через турбины.

5. Оценка экономической эффективности рыбопропускного сооружения. Если эта оценка положительна, то все равно ущерб, наносимый рыбному хозяйству строительством плотины, слишком велик и не может быть компенсирован лишь устройством рыбопропускного сооружения. Необходимо, чтобы организации, проектирующие и строящие плотины, строили и рыбоводные предприятия.

**Типы рыбопропускных сооружений.** Рыбопропускные сооружения по способу перевода рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний делят на два типа:

сооружения принудительного действия, в которых создают условия, обеспечивающие рыбам самостоятельный проход в верхний бьеф гидроузла;

сооружения принудительного действия, обеспечивающие про-

пуск рыб в верхний бьеф гидроузла путем шлюзования или с помощью различных подъемных устройств и механизмов.

К первому типу относятся рыбоходы, а ко второму — рыбопропускные шлюзы и рыбоподъемники.

**Рыбоход** — это рыбопропускное сооружение, создающее условия для самостоятельного прохода рыб из одного бьефа в другой.

**Рыбопропускной шлюз** — это рыбопропускное сооружение, обеспечивающее перевод рыб из нижнего бьефа в верхний путем шлюзования их в рабочей камере.

**Рыбоподъемник** — это рыбопропускное сооружение, служащее для перевода рыб из нижнего бьефа в верхний в специальных контейнерах.

Выбор типа рыбопропускного сооружения зависит от высоты напора на гидроузле, скоростей течения и колебания горизонтов воды в нижнем бьефе, а также от видов рыб, которые должны быть пропущены в верхний бьеф.

**Скорость потоков воды и место расположения рыбопропускного сооружения.** Проходные и полупроходные рыбы продвигаются наперест вверх по реке и подходят к гидроузлу. На этом участке реки они встречают мощные потоки воды, выходящие из турбин ГЭС, водосбросных сооружений и падающие через гребень плотины. Скорость этих потоков велика, поэтому рыба не может ее преодолеть.

Линия, далее которой рыба не может продвинуться вперед из-за течения, называется верхней границей поисков ею возможности пройти вверх по реке. Эта граница может находиться для разных видов рыб на различном расстоянии от гидросооружения в зависимости от их способности преодолевать встречное течение воды. Когда рыба доходит до верхней границы поисков, она отходит назад до линии, где отсутствуют такие высокие скорости, и вновь начинает продвигаться вверх. Эта линия является нижней границей поисков. Таким образом, зона, на которой рыба предпринимает попытки найти возможность продвинуться вверх по течению, ограничивается с одной стороны верхней границей поисков, с другой стороны нижней границей.

Установление зоны поисков является одним из основных условий правильного выбора места расположения рыбопропускного сооружения в створе гидроузла, удачного устройства входа в него и, следовательно, успешного действия этого сооружения.

Вход в рыбопропускное сооружение должен быть размещен в зоне поисков, находящейся вблизи от места сброса воды из водохранилища в нижний бьеф. Перед входом не должно образовываться завихрений потоков воды, мешающих заходу рыбы. Если в нижнем бьефе наблюдаются колебания уровня воды, то при строительстве рыбопропускного сооружения необходимо обеспечить возможность захода рыбы в его входное отверстие при самых низких отметках горизонта воды в реке. Вход в рыбопропускное сооружение должен быть сопряжен с дном реки или канала, то

Таблица 33. Скорость течения воды, преодолеваемая рыбами при их движении, м/с

Вид рыбы	Скорость движения в равномерном потоке	Скорость движения во вливных и входных отверстиях рыбопропускных сооружений*
Карповые	0,5—1,0	0,8—1,2
Осетровые	0,8—1,2	1,0—1,5
Лососевые	1,5—2,5	2,0—3,0

\* Вливные отверстия—это отверстия в поперечных стенках рыбоходного тракта, служащие для прохода рыб.

есть необходимо обеспечить плавный переход от дна реки или канала к входному отверстию. Для улучшения захода рыб в это сооружение целесообразно поставить рыбонаправляющее устройство (сетчатое, решетчатое или электрорыбозаградитель). Его назначение — направлять рыбу к входному отверстию рыбопропускного сооружения.

Скорость течения воды, вытекающей из рыбопропускного сооружения, должна приближаться к скорости потока реки. Если при проектировании рыбопропускного сооружения будет установлен очень слабый поток вытекающей из его входного отверстия воды (например, из-за невозможности большого расхода воды), то рыба не будет реагировать на небольшое течение и не пойдет в это сооружение. В этом случае для привлечения рыбы в рыбопропускное сооружение необходимо предусмотреть при его строительстве дополнительную подпитку путем размещения автономного блока питания, подающего воду ко входному отверстию данного сооружения.

Если же при проектировании рыбопропускного сооружения будет установлен мощный поток воды, вытекающий из его входного отверстия, то рыба не сможет преодолеть течение и зайти в такое сооружение. Для приведения скорости течения воды в рыбопропускном сооружении в соответствие со способностью рыбы преодолевать течение предусматривают при его строительстве тот или иной способ уменьшения скорости тока воды в нем (табл. 33).

Допустимые скорости течения в рыбопропускном сооружении зависят от физических возможностей рыб преодолевать их. При этом, как видно из табл. 33, следует различать скорости течения, которые рыба может преодолевать в равномерно движущемся потоке без напряжения, и скорости, на преодоление которых требуется кратковременное, но сильное напряжение (например, местное препятствие в виде перепада или вливное отверстие рыбопропускного сооружения с большими скоростями течения). В последнем случае рыба в состоянии преодолевать значительно боль-

шие скорости, например в естественных условиях лососи при помощи прыжков преодолевают водопады высотой 1—1,5 м.

При устройстве рыбопропускных сооружений необходимо обращать внимание на характер и направление отдельных токов воды в нем, чтобы они правильно ориентировали рыбу к верхнему бьефу. В противном случае рыба может скатиться из сооружения обратно в нижний бьеф. Так, наблюдаемый иногда обратный скат рыбы, прошедшей часть рыбопропускного тракта, проявляется в результате ее дезориентировки, вызванной отдельными струями воды, которые имеют противоположное направление от основного потока. В связи с этим при проектировании сооружения необходимо предусмотреть способ устранения возможного образования таких местных завихрений течения, которые могут быть на рыбопропускном тракте.

Рыбопропускные сооружения располагают в основном в створе плотины. Их размещение может быть различно. Оно зависит от общей компоновки гидроузла и от условий наилучшего расположения входа в рыбопропускное сооружение. При отдельном расположении здания ГЭС и водослива рекомендуется устройство не менее двух рыбопропускных сооружений: одно — у здания ГЭС, другое — в середине водослива. Если водослив примыкает к зданию ГЭС, то рыбопропускное сооружение располагают между ними, ибо здесь всегда происходит сброс воды, на который и подходит рыба. При деривационной схеме располагать рыбопропускное сооружение у здания ГЭС не рекомендуется, так как рыба будет привлекаться к деривационному каналу\*. В этом случае рыбопропускное сооружение должно быть расположено ближе к водосбросу.

Выход из рыбопропускного сооружения должен быть размещен в таком месте верхнего бьефа, где он обеспечивал бы нормальное питание этого сооружения водой при различных ее уровнях в нем. Скорости течения воды у выходных отверстий не должны быть высокими, чтобы уставшая рыба могла бы спокойно выйти из рыбопропускного сооружения в верхний бьеф.

В районе расположения рыбопропускного сооружения не должны сбрасываться сточные воды предприятий и населенных пунктов.

В зависимости от способа уменьшения скорости течения воды до параметров, в пределах которых рыба способна преодолевать ее, рыбоходы подразделяют на две группы: рыбоходы с одинаковой средней скоростью течения в любом поперечном сечении по длине тракта; рыбоходы с переменной средней скоростью течения в различных поперечных сечениях тракта.

Рыбоходы с одинаковой средней скоростью течения в любом поперечном сечении по длине тракта. Рыбоходные каналы,

---

\* Деривация — это отвод воды из реки, водохранилища или другого водоема по каналу для целей судоходства, орошения, транспортировки воды к гидроэлектростанции или насосной станции, а также совокупность сооружений, осуществляющих такой отвод воды.

свободные лотки или желоба. Эти сооружения могут быть устроены в виде обходного канала или лотка с таким уклоном дна, при котором скоростные течения воды были бы относительно небольшими. Снижение скорости потока осуществляют путем соответствующего увеличения длины канала (лотка). Их строят при гидроузлах, в которых подпор воды плотиной сравнительно небольшой. При высоком подпоре воды такие рыбоходные сооружения не рентабельны, так как длина их получается очень большой. Кроме того, они требуют большого расхода воды.

При Николаевском низконапорном гидроузле ( $H=4,6$  м) на р. Дон эксплуатируется канал, длина которого 6 км. Его ширина по дну — 25 м, у поверхности — 35 м. Вход в канал расположен примерно в 3 км от плотины. В верхней части канала устроен шлюз-регулятор. Скорости течения на различных участках его при различных расходах воды могут изменяться от 0,4 до 1,5 м/с. Кроме шлюз-регулятора, снижение скорости потока осуществляется размещенными в канале крупными камнями и бетонными кубами со стороной 30 см. Кубы положены в шахматном порядке на расстоянии 4—5 м друг от друга. Этот канал служит для пропуска рыба и осетровых рыб и их нереста. В качестве нерестового субстрата используют щебень с размерами фракций 5—10 см, который насыпан на дно канала слоем 30 см.

Лотки с неполными перегородками. В рыбоходах этой системы уменьшение скорости течения достигается путем устройства в лотке неполных перегородок, направляющих воду по извилистому пути, на котором она теряет свою скорость. Расстояние между перегородками и ширина свободного пространства между перегородкой и стенкой лотка должны соответствовать размерам рыбы и предоставлять ей достаточную свободу движений. Так, для лососей ширина лотка принимается 2,5—3 м, расстояние между перегородками 3—3,5 м, ширина проходов для рыбы 0,35—0,60 м.

Лотки с усиленной шероховатостью. Подобного рода рыбоходы могут быть устроены при низконапорных гидроузлах. Для гашения скорости течения в лотке их делают шероховатыми. Для этого закрепляют планки и зубья поперек дна и на стенках лотка. Планки или зубья должны быть направлены против течения воды. Струя воды, ударяясь в планки, получает обратное направление, и благодаря этому ослабляется скорость всего потока воды в лотке.

Рыбоходы с переменной средней скоростью течения в различных поперечных сечениях тракта. К этой группе рыбоходов относятся прудковые и лестничные сооружения.

Рыбоходы прудковые. Это рыбопропускные сооружения в виде системы ступенчато расположенных прудиков (бассейнов), соединенных между собой короткими лотками или каналами с преодолеваемыми для рыб скоростями течения в них.

Такие рыбоходы устраивают обычно вдоль берега в обход плотины. По своему водному режиму они близки к горным речкам.



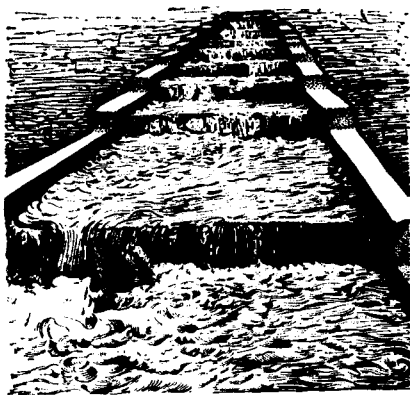


Рис. 78. Лестничный рыбоход

В прудиках скорость течения значительно ниже, чем в соединяющих их лотках или каналах. Рыба, продвигаясь вверх по рыбоходу, имеет возможность отдохнуть в таких прудиках. При небольших уклонах соединительных лотков или каналов (1 : 12; 1 : 16) по прудковым рыбоходам могут подниматься все виды промысловых рыб, среди которых имеются сильные пловцы (лососи) и слабые (карповые).

Рыбоходы лестничные. Это рыбопропускные сооружения в виде системы бассейнов, расположенных ступенчато и отделенных друг от друга перегородками с впускными отверстиями в виде поверхностных или донных вырезов (рис. 78). Бассейны имеют размеры от 1,5×2,0×0,9 до 9,0×5,0×1,8 м. Размеры впускных отверстий могут быть от 0,3×0,4 до 0,6×1,2 м. Уровень воды в бассейнах устанавливают ступенями и перепады между двумя соседними бассейнами принимают от 0,2 до 0,6 м. Тракт рыбохода подразделяют на отдельные марши (участки) с общим подъемом не более 5 м, между которыми устраивают специальные бассейны для отдыха рыбы. Размер таких бассейнов в 1,5—2 раза больше основных бассейнов. Расход воды, пропускаемый по рыбоходу, составляет от 0,5 до 0,7 м<sup>3</sup>/с.

Лестничные рыбоходы получили широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом. Они надежны в работе и хорошо используются рыбами при подъеме в верхний бьеф. Опыт эксплуатации показал, что такие сооружения можно строить на гидроузлах с напорами до 30 м, то есть на высоконапорных гидроузлах.

В СССР хорошо себя зарекомендовала конструкция Нижне-Тулومского рыбохода, построенного на реке Туломи в составе гидроузла Нижне-Тулумской ГЭС и предназначенного в основном для пропуска семги (рис. 79).

Напор на Нижне-Тулумском гидроузле равен 16—20 м и зависит от приливо-отливных явлений Белого моря. Рыбоход расположен на левом берегу отводящего канала. Вход в рыбоход находится в 45 м ниже здания ГЭС, где осуществляется сброс воды в нижний бьеф, на потоки которой привлекается рыба, а его выход в верхний бьеф размещен в 200 м от гидроэлектростанции.

Рыбоход представляет собой бетонный лоток с поперечными железобетонными перегородками и с впускными отверстиями. Перегородки образуют ступенчатый ряд бассейнов. Общая длина рыбохода — 513 м, уклон дна — 1 : 25, высота подъема — 16—20 м.

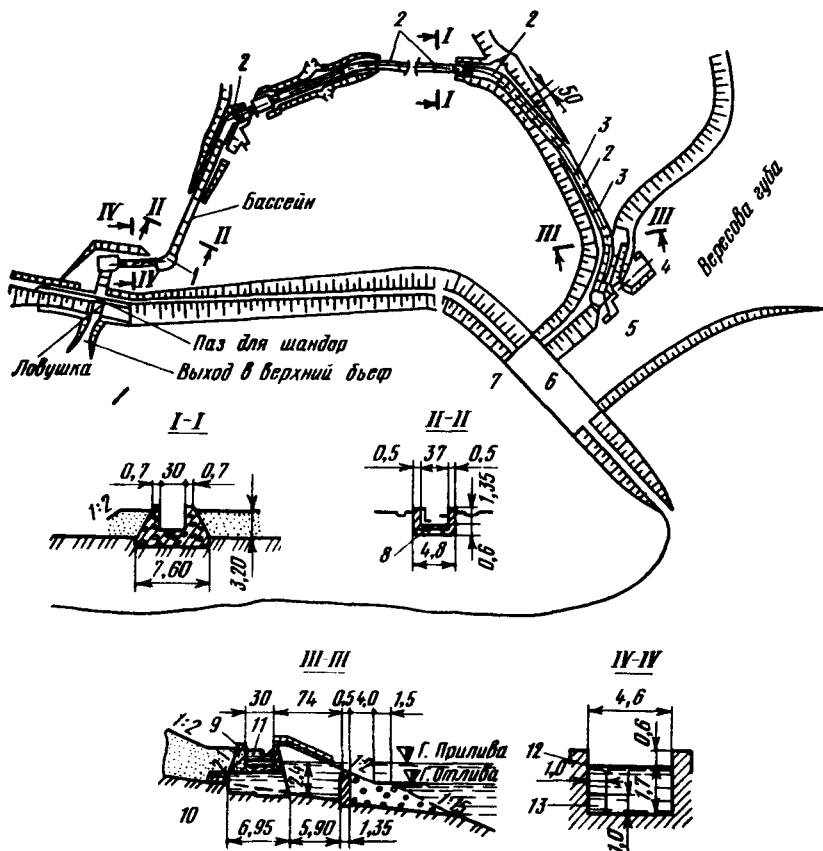


Рис. 79. Рыбоход Нижне-Тулумской ГЭС:

1 — регулятор; 2 — бассейны для отдыха; 3, 11, 12 — перегородка; 4 — вход в рыбоход при отливе; 5 — отводящий канал; 6 — ГЭС; 7 — подводящий канал; 8 — слой щебня; 9 — труба для спуска воды; 10 — дренаж; 13 — отверстие

В районе расположения рыбохода наблюдаются приливно-отливные явления. В связи с этим его вход имеет три входных отверстия, размещенных на разных уровнях. При приливе действуют два входных отверстия, вода из которых вытекает в параллельном направлении с потоком реки. При отливе действует одно входное отверстие, из которого ток воды идет перпендикулярно течению реки.

Такое размещение входных отверстий обеспечивает благоприятные условия для захода семги в рыбоход при различном гидрологическом режиме реки.

Рыбоход имеет 49 бассейнов, по которым рыба продвигается вверх. Они отделены друг от друга поперечными перегородками с поверхностными вplyвными отверстиями шириной 0,8 м и высо-

той 0,6 м, расположенными в шахматном порядке и создающими в лотке гидравлический режим, близкий к речному. Первые нижние бассейны имеют размер 3×6 м, а остальные — 3×5 м, глубина всех бассейнов — 0,9 м.

По всей длине тракта рыбохода имеются 10 маршей, в каждом из которых находится от 1 до 11 бассейнов, что составляет соответственно от 2 до 12 ступеней с высотой перепада 0,3 м. Между маршами имеются 9 бассейнов размером 4,5×8 м и глубиной 1,5 м для отдыха рыбы, в которых скорость течения уменьшена до 0,1—0,3 м/с. Снижение скорости течения достигается при помощи так называемых шпор, сдерживающих потоки воды в рыбоходе. Шпоры устроены в бассейнах и в поперечных перегородках. Дно рыбохода выложено крупным булыжником, который наполовину забетонирован, что создает шероховатость дна, способствующую уменьшению скорости течения воды.

В верхней части рыбохода установлен регулятор Кэля, который состоит из 8 бассейнов. В поперечных перегородках бассейнов сделаны донные вливные отверстия шириной 0,8 м и высотой 0,6 м. Отверстия расположены в шахматном порядке. Это создает спокойный поток воды в бассейнах.

Расход воды в рыбоходе составляет 0,7—1,1 м<sup>3</sup>/с. Подачу воды из верхнего бьефа в рыбоход в объеме до 1,1 м<sup>3</sup>/с регулируют с помощью шандор, установленных у выходного отверстия. Семга успешно преодолевает такой поток, скорость которого у вливных отверстий достигает 1,0—1,6 м/с, выходит из рыбохода в верхний бьеф, а затем идет в верховья р. Туломи, где находятся ее нерестилища.

**Рыбопропускные шлюзы.** Эти сооружения входят в состав гидроузлов \*. Шлюз располагают между зданием ГЭС и водосливом, а при отсутствии ГЭС — около водосливной плотины. По своему устройству все шлюзы похожи между собой, за исключением лишь некоторых конструктивных особенностей. Они могут быть одно- или двухкамерными и состоят из следующих основных элементов: вертикальная шахта (шлюзовая камера), низовой лоток (рыбонакопитель), верховой лоток, блок питания, пульт управления.

Вертикальная шахта, или шлюзовая камера, размещена в теле плотины. Ее высота несколько превышает разность уровней воды верхнего и нижнего бьефа. Шахта оборудована горизонтальной или наклонной побудительной металлической решеткой, а в некоторых конструкциях еще и вертикальной решеткой. Она имеет верхнее отверстие, соединяющее с верховым лотком, и нижнее отверстие, соединяющее с низовым лотком; имеет верховой и низовой затворы, открывающие и закрывающие соответственно нижнее и верхнее отверстия. У двухкамерного рыбопропускного шлюза имеются две спаренные шахты, разделенные общей стенкой.

---

\* Рыбопропускным шлюзом называют также рыбоподъемник с побуждающими устройствами, представленными побудительными решетками в шлюзовой камере (шахте).

Низовой лоток, открытый сверху, представляет собой доковую конструкцию прямоугольного сечения с горизонтальным дном. Его продольные стенки сделаны из железобетона. Входное отверстие лотка находится в нижнем бьефе, а выходное сопряжено с нижним отверстием шахты. Лоток имеет побудительное устройство — металлическую решетку. У двухкамерного рыбопропускного шлюза низовой лоток разделен продольной стенкой образуя два спаренных лотка (две нитки), каждый из которых соединен со своей шахтой. Такое устройство называют двухниточным низовым лотком. По верху стенок лотка уложены пути для тележки побудительной решетки, которая движется по лотку от входа до стенки шахты.

Верховой лоток, открытый сверху, сделан из железобетона в виде большого прямоугольного садка. Он расположен в верхнем бьефе и одной стороной примыкает к верхнему отверстию шахты. В лотке имеются окна для выхода рыбы в водохранилище.

Блок питания состоит из турбинного агрегата, подающего воду через шахту в низовой лоток, или же из клинкетных отверстий, сделанных на верховом и низовом затворах и позволяющих регулировать расход воды, подаваемой в низовой лоток.

Сущность работы шлюза заключается в выполнении следующих основных операций технологической схемы его эксплуатации: привлечение и накопление рыбы, перевод рыбы в шахту и вывод ее в верхний бьеф.

При привлечении рыбы в низовой лоток и ее накоплении в нем верхнее отверстие шахты закрыто верховым затвором, а нижнее открыто (низовой затвор поднят). В зависимости от конструкции блока питания подача воды в лоток через шахту осуществляется из гидротурбины или же из открытых клинкетных отверстий затворов. Величина расхода воды должна обеспечивать такую скорость течения, чтобы привлекать рыбу к заходу в низовой лоток и способствовать ее продвижению к шахте. Скорость течения воды внутри лотка и у его выхода должна быть 0,5—1,2 м/с. Рыба идет на этот ток сбрасываемой воды и заходит в лоток. Продолжительность привлечения и накопления рыбы должна быть 0,5—1,5 ч в зависимости от концентрации рыбы.

Перевод рыбы из низового лотка в шахту осуществляется при помощи побуждающего устройства — побудительной решетки. По окончании привлечения и накопления рыбы эта решетка сначала опускается у входа лотка до дна, перекрывая все его поперечное сечение, а затем перемещается в сторону шахты. Рыба, находящаяся в лотке перед решеткой, вынуждена продвигаться также в этом направлении. Когда решетка подходит к нижнему отверстию шахты, рыба оказывается внутри шлюзовой камеры. В этот момент низовой затвор шахты опускается и закрывает нижнее отверстие. Сброс воды в лоток прекращается. Вода подается через водоводы в шахту, которая заполняется в течение 10—12 мин. По мере повышения уровня воды в шахте поднимается горизонтальная побудительная решетка, над которой находится

рыба. Перед выводом рыбы в верхней лоток осуществляют с помощью фотографирования ее учет. С этой целью горизонтальная решетка на несколько секунд подходит к поверхности воды.

Когда уровень воды в шахте сравняется с уровнем воды в верхнем бьефе, открывается верхней затвор и рыба выходит из верхнего отверстия в верхней лоток без применения побудительного устройства. На некоторых же шлюзах вывод рыбы в верхней лоток осуществляется вертикальной побудительной решеткой, которая направляет рыбу к открытому верхнему отверстию шахты. Далее рыба, отыскав сделанные в верхней лотке окна, уже сама выходит в водохранилище.

После выхода рыбы из шахты опускается верхней затвор и открывается нижней затвор, опускается горизонтальная побудительная решетка, начинается подача воды в нижней лоток для привлечения и накопления рыбы в нем с целью начала следующего цикла ее пропуска в верхний бьеф. Продолжительность одного цикла работы шлюза равна 1,5—2,5 ч. При этом все операции в рыбопропускном шлюзе производятся автоматически с пульта управления.

В нашей стране действуют несколько рыбопропускных шлюзов (табл. 34).

Рыбопропускной шлюз Волгоградского гидроузла является одним из наиболее эффективных сооружений. Иногда за один цикл работы шлюза пропускается несколько тысяч экземпляров ценных промысловых рыб. В течение года сооружение пропускает от 0,5 до 1 млн. и более экземпляров (в основном сельди).

Волгоградский рыбопропускной шлюз является двухкамерным сооружением. Он состоит из двухниточного нижней лотка, двух вертикальных шахт, верхней однониточного лотка, блока питания и пульта управления.

Нижней лоток, открытый сверху, разделен продольной стенкой толщиной 3 м на две нитки шириной 8,5 м и длиной 85,25 м, оборудован побуждающим устройством и соединен с вертикальными шахтами. Высота стенок — 19,9 м, глубина воды — 5,7—14,4 м. Две вертикальные шахты квадратного сечения размером 8,5×8,5 м, высотой 36,9 м и глубиной воды 30,4 м оборудованы побуждающим устройством. Верхней лоток, открытый сверху, длиной 100 м, шириной 12 м и глубиной 8 м имеет три окна размером 4,8×5,5 м для выхода рыбы в верхний бьеф. Блок питания состоит из турбинного агрегата мощностью 11 тыс. кВт, через который пропускается 75 м<sup>3</sup>/с воды, идущей в нижней лоток для привлечения рыбы. Скорость течения воды в лотке и у его выхода равна 0,8—1,2 м/с. Пульт управления автоматически обеспечивает четкую и бесперебойную работу рыбопропускного шлюза, один цикл которой рассчитан на 4 ч.

**Рыбоподъемники.** Эти рыбопропускные сооружения входят в состав гидроузлов. Место их расположения в гидроузле такое же, как и у рыбопропускных шлюзов.

В настоящее время все рыбоподъемники подразделяют по прин-

Т а б л и ц а 34. Действующие рыбопропускные шлюзы в СССР

Название рыбопропускного шлюза	Река	Место-нахождение	Год ввода в эксплуата-цию	Пропускаемые рыбы
Цимлянский	Дон	Ростовская область	1955	Осетровые, лещ, судак, сазан, рыбец, сельдь, чехонь, берш и др.
Волгоградский	Волга	Волгоградская область	1961	Осетровые, сельдь, сом, лещ, сазан, судак
Волховский	Волхов	Ленинградская область	1976	Сиги
Кочетовский	Дон	Ростовская область	1972	Осетровые, рыбец, сельдь
Волжский при водodelителе	Волга	Астраханская область	1976	Осетровые, белорыбца, сельдь, лещ, судак, сом, сазан
Николаевский (левый и правый) с обходным нерестово-пропускным каналом	Дон	Ростовская область	1979	Осетровые, лещ, судак и др.
Веселовский (для прохода рыбы приспособлен судходный шлюз)	Маныч	Ростовская область	1969	Лещ, сазан, судак и др.

ципу действия и способу перевода рыбы из нижнего бьефа в верхний на две группы: механические и гидравлические (напорные).

