

УЧЕБНИК



С.В. ЛОНОМАРЁВ, Д.И. ИВАНОВ

ОСЕТРОВОДСТВО
НА ИНТЕНСИВНОЙ
ОСНОВЕ



С.В. ПОНОМАРЁВ, Д.И. ИВАНОВ

ОСЕТРОВОДСТВО НА ИНТЕНСИВНОЙ ОСНОВЕ

Допущено Управлением науки и образования Федерального
агентства по рыболовству в качестве учебника для студентов
высших и средних профессиональных учебных заведений,
обучающихся по направлению 110900 «Водные биоресурсы
и аквакультура» и специальностям 110901.65 «Водные биоресурсы
и аквакультура», 110902.51 «Ихтиология и рыбоводство»,
по научной специальности 03.00.10 «Ихтиология»

7887


КОЛОС
Москва 2009

ьма
там-

ме-
ши,
ый
по-
тус,

ьма
от-
ков

та-
ми,
св-
до-
ро-
м в
до-
ска

ыб
Се-
ма-
ате
ало
со-
ый
аса
тем

ов.
н в

УДК 637.56

ББК 47.2

П 56

Издание осуществлено при организационной и финансовой поддержке Федерального государственного образовательного учреждения «Центральный учебно-методический кабинет по рыбохозяйственному образованию» (ФГОУ «ЦУМК») Федерального агентства по рыболовству.

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор кафедры «Ихтиология» Дагестанского государственного университета, заслуженный рыбовод РФ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, ведущий научный сотрудник ЮНЦ РАН **Ф.М. Магомаев**;

кандидат биологических наук, доцент кафедры «Аквакультура» Калининградского государственного технического университета **Е.И. Хрусталёв**.

П 56 Пономарёв С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. — М.: Колос, 2009. — 312 с.

ISBN 978-5-10-004041-5

Учебник «Осетроводство на интенсивной основе» разработан в соответствии с первоочередными задачами, определёнными в ходе работы Всероссийского совещания «Развитие аквакультуры в Российской Федерации» (Астрахань, сентябрь, 2006 г.) при Первом заместителе Председателя правительства Российской Федерации Д.А. Медведеве. Материалы учебника содержат сведения о современных биотехнологиях выращивания осетровых рыб в Каспийском, Азово-Черноморском бассейнах, на Европейском Севере, в Сибири и на Дальнем Востоке. В книге даны сведения о современных технологиях искусственного воспроизводства, товарного выращивания, сохранения биоразнообразия осетровых рыб. Авторы знакомят читателя с основными способами формирования ремонтно-маточных стад, создания бассейновых, прудовых осетровых хозяйств на интенсивной основе, методами кормления, получения половых продуктов физиологическим способом. В учебнике изложены сведения о специализированных сухих и влажных комбинированных кормах отечественного и импортного происхождения. Для подготовки дипломированных специалистов высшего профессионального образования по специальности и направлению «Водные биоресурсы и аквакультура», среднего профессионального образования «Ихтиология и рыболовство», фермеров-рыбоводов, специалистов аквакультуры широкого профиля.

ISBN 978-5-10-004041-5

© Издательство «Колос», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Осетровые рыбы относятся к хрящевым ганоидам, это весьма древняя группа рыб, они близки к таким же древнейшим рыбам-акулам, но в то же время заметно отличаются от последних.

Осетровые имеют вытянутое тело с гетероцеркальным асимметричным хвостовым плавником, скелет состоит из хрящевой ткани, челюсти с черепом неподвижно соединяются через специальный подвисочный аппарат. На голове имеются покровные кости, тело покрыто костными жучками. В сердце находится артериальный конус, в кишечнике — спиральный клапан.

В целом строение тела осетровых рыб подтверждает их весьма древнее происхождение. Хорда нерасчленённая, тела позвонков отсутствуют, но имеются хрящевые дуги, строение черепа и плавников довольно примитивное, это и другие перечисленные признаки, подтверждающие их мезозойное происхождение.