Рыбоподъемники механические состоят из следующих основных элементов: низовой лоток (рыбонакопитель), расположенный в нижнем бьефе; рабочая камера (шахта), размещенная в теле плотины, соединенная с низовым лотком и снабженная контейнером; блок питания. Что касается верхового лотка, то в одних сооружениях он имеется, в других отсутствует.

Технологическая схема эксплуатации механического рыбоподъемника предусматривает выполнение следующих операций: привлечение и накопление рыбы, перевод рыбы в шахту, транспортировку и выпуск рыбы в верхний бьеф.

Операции по привлечению рыбы к низовому лотку, накоплению ее в нем и переводу в шахту осуществляются так же, как и в рыбопропускном шлюзе. По низовому лотку сбрасывается привлекающий рыбу поток воды. Рыба заходит в лоток, а затем под воздействием побудительной решетки она входит в шахту.

Операции по транспортировке и выпуску рыбы в верхний бьеф проводятся с помощью имеющегося в шахте контейнера. Он захватывает рыбу вместе с водой, поднимается с ней из шахты и транспортирует в верхний бьеф. Здесь рыба выпускается в верхо-

вой лоток или непосредственно в водохранилище. Осмотр и учет рыбы осуществляют в контейнере. После выпуска рыбы контейнер возвращается в шахту. На этом завершается цикл работы рыбоподъемника.

В СССР действуют два механических рыбоподъемника: Краснодарский на р. Кубани и Саратовский на р. Волге.

Рыбоподъемники гидравлические без побудительных решеток получили распространение в зарубежных странах. Хорошо действующие такие рыбопропускные сооружения известны на р. Лиффи в Ирландии и р. Конон в Шотландии. Рассмотрим на конкретном примере конструкцию и принцип действия одного из этих гидравлических рыбоподъемников.

Так, рыбоподъемник плотины Торр-Ахилти (р. Конон, Шотландия) введен в эксплуатацию в 1955 г. и предназначен для пропуска лосося, кумжи и других рыб в верхний бьеф гидроузла. Он построен в теле плотины высотой 15 м при напоре воды 16 м и с колебаниями уровня воды в нижнем бьефе 2,44 м, в верхнем бьефе 3 м.

Рыбоподъемник состоит из трех камер (рис. 80):

первая — нижняя, прямоугольная, закрытая, горизонтальная камера размером 10,4×3,66×5,34 м;

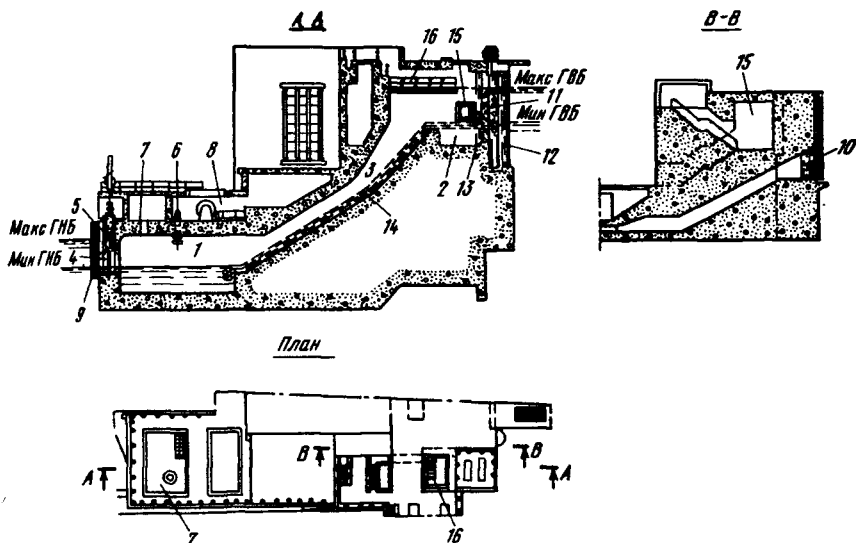


Рис. 80. Рыбоподъемник на плотине Торр-Ахилти (р. Конон, Шотландия):

1 — нижняя камера горизонтальная, закрытая; 2 — верхняя камера горизонтальная, открытая; 3 — средняя камера наклонная, закрытая; 4 — вливные отверстия (два); 5 — затворы (два) роликового типа; 6 — обводная труба, оборудованная контрольным клапаном (байпас) с решеткой; 7 — люк для прохода дневного света; 8 — гнездо для дополнительной турбины; 9 — защитная решетка у выхода дополнительной турбины; 10 — входная решетка на водопадающей трубе дополнительной турбины; 11 — выходное отверстие из верхней камеры; 12 — направляющие устройства для предотвращения попадания в камеру посторонних предметов; 13 — дренажная труба; 14 — углубление в полу наклонной камеры; 15 — комната и окно для наблюдения за проходом рыбы; 16 — контрольная бетонная площадка и открытый решетчатый люк

вторая — верхняя, прямоугольная, открытая, горизонтальная камера размером 5,8×3,7×3,6 м;

третья — средняя, прямоугольная, закрытая, наклонная камера размером 23,5×3,66×1,83 м. Эта камера соединяет нижнюю камеру с верхней.

Нижняя камера имеет два вливных отверстия, которые закрыты автоматическими затворами (роликового типа), высотой 1,9 м и пролетом 0,76 м. Затворы открываются и закрываются через определенный промежуток времени. Одновременно работает только один затвор, в зависимости от уровня воды в нижнем бьефе, причем открытие затвора происходит автоматически при помощи поплавкового устройства, но так, чтобы над порогом всегда был слой воды толщиной 30 см.

Колесание горизонта воды в нижнем бьефе достигает 2,44 м, поэтому пороги вливных отверстий расположены на разных уровнях и разница между ними составляет 1,3 м, что облегчает условия прохода рыбы при различных горизонтах воды в нижнем бьефе. Кроме того, нижняя камера соединена с нижним бьефом специальной обводной трубой, оборудованной контрольным клапаном (байпас) с игольчатым затвором и решеткой.

Труба служит для обеспечения в средней наклонной камере постоянного расхода воды 7 м<sup>3</sup>/с. Если рыбоподъемник полностью наполняется водой, то через игольчатый затвор в нижний бьеф непрерывно поступает расход воды, равный 0,2 м<sup>3</sup>/с. Это создает в рыбоподъемнике течение, привлекающее рыбу к подъему в верхнюю камеру, а в верхнем бьефе этот же расход создает небольшое гидравлическое падение, что способствует направлению рыбы к выходу в верхний бьеф по течению. Так как нижняя камера закрытая, то для освещения дневным светом в верхнем перекрытии устроен люк диаметром 50 см.

Рядом с рыбоподъемником в верхней части нижней камеры, в специальном гнезде, расположена дополнительная турбина мощностью 100 кВт. Эта турбина предназначена для использования энергии воды, расходуемой на работу рыбоподъемника и для привлечения рыбы к входу в рыбоподъемник, особенно когда не работают турбины гидроэлектростанции.

Чтобы рыба не заходила во всасывающую трубу турбины, на ее выходе установлена специальная защитная решетка. В верхнем бьефе перед водоподающей трубой дополнительной турбины установлена входная решетка для предотвращения попадания в турбину скатывающейся рыбы.

Верхняя камера имеет выходное отверстие, которое оборудовано катковым затвором пролетом 1,2 м. Затвор перемещается вертикально на высоту 3,7 м от электропривода с автоматическим регулированием подъема при помощи поплавкового механизма, который поднимает или опускает затвор в зависимости от уровня воды в верхнем бьефе. Поплавковый механизм над порогом затвора создает постоянный поток воды слоем в 30 см. Впереди выходного отверстия имеются специальные направляющие устрой-



ства для предотвращения попадания в камеру посторонних предметов. Для слива всей воды из верхней камеры в наклонную на дне имеется специальная дренажная труба диаметром 90 см.

Для гашения скорости воды в полу наклонной камеры устроены углубления шириной 1,2 и глубиной 0,15 м. Со стороны верхнего бьефа имеется комната для наблюдения за проходом рыбы. В комнате устроено окно размером 1,05×1,45 м, выходящее непосредственно в верхнюю камеру. Над верхней камерой устроена консольная бетонная площадка для наблюдений за проходом рыбы через открытый решетчатый люк.

Рабочий цикл рыбоподъемника рассчитан на 4 ч и состоит из следующих операций: открытие затворов и заход рыбы в нижнюю камеру—3 ч; наполнение наклонной камеры водой—20 мин; проход рыбы по наклонной камере, верхней камере и выход в верхний бьеф—30 мин; спуск воды из рыбоподъемника—5—10 мин.

Работает рыбоподъемник следующим образом. В зависимости от уровня воды в нижнем бьефе открывается один из затворов вливных отверстий нижней камеры.

В верхнем бьефе опускается затвор выходного отверстия примерно на 30 см ниже уровня воды, и вода поступает в гаситель типа колодца, расположенный в верхней камере. Такое устройство предохраняет от повреждения движущуюся вниз по течению (со стороны верхнего бьефа) молодь рыб. По наполнении колодца верхней камеры вода через гребень водослива течет по наклонной камере в нижнюю камеру и далее через одно из вливных отверстий в нижний бьеф. В это время через рыбоподъемник пропускается расход воды от 14 до 7 м<sup>3</sup>/с. Выходящая вода привлекает рыбу, и она входит в нижнюю камеру.

После захода в нижнюю камеру затвор нижней камеры автоматически опускается и начинается наполнение наклонной камеры водой. В это время расход воды, пропускаемой через рыбоподъемник при заполненной наклонной камере, составляет 7 м<sup>3</sup>/с.

Как только весь рыбоподъемник наполнится водой и в нижней камере подтопится байпас, вода через игольчатый затвор и обводную трубу вытекает в нижний бьеф и в рыбоподъемнике устанавливается течение воды с расходом 0,2—0,4 м<sup>3</sup>/с. Этот ток воды побуждает рыбу подниматься из нижней камеры по наклонной камере в верхнюю камеру и далее в верхний бьеф.

Нижний затвор в конце этого периода начинает автоматически подниматься. Вначале он открывается только на 8 см, чтобы не создать слишком больших скоростей в нижнем бьефе и не отпугнуть рыбу, скопившуюся у входа в рыбоподъемник. По мере снижения уровня воды в рыбоподъемнике количество воды, поступающей сверху, уменьшается и камеры рыбоподъемника частично опорожняются. При таком положении затвор нижней камеры полностью открывается и цикл заканчивается.

Таковы конструкция и принцип действия гидравлических рыбоподъемников, используемых при гидроуздах.

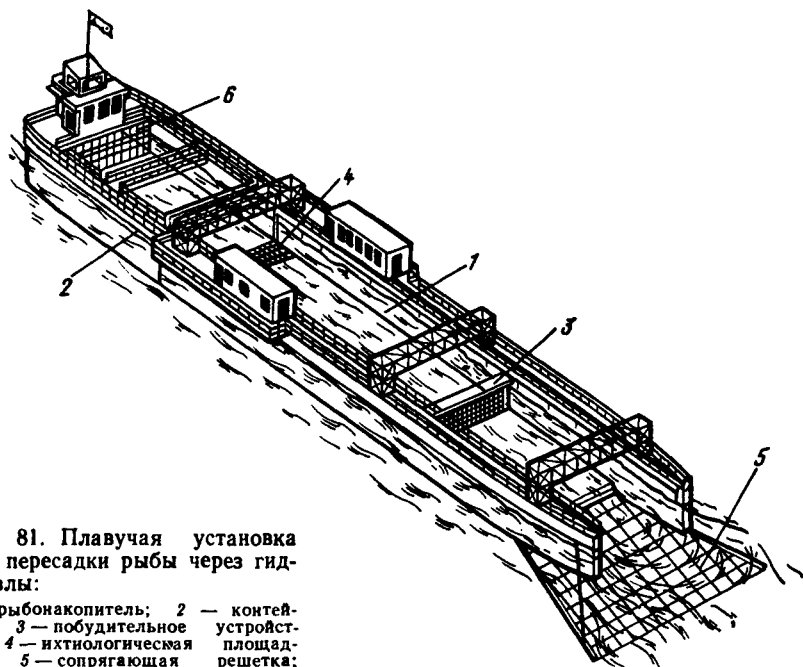


Рис. 81. Плавающая установка для пересадки рыбы через гидроузлы:

1 — рыбоаккумулятор; 2 — контейнер; 3 — побудительное устройство; 4 — ихтиологическая площадка; 5 — сопрягающая решетка; 6 — сетчатый затвор

На основании рассмотренных двух типов стационарных рыбопропускных сооружений можно сказать, что они различаются между собой не только по способу перевода рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний, но и по принципу действия. К первому типу сооружений, как отмечалось выше, относятся рыбоходы, у которых принцип действия непрерывный, а ко второму — рыбопропускные шлюзы и рыбоподъемники циклического действия.

Кроме имеющихся стационарных рыбопропускных сооружений, существуют плавучие установки для накопления рыбы в нижнем бьефе и ее транспортировки в верхний бьеф.

Плавающие установки для пересадки рыбы через гидроузлы. Эти установки предназначены для работы в нижнем бьефе гидроузла с постоянно изменяющимися гидрологическими условиями, управлять которыми весьма сложно. Мобильность этих установок позволяет перемещать их к участкам устойчивых скоплений мигрирующих на нерест производителей рыб, накапливать и транспортировать мигрантов в верхний бьеф.

Установка состоит из двух судов: плавучего несамоходного двухкорпусного рыбоаккумулятора и самоходного двухкорпусного контейнера (рис. 81). Кормовая и носовая части этих судов открытые. При накоплении рыбы контейнер и рыбоаккумулятор стыкуются между собой последовательно, образуя как бы единый лоток, через который пропускается транзитный поток воды, привлекающий рыбу. При необходимости скорость потока может быть уве-

личена насосами блока питания контейнера и рыбоаккумулятора. Контейнер располагается выше рыбоаккумулятора по течению. Оба судна погружаются на заданную глубину. Для сопряжения днища установки с дном реки с рыбоаккумулятора опускается сопрягающая решетка.

Накопление рыбы продолжается в течение 1,5—2,5 ч в зависимости от ее концентрации, затем часть насосов блока питания отключают и начинают перевод рыбы из рыбоаккумулятора в контейнер с помощью побудительной решетки, которая, перекрыв все сечение у входа в рыбоаккумулятор, передвигается в сторону контейнера. У ихтиологической площадки решетку останавливают. Здесь осматривают и просчитывают рыбу. После этого решетка подходит к контейнеру и рыба оказывается внутри него. При закрытых сетчатых затворах на носовой и кормовой частях контейнер отсоединяется от рыбоаккумулятора, всплывает до транспортной осадки, направляется к гидроузлу и выходит через судовой шлюз в верхний бьеф. Там он разворачивается по течению, открывает сетчатые затворы и выпускает рыбу.

Для сокращения времени пересадки рыбы целесообразно в комплект плавучей установки иметь 2—3 контейнера, что обеспечивает непрерывность работы рыбоаккумулятора.

## **§ 56. РЫБОЗАЩИТНЫЕ УСТАНОВКИ**

**Влияние водозаборов на рыбное хозяйство.** Водозаборы промышленных предприятий, ирригационных систем, тепловых электростанций и других потребителей воды, сооружаемые на нерестовых реках и водохранилищах, вместе с водой могут засасывать рыб, особенно личинок и молодь. В результате этого рыба погибает и рыбному хозяйству наносится ущерб.

Максимум попадания рыб в водозаборы происходит в весенне-летний период, когда личинки и молодь не могут активно сопротивляться всасывающему потоку воды, движутся с небольшой скоростью и обладают только зрительной ориентацией. Осенью подросшая молодь в меньших количествах попадает в водозаборы, так как она способна преодолевать течение и свободно ориентироваться. Зимой гибель рыб из-за попадания в водозаборы увеличивается. Это связано с понижением температуры воды и снижением двигательной активности рыб. Кроме того, наблюдается и суточная ритмичность попадания их в водозаборы. При потере зрительной ориентации в ночное время резко возрастает количество засасываемых рыб насосными станциями и их гибель. Суточный ритм наиболее четко отмечается в водоемах, где велика прозрачность воды.

Сооружение водозаборов без знания горизонтального и вертикального распределения рыб в водоемах часто приводит к массовому их засасыванию и гибели.

Выбор места и типа водозаборного сооружения должны быть согласованы с органами рыбоохраны, располагающими сведениями

ми о распределении рыб в водоеме, ее биологии и поведении. Насосные станции оросительных систем, в которые засасывается рыба, а затем выносятся на поля орошения и погибает, не должны располагаться на нерестилищах, на хорошо прогреваемых кормных участках у пологих речных берегов и мелководьях водохранилищ, на путях ската молоди и в районах выпуска молоди с рыбоводных предприятий.

При выборе типа водозаборного сооружения и установления ритма работы насосных станций необходимо учитывать биологию рыб данного района. Так, оголовки водозабора нельзя располагать на глубинах 3—4 м в местах концентрации молоди осетровых или в поверхностных слоях воды в местах скопления молоди карповых рыб. В период массового ската молоди необходимо ограничивать забор воды.

Для сохранности рыбных запасов необходимо при водозаборных сооружениях устанавливать рыбозащитные приспособления. Разработка конструкций рыбозащитных установок и их строительство должны осуществлять организации, строящие водозаборы.

Однако, несмотря на обязательное монтирование рыбозащитных установок при водозаборных сооружениях, должны также соблюдаться указанные выше принципы размещения водозаборов в рыбохозяйственных водоемах. Это объясняется тем, что в настоящее время пока нет конструкций рыбозащитных установок, которые полностью (на 100 %) предохраняли бы рыбу от попадания в водозаборы.

**Классификация рыбозащитных установок.** Рыбозащитные устройства — это устройства, являющиеся частью водозаборных сооружений объекта, предотвращающие вынос рыбы из водоема при отборе из них воды, обеспечивающие сохранение жизнеспособности рыбы и отведение ее за пределы зоны влияния водозабора. Все рыбозащитные устройства водозаборных сооружений классифицируются по принципу действия заграждений на поведенные рыб и условно подразделяются на три группы: механические, гидравлические и физиологические.

**Механические рыбозаградители.** Эти установки наиболее широко применяются как в нашей стране, так и за рубежом. Они представляют собой механическую преграду перед водозаборными сооружениями. В зависимости от характера преграды эти рыбозаградители бывают сетчатые и фильтрующие. Их конструкции могут быть с рыбоотводом и без него. Такие рыбозаградители устанавливают у оголовков водозаборных сооружений.

На небольших водозаборах в качестве временных рыбозаградителей применяют простейшие фильтрующие устройства из хвороста, камыша и других материалов в виде плетней или фильтрующие дамбы из камня, щебня, гальки, гравия. В последнее время созданы различные конструкции ряжевых, кассетных рыбозащитных устройств на водозаборах. Все эти устройства не имеют рыбоотводов.

Кассетные фильтры представляют собой эстакаду, в

пазы которой вставлены кассеты-коробки, заполненные гравием, карамзитом, стеклянным или кирпичным боем и другими материалами, включая синтетические. Эти кассеты устанавливают для предотвращения попадания в водозабор мусора и молоди рыб. Скорости фильтрации воды в устройствах кассетного типа равны 25—30 см/с. Промывка фильтров проводится при поднятии кассет на поверхность. Наполнитель кассеты промывают и просушивают. Промывку фильтров проводят обратным током воды, импульсами давлений и при комбинации этих способов.

Фильтрующие рыбозащитные устройства обычно устанавливают на участках водоемов, где скорости течения воды превышают скорость на подходе к фильтру не более чем в 3 раза.

В настоящее время фильтрующие рыбозащитные устройства кассетного типа с гравийным наполнителем используются на Оболонских насосных станциях, на водохранилище Кременчугской ГЭС, оросительных системах Куйбышевской области, на водозаборе Сакмарской ТЭЦ.

Сетчатые устройства имеют размеры ячеек сетки, обеспечивающие защиту рыб определенных размерных групп и необходимый пропуск воды. При этом скорость течения воды должна исключать прижатие рыб к сетке. Материал, из которого изготовлена сетка, не должен подвергаться деформации и коррозии. Для этой цели используют нержавеющую сталь, медь, латунь, капрон, нитрон, лавсан и другие материалы. Вдоль сетки должен создаваться такой ток воды, который не прижимал бы рыбу и позволял бы ей уйти от сетки. Применяют различные конструкции сетчатых рыбозаградительных установок в зависимости от места и типа водозабора, расхода воды, требований рыбоохраны, биологической и размерной характеристики рыб, обитающих в водоеме.

Плоская сетка в рыбозаградителях наиболее широко применяется. Рыбозащитное устройство типа плоской сетки состоит из железобетонной или металлической эстакады, установленной под углом 15—17° к потоку воды. В пазы эстакады вставлены рамы, обтянутые сетчатым полотном, предохраняющим засасывание рыб в водозаборное сооружение. Перед сетчатыми рамами установлена решетка для задержания крупного мусора. Очистка этих рам от мелкого мусора, заиления и обрастаний водорослями осуществляется водоструйным очистным устройством, состоящим из флейты, системы, подающей в нее воду, и механического привода флейты в движение. Очистку решеток, задерживающих крупный мусор, проводят с помощью решеткоочистительных машин или грейферов. Для успешной работы такого рыбозаградителя длина эстакады не должна превышать 50—70 м, так как очистка более длинной установки затруднена.

В рыбозаградителях плоская сетка может быть с рыбоотводом и без него. На реках обычно используют такие сетки без рыбоотвода, а на водохранилищах и озерах их применяют с рыбоотводом.

Одной из наиболее широко распространенных конструкций плоских сеток является сетка, расположенная в вертикальной плоскости (под углом 16—17,5° к потоку воды) и имеющая рыбоотвод. Сетчатое полотно может быть расположено в виде прямой линии, У-образно или пилообразно. Очистка сетчатого полотна проводится с помощью гидравлического очистного устройства, в состав которого входят насосы для питания водоструйных флейт, приспособление для возвратно-поступательного движения водоструйных флейт вдоль сетчатого полотна и средства автоматики для работы очистного устройства в зависимости от степени засорения сетчатого полотна. Расстояние между водоструйными флейтами и сетчатым полотном составляет не более 25 см. Скорость движения водоструйных флейт вдоль сетчатого полотна равна не более 0,05—0,2 м/с. Отвод рыбы и мусора из предсеточного пространства (аванкамеры) обратно в водоем производится при скорости течения воды не более 0,5—0,6 м/с через сетку, причем средняя скорость течения воды в аванкамере должна приближаться к скорости течения на входе в рыбоотвод (0,25—0,30 м/с). Данная конструкция используется для водозаборов с расходом воды от 1 до 230 м<sup>3</sup>/с. Расход воды в рыбоотводе составляет не более 1—2 % общего ее расхода в водозаборном сооружении.

Другой конструкцией рыбозаградителя типа плоской сетки является крыльчатка. Эта рыбозащитная установка представляет собой горизонтальный вал, расположенный выше уровня воды, и пять радиальных рам, обтянутых сеткой. Крыльчатка вращается против течения воды при помощи электродвигателя. Мусор и рыба, прижимаемые течением к сетке, смываются водой в рыбоотвод.

Плоские сетки с рыбоотводом применяются на Федоровской оросительной системе, на Чардарьинском канале и на некоторых рыбободных предприятиях.

Для предохранения рыб от попадания в водозаборы можно применять перемещающиеся ленточные сетки. Такие рыбозаградители представляют собой конвейерную сетку, состоящую из рамок, обтянутых сетчатым полотном. Сетка приводится в движение электродвигателем. Очистка сетки может проводиться при помощи водяной флейты или щетки. Ленточные сетки могут вращаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Так, лента конструкции Г. К. Харчева представляет собой бесконечную перемещающуюся сетку, которая расположена вертикально под углом к потоку воды. Молодь рыб и мусор выносятся потоком воды при движении ленты в рыбоотвод, расположенный между сетным полотном и стенкой канала. Для регулирования расхода воды в рыбоотводе имеется щитовой регулятор.

Сетчатый барабан используют на водозаборах для защиты рыбы. Существуют различные конструкции такого устройства. Рыбозащитное устройство такого типа состоит из одного или нескольких барабанов, обтянутых мелкоячейной сеткой, и очистного устройства.

В зависимости от способа очистки сетного полотна сетчатые барабаны делят на две группы: промывные устройства (водяная флейта) неподвижные, а сетчатый барабан вращается вокруг своей оси от лопастной турбины, или лопастного винта, или электропривода; сетчатый барабан неподвижный, а промывное устройство вращается от лопастного винта, или лопастной турбины, или струереактивного приспособления.

В некоторых струереактивных устройствах использована автоматика, которая контролирует степень засорения сетки. Реле автоматически выключает очистное устройство, отрегулированное на определенный период давления струй воды на сетке. При неисправности устройства и сильном засорении реле автоматически отключает насос и подает аварийный сигнал.

Сетчатые барабаны имеют производительность от 50 до 5000 л/с. Их применяют для рыбозащиты на плавучих насосных станциях и на водозаборах береговых насосных станций. Так, их используют на ряде ирригационных водозаборов: на плавучей насосной станции совхоза «Ушаковский» (Астраханская область), главной насосной станции Южно-Бугской оросительной системы, Райгородской насосной станции (Волгоградская область) и др.

Не рекомендуется применять сетчатые барабаны на водозборных сооружениях, перед оголовками которых имеются ковши или подводящие каналы. При использовании сетчатых барабанов на реках следует учитывать, что скорость течения воды через сетку не должна превышать 0,25 м/с при защите молоди рыб всех размеров, включая мальков менее 15 мм, и 0,4 м/с при защите молоди рыб длиной от 15 мм и более. Скорость течения в водотоке на участке расположения сетчатых барабанов должна быть не менее 0,4 м/с.

При применении сетчатых барабанов на водозаборах из водохранилищ и озер скорость течения воды через сетку допускается не более 0,1 м/с при защите разноразмерной молоди рыб до 15 мм и не более 0,25 м/с при защите молоди рыб длиной 15 мм и более.

Конусное сетчатое устройство используют для защиты рыб на водозаборах с большими расходами воды, например на Сивановской насосной станции, Буденновской и Райгородской оросительных систем. Это рыбозащитная установка представляет собой вращающийся сетчатый усеченный конус, установленный в пазовые конструкции вершиной к течению. Вращается конус от электродвигателя или от гидромотора, установленного под водой на оси конуса. Очистка наружной поверхности сетки конуса осуществляется неподвижным промывным устройством (водяной флейтой). Во избежание попадания крупного мусора в конус перед ним устанавливают решетку. Прошедшая через сороудерживающую решетку рыба попадает в сетчатый конус со стороны большого его основания. При вращении конуса и работе очистного устройства рыба относится током воды сначала к вершине конуса, а затем в водоотвод.