Эти рыбы привязаны к пресным водам, хотя многие виды обитают, нагуливаются в солёных водах. Их считают реликтовыми видами, сохранившимися на территории северной Америки и Евразии с древнейших времён. Считается, что расцвета своих популяций они достигли в мезозое. Благодаря исключительной пластичности осетровые прекрасно приспособились ко всем изменениям, происходящим в их ареалах обитания, что позволило в конце концов благополучно дожить до настоящего времени, но только сам человек в конце XX века поставил многие виды осетровых рыб на грань уничтожения.

Считается, что период наибольшего расцвета этой группы рыб происходил в древнем море — океане Тетис, располагавшемся в Северном полушарии планеты. Тетис находился между древними материками Евразия, Африка и Индостан. Часть его вод в результате речного стока оказалась опреснённой, что, вероятно, способствовало расцвету и распространению всех видов осетровых, затем он осолонился. Предполагают, что первичная форма осетра (современный атлантический осётр) имела 120 хромосом, однако в водах Тетиса возникла форма с двойным числом хромосом (240), представителем такой формы является современный русский осётр.

Тетис изменялся, и, в конце концов, распался на ряд водоёмов. В Сарматском бассейне сохранились условия близкие к Тетису; он в

последствии разделился на Азовское море и Каспий. В этих водоёмах уцелел русский осётр, а также основная часть видов (7 видов). Каспий вмещал 2/3 мировых запасов осетровых рыб. Осетровые, попавшие в западные солёные бассейны (Атлантический океан, Древнесредиземное море), сохранили 120 хромосом (атлантический, адриатический осётр).

Изменения рельефа древних водоёмов, Азова и Каспия, их солёности, аридизация климата, похолодание продолжали влиять на формирование специфической фауны. Она представляла собой реликтовый комплекс, остатки изменившейся древней морской фауны Тетиса, средиземноморских и арктических видов, выходцев из пресных вод, к которым вполне можно отнести и осетровых.

Появление *Chondrostei*, к которым относится и семейство осетровых (*Acipenseridae*), восходит к середине мезозойской эры (200–150 млн лет). Если следовать тому, что осетровые были изначально генеративно-пресноводные, то формирование этих рыб, должно было происходить в озёрных бассейнах юрского и меловых периодов, широко представленных на территории Восточной части Европы и Азии.

Господство морских условий в конце мезозойской эры на этой территории вряд ли могли позволить пресноводным предкам осетровых обитать в сильно солёных и прогреваемых лагуно-болотных водоёмах. Вероятнее всего, в этот период они осваивали русловые, глубокие, проточные, пресные водоёмы, располагавшиеся вдоль палеорек. Широкое распространение такие водоёмы получили в этот период на юге Восточной Сибири, Ленском бассейне, Забайкалье и северо-востоке Азиатского материка. Тетис также не мог принять этих рыб в тот период, поскольку вплоть до Сарматского бассейна это был полносолёный водоём.

Особые условия в эволюции пресноводных ландшафтов и их экосистем отмечаются на границе мела и палеогена, связанных с оживлением тектонических движений земной коры, аридизацией и похолоданием климата. Сокращение акваторий пресноводных озёр, пригодных для обитания предков современных осетровых, до размеров рек, а, следовательно, и пагульных площадей, вероятно, и предопределило начало их постепенной миграции в опреснённые зоны океанов: Тетис, Атлантический и Тихий.

Предполагается, что эта экспансия завершилась в плиоцене (7 млн лет) в период существования солоноватого Понтического моря-озера. Именно в этот период рельеф умеренной зоны стал принимать современный облик. Миграция, вероятно, происходила в трёх направлениях, что и позволило оформиться осетровым рыбам в три основные экологические группы: пресноводные, солоноватоводные и эвригалинные.

Стерлядь, лопатоносы и все виды чисто пресноводных осетров сохранили исходный тип осморегуляции — гипертонический. Причём стерлядь и лопатоносы, видимо, являются наиболее близкими потомками предков современных осетровых рыб. Ввиду скудности пищи в ограниченных пространствах палеорек предки этих видов значительно снизили темп роста. Более крупные озёрно-речные осетры (байкальский, зайсанский, американский) — это результат их миграции в большие озёра, образовавшиеся в середине третичного периода и сохранившиеся до настоящего времени.

Мигрировавшие в солоноватые воды Понтического моря предки современных каспийских осетровых эволюционировали в соответствии с разнообразием экологических условий в осваиваемом водоёме. Но адаптация к солёности и другим экологическим факторам, вероятно, шла параллельно с освоением новых кормовых угодий. От чисто пресноводных форм осетровые стали двигаться в сторону эвригалинных рыб. Севрюга и белуга оказались наиболее продвинутыми в этом отношении видами. Происходило это, вероятно, до середины плиоцена (3–2 млн лет), когда Каспийское и Чёрное моря начали самостоятельное существование.

Качественная и количественная структура солевого состава воды Каспийского моря, сформировавшаяся после окончательной изоляции от Мирового океана, определила пути становления современного уровня структурной нефункциональной организации обменных процессов у осетровых рыб. Это касается и систем, регулирующих водно-солевой обмен — от чисто пресноводных до эвригалинных, с элементами гипотонического типа осморегуляции.

Осетровые рыбы в Каспийском, Чёрном и Средиземном морях в состоянии менять тип осморегуляции при смене солёности среды обитания, хотя длительный период в течение жизни они привязаны к пресной воде.

Другое направление морской экспансии осетровых рыб — миграция их пресноводного предка в воды Тихого и Атлантического океанов. Это определило возникновение среди современных осетровых рыб этих вод чисто эвригалинных видов, свободно меняющих гипертонический тип осморегуляции на гипотонический при смене среды обитания. В связи с этим они коренным образом изменили свою биологию.

Начавшееся в середине третичного периода похолодание не дало возможность предкам современных осетровых рыб, обитавших в сибирских реках, при сокращении пресноводного ареала, освоить воды Ледовитого океана, они остались в реках в условиях гипотермии и гипотрофии.

По настоящее время осетровые сохраняли свои популяции, проявляя поразительную пластичность и приспособляемость к условиям среды. Они эвритермны, эвригалинны, эврифаги, то есть — эврибионты, переносят существенное снижение кислорода в воде, и только человек остановил их благополучие и поставил существование многих видов на грань исчезновения.

Осетровые рыбы издавна являлись национальной гордостью России. Настоящее положение осетровых вызывает серьёзную озабоченность человечества. Браконьерство, беспрецедентный перелов осетровых во всех водоёмах России поставило этих реликтовых рыб на грань исчезновения, разрушена система промышленного искусственного воспроизводства популяций. В наиболее ранее благоприятном бассейне — Каспийском море в 70-х годах прошлого столетия добывали до 24 тыс. т осетровых рыб (белуга, русский осётр, севрюга). В настоящее время промысла нет, существующие популяции являются исчезающими, особи белуги в научных уловах практически не попадаются. Браконьерский хищнический лов ведётся как в реках Волга, Урал, Кура, так и в самом Каспии.

В ещё более худшем положении оказались осетровые Чёрного и Азовского моря, катастрофически снижаются запасы осетровых рыб Сибири. На фоне всеобщей картины гибели естественных популяций осетровых рыб в России и бывших республик СССР осетроводство, как часть товарной аквакультуры, получило толчок к развитию. Именно коммерческий спрос на продукцию из осетровых рыб, и главным образом на аквакультурную пищевую икру, привёл к формированию

производств интенсивного типа (бассейновых, прудовых, рециркуляционных), где применяется современная рыбоводная техника и сухие полноценные комбинированные комбикорма. В рыбоводных ёмкостях, при уплотнённых посадках, удаётся получать до 70 кг/м², и более, товарной продукции.

Для этого в искусственных условиях создаётся производственная база по выращиванию производителей и эксплуатации ремонтно-маточных стад осетровых путём использования тёплых сбросных вод, термальных вод, применения водоподогрева. Это, и другие мероприятия, позволяют вдвое сократить время созревания производителей и обеспечить осетровые рыбоводные заводы, товарные хозяйства необходимым рыбопосадочным материалом: живой оплодотворённой икрой, криосохранённой спермой, личинками, сеголетками и годовиками осетровых рыб.