**Гидравлические рыбозаградители.** К ним относятся устройства, с помощью которых перед водозаборами создаются гидравлические условия, препятствующие попаданию рыбы в водозабор и направляющие ее в рыбоотвод: это запани, отбойные козырьки, вихревые камеры, рыбозаградители зонтичные, рыбозаградители заглубленного типа и жалюзи.

Запани и отбойные козырьки состоят из несущей конструкции, щитов и подъемно-транспортного оборудования. Несущая конструкция делается стационарной. Ее длина определяется гидрологическими условиями водоема, расходом воды и размером водозабора. Щиты заглубляют ниже уровня воды не менее чем на 1 м. Подъемно-транспортное оборудование обеспечивает установку и демонтаж запани или отбойных козырьков и их эвакуацию с участка расположения водозаборного сооружения.

Зонтичные рыбозаградители представляют собой конструкцию в виде цилиндра или куба, состоящую из непроницаемого материала. Такая конструкция присоединяется сверху к отверстию всасывающей трубы водозаборного сооружения. Вода засасывается в трубу снизу вверх. Это создает гидравлические условия, при которых предотвращается попадание рыбы в водозабор. Зонтичные рыбозаградители используют на водозаборах Каховском и Кременчугском водохранилищах.

Вихревые камеры предназначены для отвода молоди рыб от водозаборного сооружения, расположенного на реке, несущей большое количество взвешенных веществ, мусора и камней (например, на горных реках Куре, Араксе, Тереке). В этих условиях сетчатые конструкции быстро выходят из строя из-за сильного загрязнения и частого повреждения, а вихревая камера достаточно эффективно работает. Она состоит из металлического цилиндра, боковая поверхность которого пересечена круговыми сквозными щелями. В основании камеры имеются промывная труба и карусельная установка с четырьмя стойками, на которых насажены плоские ножи, лопатки-флажки и спиральные лопасти. Вода подается в камеру так, что внутри ее над отверстием промывной трубы создается воздушная воронка, в которую втягиваются молодь рыб и мусор. По этой трубе рыба и мусор проходят обратно в реку. Вода из камеры через сквозные щели в боковой поверхности проходит в канал водозабора. Очищаются щели с помощью непрерывного кругового движения плоских ножей. Движение карусельной установки, на которой вмонтированы ножи, осуществляется давлением потока воды на лопатки-флажки. Для направления рыбы и мусора от стенок камеры в воронку, образующуюся над отверстием промывной трубы, на карусельной установке подвешены две лопасти в виде спирали. Размеры камеры: диаметр — 4 м, высота — 1,7 м. Она рассчитана на расход воды 1,5 м<sup>3</sup>/с.

Рыбозащитное устройство заглубленного типа применяют в тех случаях, когда водозабор располагается на нерестовых участках и в местах нагула ценных промысловых



рыб. Это устройство устанавливают на глубине не менее 7—8 м, где молодь рыб практически отсутствует. Оно представляет собой оголовок, снабженный сверху козырьком. Вода поступает через боковые окна, которые обтянуты решеткой. Входная скорость воды допускается 0,2 м/с. Такое устройство эффективно работает на Верхне-Погроменской насосной станции Средне-Ахтубинской оросительной системы. Однако строительство и эксплуатация таких водозаборов требуют больших затрат на проведение подводно-строительных и водолазных работ по очистке решеток. Следовательно, такая установка может быть применена в исключительных случаях, когда водозабор не может быть перенесен в другое место.

Жалюзийный рыбозаградитель широко применяют за рубежом, особенно в США и Канаде, где их используют для защиты молоди лососевых рыб. Эта рыбозащитная установка представляет собой несущую конструкцию, расположенную под углом к потоку (от 10 до 20°), на которой находятся секции жалюзей. Расстояние между пластинами, образующими жалюзийную решетку каждой секции, составляет 2,5—7,6 см. Они расположены так, что создается впечатление наличия в воде сплошной стенки, которую монтируют в один ряд U-образной формой или из двух последовательных рядов. В подходящем потоке движение воды направлено по касательной к жалюзийной решетке. Жалюзийная установка воздействует на зрение, слух и боковую линию рыб. Так, перед пластинами возникают гидравлические условия, воздействующие на боковую линию рыб: под действием потока воды пластины вибрируют и создают колебания. Рыба видит перед собой сплошную преграду. Когда рыба подходит к преграде, она видит ее, улавливает колебательные движения пластин, останавливается, поворачивается головой против течения воды, а затем сносится в рыбоотвод. Для обеспечения успешной работы рыбоотвода необходимо, чтобы скорость течения воды в нем превышала скорость подхода потока.

**Физиологические рыбозаградители.** Эти рыбозащитные установки рассчитаны на использование поведенческих реакций рыб на различные раздражители, вызывающие испуг рыб или привлечение их. Они воздействуют на зрение, слух, осязание и боковую линию рыб. При этом применяются как отдельные раздражители, так и их комплекс. Следовательно, такие рыбозаградители защищают рыб от попадания в водозабор, не препятствуя потоку воды. К этой группе способов защиты рыб относятся электрические, световые, звуковые, воздушно-пневматические рыбозаградители.

**Электрические рыбозаградители** основаны на реакции избегания рыбами электрических полей высокого напряжения. Причем чем меньше рыба, тем большее напряжение нужно для ее отпугивания. В связи с этим при создании электрозаградителя исходят из минимальных размеров защищаемых рыб. Кроме того, различные виды рыб имеют разную чувствительность к электрическому полю и по-разному реагируют на него.

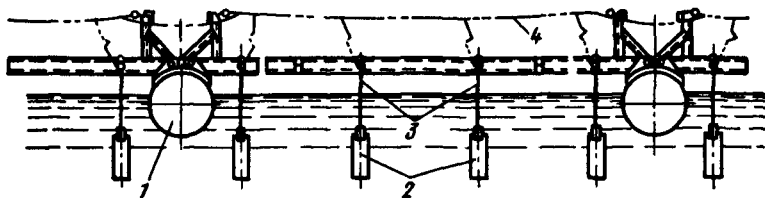


Рис. 82. Рыбозаградитель ЭРЗУ-1:

1 — поплавок; 2 — система электродов; 3 — трос; 4 — провода

Электрорыбозаградители состоят из системы электродов противоположной полярности, питающихся постоянным, переменным или импульсным постоянным током. Они отличаются по своей конструкции различным расположением электродов. В настоящее время применяют следующие типы рыбозаградителей: рыбозаградитель с одним рядом электродов, причем соседние электроды имеют противоположную полярность; рыбозаградитель с двумя рядами электродов, каждый из которых имеет противоположную полярность; рыбозаградитель с одним рядом электродов одинаковой полярности, а один из полюсов источника питания заземлен.

В нашей стране применяют однорядный электрорыбозаградитель ЭРЗУ-1, разработанный ГосНИОРХом. Он состоит из несущей конструкции, системы электродов, делителя напряжения, прерывателей тока, системы управления и контроля, подъемно-транспортного оборудования и ограждающего приспособления (рис. 82). Несущая конструкция может быть выполнена в виде мостов, свай или понтонов (в зависимости от условий водозабора). Рыбозаградитель состоит из одного ряда расположенных вертикально электродов, опускаемых на всю глубину водоема. Электроды сделаны из металлических труб, стержней или полос и сгруппированы в секцию по 12 шт. Расстояние между электродами зависит от электропроводности воды и размера защищаемой рыбы. Электроды закрепляют на несущей конструкции изолировано от нее и друг от друга. Делитель напряжения состоит из одного или нескольких трансформаторов с секционированной вторичной обмоткой. Питание ЭРЗУ-1 осуществляется переменным током.

Это рыбозащитное устройство отличается от других электрорыбозаградителей тем, что потребляет меньше энергии. В нем отсутствует внутреннее поле, создаваемое между рядами электродов у двухрядных заградителей, которое потребляет большую часть энергии, а воздействия на рыб не оказывает. Скорость подхода потока воды не должна превышать 25 см/с. Для ЭРЗУ-1 минимальная длина рыб равна 35—40 мм. Защита рыб меньшего размера требует увеличения напряжения электрического поля, а это будет вызывать гибель крупных рыб, попадающих в зону действия этого электрозаградителя. Практика показала, что

применение электрорыбозаградителей для остановки или направления половозрелых рыб, мигрирующих против течения вверх по реке, весьма эффективно. Однако они не дают должного эффекта при применении их для защиты от попадания в водозаборы поклатной молодежи рыб.

Световые рыбозаградители разработаны на основе биологических особенностей рыб. Реакция рыб на искусственный источник света имеет видовую специфичность, может быть различной на разных стадиях онтогенеза даже у одного и того же вида, а также зависит от физиологического состояния рыбы, от абиотических и биотических факторов среды. Одни виды рыб положительно реагируют на свет, другие безразличны к нему, а третьи реагируют отрицательно.

Световые рыбозаградители можно использовать для защиты молодежи леща, воблы и некоторых других рыб.

Звуковые рыбозаградители основаны на том, что рыбы воспринимают звуки широкого диапазона частот от 1 до 13 000 Гц. В этом принимают участие органы слуха, боковой линии и плавательный пузырь. Звуки с переменными частотой и интенсивностью действуют на рыб сильнее, чем постоянные монотонные звуки. Рыбы пугаются любого шума. Однако эта реакция сохраняется короткое время, так как рыбы быстро адаптируются и не двигаются в нужном направлении. Управлять эффективно поведением рыб с помощью звука можно при использовании биологически значимых акустических сигналов: угрозы, боли, опасности, питания и др. Установлено, что наиболее сильная двигательная реакция у рыб отмечается на низкочастотные звуки (от 100 до 5000 Гц), которые являются для рыб сигналом опасности и издаются при броске хищников на жертву, биении раненой рыбы. Следовательно, для защиты рыб можно использовать звуки, отвлекающие рыб из зоны водозабора.

Воздушно-пневматические (воздушно-пузырьковые) рыбозаградители основаны на том, что воздух подается из компрессора в шланги или трубы, уложенные на дне водоема или на глубине 7 м, из отверстий которых он выходит в воду в виде пузырьков и поднимается к ее поверхности. В результате образуется по всей толще воды сплошная пузырьковая завеса. Она оказывает воздействие на рыб, которое проявляется как в физическом выносе рыбы к поверхности воды пузырьками воздуха и вертикальным потоком воды, так и в поведении рыб. Они видят сплошную завесу из пузырьков и принимают ее, по-видимому, за плотную стену и отходят. Попавшие в зону действия пузырьковой завесы пассивно сносимые течением личинки и мальки рыб выносятся на поверхность воды и попадают в рыбоотвод. Наибольший эффект рыбозащиты (до 80 %) наблюдается при создании равномерной плотной завесы из пузырьков воздуха диаметром 2—3 мм. При повышении интенсивности подачи воздуха диаметр воздушных пузырьков увеличивается до 7—15 мм, поэтому создается так называемая бурлящая завеса. В этом слу-

чае эффективность рыбозащиты снижается. При сокращении расхода воздуха и уменьшении диаметра воздушных пузырьков до 1 мм завеса не задерживает рыб. Для повышения эффекта рыбозащиты большое значение имеет соотношение скорости подходного потока воды и угла расположения воздушно-пузырьковой завесы к потоку воды. Установлено, чем меньше угол расположения воздушной завесы, тем больше эффект рыбозащиты. Однако при уменьшении скорости подходного потока воды и перпендикулярном расположении завесы к потоку также наблюдается высокий эффект рыбозащиты. Воздушно-пневматические устройства хорошо можно использовать на водозаборах в комплексе с другими рыбозащитными установками.

Рыбозащита — весьма важная проблема в вопросе воспроизводства рыбных запасов, которая еще не решена окончательно. Для ее решения необходимы совместные усилия ихтиологов, физиологов и инженеров.

## **§ 57. УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ЛОВА РЫБЫ В ВОДОЕМАХ**

Мероприятия по улучшению условий лова рыбы в водоемах, как и мероприятия по улучшению условий естественного размножения и нагула ценных видов рыб, являются весьма важными в создании управляемого рационального рыбного хозяйства. При комплексном решении они обеспечивают улучшение условий эксплуатации водоемов.

Устранение причин, мешающих вылову рыбы из водоемов, входит в одну из задач рыбохозяйственной мелиорации. Для осуществления мелиоративных мероприятий в этом направлении необходимо установить их характер и масштабы. Сюда могут относиться: расчистка дна водоемов от коряг, пней, топляков, камней и прочих предметов, мешающих облову; предотвращение засорения тоневых участков при прохождении паводковых вод и другие работы.

При определении масштабов работ по ликвидации причин, мешающих вылову рыбы, составляют карту-схему водоема, согласно которой намечают план мероприятий. Размеры и порядок этих работ зависят от состава ихтиофауны и ее распределения в водоеме в разные сезоны. Если рыба держится на засоренных, закоряженных участках, разбросанных по всему водоему, то необходимо расчистить весь водоем. Если основная масса промысловой рыбы приурочена к каким-то определенным местам, ограничиваются расчисткой только этих участков.

## РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО НА ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ

### Глава 15

#### ОЗЕРНОЕ РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

##### § 58. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРНОГО ФОНДА СТРАНЫ

На территории СССР имеется более 2851 тыс. озер. На европейской части СССР озера расположены в основном на севере и северо-западе: в Карельской АССР, Коми АССР, Мурманской, Ленинградской, Псковской, Новгородской областях РСФСР, Белорусской ССР, Латвийской ССР, Литовской ССР, Эстонской ССР. В азиатской части Советского Союза озера сконцентрированы в основном в Уральском, Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском и Дальневосточном экономических районах, а также в Казахской ССР. Все озера можно распределить на 5 групп в зависимости от их площади (табл. 35).

Из данных, приведенных в табл. 35, видно, какое большое количество озер относится к категории так называемых малых озер, площадь которых не превышает 10 тыс. га.

Расположение малых озер на территории РСФСР	
Экономические районы	Площадь озер, тыс. га
Северо-Западный	1 979,4
Центральный	128,2
Волго-Вятский	18,3
Центрально-Черноземный	4,2
Поволжский	68,1
Северо-Кавказский	16,2
Уральский	346,8
Западно-Сибирский	5 948,4
Восточно-Сибирский	926,1
Дальневосточный	3 347,5
Итого	12 783,2

Озера имеют большое рыбохозяйственное значение. Они являются важным источником снабжения населения нашей страны высококачественной рыбой. Многие озера расположены вблизи городов, рабочих поселков и деревень, что значительно сокращает транспортные расходы по перевозке получаемой из озер рыбопродукции и облегчает ее доставку потребителю в наиболее ценном виде — в виде живой и парной рыбы. Кроме того, не требу-

Т а б л и ц а 35. Группы озер СССР

Номер группы	Минимальная и максимальная площадь озер в группе, км <sup>2</sup>	Количество озер в группе, шт.
1	<1	2 811 830
2	1—10	36 680
3	11—50	2 145
4	51—100	228
5	>100	181

ется сложной обработки рыбы и создания мощных баз для ее хранения.

При правильной организации озерного хозяйства и использовании всего озерного фонда в сочетании с проведением водохозяйственных мероприятий, удовлетворяющих рыбохозяйственным требованиям, уловы рыбы в озерах СССР могут быть в несколько раз выше настоящих.

Большие резервы по получению рыбной продукции имеются также у колхозов и совхозов, на землях которых расположены озера. Широкое использование этих водоемов для организации и ведения рыбного хозяйства по типу прудовых рыбоводных хозяйств позволит еще больше повысить рыбохозяйственное значение озерного фонда.

Ихтиофауна озер СССР весьма богата по видовому составу рыб. В наших озерах обитает только промысловых рыб более 100 видов. В разных регионах и районах страны ихтиофауна озер неодинаковая по видовому составу рыб, их численности и основным объектам промысла. Существующее разнообразие в ихтиофауне озер зависит от биофизического и биогидрохимического состояния этих водоемов, а также от хозяйственной деятельности человека.

Основные промысловые рыбы наших озер являются представителями семейств: лососевых, осетровых, корюшковых, карповых, окуневых, шуковых и некоторых других.

Чтобы правильно и рационально вести озерное хозяйство, необходимо знать биологические особенности рыб, обитающих в озерах.

#### § 59. РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОЗЕР

Важнейшими факторами, определяющими нормальные условия обитания рыб в озерах, являются температура, газовый режим и рН, а также условия размножения и питания. Иначе говоря, каждому виду рыб или группе видов необходимы определенные жизненные условия для успешного их размножения и нагула. В озерах же действуют неодинаковые физико-химические факторы и биологические условия, которые определяют возможность обита-

ния и масштабы естественного воспроизводства в них тех или иных видов рыб. В связи с этим в одних озерах могут хорошо развиваться одни виды рыб, а в других озерах — другие. Наблюдаемый в настоящее время состав ихтиофауны озер не всегда соответствует характеру водоема. Это несоответствие есть результат воздействия естественно-исторических факторов и деятельности человека. Проведение же практических мероприятий, направленных на создание в каждом озере промысловых запасов тех рыб, для которых имеются в нем все необходимые условия их воспроизводства, нельзя осуществить без рыбохозяйственной классификации озер. Ее задача состоит в том, чтобы определить, какие хозяйственно ценные виды рыб могут хорошо развиваться в том или ином озере. При решении данной задачи используются знания биологических особенностей ценных видов промысловых рыб и показатели качества озера как среды обитания.

Ученые разработали ряд рыбохозяйственных классификаций озер. Однако практическое значение получила лишь одна из них — классификация М. П. Сомова, которую он разработал для озер северо-западного района СССР. Разработанная им классификация применима и для других районов Советского Союза. Затруднения встречаются лишь тогда, когда приходится классифицировать озера осолоненные, а также озера в северной части Сибири, расположенные в суровых климатических условиях. Что же касается группы так называемых пойменных озер, на режим которых большое влияние оказывают реки в период паводка, то они не включаются в схему этой классификации. Все озера М. П. Сомов делит на шесть типов. Каждому типу озер автор дал название по тем рыбам, для которых условия среды наиболее благоприятны и которые могут быть основными объектами хозяйства: озера палин, сиговые озера, лещевые озера, судачьи озера, окунево-плотвичные озера и карасевые озера.

**Озера палин.** Эти озера имеют высокие и крутые берега. Они глубокие, вода в них прозрачная и холодная. Их дно каменистое. Фитопланктон, надводная и подводная высшая растительность развиты слабо.

Низкая температура воды и каменистые грунты обеспечивают в этих озерах высокое содержание кислорода во все сезоны года (12—14 мг/л). Биологические факторы оказывают незначительное влияние на кислородный режим в таких водоемах.

Следовательно, если исходить из биологической классификации, то все указанные выше признаки этих озер свойственны водоемам олиготрофного типа \*.

---

\* Биологическая классификация озер устанавливает, к какому типу относится тот или иной водоем по его трофности. При этом учитывается наличие в водоеме химических питательных веществ (азота, фосфора, кремния, железа, кальция), необходимых для развития фитопланктона и высшей водной растительности. По этой классификации все озера подразделяют на три типа: олиготрофные, эвтрофные и дистрофные. Иногда к этой же классификации относят

Действующие в таких озерах условия внешней среды отвечают требованиям холодолюбивых рыб. В них могут обитать палия, озерный лосось, форели, сиговые, корюшка. Однако в некоторых озерах есть мелководные участки в литоральной зоне, на которых вода хорошо прогревается и имеется водная растительность. В этих участках могут обитать и такие теплолюбивые рыбы, как лещ, окунь, плотва, щука, ерш, язь.

Озера палии встречаются в северных и северо-западных районах европейской части СССР, на Кавказе, в горных районах Сибири и Средней Азии. К этому типу озер относятся: Байкал, Ладожское, Онежское, Имандра, Умбозеро, Севан.

**Сиговые озера.** Эти озера имеют меньшую глубину, чем озера палии. Их литоральная зона развита значительно больше, но водная растительность произрастает слабо. Дно илистое, а на многих участках — песчаное и каменное. Сравнительно большие глубины обеспечивают в гипolimнионе более низкую температуру воды. Дефицит кислорода зимой не достигает значительных величин. Эти водоемы относятся к эвтрофному типу озер, которые находятся на начальной ступени эвтрофии.

В таких озерах обычно обитают сиги, которые являются основными рыбами из всей населяющей их ихтиофауны. Из теплолюбивых рыб, для которых условия среды в сиговых озерах также достаточно благоприятны, могут обитать лещ, снеток, уклея, окунь, плотва, судак, щука, ерш, язь.

Сиговые озера расположены в Белорусской ССР, Карелии, Ленинградской, Новгородской, Великолукской, Калининской областях и на Урале. К этому типу озер относятся: Чудское озеро, Нароч, Тургояк и многие другие озера.

**Лещевые озера.** Этим озерам свойственна умеренная глубина и хорошо развитая литоральная зона. Их дно покрыто илистыми отложениями. Имеются заросли подводной и надводной высшей водной растительности и благоприятные условия для развития фитопланктона. В профундали отмечается большое содержание организмов зообентоса.

---

мезотрофный тип озер, занимающий промежуточное положение между водоемами олиготрофными и эвтрофными.

В олиготрофных озерах содержится очень небольшое количество минеральных питательных веществ, поэтому развитие фитопланктона и макрофлоры в них слабое. Содержание кислорода в воде таких озер обычно в пределах нормального насыщения.

В эвтрофных озерах наблюдаются высокая минерализация воды и большое количество минеральных питательных веществ. Это обеспечивает интенсивное развитие в них фитопланктона и высшей водной растительности. Массовое развитие водорослей в глубоких озерах часто приводит к тому, что в верхних слоях воды содержится избыточное количество кислорода по сравнению с нормальным насыщением, а в нижних слоях воды имеется недостаточное его количество.

Дистрофным озерам свойственно следующее: низкая минерализация воды, незначительное количество азота и фосфора в ней и большое содержание гумусовых веществ. В таких озерах происходит слабое развитие фитопланктона.



Летом озера хорошо прогреваются. Их кислородный режим более напряженный, чем в сиговых озерах. Летом и зимой наблюдается значительный дефицит кислорода в их придонных слоях. Однако эти озера не заморные. Исключение составляют лишь отдельные участки некоторых озер.

Лещевые озера расположены преимущественно в средних и южных равнинных районах нашей страны. Они разнообразны по площади, глубине, термическому режиму и степени развития растительности. Иначе говоря, к лещевым озерам относятся водоемы различной степени эвтрофии.

Этот тип озера подразделяется на два подтипа: лещево-снетковые и лещево-уклейные озера. Первый из этих подтипов имеет сравнительно более бедную растительность в литоральной зоне и отличается меньшей изрезанностью береговой линии.

В лещевых озерах могут обитать совместно с лещом и такие теплолюбивые рыбы, как снеток, укляя, густера, судак, ерш, окунь, щука, плотва, язь, линь. В некоторых лещевых озерах могут обитать сиги, хотя они и являются холодолюбивыми рыбами: это те озера, в которых термический и гидрохимический режим, а также нерестовые участки соответствуют биологическим особенностям этих рыб.

**Судачьи озера.** Этот тип озера весьма близок с лещевыми. Судачьи озера, как и лещевые, также являются эвтрофного типа. Они отличаются от лещевых озера тем, что в них слабо развита высшая водная растительность.

Озера такого типа очень редко встречаются. В качестве примера можно назвать озеро Балатон, расположенное в Венгрии. В СССР судак обычно живет в сиговых и лещевых озерах.

**Окунево-плотвичные озера.** Это наиболее распространенный тип озера. К ним относятся большей частью мелководные равнинные водоемы с хорошо развитой надводной и подводной растительностью. В этих озерах отсутствует профундаль, поэтому весь водоем может быть зоной развития макрофитов.

Незначительная глубина озера в сочетании с наличием в них зарослей высшей водной растительности и хорошей прогреваемостью воды создают благоприятные условия для обитания плотвы и травяного окуня, которые, как правило, являются основными рыбами среди ихтиофауны, населяющей такие водоемы. Для обитания щуки в этих озерах также имеются необходимые условия, поэтому она наряду с окунем и плотвой может составлять в них ведущую группу рыб.

Окунево-плотвичные озера, которые по биологической классификации относятся к эвтрофному типу озера, могут заселять и другие теплолюбивые рыбы — лещ, линь, язь.

**Карасевые озера.** Это водоемы с резким дефицитом кислорода в зимний период. В них может обитать только карась. Озера этого типа подразделяют на две группы: озера с крайней степенью эвтрофии и озера, которые представляют собой дистрофные водоемы, расположенные среди сфагновых болот с кислой реакцией

среды. Таково описание карасевых озер, завершающих характеристику отдельных типов озер.

Если теперь сравнить рыбохозяйственную классификацию озер с их биологической классификацией, то можно видеть, что озера палии соответствуют олиготрофному типу, сиговые, лещевые и другие озера — эвтрофному типу на различной ступени эвтрофии, а часть карасевых озер относится к дистрофному типу. Однако биологическая классификация не может заменить рыбохозяйственную, ибо эти две классификации не являются идентичными. Так, например, к эвтрофному типу озер могут быть отнесены различные водоемы, начиная от сиговых и заканчивая карасевыми. В связи с этим необходимость рыбохозяйственной классификации озер вполне очевидна, ибо она уточняет биологическую в отношении пригодности озера для существования в нем тех или иных видов рыб. Это определяет большое практическое значение рыбохозяйственной классификации озер — она дает возможность установить наиболее желательный состав ценных промысловых видов рыб, какой может обитать в водоеме при данном его состоянии и давать наибольшую продукцию.

#### **§ 60. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ОЗЕРНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Озеро как жизненная среда обладает присущими ему качествами, которые определяют возможность существования и развития растений и животных. Влияние факторов среды на живой мир озера огромно. Богатство озера флорой и фауной, разнообразие их видового состава в нем зависят от количества химических питательных веществ, активной реакции среды, температурных условий, газового режима и других факторов. В результате этого озера имеют различную биологическую продуктивность, под которой мы понимаем способность водоема обеспечивать в течение года (одного вегетационного периода) определенный прирост массы живого органического вещества на единице площади. Качественные и количественные стороны этого прироста зависят от особенностей озера. Так, в олиготрофных озерах происходит слабое развитие микро- и макрофлоры, а в эвтрофных озерах водная растительность развивается интенсивно, поэтому ежегодный прирост ее массы может составлять несколько тонн с гектара. Подобное явление наблюдается также в отношении фауны. При этом биологическая продуктивность озера может быть различной в отношении отдельных видов растений и животных. Например, в озере могут быть условия, благоприятные для развития планктона и неудовлетворительные для развития бентоса или отдельных его видов. Имеются также озера, которые богаты беспозвоночными, а рыбы не могут в них жить, так как температурный и газовый режимы для них неудовлетворительны. Поэтому условия существования для различных видов рыб в каждом конкретном озере неодинаковы, а отсюда неодинакова и численность рыб.

Следовательно, показатель биологической продуктивности включает в себя и величину прироста массы рыб, поэтому каждый водоем имеет определенную естественную рыбопродуктивность.