При формировании ремонтно-маточных стад следует учитывать необходимость наличия сезонных рас одного вида (для целей естественного воспроизводства), а для товарного выращивания применять быстрорастущие виды и гибридные формы, отличающиеся быстрым ростом, скороспелостью и нетребовательностью к среде искусственных водоёмов. Это два принципиально важных разных подхода к организации племенных хозяйств — репродукторов. В случае замещения сезонных рас, попадания в естественные водоёмы гибридных форм осетровых рыб, возникает реальная угроза генетического загрязнения видов и их утраты.

Для создания системы ведения научно-обоснованной племенной работы в хозяйствах-репродукторах необходимо реализовать следующее:

- определить перечень объектов искусственного воспроизводства, их сезонных рас, а также — объектов товарного выращивания (гибридных форм);
- установить размер и структуру формируемых маточных стад;
- полностью исключить возможность генетического загрязнения видов, сезонных рас, используемых на цели искусственного воспроизводства;
- изучить влияние искусственных условий содержания на качество потомства, рост и созревание производителей.

Изложенный в учебнике материал содержит результаты создания технологий выращивания осетровых рыб, выполненные отечествен-

ными учёными из ВНИРО, ВНИИПРХа, ГосНИОРХа, АГТУ, КрасНИРХа, ФСГЦР, ЦНИОРХа, СПГУ, МГУТУ, КГТУ. Авторы выносят благодарность сотрудникам кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» АГТУ Ю.М. Баканевой и Ю.В. Фёдоровых за помощь в подготовке рукописи.

В АГТУ и ГосНИОРХе с 1992 года по настоящее время ведётся разработка и внедрение на осетровых рыболовных заводах инновационных проектов области товарного осетроводства, искусственного воспроизводства естественных популяций осетровых рыб, создания технологий выращивания и кормления на интенсивной основе.

С 1995 года в АГТУ ведётся подготовка специалистов-осетроводов по специализации «Осетроводство» (в рамках специальности «Водные биоресурсы и аквакультура») и магистерской программы «Осетровые мирового океана» (в рамках направления «Водные биоресурсы и аквакультура»). К 2008 году всего в АГТУ подготовлено для осетровых рыболовных хозяйств отрасли около 100 выпускников-осетроводов высшей квалификации. Начало организации подготовки в АГТУ и рыбном хозяйстве России осетроводов было положено в 1995 году профессором Л.В. Витвицкой и профессором С.В. Пономарёвым. В настоящее время эту специализацию обеспечивают профессор А.А. Кокоза, профессор С.В. Пономарёв и профессор Е.Н. Пономарёва

ГЛАВА 1. БИОЛОГИЯ ВИДОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Отряд осетрообразные включает род Осетры — *Acipenser*, род Белуги — *Huso*, род Американские лопатоносы — *Scaphirhynchus*, род Лжелопатоносы — *Pseudoscaphirhynchus* и семейство Веслоносовые — *Polyodontidae* (Никольский, 1971; Богутская, Насека, 2004).

Род *Huso* — белуги

Белуга (*Huso huso* Linnaeus). Это наиболее крупные осетровые рыбы. В прошлом веке ещё имели случаи поимки отдельных особей в возрасте более 100 лет и массой до полутора тонн. В целом средняя длина тела самок белуги, ранее заходящих в реки на нерест, колебалась от 210 до 280 см, при массе от 85 до 130 кг. Средняя длина тела самцов соответственно была равна от 160 до 230 см, при массе от 55 до 90 кг. В настоящее время особи белуги исчезли из уловов, даже на осетровых рыболовных заводах по воспроизводству имеются единицы из ремонтно-маточной группы (фото 1, цв. вкл.).

Известно, что (Никольский, 1971) в реке Дон самки белуги созревали в 16–17 лет, самцы в — 14–15 лет; в реках Волга и Урал, соответственно, самки — в 18–20 лет, самцы — в 14–15 лет, а в реке Кура — ещё позже: самки — в 18–20 лет, самцы — 16–25 лет.

Плодовитость самок волжской белуги (абсолютная) равна около 800 тыс. икринок (от 200 тыс. шт. до 7000 тыс. шт.), уральской и куринской белуги — ниже (221–3200 тыс. шт.). Примечательно, что от крупных белуг массой до 1 т можно было получить около 200 кг икры, или 6,5–7,5 млн шт.

Сейчас белуга является редким и исчезающим видом, ранее она обитала в Каспийском, Чёрном, Азовском и Адриатическом морях. Она совершала анадромные миграции, входила на нерест в реки, впадающие в соответствующие моря. В Каспийском море основной нерестовой рекой являлась Волга, частично Урал и Кура. Белуг обнаруживали также в реках Сефидруд и Горган (Иран) на южном побережье Каспийского моря (Иран). В Чёрном море они входили в реки Кавказского побережья, в том числе в реках Риони, Дунай, Днестр, Южный Буг, Днепр и в реки восточного побережья моря. В Азовском море производители белуги заходили в нижнее течение Дона и лишь некоторые особи обнаружены в реке Кубань. В Адриатическом море

единичные особи встречались в Северной части Венеции и в нижней части реки По.

Анадромные миграции этого вида были весьма сходны во всех частях бывшего ареала обитания, исследователи отмечали яровую (веселную) и озимую (зимнюю) расы. У яровой расы нерестовый ход в реки начинался ранней весной, в середине и конце лета он достигал пика и окончательно прекращался поздней осенью. Озимая раса не имела нереста в тот же год, когда она входила в реки. Эти белуги зимовали в реках и размножались на следующий год.

Наличие озимых и яровых рас у осетровых рыб связано с целесообразностью полного использования нерестовых площадей, поскольку до верхних нерестилищ в реке рыба была вынуждена идти в два приёма с зимовкой, а низовых нерестилищ производители достигали в один сезон без зимовки. Кроме этого, наличие двух рас обеспечивало внутривидовую гетерогенность и увеличивало жизнеспособность вида.

Нерест у белуги наблюдался при температуре воды 7–15°C, эмбриогенез проходил за 8 суток при 7–17°C. Число откладываемых икринок было равно от 300 до 7700 тыс. шт.

После вылупления из икринок молодь начинала скатываться в море. В Каспийском море основные пагульные поля белуги расположены в северной его акватории. В эстуарной зоне молодь питалась беспозвоночными, затем, вырастая, — рыбой.

В пределах Каспийского моря имели место сезонные миграции: весной и летом большинство особей были сосредоточены в северной части моря на основных пагульных полях, а осенью и зимой мигрировали в среднюю и южную часть моря.

Калуга (*Huso dauricus Georgi*). Калуга является эндемиком системы реки Амур, она встречается в реке и крупных больших притоках, озёрах (фото 2, цв. вкл.). В море далеко не мигрирует. Молодые особи в летние месяцы выходят в Охотское и Японское моря, достигая северо-восточной части о. Хаккайдо и о. Хонсю.

Принято считать, что река Амур образуется от слияния рек Аргун и Шилка, она имеет дельту, впадающую в Татарский пролив Охотского моря. Эстуарная зона Амура имеет длину 48 км, ширину 16 км.

В системе реки Амур распределение калуги имеет свои особенности: имеются популяции, обитающие в эстуарии, прибрежных зонах,

а также локальные популяции Нижнего Амура, Среднего Амура, а также системы рек Зея и Бурея.

Популяция калуги, обитающая в эстуарии реки, представлена преимущественно пресноводной, и солоноватоводной формами. Особи пресноводной формы питаются только в пресноводной зоне эстуария, особи солоноватоводной формы зимуют в пресноводной зоне, но для питания и нагула в июне–июле мигрируют в солоноватые воды дельты, а затем в северную часть Татарского пролива и в юго-западную часть Сахалинского залива.

Калуга отличается от белуги тем, что передняя спинная жучка больше других и в спинном плавнике менее 60-ти лучей. Калуга также является редким и исчезающим видом, она достигала длины 5,6 м и массы более 1 т. Растёт калуга медленнее белуги, половозрелость довольно поздняя — 17–20 лет. Нерест весенний (май–июнь), происходит на песчаном и галечниковом грунте при температуре воды 12–14°C. Нерест длится несколько дней, соотношение полов 1:1. Плодовитость самок варьирует от 500 тыс. до 4 млн икринок. Вылупившаяся молодь скатывается вниз по течению, питается беспозвоночными. Взрослая калуга потребляет в пищу рыбу.