Под естественной рыбопродуктивностью озера мы понимаем его способность обеспечивать в течение года (одного вегетационного периода) определенный прирост массы рыб с единицы площади за счет естественных кормовых ресурсов (при питании естественной пищей). Обычно естественную рыбопродуктивность озера выражают в килограммах с гектара (кг/га).

Естественная рыбопродуктивность озера зависит от его физико-химических особенностей, кормовых ресурсов и действующих в нем условий роста, развития и размножения рыб. Большое влияние на нее могут оказать и антропогенные факторы. Так, человек, изменяя физико-химический режим озера, влияет на его естественную рыбопродуктивность. Например, если проводить мелиорацию озера, можно улучшить его гидрохимический режим, увеличить биомассу беспозвоночных и таким путем создать необходимые условия для успешного размножения и нагула рыб. При этом естественная рыбопродуктивность озера может значительно повыситься. И, наоборот, она может резко снизиться, если ухудшить в озере абиотические и биотические факторы среды.

Таким образом, озера могут иметь высокую, среднюю и низкую естественную рыбопродуктивность. Ее уровень можно определить в известной мере по величине минеральных питательных веществ (биогенных элементов — азота, фосфора, кальция, кремния), содержащихся в озере, а также по показателям биомассы планктона и бентоса, организмы которых обеспечивают прирост массы рыбы в водоеме.

Величина годового прироста общей массы ихтиофауны в озере не является постоянной. Она может колебаться в зависимости от состояния кормовых ресурсов в отдельные годы, от гидрометеорологических условий, от величины естественной смертности рыб (смертность старых особей и особей после нереста, поедание рыб хищниками, гибель рыб от заболеваний и отравлений) и убыли от вылова.

При очень высокой численности рыб и незначительных кормовых ресурсах в водоеме, в котором не ведется лов рыбы, прирост общей массы ихтиофауны может отсутствовать, так как вся пища будет расходоваться на энергетические затраты по поддержанию жизненных процессов рыбы, но не на ее рост. Подобное явление может наблюдаться также в водоеме при массовой гибели рыб от эпизоотий или от отравлений ее промышленными стоками.

При ведении промысла из водоема ежегодно вылавливают большое количество рыбы. Благодаря этому в водоеме ежегодно остается часть неиспользованной выловленными рыбами пищи, за счет которой происходит прирост общей массы ихтиофауны. Этот прирост зависит от абиотических факторов среды, имею-

щейся в водоеме биомассы кормовых организмов, видового состава рыб и их численности.

Разные виды рыб используют неодинаковое количество пищи на единицу прироста массы своего тела. Так, например, сазан хорошо использует потребляемые кормовые организмы на рост, а ерш очень плохо. Отсюда численность этих двух видов рыб может существенно влиять на общий прирост массы ихтиофауны. Видовой состав рыб также может значительно влиять на возможный общий прирост массы ихтиофауны, если кормовые ресурсы водоема используются не во всех его зонах, например в случае отсутствия в озере бентофагов или планктофагов.

Следовательно, путем изменения численности рыб и видового состава ихтиофауны можно улучшить или ухудшить использование рыбами кормовых ресурсов и таким образом увеличить или уменьшить общий прирост массы ихтиофауны.

При недостаточной интенсивности промысла величина вылова рыбы может быть меньше ежегодного ее прироста массы. В этом случае рыбные запасы озера будут неудовлетворительно использоваться. Это отразится на увеличении численности рыб, ухудшении их питания, а темп их роста уменьшится. Рыбное хозяйство при таком промысле ежегодно не будет дополучать определенное количество рыбы по сравнению с оптимально возможным выловом. Чрезмерно высокая интенсивность промысла приводит к подрыву рыбных запасов озера. Численность рыб будет резко уменьшаться, а условия питания оставшихся рыб улучшаться. Темп роста увеличится. Однако общая масса вылавливаемых рыб будет небольшой. Если продолжать такой промысел, то численность рыб окажется вообще незначительной, а ведение рыбного хозяйства станет на данном водоеме нерентабельным.

Чтобы избежать подобных явлений и успешно вести озерное рыбное хозяйство, необходимо знать не только условия внешней среды, которые действуют в водоеме, но и рыбные запасы. На основании данных о кормовой базе, численности рыб, естественной их смертности, темпе их роста можно определить возможную величину общего прироста массы рыб, которую можно будет без ущерба для их запаса ежегодно изымать из водоема. При таком промысле уловы рыбы будут стабильными, а рыбное хозяйство будет рентабельным.

Следовательно, при рациональном использовании озер величина ежегодного вылова должна соответствовать величине годового прироста общей массы рыбы.

Регулируя интенсивность промысла, можно регулировать численность отдельных видов рыб. Изменяя количественные соотношения между отдельными видами рыб, можно влиять на общий прирост массы рыбы в течение года, так как использование кормовых ресурсов различными видами рыб на рост неодинаково. При правильной организации рыбного хозяйства можно обеспечить максимальное развитие наиболее ценных видов рыб, значительно сократив численность малоценных видов. Это можно осуществить с

помощью систематического отлова малоценных видов рыб и регулирования размерного состава ценных видов. Такие мероприятия позволяют повысить рыбопродукцию, получаемую из озера, и улучшить ее качество.

Рациональное озерное хозяйство — это такое хозяйство, которое наиболее полно использует рыбопродуктивность (производительность) водоема, обеспечивает качественный и количественный рост получаемой рыбопродукции при создании необходимых условий осуществления процесса воспроизводства рыбных запасов. В экономическом отношении под рациональным озерным хозяйством понимается такое, в котором при данных конкретных условиях и минимальной затрате труда и средств обеспечивается максимальное получение рыбопродукции хорошего качества.

### **§ 61. ТИПЫ ОЗЕРНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ**

Озерные хозяйства могут быть двух типов: хозяйства, основывающиеся на монокультуре (когда кормовые ресурсы озера используются одним видом рыб); хозяйства, основывающиеся на поликультуре (когда кормовые ресурсы озера используются двумя или несколькими видами рыб).

В зависимости от гидрологических и биологических особенностей озера, технических условий облова каждый из указанных типов озерного хозяйства может быть подразделен на несколько подтипов.

Так, специализированные озерные хозяйства, основывающиеся на монокультуре, можно подразделить на сазаньи, карасевые, щуцьи.

Второй тип озерных хозяйств можно подразделить на исключительно мирные рыбы, преимущественно мирные рыбы, преимущественно хищные рыбы.

При определении типа озерного хозяйства одним из основных показателей являются морфологические особенности водоема. Если озеро однородно по морфологии, то на нем обычно организуют хозяйство первого типа, например мелководные озера, не имеющие глубинной зоны. В таком водоеме физико-химические и гидробиологические условия одинаковы на всей площади. Следовательно, этот тип хозяйств, по сути дела, приближается к прудовому. Он применим в небольших, неглубоких озерах, условия жизни в которых примерно одинаковы на всей площади для одного ценного вида рыб.

Если озеро имеет резко выраженные различные зоны (литораль, пелагиаль и др.), каждой из которых свойствен свой особый режим, то оно обычно предназначается для организации хозяйства второго типа. В таких хозяйствах кормовые ресурсы могут быть использованы эффективно лишь несколькими видами рыб.

При определении типа озерного хозяйства принимают во вни-

манне возможность изоляции озера от захода из других водоемов нежелательных видов рыб и наличие условий для его облова.

Специализированные озерные хозяйства первого типа строят на мелководных и небольших озерах. Кормовая база рыб состоит в этих озерах в основном из организмов зообентоса, поэтому объектом хозяйства часто является такой ценный бентофаг, как сазан (или карп), который хорошо усваивает потребляемую пищу и обладает высоким темпом роста. Если озеро имеет неудовлетворительный кислородный режим в зимний период, то оно может быть предназначено лишь для однолетнего выращивания карпа. Если же в озере наблюдается дефицит кислорода как летом, так и зимой или же оно расположено в северных районах, где климатические условия суровые, то объектом хозяйства может быть избран карася, который является весьма неприхотливой рыбой. В случае наличия в озере большого количества мелкой малоценной рыбы, освободиться от которой трудно, основным объектом разведения целесообразно избрать щуку.

Озерное хозяйство первого подтипа второго типа, где целесообразно выращивать исключительно мирных рыб, нужно организовывать на озере (или группе связанных между собой озерах), вся площадь которого хорошо облавливается и оно изолировано от захода в него рыбы из других водоемов. Получаемая же в озере рыбопродукция состоит только из мирных видов рыб, а хищные виды рыб, если они и обитают в нем, не имеют промыслового значения из-за очень небольшой их численности. При этом озеро должно обеспечивать оптимальные условия развития в нем ценных мирных видов рыб, за счет которых планируется получать основную часть продукции. Малоценные мирные виды рыб должны играть второстепенную роль. В таком хозяйстве кормовые ресурсы озера используются в основном ценными видами мирных рыб. Благодаря этому общий прирост массы ихтиофауны (рыбопродуктивность) значительно выше, чем при использовании кормовых ресурсов озера малоценными видами мирных рыб, темп роста у которых низкий.

Второй подтип хозяйства нужно организовывать на озерах, которых нельзя тщательно обловить или невозможно полностью изолировать от захода в них рыб из других водоемов. Эти озера по своим биологическим качествам могут быть вполне пригодны для обитания мирных видов рыб, за счет которых можно получать 85—90 % продукции. Следовательно, хищные виды составят незначительную часть годового улова рыбы — 10—15 %. При этом присутствие в озере хищников ограничит численность малоценных мирных видов рыб и даст возможность лучше развитию ценных мирных видов рыб. При правильной организации промысла получаемая хозяйством продукция ценных мирных видов рыб составит 60—70 % от общего годового вылова рыбы.

Третий подтип хозяйства, предусматривающий получение рыбопродукции преимущественно из хищных рыб, нужно организовывать на озерах, где нельзя на должном уровне регулировать соот-

ношение отдельных видов рыб из-за ряда причин. Например, озеро очень плохо облавливается и заселено малоценными видами рыб; не изолировано, вследствие чего в него заходит большое количество рыбы из других водоемов; весьма сильно зарастает водной растительностью или имеет много мелководных участков, что создает хорошие условия для развития малоценных видов рыб. Для повышения качества получаемой из таких озер рыбопродукции целесообразно создать необходимую численность хищных рыб, которые будут иметь достаточно высокую кормовую базу, состоящую из мелкого окуня, плотвы и других малоценных рыб. Это снизит общую величину получаемой рыбопродукции, но обеспечит превращение части малоценной рыбопродукции в более ценную. Получаемая в таких хозяйствах рыбопродукция должна состоять на 60 % из хищных видов рыб, на 30 % — из малоценных видов рыб и на 10 % — из ценных мирных видов рыб.

При выборе подтипа хозяйства принимают во внимание не только современное состояние озера, но и возможное его улучшение после проведения мелиоративных мероприятий.

Для выполнения работ по организации рационального озерного хозяйства надо прежде всего произвести бонитировку (рыбохозяйственную оценку) озера, определить его тип и наметить соответствующий ему состав ихтиофауны. После этого приступают к разработке технико-экономического обоснования (ТЭО), содержащего план мероприятий по проведению на озере необходимых работ и превращению его в высокопродуктивный водоем, на котором будет организовано высокоэффективное рыбное хозяйство. В ТЭО намечают очередность работ и сроки их проведения.

Технико-экономическое обоснование состоит из двух основных разделов. Первый раздел включает материалы по бонитировке озера и технико-экономическому анализу существующего на нем рыбного промысла. Второй раздел содержит материалы по комплексу мероприятий, необходимых для создания высокоэффективного озерного хозяйства.

Бонитировка озера должна быть произведена на основе изучения:

морфометрических, гидрологических (в том числе термических) и гидрохимических особенностей данного водоема;

характера его грунтов и мощности донных иловых отложений;

степени развития и состава мягкой и жесткой водной растительности;

качественного и количественного развития (в пространстве и времени) фауны кормовых беспозвоночных;

состава ихтиофауны и численности отдельных видов рыб;

степени эксплуатации рыбных запасов и получаемой рыбопродукции.

Эти сведения позволяют сделать вывод о состоянии озера, характере и степени эксплуатации в рыбохозяйственном отношении в данный момент. Кроме того, результаты бонитировки позво-

ляют решить, какой состав ихтиофауны наиболее целесообразен для данного озера и какое направление в его рыбохозяйственной эксплуатации следует принять.

Для технико-экономического анализа существующего на озере рыбного промысла могут быть использованы следующие материалы:

населенность района, в котором расположено озеро, и перспективы использования получаемой из него рыбной продукции;

сухопутный и водный транспорт в районе, оказывающий влияние на организацию рыбных хозяйств и доставку рыбы потребителям;

расходы, связанные с перевозкой рыбы в места потребления; техника, способы и организация вылова рыбы и их влияние на состояние рыбных запасов в данный момент;

экономические показатели себестоимости получаемой рыбопродукции и рентабельность рыбного промысла.

Во второй раздел должны входить следующие материалы:

обоснование выбора типа озерного хозяйства и состава ихтиофауны;

формирование намеченной ихтиофауны и уровень воспроизводства отдельных видов рыб (наличие в водоеме необходимых видов рыб, ожидаемые масштабы естественного воспроизводства рыбных запасов, в случае необходимости разрабатывается проект рыбоводного предприятия);

мероприятия по повышению рыбопродуктивности озера;

планируемая величина ежегодного вылова рыбы (таксация озера, в задачу которой входит определение величины рыбной продукции при принятом типе хозяйства);

сроки и очередность вылова отдельных видов промысловых рыб;

виды орудий лова и их количество;

проекты и расчеты по механизации вылова рыбы;

затраты средств на организацию и эксплуатацию озерного хозяйства;

экономические расчеты и определение рентабельности озерного хозяйства.

Очевидно, что в одних случаях в подобных планах организации озерного хозяйства будут преобладать действия, направленные на эксплуатацию имеющихся в водоеме рыбных запасов. В других наряду с этими работами значительное место займут биотехнические мероприятия, направленные на улучшение состава ихтиофауны озера.

## **§ 62. ПОВЫШЕНИЕ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ОЗЕР**

Для повышения рыбопродуктивности озер проводят ряд мероприятий, направленных на качественное улучшение ихтиофауны, гидрологического режима и кормовых ресурсов водоема.

Так, подавление развития в озере тугорослых малоценных



видов рыб и формирование в нем ихтиофауны, представленной быстрорастущими ценными видами рыб, дает возможность более эффективно использовать кормовые ресурсы и таким образом увеличить рыбопродуктивность водоема. Формирование ценной ихтиофауны осуществляют как за счет улучшения условий размножения, нагула и выживания имеющихся в озере особей ценных видов рыб, так и путем регулярного выпуска в водоем их молоди, выращенной на рыбоводном предприятии.

Практика ведения озерного хозяйства показывает, что направленное формирование состава ихтиофауны озера с помощью посадок молоди ценных видов рыб в поликультуре с одновременным проведением мероприятий по подавлению развития малоценных видов рыб позволяет увеличить уловы до 100 кг/га и более.

Развитие в озере малоценных видов рыб подавляют несколькими методами: созданием заморозов и неблагоприятных условий для размножения, изоляцией озера от других водоемов, проведением тотального облова и применением ихтиоцидов. Заморы малоценных видов рыб в небольшом озере можно создавать зимой и летом в тех зонах, где наблюдаются их концентрации. Летом это делают с помощью взмучивания ила или внесения больших доз удобрений, а зимой спускают или приспускают воду. В период размножения малоценных видов рыб уничтожают их нерестилища и отложенную икру. Изоляцию озера от других водоемов делают с целью предотвратить уход из него ценной ихтиофауны и захода в него малоценных видов рыб. Для этого на истоках вытекающих и устьях впадающих в озеро рек и ручьях возводят специальные гидротехнические сооружения. При использовании тотального облова озера предусматривают вылов малоценных видов рыб. Специалистами ГосНИОРХа разработан метод, позволяющий за одно притонение невода, длина которого должна составлять около трети периметра водоема, осуществлять вылов всей малоценной рыбы. Тоневой участок выбирают в том месте озера, расстояние от которого наибольшее до противоположного берега. Вылов малоценных рыб можно проводить универсальной озерной машиной УРОМ-2 на базе водоплавающей автомашины. В этом случае рыбу привлекают к орудиям лова с помощью потока воды, который образует вращаемый электромотором гребной винт. Этот способ облова озер разработан специалистами СибрыбНИИпроекта, и основан он на биологических особенностях поведения рыб — рыбы перемещаются против течения. Однако наиболее эффективным методом подавления малоценных видов рыб в водоеме, как показала практика, является химический метод. Внесение в озеро высокотоксичных для рыб химических препаратов — ихтиоцидов позволяет в короткий срок полностью уничтожить малоценную ихтиофауну. Применяемые для этой цели ихтиоциды должны быть совершенно безвредными для человека, наземных теплокровных животных и для птиц. Кроме того, период их детоксикации (обезвреживания) в водоеме должен быть непродолжительным. Для обработки озер применяют более 40 ихтиоцидов. Однако необхо-

димо учесть, что к применению ихтиоцидов следует прибегать при обработке только малых озер, предназначенных для организации рыбопитомников. Что же касается других озер, на которых имеется естественное воспроизводство ценной ихтиофауны или планируется производить посадки молоди ценных видов рыб, то их целесообразнее подвергать тотальному облову. Это вызвано тем, что при внесении ихтиоцидов погибает большое количество малоценной рыбы, которая может быть использована в качестве продукта белкового питания или сырья для приготовления кормовой муки.

Проведение гидротехнических работ по созданию в озерах постоянного уровня воды, в частности строительство водорегулирующих дамб и каналов, улучшает условия размножения рыб и повышает их численность. Углубление мелководных озер с помощью земснарядов ликвидирует в них часто наблюдаемые зимние заморы, создает благоприятные условия для нагула рыбы в летнее время и обеспечивает стабильное формирование рыбных запасов.

Борьба с излишней водной растительностью озер является весьма важным мероприятием. Эта работа проводится путем регулярного выкашивания надводной и подводной растительности с помощью камышекосилок, а также путем биологической мелиорации — посадки в озера белого амура, являющегося растительноядной рыбой. Кроме того, в малокормные озера следует вносить удобрения. Это увеличивает численность и биомассу фауны беспозвоночных, улучшает условия питания рыб и усиливает их темп роста.

Комплексное проведение всех перечисленных мероприятий значительно повышает рыбопродуктивность озер и гарантирует рациональное ведение озерного хозяйства. При этом особое внимание должно быть уделено разработке эффективных методов лова рыбы в тех озерах, которые по своим морфологическим показателям относятся к труднооблавливаемым водоемам.

### **§ 63. ОЗЕРНЫЕ РЫБОВОДНЫЕ ХОЗЯЙСТВА И БИОТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАЗВЕДЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ**

Озерные рыбоводные хозяйства — это управляемые хозяйства, в которых обеспечивается непрерывный качественный и количественный рост получаемой рыбопродукции благодаря проведению рыбоводно-мелиоративных мероприятий. 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.

**Зоны озерного рыбоводства.** В нашей стране имеются пять характерных зон озерного рыбоводства (табл. 36).

1. Зона Северо-Запада европейской части СССР, ограниченная с севера изотермой суммы среднесуточных температур выше 10°C,

Таблица 36. Зоны озерного рыболовства

Номер зоны	Название зоны	Количество дней с температурой воздуха выше 10°C (числитель) и сумма средних суточных температур воздуха в °C (знаменатель)	Название подзона озерного рыболовства	Перечень областей, краев и республик, входящих в состав зон и подзон озерного рыболовства
1	Зона Северо-Запада	90—125 1200—1800	Подзона Севера	Юг Карельской АССР, Ленинградская область, север Псковской, Новгородской и Калининской областей, юго-запад Архангельской области, Вологодская и Костромская области, север Ярославской и Горьковской областей
2	Зона Центра	125—148 1800—2300	Подзона Юга	Республики Прибалтика, юг и центр Псковской, Новгородской и Калининской областей, Белорусская ССР
3	Зона Юга	123—141 1900—2200 170—190 3000—3400	—	Московская, Калужская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Смоленская области, южная часть Ярославской, Ивановской и Горьковской областей
3	Зона Юга	1500—2000	—	Юг Украинской ССР (Одесская, Николаевская, Херсонская, Запорожская, Днепропетровская, Донецкая, Крымская области), юго-запад Ростовской области, Краснодарский край
4	Зоны Урала, Сибири и Северного Казахстана	88—105 1200—1500 105—127 1500—2000	Подзона Севера	Южная часть Ханты-Мансийского округа (в границах изотерм 1200—1500°) и запад Красноярского края
4	Зоны Урала, Сибири и Северного Казахстана	1500—2000	Подзона Центра	Юг Ханты-Мансийского округа (южнее изотермы 1500°), Свердловская область, южная часть Тюменской области, Томская область, северная и центральная части Омской и Новосибирской областей, северо-запад Челябинской области, север Курганской области, юго-запад Красноярского края
5	Зоны Южного Казахстана и Средней Азии	127—151 2000—2600 150—189 2600—3800	Подзона Юга	Юго-восток Челябинской области, юг Курганской, Омской и Новосибирской областей, Кустанайская, Северо-Казахстанская, Кочетавская, Целиноградская, Павлодарская области, север Карагандинской и Семипалатинской областей, запад Алтая
5	Зоны Южного Казахстана и Средней Азии	90—112 1200—1600	—	Восточная часть Уральской области, Гурьевская, Актюбинская, Алма-Атинская, Джамбулская области, южная часть Карагандинской, Семипалатинской, Кызыл-Ординской областей, север Узбекской ССР
5	Зоны Южного Казахстана и Средней Азии	90—112 1200—1600	—	Таджикская ССР и Киргизская ССР

равной 1200°; с юга — границами распространения смешанных лесов и зоны озерного рыбоводства Центра; с запада — государственной границей; с востока — границей, идущей вдоль русла рек Северная Двина, ее притока Юга, Ветлуги, и западной границей зоны озерного рыбоводства центра.

Эта зона включает две подзоны: севера и юга, разделенные южной границей таежной природной зоны.

2. Зона Центра европейской части СССР, ограниченная с севера линией распространения таежной природной зоны (1900°); с юга и юго-востока — границей распространения смешанных лесов (2200°); с запада — границей зоны озерного рыбоводства Северо-Запада.

3. Зона Юга европейской части СССР, ограниченная с запада и северо-запада линией распространения лесостепной природной зоны (3000°); с севера, северо-востока и востока — границей, идущей вдоль русла рек Северного Донца, Маныча, Егорлыка и Кубани; с юга — границами распространения природной зоны высокой поясности и Азовского и Черного морей (3400°). Водоемы, на базе которых возможна организация товарных рыбоводных хозяйств, представлены здесь в основном лиманами и пойменными озерами.

4. Зона Урала, Западной Сибири и Северного Казахстана, ограниченная с севера изотермой суммы среднесуточных температур выше 10°C, равной 1200°; с юга — границей распространения степной природной зоны (2600°); с запада — Уральскими хребтами; с востока — границей, идущей вдоль русла реки Енисей, и западной границей распространения природной зоны высокой поясности.

Эта зона включает три подзоны: севера, центра и юга, разделенные изотермами сумм среднесуточных температур 1500° и 2000°.

5. Зона Южного Казахстана и Средней Азии, ограниченная с запада линией, идущей вдоль береговой полосы Каспийского моря и русла реки Урала; с севера — границей распространения лесостепной природной зоны (2600°); с востока — государственной границей; с юга — изотермой суммы среднесуточных температур выше 10°C, равной 3800°, и государственной границей.

**Требования, предъявляемые к выбору озер.** Озерные рыбоводные хозяйства создаются на базе группы озер. Эти предприятия должны иметь маточные, выростные и нагульные водоемы.

В маточных озерах содержат производителей и ремонтное стадо рыб. Их площадь не должна превышать 100—200 га, а средние глубины 2—4 м. В выростных (питомных) озерах выращивают рыбопосадочный материал — сеголетков или двухлетков. Их площадь не должна быть более 300 га, а средняя глубина — 1,5—2,5 м.

В нагульных озерах выращивают рыбу до товарной массы. Их площадь может достигать 5 тыс. га и более, а средняя глубина — 2—5 м и более (в зависимости от культивируемых видов

рыб и продолжительности периода выращивания, то есть однолетнего или многолетнего).

Многие виды рыб положительно реагируют на ток воды в водоеме. Однако при наличии в озере повышенной проточности возможен уход из водоема выращиваемой рыбы. Что же касается строительства рыбозащитных устройств на таких озерах, то осуществить их весьма сложно. В связи с этим выращивание рыбы в таких озерах будет менее эффективным, чем в слабопроточных и сточных озерах, ибо построить рыбозаградители на их притоках и вытоках будет значительно экономичнее и проще.

Наличие жесткой и мягкой водной растительности в озере должно быть не более 5—10 % от всей его площади. Сильная зарастаемость озер ухудшает гидрохимический режим, создает трудности с обловом и снижает эффективность вносимых минеральных удобрений. В связи с этим при большой зарастаемости озер приходится систематически выкашивать растительность.

Для выращивания карповых рыб нужно использовать мелководные озера, в которых вода прогревается до 20—25 °С. Для сиговых рыб желательно подбирать озера с температурой воды в вегетационный период 18—20 °С, а для озерного лосося и форелей — не выше 16—18 °С.

Оптимальное содержание растворенного кислорода в воде всех озер должно быть в период летнего нагула рыб 6—10 мг/л, а зимой — не менее 3—5 мг/л. Если на озере бывают в зимний период заморные явления, то их можно использовать лишь для однолетнего нагула рыб. Предельное содержание свободной углекислоты в озерах для большинства рыб допустимо до 50—60 мг/л летом и 80 мг/л зимой. Для сегов можно считать предельным содержанием углекислоты соответственно 40 и 50 мг/л. Показатель окисляемости воды озер не должен превышать 40 мг/л, а ее оптимум равен 10—15 мг/л. Активная реакция среды (рН) допустима в широких пределах — 6—9. Однако наилучший рост рыбы наблюдается в озерах с нейтральной и слабощелочной реакцией. В озерах хлоридно-кальциевого типа, предназначенных для нагула рыбы, минерализация воды допустима до 8 г/л.

Сток бытовых и промышленных неочищенных вод в озера рыбободных хозяйств должен отсутствовать.

**Подготовка озер к зарыблению.** Успешное ведение озерного рыбободного хозяйства во многом зависит от качества проведенных работ по подготовке водоемов к зарыблению. Эти работы предусматривают осуществление технической и биологической мелиорации, а также интенсификационные мероприятия.

Техническая мелиорация озер дает возможность создать оптимальный гидрологический режим, построить рыбохозяйственные гидросооружения, очистить ложе от коряг и топляков, освободиться от излишней водной растительности и местной малочленной ихтиофауны.

Если озера небольшие по площади, то по возможности делают их спускными (при условии их последующего наполнения водой

в необходимые сроки) или приспусчными. Особенно это важно на тех озерах, где предполагается выращивать молодь рыб.

При помощи камышекосилок выкашивают жесткую надводную и частично мягкую подводную растительность.

В спускных озерах не требуется проводить облов выращенной рыбы, используя орудия лова, ибо она сама будет концентрироваться в специально построенных для этой цели рыбоуловителях, если спланировать ложе водоемов.

Если приспособить озеро к спуску невозможно, то удаляют с его ложа топляки, коряги, кустарник и другие предметы, мешающие наиболее полному вылову рыбы неводом. При помощи камышекосилок выкашивают жесткую надводную и частично мягкую подводную растительность. Места притонения невода готовят особенно тщательно. Это должна быть достаточно широкая, пологая, ровная площадка с плотным грунтом, удобная для вытягивания невода и для выборки из него рыбы.

Если озеро связано с рекой протоком, то последний прочищают и устанавливают в нем шлюз с заградительным устройством, препятствующим уходу из озера посаженной рыбы и заходу в него малоценной и хищной рыбы. В проточных озерах в местах поступления и вытока воды устанавливают водоспуски-регуляторы, благодаря которым можно поддерживать нужный гидрологический режим. Перед зарыблением озера ценными видами рыб его освобождают от местной малоценной ихтиофауны, проводя тотальный облов или применяя химические препараты — ихтиоциды.

Биологическая мелиорация озер предусматривает их зарыбление форелью, судаком, щукой и некоторыми другими ценными видами хищных рыб с целью уничтожения местной малоценной ихтиофауны. Для расчистки заросших озер в них сажают нагул растительных рыб.

Интенсификационные мероприятия направлены на повышение рыбопродуктивности озер. Из этих мероприятий широко применяют известкование и удобрение озер (табл. 37 и 38).

Первую порцию извести вносят после прогрева воды до 15 °С. В мелководных и гомотермных озерах количество извести рассчитывают только на 1,5-метровый верхний слой воды, а при глубине более 5—6 м расчет ведется на верхний 3-метровый слой.

Таблица 37. Нормы внесения извести в зависимости от pH воды и содержания в ней CO<sub>2</sub>, кг/10 тыс. м<sup>3</sup>

Группа озер	Содержание CO <sub>2</sub> , мг/л	pH воды до внесения извести	Норма внесения извести
1	4—6	6,6—6,3	90—150
2	6—9	6,3—5,9	130—230
3	9—14	5,9—5,5	210—470

Примечание. Известь целесообразно вносить в озера только при pH воды от 6,6 и меньше.

Таблица 38. Разовые нормы внесения удобрений в озера, кг/10 тыс. м<sup>3</sup>

Тип озера	Норма внесения удобрения		Порядок внесения удобрений
	супер-фосфат	аммиачная селитра	
Олиготрофные и мезогумовые	80	50	Первые два года — удобрение двухразовое. Очередной год — перерыв
Мезотрофные	20	25	Последующие два года — удобрение двухразовое или одноразовое. На третий год перерыв
Эвтрофные	15	20	Разовое удобрение через год или два

Первую дозу удобрений вносят в озеро, когда вода прогреется в нем до 15°С. Это примерно в первых числах июня. Повторное удобрение проводят в середине июля. При внесении удобрений в озера-питомники и нагульные озера их рыбопродуктивность повышается соответственно на 50—100 % и на 20—50 %.

**Разведение и выращивание рыбы.** Биотехнический процесс разведения и выращивания рыб в озерах состоит из следующих звеньев: получение зрелых производителей; получение зрелой икры; осеменение икры; инкубация икры и получение личинок; выращивание молоди рыб; выращивание товарной рыбы.

Практика озерного рыбоводного хозяйства показывает, что при отлове из обычных озер производителей, у которых берут половые продукты для рыбоводных целей, не всегда удается заготовить необходимое количество икры, так как до 80 % пойманных самок оказываются незрелыми. В связи с этим в настоящее время разработан более надежный способ получения зрелой икры. В каждом хозяйстве создают рыбопитомник, где формируют маточное стадо и ремонтный материал в специально приспособленных для этой цели озерах. При этих озерах построены рыбоводные пункты, где осуществляется выдерживание отловленных производителей до окончательного их созревания, взятие от них икры, ее осеменение, инкубация и получение личинок.

Выдерживание производителей проводят в земляных садках, прудиках и бассейнах.

На рыбоводных пунктах имеются инкубационно-личиночные цехи, которые оснащены терморегулирующими устройствами по подогреву воды и бактерицидными установками. Благодаря этим пунктам хозяйства получают требуемое количество икры и личинок, ибо при дозревании производителей в садках (прудиках, бассейнах) удается использовать для рыбоводных целей 80—100 % посаженных самок. При этом большая часть из них (70—90 %) сохраняет хорошее состояние и пересаживается обратно в маточные озера.

Выращивают молодь рыб в рыбопитомнике, что позволяет обес-

печить хозяйство в необходимом количестве посадочным материалом. Личинками зарыбляют лишь те нагульные озера, в которых отсутствуют хищные рыбы.

Таким образом, маточные и выростные водоемы входят в состав рыбопитомника, в котором получают рыбопосадочный материал. Этот материал предназначается для зарыбления одного или нескольких нагульных водоемов, в которых выращивают рыбу до товарной массы.

Объектами разведения и выращивания в озерных рыбоводных хозяйствах являются следующие виды рыб: пелядь, сазан (карп), лещ, белый амур, судак, чир, муксун, сиг, омуль, озерный лосось, форель, угорь и некоторые другие.

**Выращивание пеляди.** Маточное стадо пеляди формируют обычно в небольших озерах площадью 100—200 га, хотя в Тюменской области для этой цели используют озера площадью 9—19 тыс. га. В качестве маточных водоемов часто выбирают окунево-плотвичные озера, которые обрабатывают икhtiоцидами. Они должны быть замкнутые или с незначительным стоком. На водотоках должны быть установлены рыбозаградительные устройства (забойки) для преграждения захода малоценных и хищных рыб. Для поддержания определенной численности маточных стад озера ежегодно зарыбляют личинками или сеголетками пеляди массой 20—50 г.

В районах Северо-Запада, Урала и Западной Сибири масса двухлетков в различных озерах варьирует от 125 до 300 г, трехлетков — 200—350, четырехлетков — 300—600, пятилетков — 500—750 г.

В маточном стаде должно быть не менее 50 % трехлетков, а остальные рыбы более старших возрастов.

Из маточных озер производителей отлавливают неводом до ледостава (в октябре—ноябре) и доставляют на лодке с подвесным мотором или автотранспортом на рыбоводный пункт. Слой воды в лодке должен быть 20—25 см. При перевозке рыбы автотранспортом можно использовать живорыбную автомашину или автомашину с заполненными водой чанами. Самок и самцов заготавливают при соотношении 1 : 1.

На рыбоводном пункте у зрелых производителей берут половые продукты, а незрелых особей сажают на выдерживание в земляные садки или бассейны. Вода в этих емкостях должна быть проточная (0,1—0,2 л/с). Самок и самцов выдерживают в отдельных емкостях. В садок объемом 40 м<sup>3</sup> и в бассейн объемом 30 м<sup>3</sup> нужно сажать 800 производителей средней массой 700—900 г и 1500—2400 производителей средней массой 300—375 г.

При снижении температуры воды до 6—4 °С производители начинают созревать, а при температуре воды 0,8—0,4 °С они в массе становятся текучими. Рыбоводы должны регулярно отбирать созревших самок и самцов и доставлять их в помещение для взятия и осеменения икры.

Икру и сперму получают от производителей способом отцежи-



вания. Обычно при самом легком нажатии на брюшко половые продукты свободно вытекают. В эмалированный таз отцеживают икру от 10—35 самок (в зависимости от их рабочей плодовитости). В среднем в таз отцеживают 300 тыс. икринок. Осеменение икры проводят сухим способом. При этом в районах Урала и Западной Сибири следует принимать во внимание некоторые абиотические факторы среды, отрицательно действующие на процесс оплодотворения. Так, отрицательное влияние на икру и сперму пеляди оказывают высокая минерализация и щелочная реакция рН воды, которые приводят к 90—100 %-ной гибели эмбрионов как при естественном нересте, так и при искусственном осеменении икры. В то же время нормальный эмбриогенез происходит при минерализации воды до 300 мг/л, рН равной 6,0—6,9, гидрокарбонатно-кальциевом классе воды и наличии в ней высокого содержания растворенного кислорода. Отмеченную особенность разведения пеляди необходимо учитывать как при выдерживании производителей, чтобы получить от них качественные половые продукты, так и при осеменении икры, ее отмывке и инкубации. Для этого следует пользоваться водосточником, отвечающим биологическим требованиям пеляди.

После осеменения икры приступают к ее отмывке, а производителей, которые находятся в хорошем состоянии, выпускают в маточный водоем. Отход производителей за транспортировку, выдерживание и операцию взятия половых продуктов составляет 30—40 %.

Отмывают оплодотворенную икру от спермы и клейких веществ в течение 30 мин. В зависимости от температуры воды процесс набухания икры завершается через 2—8 ч. После этого можно приступать к учету икры объемным или весовым способами.

Зная количество самок, от которых взяли икру, и общее количество полученных от них икринок, определяют рабочую плодовитость пеляди.

В регионе Северо-Запада европейской части СССР рабочая плодовитость пеляди массой 700—800 г составляет 30 тыс. икринок, а в районах Урала и Западной Сибири, где для рыбоводных целей используют производителей пеляди массой 300—400 г, она равна 8,5—10 тыс. икринок. Величина оплодотворения икры, которая зависит от ее качества, химического состава воды и практического навыка рыбовода, составляет 90—95 %.

Оплодотворенную и набухшую икру инкубируют в аппаратах Вейса непосредственно на рыбоводном пункте или перевозят в инкубационный цех рыбоводного завода. В последнем случае эту икру помещают на рамки размером 22×59 см в два слоя. На одну рамку укладывают 120 тыс. икринок. Рамки с икрой кладут стопками на стеллажи в специальном помещении, где температура воздуха поддерживается в пределах 2—2,5 °С. Время содержания икры в помещении не должно превышать 4—5 сут. За это время она должна быть предохранена от высыхания. Далее икру перевозят в инкубационный цех рыбоводного завода на тех же

Таблица 39. Норма загрузки личинок пеляди в полиэтиленовые пакеты

Показатель	Количество суток после выклева	
	4	7—10
Масса личинки, мг	3,5	4,0
Длина личинки, мм	9,2	9,8
Объем личинки, мл	0,007	0,0074
Загрузка на 1 л воды, тыс. шт.	10,2	9,7
Загрузка на 10 л воды, или в 1 пакет, тыс. шт.	100—105	90—95

рамках, упакованных в ящики размером 70×33×45 см. В каждый ящик укладывают стопку из 20 рамок и обертывают бумагой, а затем на ящик натягивают утепленный чехол. Ящики с икрой транспортируют вертолетом или самолетом. Доставив их на завод и уравнив температуру в них с температурой воды инкубационного цеха, икру закладывают в аппараты Вейса. В каждый аппарат помещают до 800 тыс. икринок. В первые дни инкубации икры расход воды в аппарате должен быть 2,5—3,5 л/мин. Содержание кислорода в воде, поступающей в инкубационные аппараты, допустимо 70—80 % нормального насыщения. Активная реакция среды (рН) может изменяться от слабо кислой (6,5) до нейтральной (7,0).

Длительность инкубации икры составляет 130—150 сут при сумме среднесуточных температур 160—180°. Отход икры за период инкубации составляет 30—35 %.

Вылупившиеся предличинки током воды выносятся по шлангам из аппаратов в четырехугольные проточные баки. Их отлавливают из баков, сажают в тазы с водой, переносят к лоткам, в которые и выпускают при плотности посадки 400—500 экз/л воды. Глубина лотков не превышает 0,5 м. Длина и ширина их могут быть различными, а стенки гладкими. Дно лотков должно быть выстлано белой плиткой. Лотки должны быть проточными, и полный водообмен должен осуществляться через каждые 2—2,5 ч, ибо содержание кислорода в воде должно быть выше 5 мг/л, углекислоты — не более 10 мг/л.

Предличинки вскоре становятся личинками. Продолжительность содержания личинок в лотках при температуре 3—7°C составляет не более 5—7 сут. По истечении этого срока личинок выпускают в выростное озеро. Отхода личинок за период содержания в лотках практически не должно быть.

Личинок сажают в полиэтиленовые пакеты (табл. 39). В каждый пакет наливают 10 л воды и заполняют их кислородом, а затем герметически закрывают зажимом или плотно завязывают бечевкой. Соотношение воды и кислорода в пакетах должно быть 1 : 3.

Личинок в пакетах перевозят к озеру автотранспортом, верто-

летом и самолетом. Оптимальная температура при перевозке — 2—6°C.

Доставив личинок к озеру, сначала уравнивают температуру воды в пакетах с температурой воды в озере, а затем выпускают их в водоем. На участке озера, где выпускают личинок, не должно быть вытекающих речек. Плотность посадки личинок пеляди в озера-питомники составляет 10—50 тыс. шт/га. Такое колебание зависит от содержания в водоеме зоопланктона и действующего в нем гидрохимического и температурного режимов.

К осени молодь достигает массы 15—35 г и более. Выход сеголетков от посаженных в озера-питомники личинок составляет 20—40 %. Рыбопродуктивность этих водоемов по сеголеткам пеляди варьирует от 60 до 160 кг/га. Выращенных в озерах-питомниках сеголетков пеляди отлавливают неводами и пересаживают в нагульные озера. Если питомник спускной или приспускной и соединен речкой или каналом с нагульным озером, то в этом случае в сентябре—октябре открывают гидротехническое сооружение и сеголетки пеляди вместе со сбрасываемой из питомника водой уходят в нагульное озеро.

В некоторых хозяйствах нагульные озера зарыбляют годовиками пеляди. При этом сеголетков оставляют на зимовку в том же озере-питомнике. Если же в озере-питомнике зимой наблюдаются заморные явления, а аэраторы не могут обеспечить необходимое содержание растворенного кислорода в воде, то молодь пеляди отлавливают и сажают в зимовальные пруды или же используют для этой цели прямоугольные бассейны размером 10×3×1,5 м, построенные в помещении ангарного типа. Расход воды в каждом бассейне должен быть 70—80 л/мин. Отход молоди пеляди за период зимовки обычно не превышает 10—15 %.

Количество сажаемых сеголетков и годовиков пеляди в нагульные озера зависит от факторов внешней среды, в частности от кормовой базы. Обычно при зарыблении нагульных озер сеголетками плотность посадки составляет от 300 до 750 шт/га, а годовиками — от 200 до 500 шт/га. В возрасте двухлетка пелядь достигает средней массы 200, 250 и 300 г, и ее вылавливают неводами из нагульных озер. Промысловый возврат от сеголетков и годовиков соответственно равен 30 и 50 %.

В Тюменской и других соседних областях выращивают в озерах товарных сеголетков пеляди массой 80—150 г. Их уловы составляют около 40 % от общих объемов выращиваемой пеляди. Для этой цели широко используют карасевый тип озер. Плотность посадки личинок в малокормные озера (до 1 г/м<sup>3</sup> зоопланктона) составляет 1 тыс. шт/га; в средnekормные (1,1—2 г/м<sup>3</sup> зоопланктона) — 1,5; в высококормные (2,1—5 г/м<sup>3</sup> зоопланктона) — 2,5; в весьма высококормные (5,1 и более г/м<sup>3</sup> зоопланктона) — 3,5 тыс. шт/га. Промысловый возврат от личинок до сеголетков составляет 20 %.

Для лучшего использования кормовых ресурсов нагульных озер пелядь выращивают в поликультуре с сига́ми-бентофа́гами, что

Таблица 40. Нормативы совместного выращивания двухлетков пеляди и сига-бентофагов в озерах карасевого типа лесостепи Западной Сибири и Урала (с применением аэрации)

Показатель	Озера			
	мало- кормные	средне- кормные	высоко- кормные	весьма высоко- кормные
Зоопланктон летом, г/м <sup>3</sup>	До 1	1,1—2	2,1—5	5,1 и выше
Бентос зимой, г/м <sup>2</sup>	До 5	5,1—20	20,1—50	50,1 и выше
Плотность посадки личинок, тыс. шт/га:				
пеляди		1,5	3	4
сигов-бентофагов		0,5	1	1,3
Средняя масса, г:				
пеляди		250	400	450
сигов-бентофагов		200—300	300—450	400—550
Промысловый возврат, %:				
пеляди		10	10	10
сигов-бентофагов		8—10	8—10	8—10
Выход рыбопродукции, кг/га:				
пеляди		38	120	180
сигов-бентофагов		10—12	30—36	40—60
Вылов, в т от 1 млн. личинок:				
пеляди		25	40	45
сигов-бентофагов		20—24	30—36	40—44

значительно повышает выход товарной рыбы из нагульных озер (табл. 40). Биотехника разведения сига-бентофагов в принципе такая же, как и проходных сига. Применяют те же методы получения зрелых производителей, взятия от них половых продуктов, осеменения и инкубации икры и получения личинок.

Выращивание сига. Наиболее перспективным объектом озерного рыбоводства среди сига-бентофагов является чир, обладающий высоким темпом роста. Выращенные в озерах-питомниках сеголетки чира имеют массу 20—40 г и более. Их выход от личинок составляет 25—30 %. Рыбопродуктивность водоемов при выращивании сеголетков чира составляет 60—100 кг/га.

Чира выращивают в моно- и поликультуре (совместно с пелядью и карпом). В озерах Северо-Запада европейской части СССР, Западной Сибири и Урала можно выращивать двухлетков чира до массы 400 г и более, зарыбляя нагульные озера его сеголетками или годовиками. Промысловый возврат двухлетков чира в этом случае составляет 30 %, а выход рыбопродукции — 20—45 кг/га.

Ценным объектом озерного рыбоводства Западной Сибири среди сиговых рыб является муксун, биология которого во многом сходна с биологией чира, поэтому муксуна выращивают в озерах в тех же районах страны, что и чира. Его можно выращивать как в моно-, так и в поликультуре совместно с пелядью и карпом.

Сеголетков выращивают в озерах-питомниках. Плотность посадки личинок в эти водоемы зависит от кормовой базы и состав-

ляет в среднем 30 тыс. шт/га. Выход сеголетков равен 20—30 % при их массе 15—25 г. Рыбопродуктивность озер-питомников составляет 100 кг/га.

Пересаженная в нагульные озера молодь муксуна достигает к двухлетнему возрасту средней массы 300 г. Промысловый возврат этой рыбы равен 30 %, а выход рыбопродукции составляет в среднем 35 кг/га.

В озерных хозяйствах можно успешно получать товарную продукцию сига, зарывая нагульные озера его сеголетками. Сиг в двухлетнем возрасте имеет массу 80—100 г, а в трехлетнем — 400 г. Его промысловый возврат составляет 30—40 % от сеголетков массой 15—20 г. Получаемая из нагульных озер продукция сига составляет 20—25 кг/га.

Для выращивания сеголетков сига используют озера-питомники, которые зарывают личинками. Рыбопродуктивность этих водоемов по молоди сига составляет 50—100 кг/га. Выход сеголетков из озер-питомников равен 25—30 %.

**Выращивание омуля.** Это весьма ценный и перспективный объект озерного рыбоводства. Омуль акклиматизирован в озерах Северо-Запада европейской части СССР, Урала и Сибири.

При организации омулевого озерного хозяйства сначала завозят оплодотворенную икру этой рыбы из ближайшего рыбоводного завода. Это дает возможность сформировать маточное стадо. Производителей содержат в маточных озерах. Затем от имеющихся в хозяйстве собственных зрелых производителей ежегодно получают искусственным путем сеголетков, которыми зарывают нагульные озера.

Сеголетков омуля выращивают в озерах-питомниках до массы 5—20 г. Выход сеголетков от заложенной на инкубацию икры составляет 25—30 %. Рыбопродуктивность озер по молоди омуля составляет 30—60 кг/га. Промысловый возврат омуля, выращенного в нагульных озерах до массы 400 г, составляет 5—30 % от посаженных сеголетков. Получаемая продукция омуля в нагульных озерах равна 25—30 кг/га.

**Выращивание радужной форели.** Производственный процесс в форелевом озерном хозяйстве начинают с формирования маточного стада из завезенной оплодотворенной икры с уже действующего хозяйства. Выращивание и дальнейшее содержание производителей форели осуществляют в маточном озере. При формировании маточного стада особое внимание уделяют подбору производителей. Хорошие, быстрорастущие особи форели дают и хорошее потомство, а от этого во многом зависит эффективность работы хозяйства. Наилучшими производителями считаются крупные упитанные форели с хорошим экстерьером, которые быстро реагируют на внешние раздражения, здоровы и не имеют внешних дефектов (искривленных позвоночников, недоразвитых жаберных крышек и др.). Производители должны иметь в достаточном количестве биологически полноценную пищу, обеспечивающую нормальное развитие половых продуктов форели. В случае нехватки

естественной пищи можно подкармливать рыб гранулированным кормом, разработанным ВНИИПРХ. Этот корм дают производителям в дополнение к естественной пище в количестве 1—2 % массы рыбы.

При выращивании производителей форели, кроме пищи, большое значение имеет плотность посадки. Ремонтный молодняк надо содержать при плотности не более 1 шт/м<sup>2</sup>, а более крупную рыбу (400 г и выше) при плотности 1—2 шт. на 10—15 м<sup>2</sup>. Маточное озеро должно быть проточным (500—1500 л/с на 1 га), так как это способствует развитию половых продуктов.

Производителей форели отлавливают из маточного озера в нерестовый период, отбирая самцов и самок с хорошо выраженными половыми продуктами, и сажают их в земляные или бетонированные садки размером 10—15×2—3×1,5 м. На 1 м<sup>2</sup> садка сажают 25—30 производителей отдельно по полу. При отсутствии в хозяйстве стационарных садков можно использовать участки быстротекущих речек и ручьев, которые перегораживают деревянными решетками и сооружают таким путем русловые садки.

В садках у форели регулярно проверяют степень зрелости половых продуктов. Зрелых производителей отбирают и способом отцеживания берут у них икру и сперму. Икру форели осеменяют сухим способом. Для осеменения икры от 2—5 самок достаточно спермы от одного самца, однако сперму берут от нескольких самцов, так как это положительно влияет на результаты оплодотворения и качество потомства.

Оплодотворенную, отмытую и набухшую икру просчитывают объемным или весовым способом и помещают в те же инкубационные аппараты, которые применяются для инкубации икры лососей. Нормы загрузки икры форели в эти аппараты такие же, как и для икры лососей. Условия режима инкубации икры форели и ухода за ней в основном идентичны с таковыми, которые соблюдаются на лососевых рыбоводных заводах. Оптимальный температурный режим инкубации икры форели — от 2 до 10 °С. Отход икры форели за период инкубации обычно не превышает 2—5 %.

Выклюнувшиеся предличинки проваливаются через сетчатые ячейки рамок и лежат первые дни неподвижно на дне аппарата, питаясь за счет запасов желточного мешка. После завершения вылупления предличинки, которое продолжается в течение 3—5 сут, рамки вынимают из аппарата. Предличинки, лежащие на его дне, отрицательно реагируют на свет, поэтому их содержат в затемнении.

Через 15—20 сут после вылупления предличинок желточный мешок у них рассасывается на  $\frac{2}{3}$  и они становятся личинками, которые начинают активно плавать и потреблять внешнюю пищу. В это время личинок нужно постепенно приучать к свету и кормить не реже 4 раз в день пастообразным или гранулированным кормом. Спустя 5 сут после начала кормления личинок пересаживают из аппаратов в лотки или бетонные прямоугольные либо круглые бассейны (на 1 м<sup>2</sup> сажают до 10—15 тыс. экз.), где и

выращивают при температуре воды 10—15°C до полного расщавливания желточного мешка и превращения в мальков, которых, в свою очередь, пересаживают в озеро-питомник. Кормовой рацион при выращивании личинок в лотках и бассейнах состоит из гранулированного корма или из пастообразной смеси, приготовленной из кровяной, тутовой, рыбной муки с добавлением витаминов. В кормовой рацион вместо кровяной муки часто вводят селезенку. При отсутствии в хозяйстве лотков и бассейнов зарыбление озера-питомника производят личинками, перешедшими на смешанное питание.

Молодь выращивают в озере-питомнике на естественной кормовой базе до осени, когда она достигает массы 10 г. Рыбопродуктивность озера-питомника при выращивании сеголетков форели составляет 40 кг/га. Отход молоди за период выращивания равен 40—50 %.

Осенью молодь пересаживают из озера-питомника в нагульное озеро, где выращивают товарную форель на естественной кормовой базе до массы 0,3—0,4 кг. Промысловый возврат этой форели от сеголетка равен 30—40 %. Получаемая хозяйствами товарная продукция форели составляет 20—30 кг/га.

Выращивание карповых рыб. Многие озерные рыбодные хозяйства занимаются разведением и выращиванием карпа, сазана, леща и растительноядных рыб. Они выращивают этих рыб в нагульных озерах до товарной массы как в моно-, так и в поликультуре.

Производителей и ремонтный материал этих рыб содержат в маточных озерах на естественной кормовой базе. Некоторые хозяйства используют для этого пруды. В нерестовый период производителей из этих водоемов отлавливают и сажают раздельно по полу в земляные садки или небольшие прудики самцов и самок в соотношении 1 : 1. При наступлении устойчивой нерестовой температуры производителям делают гипофизарные инъекции, а затем берут от них половые продукты способом отцеживания. Икру осеменяют, промывают, а после набухания помещают в инкубационные аппараты Вейса. В нормальных условиях, при температуре воды 17—20°C, развитие икры карпа, сазана и леща продолжается 3—6 сут. Инкубация икры растительноядных рыб при температуре воды 22—26°C завершается через 28—34 ч.

По истечении указанного срока из икры выходят предличинки, которые через 3—4 дня после выклева становятся личинками, которые начинают активно плавать и переходят на смешанное питание. Их содержат в бассейнах, в которые подают воду, насыщенную живым кормом (одноклеточными водорослями, коловратками, мелкими ветвистоусыми и веслоногими низшими ракообразными). Если концентрация живых кормов недостаточна, то их отлавливают в озерах и вносят в бассейны.

В тех хозяйствах, где отсутствует инкубационный цех, нерест карпа, сазана и леща проводят на небольших мелководных отгороженных участках озер-питомников с мягкой подводной расти-

Т а б л и ц а 41. Биологические нормативы выращивания карповых рыб в озерных хозяйствах

Показатель	Карп	Карп и лещ в поликультуре		Растительные	
		Карп	Лещ	В южных районах	В остальных районах
<i>Озера-питомники</i>					
Посадка личинок, тыс. шт/га	12,5	10—13,5	22	4—8	5—10
Средняя масса сеголетков, г	20—25	20—25	3	25—30	15—20
Выход сеголетков:					
тыс. шт/га	5	4	6,6—8,4	2—4	2—4
%	40	30—40	30—40	50	40
Рыбопродуктивность, кг/га	100—125	80—100	20—25	50—120	30—80
<i>Нагульные озера</i>					
Посадка сеголетков, тыс. шт/га	0,25—1,25	0,25—1	1—1,2	0,11—0,22	0,2—0,33
Средняя масса сеголетков, г	20—25	20—25	3	25—30	15—20
Средняя масса трехлетков, кг	1	1	0,5	1,5	1
Промысловый возврат, %	10	10	5	25	15
Рыбопродуктивность, кг/га	25—125	25—100	25—30	40—80	30—50

тельностью. При этом инкубация икры и подращивание личинок проходят в естественных условиях.

В возрасте 5—7 сут желточный мешок у личинок этих рыб рассасывается и они переходят на активное питание. Таких личинок выпускают в озера-питомники.

Осенью выращенную молодь рыб пересаживают из озер-питомников в нагульные озера, где рыбу выращивают до товарной массы в течение двух лет (табл. 41).

Для повышения величины промвозврата некоторые озерные хозяйства зарыбляют нагульные озера не сеголетками, а годовиками и двухлетками карпа (сазана). Для этого они оставляют выращенных сеголетков на зимовку в озерах-питомниках или пересаживают в теплые водоемы-охладители при ТЭЦ и ГРЭС, а весной или осенью следующего года выпускают в нагульные озера крупный рыбопосадочный материал. Это позволяет увеличить промысловый возврат трехлетка карпа (сазана) от исходного количества посаженных на нагул годовиков массой 40—50 г и двухлетков массой 150—200 г соответственно до 40—50 и 60 %.

Производственный процесс разведения судака в озерных хозяйствах такой же, как и в нерестово-выростных рыбоводных хозяйствах, занимающихся воспроизводством этой рыбы в морях.

Выращивание угря. Это ценный объект озерного хозяйства. Его выращивают в озерах Прибалтики и Белорусской ССР.

Биотехника получения зрелых производителей угря пока еще не разработана. Зарыбляют нагульные озера мальками угря



## Биологические нормативы выращивания судака в озерных хозяйствах

Озера-питомники		Нагульные озера	
Посадка личинок, тыс.	22,8—28,6	Посадка сеголетка, тыс.	0,1—0,18
шт/га		шт/га	
Средняя масса сеголетка, г	5	Средняя масса сеголетка, г	5
Выход сеголетка, тыс.	8—10	Средняя масса товарной рыбы, кг	0,8—1
шт/га		Промысловый возврат, %	5
Выход сеголетка, %	35	Продукция, кг/га	5—7
Рыбопродуктивность, кг/га	40—50		

(стекловидными угрями), отловленными во время их захода в реки из Балтийского моря и доставленными воздушным, наземным или водным транспортом в хозяйства.

При определении количества сажаемых в нагульные озера стекловидных угрей принимают во внимание естественную рыбопродуктивность водоема, его глубину, изолированность от других водоемов, среднюю массу угря, вылавливаемого промыслом, и его выживаемость. Расчет нормы посадки стекловидного угря осуществляют по следующим показателям: средняя масса угря при вылове из нагульных озер должна быть 0,5 кг, изымаемая промыслом продукция угря должна составлять 5 кг/га, промысловый возврат угря в замкнутых небольших озерах равен 25—50 %, а в других озерах — 10—20 %. Исходя из этих исходных данных, норма посадки молоди угря в нагульные озера может быть определена от 10 до 100 шт/га.

## Глава 16

### РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ

#### § 64. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОХРАНИЛИЩ

Водохранилищами называют искусственные водоемы с полным объемом более 1 млн. м<sup>3</sup> воды, водообмен и уровенный режим которых постоянно регулируются гидротехническими сооружениями в целях накопления и последующего использования запасов воды в хозяйственных целях. Искусственные водоемы, полный объем которых менее 1 млн. м<sup>3</sup>, являются прудами, бассейнами и резервуарами.

Водохранилища создаются в результате перекрытия равнинных, горных или вытекающих из озер рек путем возведения на них гидротехнических сооружений. На перекрытом плотиной участке реки поднимается горизонт воды, которая создает подпор. Вода выходит из берегов реки и заливают прилегающие к ней пойменные луга, пашни и другие угодья. Это приводит к образованию искусственного водоема — водохранилища. Его площадь зеркала может достигать сотен тысяч гектаров, а полный объем воды — многих миллионов кубических метров. Размеры и полный объем водохранилища зависят от рельефа его ложа и высоты подпора воды.

Республика	Площадь водохранилищ, тыс. га	Республика	Площадь водохранилищ, тыс. га
РСФСР	4275	Латвийская ССР	6
Азербайджанская ССР	68	Литовская ССР	8
Армянская ССР	1	Молдавская ССР	9
Белорусская ССР	4	Таджикская ССР	58
Грузинская ССР	5	Туркменская ССР	42
Казахская ССР	645	Украинская ССР	740
Киргизская ССР	2	Эстонская ССР	5

Половина этих водохранилищ создана плотинами гидроэлектростанций, где на площадь водного зеркала приходится 95 %. Водоохранилища подразделяют по полному объему и площади водного зеркала на крупнейшие, очень крупные, средние, небольшие и малые (табл. 42).

Т а б л и ц а 42. Классификация водохранилищ

Категория водохранилища	Полный объем, км <sup>3</sup>	Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup>
Крупнейшие	Более 50	Более 5000
Очень крупные	50—10	5000—500
Крупные	10—1	500—100
Средние	1—0,1	100—20
Небольшие	0,1—0,01	20—2
Малые	Менее 0,01	Менее 2

Данные о наиболее обширных водохранилищах нашей страны, имеющих площадь водного зеркала более 1000 км<sup>2</sup>, приведены в табл. 43.

Куйбышевское, Бухтарминское и Братское водохранилища относятся к крупнейшим водохранилищам мира. Площадь водного зеркала каждого из них превышает 500 тыс. га.

Длина водохранилищ, считая от створа плотины до того места на реке, где подпорная отметка совпадает с меженным уровнем, составляет десятки и сотни километров. Куйбышевское, Бухтарминское, Братское, Волгоградское, Вилюйское, Горьковское, Красноярское, Цимлянское, Саратовское, Воткинское водохранилища имеют длину более 350 км.

Подпор воды, который заходит в долины притоков реки, превращает их в заливы водохранилища, длина которых достигает десятки и сотни километров. Так, длина залива Куйбышевского водохранилища по р. Каме равна 300 км, Чусовского залива Камского водохранилища — 125 км, Илимского залива Усть-Илимского водохранилища — более 200 км.

Максимальная ширина водохранилищ весьма различна: у Рыбинского она достигает 56 км; у Цимлянского, Бухтарминского, Братского, Кременчугского, Камского, Кумского — 30—38 км, у Саратовского и Шекснинского — 20 км. Минимальная их ширина

составляет 1—5 км. Ширина искусственных водоемов, относящихся к категории небольших водохранилищ, составляет 0,2—5 км.

Максимальные глубины водохранилищ также весьма различны и зависят от величины напора воды на гидроузле и рельефа их чаши. Самыми глубокими водохранилищами являются Усть-Илимское, Братское, Красноярское, Нурукское, Чарвакское, Ингурское и Токтогульское. В самых мелких водохранилищах наибольшая глубина — 10—15 м.

Площадь мелководий, глубины которых до 2 м, во многих водохранилищах составляет десятки тысяч гектаров.

Водохранилища используют для выработки электроэнергии, орошения сельскохозяйственных земель, обеспечения судоходства, лесосплава, санитарных попусков, питьевого и промышленного водоснабжения, борьбы с наводнениями, ведения рыбного хозяйства и отдыха населения. Во всех водохранилищах комплексно используют водные ресурсы.

Организация и ведение рыбного хозяйства на водохранилищах имеет большое значение для снабжения населения свежей рыбой. В настоящее время промысловые уловы рыбы в водохранилищах составляют 15 % общего ее вылова в пресных водоемах, включая и пруды. Если же учесть количество рыбы, вылавливаемое любительским и спортивным рыболовством, которое составляет половину величины промысловых уловов, то суммарный вылов рыбы во всех водохранилищах СССР достигает примерно 25 % общего ее вылова во внутренних водоемах, исключая добычу в низовьях и дельтах рек, морей СССР.

Ведение рыбного хозяйства на водохранилищах показывает, что уловы рыбы в них значительно преобладают над таковыми, которые были на этих участках рек до зарегулирования стока. Так, в Куйбышевском водохранилище уловы рыбы превышают таковые на этом участке реки в 3 раза, в Каховском — в 4, Рыбинском — в 5, в Кременчугском — в 12 раз. Это произошло за счет увеличения площади зеркала водоема и повышенной аккумуляции в нем биогенных элементов, с утилизацией которых в процессе фотосинтеза и образованием массы первичного органического вещества фитопланктона создаются благоприятные условия для формирования продукции организмов всех последующих звеньев трофической цепи, включая рыб.

Однако потенциально возможный вылов рыбы из водохранилищ может быть значительно выше. В настоящее время рыбопродуктивность крупных водохранилищ еще недостаточно высока. Она колеблется от 4 до 45 кг/га. Повышение рыбопродуктивности водохранилищ в среднем до 50 кг/га позволит повысить уловы рыбы в этих водоемах до 300 тыс. т. Рыбопродуктивность же водохранилищ зависит не только от биогенного стока, но и от их подготовки к рыбохозяйственному использованию, естественного формирования ихтиофауны, гидрологического режима, проведения рыбоводно-мелиоративных и акклиматизационных мероприятий.

Т а б л и ц а 43. Характеристика водохранилищ СССР площадью более 1000 км<sup>2</sup>

Водохранилище	Река	Годы заполнения водохранилища	Площадь, тыс. га		Площадь мельководья глубиной до 2 м, тыс. га	Длина при НПУ, км	Максимальная ширина, км	Максимальная глубина, м
			при НПУ*	при ГМО**				
Куйбышевское	Волга	1955—1957	645	307	103	650	27	32
Бухарминское	Иртыш	1960—1967	549	306	58	510	35	80
Братское	Ангара	1961—1967	547	418	27	565	33	106
Рыбинское	Волга	1940—1949	455	238,5	95	112	56	30
Волгоградское	Волга	1958—1960	311,7	242,6	56,5	540	17	40
Нижнекамское	Кама	1979	279	259	55	283	25	25
Цимлянское	Дон	1952—1953	270,2	188,5	31,4	360	38	35
Зейское	Зeya	1974—1978	241,9	162	1,2	225	24	93
Кременчугское	Днепр	1959—1961	225,2	92	41	185	30	20
Чебоксарское	Волга	—	221,4	—	—	341	16	20
Видловское	Видля	1965—1970	217	152	—	469	15	69
Каховское	Днепр	1955—1958	215,5	193	10,7	230	25	25
Красноярское	Енисей	1967—1970	210	122,9	9	388	15	105
Камское	Кама	1954—1956	191,5	65	40	272	30	30
Кумское	Кума	1962—1966	191,1	161,3	11	75	30	8
Усть-Илимское	Ангара	1974—1977	187,3	187,3	7,8	300	12	190
Капчагайское	Или	1970	184,7	—	46	118	22	40
Саратовское	Волга	1967—1968	183,1	166	33,9	353	20	30
Шекснинское	Шексна	1963—1964	167	144,7	32	167	20	17
Горьковское	Волга	1955—1957	161	122,3	36,8	430	15	22
Усть-Хангайское	Хангайка	1978	156	113	—	100	27	90
Выгозерское	Н. Выг	1932—1933	125	119	—	37,5	26	18
Воткинское	Кама	1961—1964	112,2	80	15,9	360	10	28
Новосибирское	Обь	1957—1959	107	70	17,7	203	17	28

\* Нормальный подпорный уровень.

\*\* Горизонт мертвого объема.

## § 65. ПОДГОТОВКА ВОДОХРАНИЛИЩ И ФОРМИРОВАНИЕ ИХТИОФАУНЫ

Подготовка водохранилищ к рыбохозяйственному использованию предусматривает создание оптимальных условий жизни для промысловых рыб и их вылова. Перед залитием ложа водохранилищ водой необходимо удалить все предметы, мешающие вылову рыбы и в первую очередь лес и кустарник. В противном случае они будут не только затруднять вылов рыбы, но и будут засорять нерестилища и препятствовать стабилизации гидрохимического режима.

После залития водохранилищ водой ихтиофауна может формироваться стихийным путем. Представителями ихтиофауны являются рыбы рек, на участках которых созданы эти резервуары, а также притоков, ручьев и пойменных озер, попавших в зону затопления. Такое формирование ихтиофауны в водохранилищах может привести к различным результатам. Так, если водохранилище окажется слабопроточным, то реофильные рыбы в поисках благоприятных условий для размножения уйдут в участки реки выше зоны подпора воды. Такие рыбы, как лещ, сазан, щука, плотва, линь, наоборот, начнут концентрироваться в этом водохранилище, так как в нем они найдут хорошие условия для размножения и нагула. В связи с этим видовой состав рыб определяется наличием на затопленной водой территории тех видов рыб, которые могут жить и размножаться в условиях данного водохранилища. Из этих рыб будут преобладать те виды, которые менее требовательны к условиям внешней среды во время размножения и нагула. Отсюда, при стихийном формировании ихтиофауны водохранилища обычно ерш, плотва, окунь и другие малоценные рыбы, неприхотливые к условиям среды, по своей численности превосходят сазана, леща, судака и других ценных промысловых рыб. При стихийном формировании ихтиофауны водохранилища может произойти его заселение только малоценными видами рыб, например если в реке, на которой построено водохранилище, или в озерах, попавших в зону затопления водой, отсутствуют ценные виды рыб, которые могли бы размножаться в нем и образовать промысловые запасы.

Однако хорошие результаты можно получить при направленном формировании ихтиофауны водохранилища. Для этого сначала изучают технический проект и документацию строительства водохранилища, что позволяет установить его будущий гидрологический режим, глубины, грунты, качество воды, ее уровень и распределение растительного субстрата. Затем намечают состав промысловых рыб в этом водохранилище и определяют процентное соотношение между отдельными их видами с таким расчетом, чтобы полнее использовать его кормовые ресурсы и получить наиболее ценную рыбопродукцию. Одновременно изучают местную ихтиофауну, которая обитает в зоне будущего затопления. При установлении наличия в этой зоне тех ценных видов рыб, которыми предполагается заселить водохранилище, предпринимают меры

по усилению их охраны. Вместе с тем проводится интенсивный отлов малоценной рыбы. В случае отсутствия в изучаемой зоне отдельных видов рыб, которые должны войти в намеченный состав ихтиофауны, их завозят после залития данного водохранилища из других водоемов с целью акклиматизации в нем.

При направленном формировании ихтиофауны необходимо знать, что в процессе заселения водохранилища промысловыми рыбами важное значение имеет их нерест в первые 2—3 года после его залития водой.

Если при эксплуатации созданного водохранилища будет действовать благоприятный гидрологический режим для размножения промысловых рыб, то задача по формированию в нем стабильных запасов ценных видов рыб, обеспечивающих высокие уловы, будет решена без каких-либо дополнительных мероприятий.

Однако эксплуатация водохранилища в энергетических и ирригационных целях определяет непостоянство его уровня, что создает значительные трудности для формирования рыбных запасов. Обычно в период весеннего половодья водохранилища заполняют водой до максимальной его отметки, а затем в течение года производят ее сброс. К весне следующего года уровень водохранилища вновь снижается до минимальной отметки и вновь оно наполняется водой. Падение уровня водохранилища в результате сброса воды происходит не постепенно, а с различной интенсивностью в различные сезоны года. Это затрудняет успешное ведение рыбного хозяйства. Так, резкое снижение уровня водохранилища весной приводит к осушению мелководий, где расположены нерестилища фитофильных рыб и сокращению в береговой зоне выростной площади для их молоди. Кроме того, существуют не только сезонные, но и месячные, недельные и суточные колебания уровня во многих водохранилищах. Все это создает неблагоприятные условия для размножения рыб. В связи с этим естественное формирование запасов ценных видов рыб в таких водохранилищах проходит неудовлетворительно. С целью устранения столь нежелательного негативного влияния гидрологического режима на размножение фитофильных рыб строят при водохранилищах рыбоводные предприятия, на которых разводят ценные виды рыб. Молодь, выращенную на этих предприятиях, ежегодно выпускают в водохранилища и таким путем осуществляют направленное формирование ихтиофауны и увеличение рыбных запасов. Мощность рыбоводных предприятий устанавливают в зависимости от количества молоди каждого вида рыб, которое ежегодно необходимо выпускать в водохранилища.

Таким образом, в крупных водохранилищах процесс формирования ихтиофауны в значительной степени зависит от их гидрологического режима и видового состава рыбного населения рек, сток которых они аккумулируют. В одних случаях, когда в реке отсутствует ценная ихтиофауна, водохранилище заселяется малоценной рыбой. В других случаях, когда в реке имеются ценные виды рыб, но в водохранилище не могут быть созданы их про-

мысловые запасы из-за отсутствия в нем необходимых условий для размножения, оно также заселяется малоценной рыбой. Поэтому для направленного формирования в водохранилище запасов ценных видов туводных рыб осуществляют их массовое искусственное разведение, используя нерестово-выростные хозяйства.

#### **§ 66. НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫЕ ХОЗЯЙСТВА И БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ ТУВОДНЫХ РЫБ**

Среди ценных видов туводных рыб, из которых формируют ихтиофауну водохранилищ, объектами искусственного разведения являются сазан, лещ и судак.

Молодь этих видов рыб выращивают в нерестово-выростных хозяйствах. В хозяйствах также выращивают для выпуска в водохранилища растительноядных и некоторых других рыб, улучшая таким образом качественный состав ихтиофауны, повышая их рыбопродуктивность за счет более полного использования кормовых ресурсов. Кроме того, многие нерестово-выростные хозяйства разводят не сазана, а его одомашненную форму — карпа, выведенного путем многолетней селекционной работы в прудовых хозяйствах. Карп значительно эффективнее использует корм и быстрее растет, чем его дикий предок. Нерестово-выростные хозяйства располагают около водохранилищ. Такие хозяйства называются береговые.

Береговые нерестово-выростные хозяйства бывают трех типов. Первый тип хозяйств характеризуется биотехническим процессом, предусматривающим создание для размножения рыб условий, близких к естественным. Второй тип хозяйств не имеет таких условий для размножения рыб, а действующий биотехнический процесс построен на искусственном получении от производителей половых продуктов, осеменении и инкубации икры в аппаратах. Третий тип хозяйств является смешанным по своему биотехническому процессу, а именно: одних видов рыб разводят так же, как и в хозяйствах первого типа, других же видов рыб разводят по образцу второго типа хозяйств.

Разведение рыб в береговых хозяйствах первого типа. Эти хозяйства представляют собой группу прудов, в которую входят маточные, нерестовые и выростные. Водоснабжение прудов осуществляется из магистрального канала, который соединен с водохранилищем или рекой. У водозаборной части канала установлен шлюз с сетчатой рамой, предохраняющий от захода в них малоценной и хищной рыбы.

Маточные пруды предназначены для содержания производителей. Они небольшие по площади (0,1—0,2 га каждый) и имеют глубину от 1,3 до 2 м.

Производителей сазана и леща заготавливают весной, отлавливая их из рек или водохранилищ. Их содержат в разных маточных прудах. Самок и самцов также сажают в пруды раздельно.

Маточное стадо карпа, используемое во многих хозяйствах вместо сазана, содержат в хозяйствах круглогодично.

Резерв производителей этих рыб составляет 20—30 %. Соотношение самок и самцов принимают 1 : 1. Резерв производителей сазана и леща создают при их заготовке в реке или водохранилище, а производителей карпа — за счет выращиваемого в хозяйстве ремонтного стада. Норма посадки производителей в маточные пруды составляет примерно до 150—200 шт/га.

Несмотря на раздельное по половому составу содержание производителей, иногда отдельные самки (особенно в жаркие дни, когда температура воды повышается до 18—20°C) выметывают икру в маточных прудах без участия самцов или же у некоторых из них наблюдается резорбция икры. Для предотвращения этого нежелательного явления уровень воды в маточных прудах периодически изменяют путем частичного сброса и подачи воды. Такое добавление в пруды холодной воды из реки или водохранилища позволяет снизить в них температуру воды. Производителей в маточных прудах содержат на естественной кормовой базе.

При наступлении устойчивых нерестовых температур (16—19°C) производителей пересаживают из маточных прудов в нерестовые, которые в зависимости от мощности хозяйства имеют площадь от 0,1 до 1 га. Глубина этих прудов — 0,2—1,5 м. Ложе прудов покрыто растительностью, на которую лещ и сазан откладывают икру.

Рабочая плодовитость сазана — 300 тыс. икринок, леща — 100, а карпа — 600 тыс. икринок.

Производителей сажают в нерестовые пруды гнездами. В каждое гнездо входит одна самка и один самец. На 0,1 га нерестового пруда сажают 4 гнезда сазана (4 самки и 4 самца) или 2 гнезда карпа (2 самки и 2 самца), или 12 гнезд леща (12 самок и 12 самцов).

Перед посадкой на нерест производителей осматривают, отбраковывают травмированных и больных, заменяя их здоровыми из имеющегося резерва. Затем отобранных производителей выдерживают в 5 %-ном растворе поваренной соли в течение 5 мин либо в 0,2 %-ном растворе аммиака в течение 1 мин, чтобы устранить кожных и жаберных паразитов, которые могут быть на них. Эти паразиты относительно безвредны для самих производителей. Однако попадая на молодь, они часто вызывают ее массовую гибель. Проведенное купание производителей в указанных растворах убивает находящихся на них паразитов.

На следующий день после пересадки производителей происходит нерест. Икрометание обычно начинается рано утром. В это время самцы «гоняют» самок на мелководных участках пруда. Рыбы всплескивают хвостовыми плавниками, проводя брачную игру. Самки выметывают икринки, а самцы осеменяют их спермой. Оплодотворенные икринки в воде становятся клейкими и прилипают к стеблям растений.

Продолжительность нереста может быть различной. Иногда



нерест проходит очень бурно и заканчивается за 4—6 ч; иногда же он более спокойный и длится с перерывами до вечера. Обычно нерест заканчивается в тот же день, и лишь некоторые производители завершают его на другой день.

После нереста берут пробу икринок из разных мест (200—300 шт.) вместе со стеблями и листьями растений, к которым они прилипли, осматривают их в лупу или под микроскопом и определяют процент оплодотворения икры. Неоплодотворенные икринки довольно быстро погибают и белеют. Оплодотворенные икринки остаются слегка желтоватыми и прозрачными. Подсчитывая общее количество икринок и количество живых икринок, устанавливают процент оплодотворения.

Для контроля рекомендуется помещать отдельные стебли растительности с прилипшими к ним икринками в стеклянные банки для наблюдения за развивающейся икрой.

Отнерестившихся производителей вылавливают из нерестовых прудов небольшими вентерями (секретами). Производителей сазана и леща сдают на рыбоприемный пункт, а производителей карпа пересаживают в маточные пруды.

При температуре воды 16—20°C развитие зародышей продолжается 3—8 сут, по истечении которых вылупляются из оболочек предличинки с небольшим желточным мешком. Если температура воды при развитии икры снижается, вылупление предличинок задерживается. Так, при температуре 8—12°C оно может наступить лишь на 10—12-е сутки после оплодотворения икры. При снижении температуры воды до 6°C и ниже происходит массовая гибель икры. Очень чувствительна развивающаяся икра карповых рыб к резким суточным колебаниям температуры воды. Например, в некоторые годы дневная температура на мелководьях нерестовых прудов, где отложена икра, составляет 20°C, а ночью она падает до 5—6°C. Это вызывает гибель икры (иногда до 80 % и более). Для недопущения этого явления нерестовые пруды заполняют водой до предельной отметки.

Предличинки в первые сутки своей жизни почти неподвижно висят на траве. Они лишь на короткое время отрываются от субстрата и делают попытки к движению.

К концу 2—4 суток предличинки начинают активно плавать и становятся личинками, у которых желточный мешок уменьшается на 70 %. Личинки переходят на смешанное питание, продолжая использовать содержимое желточного мешка и потребляя внешнюю пищу, которая состоит из таких микроорганизмов, как инфузории и коловратки.

На 4—5 сутки жизни личинки начинают питаться низшими ракообразными — сначала мелкими (босминами и др.), а затем более крупными (дафниями и др.). На 6—8 сутки жизни у личинок полностью рассасывается желточный мешок. С этого момента они питаются только внешней пищей. На 8—10 сутки после вылупления личинок запасы естественной пищи в нерестовых прудах истощаются, поэтому их пересаживают в выростные пруды с бо-

гатой кормовой базой. Пересадку личинок в эти пруды не следует задерживать, ибо замедляется их рост, они слабеют, легко подвергаются различным заболеваниям и многие из них погибают.

Средняя величина выживших личинок из всей отложенной рыбой икры обычно не превышает 20 %, так как часть выметанных самками икринок остается неоплодотворенной, а часть развивающейся икры и часть предличинок и личинок погибают.

Пересадку личинок из нерестовых прудов в выростные проводят в возможно короткие сроки. Если пересадку затянуть, то в выростных прудах молодь будет расти очень неравномерно: особи, пересаженные на несколько дней раньше, сильно обгоняют в росте пересаженных позднее. В связи с этим, когда личинки достигнут указанного возраста, устанавливают за водоспускным сооружением пруда (в водосбросной канаве) ящик-уловитель. Затем приступают к спуску пруда. Рыба вместе со сбрасываемой из пруда водой попадает в ящик-уловитель. Вода вытекает из уловителя в канаву, и личинки остаются в нем. Из уловителя личинок вылавливают марлевыми сачками, просчитывают, помещают в брезентовые чаны с водой и перевозят к выростным прудам, в которые и выпускают их. Учет отлавливаемых личинок проводят объемным методом. Для этого в кружку объемом 0,5 л наливают до половины ее объема (точно по отметке 0,25 л воды), а затем до краев заполняют личинками из марлевого сачка. В каждой десятой кружке личинок просчитывают. Умножив среднее количество личинок в кружке на число кружек, заполненных личинками, устанавливают общее количество просчитанных личинок.

Учет личинок необходим не только для установления их выхода из нерестовых прудов, но и для их посадки в выростные пруды. Количество сажаемых в выростной пруд личинок зависит от его площади, естественной рыбопродуктивности, запланированной конечной средней штучной массы молоди и величины ее отхода. Обычно плотность посадки личинок каждого вида рыб в выростные пруды определяют по формуле

$$M = \frac{ПГ \cdot 100}{Вр}$$

где  $M$  — исходное количество личинок, которое необходимо посадить в выростной пруд, шт.;  $П$  — естественная рыбопродуктивность выростного пруда, кг/га;  $Г$  — площадь выростного пруда, га;  $В$  — планируемая штучная масса молоди в конце периода выращивания, кг;  $р$  — выживание молоди, в % от посаженных в выростной пруд личинок.

Выростные пруды имеют площадь от 25 до 50 га. Их глубина — 0,5—1,5 м. Молодь сазана и леща выращивают в этих прудах в монокультуре с весны до осени, где она питается зоопланктоном и организмами бентоса. Осенью молодь леща и сазана достигает соответственно массы 3 и 20 г. В это время освобождают выростные пруды от воды и выпускают в водохранилище молодь рыб. Естественная рыбопродуктивность выростных прудов составляет

в среднем 300 кг/га. Отход молоди рыб за период выращивания (с весны до осени) равен 40 %.

**Разведение рыб в береговых хозяйствах второго типа.** В этих хозяйствах имеются маточные пруды для круглогодичного содержания производителей карпа и растительноядных рыб, пруды первого и второго порядка для кратковременного выдерживания производителей карпа, сазана, леща и растительноядных рыб. Нерестовые пруды отсутствуют. Они заменены инкубационным цехом и мальковыми прудами.

Весной в хозяйствах получают зрелых производителей, берут у них половые продукты способом отцеживания и осеменяют сухим способом икру. Оплодотворенную икру инкубируют в аппаратах Вейса или лоточных аппаратах Садова и Коханской.

Вылупившихся предличинок выдерживают 3—4 сут в желобах или садках. За это время они становятся личинками, которых сажают в мальковые пруды. Когда личинки станут мальками, их пересаживают в выростные пруды, где и выращивают до осени. В некоторых хозяйствах мальковые пруды отсутствуют, поэтому выростные пруды зарыбляют личинками.

Применение заводского способа получения предличинок при регулируемой температуре позволяет на месяц раньше начать рыбоводный сезон и тем самым увеличить вегетационный период выращивания молоди до более крупных размеров.

**Разведение сазана (карпа) и леща.** Производителей этих рыб, как и в береговых хозяйствах первого типа, заготавливают весной, отлавливая из реки или водохранилища. Доставленных производителей в хозяйство при соотношении самцов и самок 1 : 2 и необходимым резерве 30 % выдерживают до их инъецирования суспензией гипофиза в небольших прудах площадью 0,1 га и глубиной от 1 до 1,5 м. Производителей сазана и леща выдерживают в разных прудах. Самок и самцов этих видов рыб также сажают в пруды отдельно. На эту площадь пруда помещают до 150 производителей при условии постоянной проточности. При необходимости в этих прудах можно выдерживать производителей до 20 сут, поддерживая в них температуру ниже нерестовой (10—13°С) путем подачи более холодной воды (6—11°С) из реки или водохранилища. Выдерживание производителей при температуре 10—13°С в течение 3 недель не оказывает отрицательного влияния на процесс созревания их половых клеток.

Если вместо сазана разводят карпа, то его производителей содержат в маточных прудах круглогодично, отдельно по половому составу и с необходимым их резервом в 20—30 %, который создают за счет ремонтного стада, представленного особями всех возрастных групп, начиная от годовиков и кончая четырехгодовиками. Соотношение самцов и самок должно быть 1 : 2 или 1 : 3. В каждом маточном пруду, который имеет площадь 0,2 га и глубину от 1,3 до 2 м, содержат на естественной кормовой базе до 30 шт. производителей карпа.

Таблица 44. Доза ацетонированных сазаньих гипофизов, вводимых самкам сазана и леща на каждый килограмм их массы

Температура воды в период созревания производителей, °С	Время созревания производителей, ч	Дозировки препарата гипофиза, мг	Биологическая активность данной дозировки, ЛЕ
<i>Сазан</i>			
16—18	26—22	3,8	7,6
18—20	22—18	3,5	7
20—22	18—14	3—2,5	6—5
<i>Лещ</i>			
17	24	5	10
18—22	20—15	4	8

С наступлением стабильных нерестовых температур производителей сазана (карпа) и леща начинают готовить к гипофизным инъекциям. При этом температуру в прудах, где они содержатся, поддерживают не ниже 16—18 °С. Спустя двое суток после пребывания производителей при нерестовой температуре, пруды приспускают, отлавливают волокушей необходимое количество самок и самцов, кладут их в брезентовые носилки с водой (по 2—4 особи в одни носилки) и переносят под навес, построенный около прудов. Под навесом производителей вынимают из носилок, помещают каждую особь в отдельный влажный мешок и взвешивают. Зная массу производителей, температуру воды и необходимую дозу введения им препарата ацетонированных сазаньих гипофизов, приступают к инъекционированию. Для этого освобождают от мешка переднюю часть туловища рыбы и вводят ей внутримышечно суспензию гипофиза. Иглу вводят под чешуйку, расположенную против передних лучей спинного плавника на расстоянии 10—15 см от средней линии. Доза гипофиза зависит от массы рыбы, температуры воды и от гонадотропной активности препарата (табл. 44).

Препарат для инъекционирования производителей сазана (карпа) и леща обычно готовят с таким расчетом, чтобы 1 см<sup>3</sup> суспензии содержал соответственно 10 мг (20 ЛЕ) и 5 мг (10 ЛЕ) ацетонированного гипофиза. Если рыбе следует ввести более 1 см<sup>3</sup> суспензии, то ее инъектируют в два приема примерно равными дозами с обеих сторон спины. Самцам леща вводят 1—2 мг (2—4 ЛЕ) этого препарата независимо от их массы. Самцам сазана (карпа) вводят по 1,5 мг (3 ЛЕ) на каждый килограмм их массы.

Проинъекционированных рыб сразу выпускают в пруды площадью 50 м<sup>2</sup> и глубиной 0,5—1,3 м. Сазана (карпа) и леща сажают в отдельные пруды. Раздельно сажают также самок и самцов. Плотность посадки рыб в пруды следующая: одна самка — на 2 м<sup>2</sup> его ложа, один самец — на 1—1,5 м<sup>2</sup> площади дна. Воду в пруды

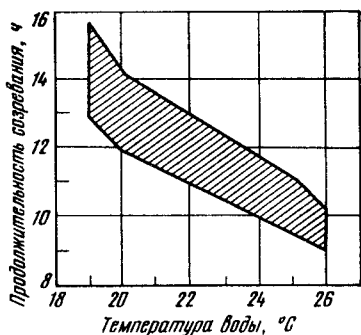


Рис. 83. Время взятия икры у самки сазана (карпа) после гипофизарных инъекций

сти графика, отбирают зрелых особей. У этих рыб берут икру и сперму, предварительно обтерев полотенцем брюшко и анальный плавник. Половые продукты берут у них способом отцеживания икры в тазы или ковши. Осеменяют икру сухим способом. На 1 кг икры требуется 2,5—3 см<sup>3</sup> спермы. Количество оплодотворенной икры составляет 70—90 %.

После осеменения оплодотворенную икру отмывают в водной суспензии талька или в водной эмульсии цельного молока при помощи барботажа воздуха. Для приготовления этой суспензии или эмульсии требуется 100 г талька и 250 мл цельного молока на каждые 10 л воды. Техника отмывки икры несложная. Для этого применяют аппараты для обесклеивания икры (АОИ) или же аппараты Вейса, в которые заливают по 2 л водной эмульсии молока, а затем подают через вентиль сжатый воздух из компрессора.

Оптимальная загрузка икры в 8-литровый аппарат составляет 600 тыс. икринок. По мере набухания икры в аппарат доливают водную эмульсию молока. По истечении 35—40 мин от начала отмывки берут несколько икринок и помещают в чашку Петри с водой. Если через 5 мин икринки не прилипнут ко дну этой чашки, то они полностью обесклеены и отмывку можно считать завершенной. После этого в аппараты подают воду и приступают к инкубации икры. Расход воды в каждом аппарате при инкубации такого количества икры должен составлять 3—3,5 л/мин. Длительность инкубации икры сазана (карпа) и леца в зависимости от температуры воды следующая: 16—18° — 8—6 сут; 19—20°С — 5—3,5; 21—22°С — 3—2,5 сут.

Выклюнувшиеся предличинки прикрепляются к стенкам аппарата, делают «свечки» и выносятся током воды в желоб, где их отлавливают, а затем переносят в садки для выдерживания. Садки установлены в бассейнах размером 1×6×1 м. Каждый садок представляет собой деревянный каркас размером 80×50×40 см, обтянутый капроновым ситом. Плотность посадки предличинки не

подают из пруда-отстойника в течение всего периода созревания половых клеток у рыб. Расход воды в каждом пруду должен быть 50—70 л/мин.

Время взятия половых продуктов у производителей рассчитывают по графику сразу же после инъекции (рис. 83). Нижняя кривая на графике указывает на возможность появления первых зрелых производителей, а верхняя кривая на завершение их массового созревания. При регулярной проверке производителей в отрезок времени, отмеченный в заштрихованной части графика, отбирают зрелых особей.

должна превышать 300 тыс. шт. на садок. Расход воды в бассейне — 0,3 м<sup>3</sup>/ч.

В зависимости от температуры воды продолжительность выдерживания предличинок в садках составляет 3—4 сут. К этому времени они становятся личинками, которые переходят на смешанное питание. Их пересаживают из садков в мальковые пруды. Отхода предличинок за время выдерживания в садках практически не бывает. Выживаемость личинок от заложенной на инкубацию икры составляет 50—80 %.

Каждый мальковый пруд имеет площадь 1 га и среднюю глубину 1 м. Их заливают водой за 3—5 сут до посадки личинок. Сразу же после залития прудов водой вносят минеральные удобрения — аммонийную селитру и суперфосфат в соотношении по массе 1:1 или 1:2. Это создает среду для развития мелких форм зоопланктона, которыми питаются личинки. Рыбопродуктивность мальковых прудов составляет 50—120 кг/га. В зависимости от рыбопродуктивности мальковых прудов сажают в них личинок от 250 до 685 тыс. шт. на 1 га. Спустя 2—4 дня у личинок рассасывается полностью желточный мешок и они переходят на активное питание. За 20—25 сут выращивания молодь достигает массы 250 мг. К этому времени пруды спускают, а мальков вылавливают с помощью ящиков-уловителей, устанавливаемых за водоспуском. Эти ящики в зависимости от конкретных условий бывают разных конструкций и размеров.

Отловленных мальков помещают в брезентовые чаны с водой и перевозят к выростным прудам. Отход мальков за период выращивания составляет 20—30 %.

В выростные пруды, рыбопродуктивность которых составляет 300—500 кг/га, сажают мальков сазана до 20 тыс. шт. на 1 га. К осени сеголетки сазана достигают массы 20—30 г и их выпускают в водохранилища. Выход сеголетков из выростных прудов — 80 %.

Для повышения промыслового возврата от выпускаемой в водохранилища рыбоводной продукции в последние годы некоторые предприятия начали зарыблять эти водоемы не сеголетками, а двухлетками сазана и карпа. В связи с этим выращенных сеголетков оставляют на рыбоводном предприятии на зимовку с целью получения от них осенью следующего года более жизнестойкого рыбосадовочного материала.

Разведение растительноядных рыб. Белый амур, пестрый и белый толстолобик — растительноядные рыбы. Их выращивают в прудовых хозяйствах почти на всех континентах, исключая Австралию. Эти рыбы имеют высокий темп роста и являются хорошими объектами разведения в водохранилищах. Их выращивают обычно совместно с карпом (сазаном), что позволяет более полно использовать пищевые ресурсы водоема.

Эти растительноядные рыбы имеют много общего в биологии размножения. Они достигают половой зрелости в возрасте 5—6 лет. Но в некоторых случаях, когда хорошее питание и темпе-

ратура воды в течение вегетационного периода колеблется в пределах 25—30 °С, а в зимний период года бывает не ниже 10—6 °С, они становятся зрелыми в возрасте 3—4 лет. Длина тела производителей—60—90 см, а их масса—5—15 кг. Плодовитость самок—в среднем 500 тыс. икринок.

В водохранилищах, как и в прудах и озерах, белый амур, пестрый и белый толстолобики не размножаются естественным путем даже при наличии сильной проточности, хотя половые железы у них развиваются нормально до IV стадии зрелости. Поэтому для получения от них потомства применяют гипофизарные инъекции, используя гипофизы сазанов, обитающих в естественных водоемах.

Учитывая биологические особенности растительноядных рыб, в организованных при водохранилищах береговых нерестово-выростных хозяйствах второго типа первоначально выращивают маточное стадо. Затем от производителей этих рыб получают потомство—молодь, которой зарыбляют водохранилища. Маточное стадо содержат в прудах, в которых есть мягкая подводная растительность и высокая биомасса фито- и зоопланктона, получаемая за счет внесения фосфорных и азотных минеральных удобрений. По видовому и половому составу производителей содержат отдельно. Площадь прудов—до 0,5 га, а их глубина—от 1,5 до 2 м. Рыбопродуктивность прудов по белому амuru составляет 50—100 кг/га, по белому толстолобику—600—800 (в южных районах) и 200—400 (в средней полосе), по пестрому толстолобику—600 (на юге) и 400 (в средней полосе) кг/га.

Для замены больных и старых производителей (старше 10—12 лет) здоровыми и молодыми половозрелыми особями в хозяйстве выращивают в прудах ремонтное стадо, за счет которого поддерживают стабильность маточного стада. Ежегодная замена производителей ремонтом составляет 10—30 %. Средний годовой прирост племенного молодняка (трехлетки и старшевозрастные группы) ремонтного стада должен быть не менее 1 кг. Рыбопродуктивность ремонтных прудов такая же, как и маточных. Ремонтное

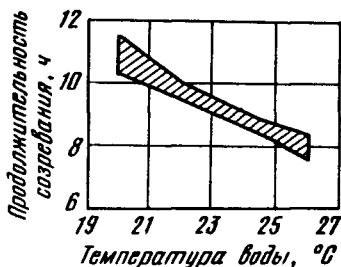


Рис. 84. Время взятия икры у самок белого амура после гипофизарных инъекций

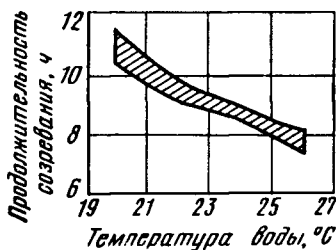


Рис. 85. Время взятия икры у самок белого толстолобика после гипофизарных инъекций

стадо ежегодно пополняется перезимовавшими в зимовальных прудах годовиками, отобранными на племя из числа выращенных в хозяйстве сеголетков, предназначенных для выпуска в водохранилища. Масса двухлетков составляет 500 г и более. Отход племенного молодняка в различных возрастных группах не превышает 10 %.

Инъекции начинают производить тогда, когда наступает устойчивая температура воды в прудах, которая должна быть не ниже 20 °С и без резких колебаний в течение суток. Самкам делают две инъекции. При первой (предварительной) инъекции самкам, выловленным из маточного пруда, вводят независимо от их массы не более 2—3 мг препарата гипофиза сазана и выпускают на выдерживание в земляной или бетонный садок объемом 7,5 м<sup>3</sup> (2,5×2×1,5) с проточной водой. Через сутки этих самок вылавливают из садка, делают им вторую (разрешающую) инъекцию, вводя 3—5 мг вещества гипофиза на каждый 1 кг их массы, и вновь выпускают в садок. Самцам делают инъекцию только один раз. Их начинают инъектировать тогда, когда самкам вводят вторую дозу гипофиза. При этом каждой особи вводят по 1,5—3 мг гипофиза на 1 кг массы тела. После инъекций самцов выпускают на выдерживание в садок, который расположен рядом с садком для самок.

Половые клетки созревают у самок и самцов одновременно через 9,5—11 ч при температуре воды 22 °С (рис. 84—86). Зрелых производителей вылавливают из садков и берут у них половые продукты способом отцеживания. Икру отцеживают в сухой эмалированный таз. Осеменяют икру сухим способом. Для осеменения 500 тыс. икринок (0,5 кг), взятых от 1 самки, достаточно 2—2,5 см<sup>3</sup> спермы.

Оплодотворенную икру тщательно промывают водой от остатков спермы и слизи в течение 5 мин, а затем переносят в инкубационные аппараты Вейса. В зависимости от температуры воды инкубация икры продолжается от 18 до 34 ч.

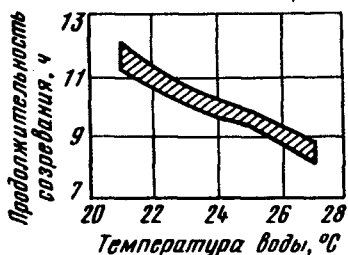


Рис. 86. Время взятия икры у самок пестрого толстолобика после гипофизарных инъекций

#### Длительность инкубации икры растительноядных рыб

Температура воды, °C	Длительность инкубации икры, ч
20—23	34
22—24	30
23—26	28
24—28	26
25—27	21
25—28	19
26—28	18



Вылупившиеся предличинки малоподвижны. Стадия покоя у них продолжается 35 ч при температуре воды 24 °С. При этой температуре они становятся личинками, которые переходят на смешанное питание через 60 ч после их вылупления. Личинок содержат в садках из капроновой ткани с мелкой ячеей. Садки устанавливают в бассейны с проточной водой или же непосредственно в выростной пруд и вносят в них ежедневно мелкий фитопланктон и коловраток. У личинок в возрасте 5—7 сут после выклева желточный мешок полностью рассасывается, они переходят на активное питание, и их выпускают в пруды для подращивания. Пруды должны быть залиты водой за 3—5 сут до посадки в них личинок. Выживаемость личинок от икры составляет 50 %.

Пруды для подращивания личинок должны быть прямоугольной формы. Их площадь — от 1 до 2 га, а глубина — от 0,5 до 1,5 м. На каждый гектар пруда сажают 0,5—1 млн. личинок. В этих прудах личинки потребляют в первые дни мелкие водоросли и молодь ветвистых низших ракообразных. На 12-е сут после вылупления личинки белого толстолобика потребляют исключительно фитопланктон, который является пищей и для взрослых особей этих рыб, а личинки пестрого толстолобика — зоопланктон. К этому времени личинки белого амура начинают питаться преимущественно организмами зообентоса.

Личинки растительноядных рыб спустя 14—20 сут с момента посадки в пруды для подращивания достигают массы 300—500 мг, при которой их пересаживают в выростные пруды. Отход личинок за период подращивания в прудах составляет 40 %.

Подрощенных личинок растительноядных рыб сажают в выростные пруды дополнительно к молоди сазана (карпа) в количестве от 30 до 40 тыс. шт/га (в зависимости от рыбопродуктивности водоема).

Для повышения в прудах биомассы фито- и зоопланктона применяют азотистые и фосфорные удобрения, среди которых обычно используют аммиачную селитру и суперфосфат. Эти удобрения можно вносить в пруды через каждые две недели в течение всего вегетационного периода выращивания рыбы, регулируя при этом их дозу в зависимости от температуры воды. При температуре воды 20—25 °С разовая доза внесения аммиачной селитры составляет 75 кг/га, а суперфосфата — 50 кг/га. При понижении температуры воды количество вносимых в пруды удобрений уменьшают. Удобрения вносят по всей площади пруда. Это создает относительно равномерное распределение фито- и зоопланктона в пруду и выращиваемой в нем молоди рыб.

В возрасте 40—45 сут личинки превращаются в мальков. В это время молодь белого амура начинает переходить на питание водной растительностью, которая является основной пищей на протяжении всей дальнейшей жизни этого вида рыбы.

Рыбопродуктивность прудов, используемых для выращивания молоди сазана (карпа), увеличивается за счет молоди раститель-

ноядных рыб на 300—1000 кг/га, в том числе за счет молоди белого амура — на 100 кг/га.

Осенью сеголетки растительнойядных рыб имеют массу 20 г и более. Их выпускают в водохранилище. Отход сеголетков за период выращивания составляет 30—50 %.

В некоторых хозяйствах водохранилища зарыбляют не сеголетками, а двухлетками, промысловый возврат от которых значительно выше. С этой целью осенью сеголетков пересаживают в зимовальные пруды, а весной годовалую молодь сажают в нагульные пруды, выращивают ее до массы не менее 200—300 г и лишь только затем выпускают в водохранилища. При этом отход молоди растительнойядных рыб за период зимовки не превышает 10—20 %, а за период выращивания на втором году — 10 %.

## § 67. РАЗВЕДЕНИЕ СТЕРЛЯДИ

Строительство рыбоводных заводов и разведение на них стерляди может стать мощным фактором в пополнении запасов ценных видов рыб водохранилищ. Биотехнический процесс разведения стерляди весьма близок с таковым, действующим на рыбоводных заводах, на которых разводят анадромных осетровых. Однако он имеет свои специфические особенности.

Учитывая то обстоятельство, что в первые годы работы стерляжьего рыбоводного завода, когда промысловые запасы стерляди в водохранилище еще незначительны или вообще отсутствуют, возникает проблема заготовки их производителей. В этом случае производителей следует отлавливать в местах наибольших их концентраций, которые обычно наблюдаются в верхней зоне водохранилища и в приплотинной зоне нижнего бьефа.

При невозможности же заготовить необходимое количество производителей формируют на заводе собственное маточное стадо стерляди, принимая в нем соотношение самок и самцов 5:1. Возраст впервые используемых производителей для взятия половых продуктов: самцы — 4—5 лет, самки — 6—10 лет. В возрасте 4—5 лет созревает 50 % самцов.

Возраст, при котором самки становятся впервые зрелыми, более растянут во времени. Их возрастной состав следующий (%): шестигодовики — 5—10; семигодовики — 5—10; восьмигодовики — 10—15; девятигодовики 15—25; десятигодовики — 30—40. В дальнейшем эти самцы созревают ежегодно, а самки только через 2—4 года. Маточное стадо производителей пополняется за счет ремонтного стада, включающего младшие возрастные группы особей. Эти два стада производителей стерляди содержат на заводе в летних и зимних прудах.

Отлов производителей в естественных условиях осуществляют весной в преднерестовый и нерестовый периоды и осенью, применяя плавные и ставные сети, закидные невода и тралы.

Весной, когда температура воды еще не превысила 10 °С, можно приступать к заготовке производителей стерляди. Их отлов

лучше проводить плавными сетями, так как ставные сети нужно часто в течение суток перебирать (проверять улов), а в закидных неводах и тралах много производителей травмируется. Для рыбоводных целей выбирают из орудий лова стерлядь с половыми железами в IV стадии зрелости.

Весной у этих рыб наблюдается брачный наряд. На их голове появляется рисунок в виде белых узких полосок эпидермиального происхождения. Он отчетливо заметен на теменных костях от начала роострума до конца головы со спинной части рыбы и особенно на бугорках около обонятельных капсул. Признаком этой стадии зрелости половых желез у стерляди являются также припухлость и покраснение генитального отверстия.

Самки отличаются от самцов более толстым и более мягким брюшком, по середине которого, как правило, проходит темно-фиолетовая полоса. Средняя масса отбираемых производителей должна составлять 1,5—2 кг у самок и 1—1,5 кг у самцов. Минимальная масса самок должна быть не менее 0,5—1 кг, а самцов — 0,3—0,5 кг.

Осенью у стерляди нет брачного наряда, поэтому ее производители с половыми железами в IV стадии зрелости отличаются от таковых во II стадии зрелости только более толстым брюшком. Что касается особей с IV и III стадиями зрелости половых желез, то их вообще нельзя отличить визуально, ибо все они имеют толстое брюшко. В связи с этим всех отловленных осенью производителей следует перевезти на завод и посадить в зимовальные пруды площадью 0,25 га и глубиной 2,5—3 м. В каждом таком пруду можно содержать до 1000 производителей. После зимовки производителей осматривают и выбраковывают особей с половыми железами в III стадии зрелости. Этим производителей можно отсадить в нагульный пруд, где за лето их половые железы развиваются до IV стадии зрелости. После второй зимовки на заводе они могут быть использованы весной для рыбоводных целей.

Производителей стерляди, отловленных весной и осенью, доставляют на завод в прорези, в которую помещают не более 20—30 особей/м<sup>3</sup>. Скорость движения судна с прорезью, загруженной производителями, не должна превышать 10 км/ч. Для перевозки производителей на завод, удаленный от места их лова на 150—200 км, можно использовать также живорыбную машину, в цистерну которой помещают 50—100 особей. В пути следования воду в цистерне нужно аэрировать.

Отход производителей стерляди за время перевозки на завод обычно не превышает 5 %.

Весной на заводе производителей стерляди с половыми железами в IV стадии зрелости можно выдерживать в бассейнах Б. Н. Казанского с терморегулирующим режимом. В каждый бассейн помещают 300 самцов или 150 самок.

Длительность выдерживания производителей в бассейнах 20—30 сут в зависимости от прогрева воды, поступающей на завод, и связанных с ним сроков наступления нерестовых темпера-

тур. Гидрохимические показатели воды должны удовлетворять тем же требованиям, которые предъявляются на рыбоводных заводах по разведению других видов осетровых рыб.

С наступлением нерестовых температур самок и самцов разделяют на группы по 30 особей, а затем каждой группе рыб делают внутримышечные инъекции суспензией гипофиза. Доза вводимого порошка гипофиза осетровых рыб составляет 3—6 мг на 1 кг массы стерляди. Интервал между гипофизарным инъектированием каждой группы составляет около 3 ч.

Выдерживание самок и самцов после гипофизарной инъекции проводят отдельно в бассейнах Б. Н. Казанского. Скорость созревания половых продуктов у производителей различная и зависит от температуры воды и индивидуального физиологического состояния рыбы.

Средняя температура за период созревания, °С	Время от инъекции самкам гипофизов до взятия у них икры, ч
10	37—60
11	32—52
12	28—45
13	25—40
14	21—35
15	20—32
16	18—29

При температуре 10°С самки становятся зрелыми через 37—60 ч после гипофизарных инъекций, при температуре 16°С — через 18—29 ч. При температурах 11 и 12°С овуляция происходит у большинства самок в интервале времени соответственно между 32 и 52 ч и 28 и 45 ч.

Проверку производителей с целью установления готовности их половых продуктов для рыбоводных целей начинают за 2—3 ч до предполагаемого появления первых зрелых особей. Затем этот контроль за состоянием половых желез производителей продолжают осуществлять на протяжении всего периода их выдерживания в бассейнах.

У зрелых самцов сперма вытекает при самом легком массажирувании брюшка по направлению к генитальному отверстию или при слабом дугообразном изгибе спины. Зрелые самки, у которых произошла полная овуляция или большинство икринок овулировано, имеют мягкое брюшко.

При опускании этих самок вниз головой икра свободно переливается в полости тела, что можно наблюдать по перемещению вздутя брюшка к голове.

При поднятии самок вверх головой или при легком массажирувании их брюшка в сторону задней части тела из генитального отверстия вытекает полостная жидкость с икрой. Зрелые икринки имеют на анимальном полюсе хорошо выраженный рисунок из темных и светлых колец.

По мере появления зрелых самок с овулированной икрой и зрелых самцов с текучей спермой их вынимают из бассейнов, помещают в брезентовые носилки с водой и доставляют в операционное отделение при инкубационном цехе, где берут у производителей зрелые половые продукты.

Сперму получают от самцов способом отцеживания. Ее отцеживают в небольшую сухую посуду (в химический стакан, фаянсовую чашку и др.). При взятии у самцов спермы обращают внимание на ее качество. Сперма, выходящая из генитального отверстия самца, кремового и белого цвета, и имеющая консистенцию сливок, является, как правило, доброкачественной, отличается высокой концентрацией и активностью сперматозоидов. Жидкая по консистенции сперма, синеватого оттенка или почти прозрачная является недоброкачественной. Она содержит небольшое количество сперматозоидов с очень низкой активностью. Таковую сперму отбраковывают.

От одних и тех же самцов можно получить несколько порций спермы. Так, после получения первой порции спермы самцов отсаживают в бассейны, а через 2—4 ч у них берут вторую порцию. Таким путем от самцов получают до 3—5 порций спермы. В связи с этим количество спермы, которое можно получить от одного самца, составляет 30—60 мл.

Икру получают от самок способом отцеживания и способом прижизненного вскрытия брюшка самок с последующим его защитом для сохранения жизни стерляди. Последний способ применяют тогда, когда на заводе формируют собственное маточное стадо стерляди. При этом способе делают у самки разрез брюшной стенки на некотором расстоянии от генитального отверстия и несколько сбоку от середины брюшка, чтобы не перерезать кровеносные сосуды. Сделав разрез на брюшке, самку переворачивают над тазом брюшком вниз и икра стекает в него. После этого брюшко самки зашивают, накладывая шов на разрез длиной обычно не более 6—8 см. Оперированных самок выпускают в маточный пруд. В течение лета разрез брюшка у самок зарубцовывается.

Количество производителей, у которых не удается получить доброкачественные половые продукты, составляет 10 % у самцов и 30 % у самок (от числа заготовленных особей в водохранилище или реке).

Взяв от производителей половые продукты, приступают к осеменению икры. Первоначально удаляют из таза с икрой полостную жидкость. Затем икру взвешивают. Осеменение икры производят полусухим способом. Для этого в таз с икрой выливают разбавленную водой сперму в соотношении 1 : 150 или 1 : 200 в зависимости от ее качества. На осеменение 1 кг икры расходуют 10 мл спермы. После добавления в таз спермы икру перемешивают в течение 5 мин. За это время происходит оплодотворение. Оплодотворяемость икры составляет 95 %.

Оплодотворенную икру промывают, освобождаясь от спермы,

а затем приступают к ее обесклеиванию, которое осуществляется в аппаратах АОИ. Икру обесклеивают водной суспензией тонкого ила (0,5 кг ила и 10 л воды на 1 кг икры) в течение 40 мин. По окончании этого процесса икру промывают чистой водой и переносят из аппаратов АОИ в инкубационные аппараты Ющенко. В одну инкубационную секцию (ванну) этого аппарата загружают 2 кг икры (200—250 тыс. икринок). Перед загрузкой икры в эти аппараты производят профилактическую обработку их ванн. Это предотвращает повышенный отход инкубируемой икры из-за возможного ее поражения сапролегнией. Ванны обрабатывают раствором перманганата калия из расчета 0,5 г на 1 л воды.

При температуре воды 10—16°C инкубация икры продолжается 6—9 сут. В этот период необходимо постоянно поддерживать проточность воды в аппаратах, следить за нормальной работой их лопастей, обеспечивающих перемешивание икры, и гидрохимическим режимом, не допуская снижения насыщения воды кислородом на вытоке ниже 70 %. Кроме того, необходимо систематически отбирать мертвые и пораженные сапролегнией икринки. Для борьбы с сапролегнией в процессе инкубации икры применяют малахитовую зелень или метиленовый синий из расчета 150 мг вещества на одну ванну аппарата, содержащую около 60 л воды. Эти вещества растворяют в горячей воде, а полученный раствор разбавляют холодной водой и выливают в аппараты с инкубируемой икрой, подача воды в которые должна быть приостановлена. Икру выдерживают в течение 15—30 мин, а затем возобновляют подачу воды в аппараты. Обработку икры этими веществами проводят 2—3 раза за время инкубации.

Отход икры за период инкубации не превышает 30 %. При соблюдении биотехнических условий получения половых продуктов от производителей, осеменения икры, подготовки ее к инкубации и проведения самой инкубации икры количество вылупившихся предличинок достигает 85—95 % от числа заложенных на инкубацию икринок. Вылупившиеся предличинки имеют массу 7—12 мг. Их пересаживают из инкубационных аппаратов в бассейны ВНИРО или в установленные в пруду сетчатые садки. Плотность посадки предличинок: в бассейн ВНИРО — 15 тыс. шт., в сетчатый садок — 30 тыс. шт.

Молодь стерляди можно выращивать тремя методами: прудовым, бассейновым и комбинированным. Однако, учитывая то обстоятельство, что при бассейновом методе молодь можно выращивать до стандартной массы при невысоких плотностях и больших расходах кормов, в настоящее время целесообразнее применять прудовой и комбинированный методы выращивания.

При прудовом методе молодь выращивают в прямоугольных прудах, которые используют и на осетровых рыбозаводах. Их площадь — 2—4 га. Средняя глубина — 2 м. Ложе прудов должно быть спланировано и свободно от водной растительности. Подача и сброс воды производятся с противоположных сторон. Полное освобождение пруда от воды происходит за 1—2 сут. Под-

готовку этих прудов для выращивания молоди стерляди начинают с осени, когда их ложе осушают, вносят в качестве органического удобрения навоз из расчета 2—3 т/га и вспахивают. Весной, когда температура повышается до 7—13°C, пруды заливают водой, а через 3—5 сут удобряют. Если в прудах наблюдается массовое развитие листоногих раков, оказывающее отрицательное влияние на рыбопродуктивность, то первоначально проводят их хлорирование, а спустя 5—7 сут удобряют. Из органических удобрений вносят в пруды скошенную, подвяленную растительность (100 кг/га), которую раскладывают пучками по урезу воды вдоль дамб, а также кормовые дрожжи (10 кг/га). Из минеральных удобрений применяют аммиачную селитру (75—90 кг/га) и суперфосфат (50—90 кг/га). В удобренные пруды вносят культуру дафний (5—7 кг/га). Спустя неделю после такой подготовки прудов в них формируется хорошая кормовая база. Биомасса зоопланктона достигает 20—30 г/м<sup>3</sup>. Успешно развивается зообентос, особенно личинки хирономид.

Перешедших на смешанное питание личинок стерляди, содержащихся в сетчатых садках, где их отход составляет не более 30 %, выпускают в подготовленные по кормовой базе пруды, при плотности посадки 80—100 тыс. шт./га. В этих прудах молодь, обеспеченная полноценной естественной пищей, отличается высоким темпом роста. Для поддержания и увеличения численности и биомассы кормовых организмов в пруды вносят через 15—20 сут опять те же минеральные удобрения с таким расчетом, чтобы содержание в воде биогенов не снижалось менее 1,7—2 мг/л азота и 0,27—0,5 мг/л фосфора. Повторная доза внесения удобрений в пруды способствует дальнейшему развитию ветвистоусых рачков. Одновременно с этим осуществляют контроль за сохранением нормального гидрохимического и гидрологического режима в прудах, не допуская снижения уровня воды и содержания в ней кислорода ниже 6 мг/л, повышение углекислоты более 10 мг/л, активной реакции среды более 8, окисляемости более 15 мг O<sub>2</sub>/л. Все это обеспечивает быстрый рост молоди и хорошую ее упитанность. В возрасте 40—45 сут молодь стерляди достигает массы 3 г и ее выпускают в водохранилище. Выживаемость молоди в прудах составляет не менее 50 % от числа посаженных личинок.

При комбинированном методе выращивания молоди стерляди применяют тот же биотехнический процесс и создают такие же абиотические и биотические условия, как на рыбоводных заводах по разведению других видов осетровых. Пересаженные в бассейны ВНИРО предличинки стерляди содержатся в них при идентичном гидрологическом и гидрохимическом режиме, при котором выдерживают также предличинок белуги, осетра и шипа. В возрасте 5—7 сут предличинки стерляди становятся личинками, которые переходят на смешанное питание. В это время личинок кормят 5 раз в день, внося в бассейны рубленых олигохет, мону и молодь дафний. Перешедших на активное питание личинок кормят 3 раза в день, давая им целых олигохет, взрослых дафний, артемий и

другие живые корма. Величину суточного кормового рациона рассчитывают на основе планируемого прироста массы личинок и кормовых коэффициентов. В возрасте 20 сут личинки достигают массы 80—150 мг. Подращенных до этой массы личинок пересаживают из бассейнов в пруды. Выживаемость личинок за период подращивания в бассейнах составляет 70—80 % от числа посаженных в них предличинок.

Кормовая база прудов, в которые пересаживают личинок, должна быть подготовлена заранее. Плотность посадки личинок в пруды составляет 70—90 тыс. шт./га. В прудах молодь хорошо растет и в возрасте 45 сут достигает 3 г. Эту молодь выпускают в водохранилище. Отход молоди в прудах составляет 20—40 % от числа посаженных личинок.

Производственный процесс разведения стерляди на рыбноводном заводе завершается выпуском молоди в водохранилище.



---

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. — М.: Наука, 1983. — 280 с.

Детлаф Т. А., Гинзбург А. С., Шмальгаузен О. И. Развитие осетровых рыб. — М.: Наука, 1981. — 207 с.

Кандьев А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 198 с.

Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 404 с.

Кляшторин Л. Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 166 с.

Лукияненко В. И. Общая ихтиотоксикология. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 320 с.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

### А

- Акклиматизация 249
  - внедрения 251
  - замещения 251
  - конструирования 252
  - отторжения 252
  - поэтапная 250
- Активность сперматозоидов 120
- Амиды 167
- Аппарат Аткинса 134
  - в виде бетонного желоба 133
  - Вейса 137
  - Вильямсона 132
  - дальневосточного типа 134—135
  - Елисеева 225
  - ИМ 135—136
  - Казанского 137—138
  - Коста 129—130
  - лотковый 133
  - для обесклеивания икры 122
  - Садова-Коханской 143—144
  - Сес-Грина 127—128
  - Чаликова 128
  - Шустера 130—131
  - Ющенко 138—143
- Аутоакклиматизация 250

### Б

- База кормовая 61—62
- Бассейн ВНИРО 194—195
  - конструкции Казанского 106—108
  - — Улановского 195
  - круглый 176
  - прямоточный 176
  - шведского типа 177
  - «Южжаспрыбвода» 195—196
- Белки 167
- Береговое отсадочное хозяйство волжского типа 105—106
- Блок питания 291

### В

- Вещества минеральные 166
- Взаимоотношения внутривидовые 49

- межвидовые 49
- Витамины 168
- Водоохранилище 336
- Возврат промысловый 69—70
- Вселение 249
- Выдерживание предличинок лососей 169—174
  - производителей белорыбцы 98—99
    - — лососевых 92
    - — осетровых 103—108
    - — сиговых 96
    - — судака 214
- Выживание биологическое 70—71
  - интродуцентов 255
- Выращивание карповых рыб 334—335
  - молоди рыб 211—213
  - — белорыбцы 188—190
  - — кутума 206—207
  - — осетровых рыб 192—206
  - — рыбаца 206—208
  - — сига 190—192
  - — судака 216
  - — омуля 332
  - — пеляди 327—331
  - — радужной форели 332—334
  - — сига 331—332
  - — угря 335—336

### Г

- Гипофиз 84
- Гипофиз 84
- Группы рыб биологические 27—29
  - — экологические 25—26

### Е

- Единица вьюновая 87—88
- лягушачья 88

### Ж

- Жир 167

- З**  
 Заготовка производителей 210—211  
 — судака 213—214  
 Заиление рек 274  
 Замор 59  
 Зарастание водоемов 274  
 Зарыбление 249  
 Зоны озерного рыбоводства 321—323  
 Зрелость половая 14—24
- И**  
 Изыскания геодезические 231  
 — геологические 231  
 — гидрологические 231  
 — почвенно-ботанические 231  
 Инкубация икры 127—149, 211—213, 215—216  
 — в заводских условиях 129—144  
 — в полевых условиях 127—128  
 Интродукция 249  
 Инъекции гипофизарные 9—10, 87, 108
- К**  
 Камера Войноровича моросильная 215  
 Каналы нерестовые 280  
 Качество воды 241—247  
 Классификация озер 309—313  
 Колебание численности рыб 67—68  
 Контроль качества икры 220—222  
 — личинок 220—222  
 — молоди 222  
 — предличинок 220—222  
 — спермы 219—220  
 Корма живые 149—161  
 — животного происхождения 161—163  
 — неживые 161—166  
 — растительного происхождения 163  
 — сухие гранулированные 164—166  
 Коэффициент кормовой 168—169  
 — промыслового возврата 70  
 Критерии акклиматизации 250—251  
 Критерий акклиматизации биотический 250  
 — географический 250  
 — хозяйственный 250—251  
 — экологический 250
- Л**  
 Лоток верховой 291  
 — низовой 291  
 — прямоточный 176
- М**  
 Мелиорация коренная 270  
 — озер биологическая 325  
 — техническая 324—325  
 — текущая 270—271  
 Мероприятия интенсификационные 325  
 — мелиоративные 4  
 — рыбоводные 4  
 Метки подвесные 75  
 Метод акклиматизации активный 254  
 — пассивный 254  
 — радиальный 254  
 — ступенчатый 254—255  
 — бассейновый 193—200  
 — комбинированный 205—206  
 — лоточно-бассейновый 176—185  
 — меченя 72—77  
 — прудовый 185—188, 200—205  
 — прямого учета 71—72  
 — учета икры весовой 223  
 — — — объемный 223  
 — — — молоди бонитировочный 227  
 — — — повременный 226—227  
 — — — по величине отхода рыбоводной продукции 228  
 — — — сплошной 224—226  
 — — — расчетно-теоретический 77  
 — физиологический 84—88  
 — экологический 9, 83—84  
 — эколого-физиологический 88—89  
 Методы акклиматизации 254—255  
 Мечение индивидуальное 73  
 — серийное (массовое) 73—74  
 Миграции 51—52  
 — нерестовые 24, 275  
 Микропле 22  
 Монокультура 209
- Н**  
 Натурализация 249  
 Нерест 24—30, 211—215  
 — порционный 26—27  
 — разовый (единовременный) 26—27  
 Нерестилища естественные 276  
 — искусственные 278  
 — — плавучие 279—280  
 — — русловые 280  
 Нерестово-выростные хозяйства береговые 342
- О**  
 Обесклеивание икры 124  
 Оболочка радиально-исчерченная 19  
 — сотовая 20  
 Овуляция 23, 25  
 Озера дистрофные 311  
 — карасевые 312  
 — лещевые 311—312  
 — мезотрофные 311  
 — окунево-плотвичные 312  
 — олиготрофные 311  
 — палии 310—311

- сиговые 311
- судачьи 312
- эвтрофные 311.
- Огоний 16—17
- Оогенез 15
- Ооцит 17—20
- Оплодотворение 24—30
  - моноспермное 119
  - полиспермное 119
- Освещенность 52—55
- Осеменение 26
  - икры 117—124
  - карповых 123—124
  - лососевых 123
  - осетровых 121—123
- Отлов производителей белорыбицы 97
  - — лососей 90—91
  - — осетровых 99—100
  - — сиговых 96
- Отмывка икры 147—148

## П

- Перевозка икры 261—264
  - личинок 264—265
  - молоди 264—265
  - предличинок 264—265
  - производителей 265
  - — белорыбицы 97
  - — лососей 91
  - — осетровых 102—103
- Период личиночный 30, 33—40
  - мальковый 30
  - половой зрелости 30
  - развития 30
  - эмбриональный 30, 33—40
- Плодовитость 29—30
  - абсолютная 29
  - рабочая 117
- Подращивание личинок лососей 169—174
- Показатели выживания рыб 69—71
- Поликультура 209
- Получение производителей 90—115
  - — кутума 112—115
  - — рыба 112—115
  - — шемай 112—115
- Порог температурный 34—35, 58—59
- Потенция вида продукционная 68—69
- Предличинка 46
- Продолжительность выращивания молоди 174—176
  - инкубации икры 144—146
  - нереста 26—27
- Прозрачность воды 53
- Процент оплодотворения 124—125
  - промыслового возврата 70
- Пруды выростные 189, 190—191
  - лососевые классические 185

## Р

- Разведение артемий 153—156
  - дафний 150—152
  - жабронога 156
  - леща 210—213, 346—349
  - низших ракообразных 150—159
  - мойн 152—153
- низших ракообразных 150—159
  - олигохет 159—161
  - растительных рыб 349—353
  - сазана 210—213, 346—349
  - судака 210—216
  - хируномид 157—159
- Размножение 14
- Расчеты водохозяйственные 247—248
- Реаклиматизация 250
- Реакция среды активная 60—61
- Режим гидрологический 274
  - гидрохимический 55—61
- Резорбция 24
- Рыбозаградители гидравлические 303—304
  - механические 299
  - физиологические 304—307
- Рыбоподъемники 284, 292—297
  - гидравлические 294—297
  - механические 293—294
- Рыбопродуктивность озер 314
- Рыборазведение интенсивное 8—9
- Рыбоход 284, 286—290
- Рыбы донные 62
  - животнойядные 61—62
  - литофильные 25
  - лососевые 90—95
  - морские 25
  - озимые 27
  - осетровые 99—112
  - остракофильные 26
  - пелагические 62
  - пелагофильные 25—26
  - полупроходные 25
  - пресноводные 25
  - прибрежные 62
  - проходные 25
  - псаммофильные 25
  - растительноядные 61—62
  - сиговые 95—96
  - стеногалинные 57
  - стенотермные 50
  - теплолюбивые 50—51
  - фитофильные 25
  - холодолюбивые 50—51
  - эвригалинные 57
  - эвритермные 50
  - яровые 27

## С

- Садок куринского типа 103—105
  - плавучий 92—93
- Садки стационарные естественные 93—94

— искусственные 94  
— ролегия 148  
Сеголетки 145  
Семенники 14  
Смолтификация 175—176  
Сооружения водозаборные 298—  
299  
— рыбопропускные 283  
— — непринудительные 283  
— — принудительные 283  
Состав воды газовый 57—60  
— — солевой 55—57  
— кормов химический 166—168  
Составление кормовых смесей 163—  
164  
Сперматозоиды 14  
Сперматогенез 15  
Сперматогоний 17—18  
Способ вскрытия 116  
— интродукция адаптации 255  
— — карантинизации 255  
— — прямой 255  
— — рыбоводный 255  
— комбинированный 116—117  
— осеменения икры мокрый 121  
— — — полусухой 121  
— — — сухой 121  
— отцеживания 115—116

**Т**

Температура воды 50—52  
Течение воды 52—55  
Типы акклиматизации 251—252

**У**

Углеводы 167—168  
Удобрение выростных прудов 189  
Удаление погибших икринок 148  
Уровень воды 52—55  
Установки плавучие 297—298  
— рыбозащитные 299  
Устройство рыбаправляющее 285  
Уход за икрой 146—149

Учет икры 222—223  
— — весовым методом 29—30  
— личинок 223—224  
— молоди 224—228  
— предличинок 223—224

## Ф

Фазы акклиматизации 252—254  
Факторы антропогенные 63—67  
Фолликул 19  
Фонд озерный 308  
Форма акклиматизации аквакульту-  
ральная 251  
— — прицельная 251  
Фототаксис 170

## Х

Хозяйства лиманного типа 216—218  
— нерестово-выростные 208—210

## Ц

Цикл половой 89—90  
Циста 18

## Ш

Шахта вертикальная 290  
Шкала зрелости 15—16  
Шлюз рыбопропускной 284, 290

## Э

Эмбриогенез 33  
Этапы развития рыб 30—49  
Эффект акклиматизации биологиче-  
ский 255  
— — промысловый 255  
Эффективность рыбоводства 71—78

## Я

Яичники 14  
Яйца 14

Введение . . . . .	3
<b>РАЗДЕЛ I. ПРОБЛЕМЫ РЫБОВОДСТВА . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>Глава 1. Теоретические основы рыбоводства . . . . .</b>	<b>14</b>
§ 1. Половая зрелость и созревание половых клеток . . . . .	14
§ 2. Нерест и оплодотворение . . . . .	24
§ 3. Периоды и этапы развития рыб . . . . .	30
<b>Глава 2. Влияние различных факторов на рыб . . . . .</b>	<b>49</b>
§ 4. Влияние природных факторов . . . . .	49
§ 5. Влияние антропогенных факторов . . . . .	63
<b>Глава 3. Выживание рыб . . . . .</b>	<b>67</b>
§ 6. Колебания численности . . . . .	67
§ 7. Роль рыбоводства в максимальной реализации продукционной потенции вида . . . . .	68
§ 8. Показатели выживания . . . . .	69
§ 9. Определение эффективности рыбоводства . . . . .	71
<b>РАЗДЕЛ II. ИСКУССТВЕННОЕ РАЗВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ . . . . .</b>	<b>79</b>
<b>Глава 4. Характеристика рыбоводных заводов . . . . .</b>	<b>79</b>
§ 10. Биотехнический процесс и структура заводов . . . . .	79
§ 11. Типы заводов . . . . .	80
<b>Глава 5. Биотехника получения зрелых производителей проходных рыб.</b>	<b>82</b>
§ 12. Особенности завершения оогенеза и сперматогенеза . . . . .	82
§ 13. Методы стимулирования созревания половых продуктов у произ- водителей . . . . .	83
§ 14. Управление половым циклом . . . . .	89
§ 15. Получение зрелых производителей лососей . . . . .	90
§ 16. Получение зрелых производителей сиговых . . . . .	95
§ 17. Получение зрелых производителей белорыбицы . . . . .	97
§ 18. Получение зрелых производителей осетровых . . . . .	99
§ 19. Получение зрелых производителей рыбца, шемаи и кутума . . . . .	112

<b>Глава 6. Взятие зрелых половых продуктов у производителей рыб, осеменение икры и подготовка ее к инкубации</b>	115
§ 20. Взятие зрелых половых продуктов у производителей	115
§ 21. Рабочая плодовитость	117
§ 22. Осеменение и подготовка икры к инкубации	117
§ 23. Процент оплодотворения	124
<b>Глава 7. Инкубация икры</b>	127
§ 24. Инкубация икры в полевых условиях	127
§ 25. Инкубация икры в заводских условиях	129
§ 26. Продолжительность инкубации икры и уход за ней	144
<b>Глава 8. Корма</b>	149
§ 27. Живые корма	149
§ 28. Неживые корма	161
§ 29. Химический состав кормов и кормовой коэффициент	166
<b>Глава 9. Биотехника выращивания молоди рыб</b>	169
§ 30. Выращивание молоди лососей	169
§ 31. Выращивание молоди белорыбицы	188
§ 32. Выращивание молоди сига	190
§ 33. Выращивание молоди осетровых рыб	192
§ 34. Выращивание молоди рыбца и кутума	206
<b>Глава 10. Нерестово-выростные хозяйства и биотехника разведения полупроходных рыб</b>	208
§ 35. Характеристика нерестово-выростных хозяйств прудового типа	208
§ 36. Разведение сазана, леща и судака в поликультуре	210
§ 37. Разведение судака в монокультуре	213
§ 38. Нерестово-выростные хозяйства лиманного типа	216
<b>Глава 11. Контроль и учет в рыборазведении</b>	218
§ 39. Контроль	218
§ 40. Учет	222
<b>Глава 12. Проектирование рыбоводных предприятий</b>	228
§ 41. Выбор площадки	228
§ 42. Составление задания на проектирование	229
§ 43. Изыскательские работы	230
§ 44. Составление технического проекта	231
§ 45. Типы рыбоводных предприятий	234
§ 46. Расчет производственной мощности рыбоводного предприятия	235
§ 47. Качество воды и водохозяйственные расчеты	241

### **РАЗДЕЛ III. АККЛИМАТИЗАЦИЯ РЫБ И КОРМОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, МЕЛИОРАЦИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ** 249

<b>Глава 13. Акклиматизация рыб и кормовых беспозвоночных</b>	249
§ 48. Категории процесса акклиматизации	249
§ 49. Проведение акклиматизации	255

§ 50. Объекты акклиматизации . . . . .	259
§ 51. Перевозка икры, личинок, молоди и производителей рыб . . . . .	259
<b>Глава 14. Рыбохозяйственная мелиорация . . . . .</b>	<b>270</b>
§ 52. Задачи рыбохозяйственной мелиорации и ее классификация . . . . .	270
§ 53. Улучшение условий нагула промысловых рыб . . . . .	271
§ 54. Улучшение условий естественного размножения промысловых рыб . . . . .	275
§ 55. Рыбопропускные сооружения . . . . .	282
§ 56. Рыбозащитные установки . . . . .	298
§ 57. Улучшение условий лова рыбы в водоемах . . . . .	307
<b>РАЗДЕЛ IV. РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО НА ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ . . . . .</b>	<b>308</b>
<b>Глава 15. Озерное рыбное хозяйство . . . . .</b>	<b>308</b>
§ 58. Краткая характеристика озерного фонда страны . . . . .	308
§ 59. Рыбохозяйственная классификация озер . . . . .	309
§ 60. Биологические основы рационального озерного хозяйства . . . . .	313
§ 61. Типы озерного хозяйства и его организация . . . . .	316
§ 62. Повышение рыбопродуктивности озер . . . . .	319
§ 63. Озерные рыбоводные хозяйства и биотехнический процесс разведения и выращивания рыб . . . . .	321
<b>Глава 16. Рыбохозяйственное освоение водохранилищ . . . . .</b>	<b>336</b>
§ 64. Характеристика водохранилищ . . . . .	336
§ 65. Подготовка водохранилищ и формирование ихтиофауны . . . . .	340
§ 66. Нерестово-выростные хозяйства и биотехника разведения туводных рыб . . . . .	342
§ 67. Разведение стерляди . . . . .	353
Список рекомендуемой литературы . . . . .	360
Предметный указатель . . . . .	361



**Иванов Анатолий Петрович**

**РЫБОВОДСТВО В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ**

Зав. редакцией Н. Г. Ланда  
Редактор С. Б. Макарова  
Художественный редактор Т. И. Мельникова  
Технический редактор Г. Г. Хацкевич  
Корректор Н. В. Карпова

**ИБ № 5842**

Сдано в набор 30.04.87. Подписано к печати 25.12.87. Т-20418. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага кн.-журнальная. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,0. Усл. кр.-отт. 23,0. Уч.-изд. л. 27,02. Изд. № 189. Тираж 6200 экз. Заказ № 377. Цена 1 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,  
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

10. 10. 10.