Род *Acipenser*

Русский осётр (*Acipenser queldenstadti Brandt et Ratzeburg*). Русский осётр в естественных условиях встречается в Каспийском, Чёрном и Азовском море (фото 3, цв. вкл.). Исчезающий вид, имеет анадромную миграцию, входит в реки, впадающие в указанные моря, для нереста. В Каспийском бассейне важнейшая нерестовая река — Волга, однако вид до сих пор мигрирует также в реку Урал (Казахстан). Отдельные производители русского осетра ранее встречались в реках южного и юго-восточного побережья Каспийского моря: Самур, Кура, Ленкорани и Астара. Ранее русский осётр образовывал отдельные локальные стада, имел жилую пресноводную форму. Считалось, что азовский осётр обладает наиболее быстрым ростом.

Нерестилища русского осетра располагались на галечном грунте, каменистых россыпях. Плодовитость самок была равна от 70 тыс. до 800 тыс. шт., инкубационный период — 4 суток, процент оплодотворения 80–90%.

Анадромные миграции вида в Каспийском и Черноморском бассейне были сходными. Ранее чётко выделялась яровая и озимая расы.

Особь яровой расы начинали нерестовую миграцию ранней весной, перестились в апреле–июне. Рыбы озимой расы не нерестились в том же году, когда входили в реку, а зимовали и размножались на следующий год. Предполагалось также наличие неанадромной пресноводной формы русского осетра. Однако, возможно, что в настоящее время эта форма вымерла.

В зависимости от особенностей локальных стад (волжское, уральское, куринское, донское и краснодарское стада) срок наступления половой зрелости был различным (самцы — 8–16 лет, самки — 15–20 лет).

Русский осётр нерестится при температуре 8–25°C в зависимости от популяций (волжский ранний яровой 9–12°C, поздний яровой 20–25°C, озимый летнего хода 8–11°C, озимый осеннего хода 8–15°C). Период желточного питания составляет 8–10 суток, смешанного питания — до 5 суток.

Личинки отличаются отрицательным фототаксисом, после вылупления скатываются по течению, часть из них задерживается в реке. Питается молодь русского осетра беспозвоночными (хиномидами, бокоплавы, мизиды). Взрослый осётр потребляет в пищу хиномид, мелких донных рыб, в Каспии многощетинкового червя nereis. Ходовой осётр в реке почти не питается, покатной — питается слабо.

Требуется ревизия таксономического статуса русско-персидских осетров, определение статуса азовского и днепровско-дунайского осетров.

Персидский осётр (*Acipenser persicus Borodin*). Таксономический статус персидского осетра остаётся неясным до настоящего времени. Популяции этих рыб в Куре и Сефид-Руд рассматривались как подвиды русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* и назывались *Acipenser gueldenstaedtii persicus* по Бергу (1933). Обнаруженные популяции персидского осетра Волги и Урала считались местными специфическими группами русского осетра. Последующая оценка морфометрических и меристических характеристик обоих видов подтвердили, что они различны. Эти исследования, выполненные в КаспНИРХ, позволили рассматривать персидского осетра как полноценный вид. Тем не менее, эти таксономические изменения не являются устоявшимися и не редко *Acipenser persicus* не учитывается как отдельный вид.

Персидский осётр обитает в Каспийском море. Он совершает анадромные миграции в Каспийском бассейне. Персидский осётр ми-

грирует в реках Кура (Азербайджан), иногда Волга (Российская Федерация) и Урал (Казахстан). Весьма редко отдельные производители встречаются и в других реках, таких как Терек, Сулак, Самур, а также в Сефидруд и Горган на Иранском побережье.

В 1986 г. в реке Риони (Грузия) было обнаружено наличие персидского осетра в Чёрном море. Возможно, что он до сих пор встречается и в других реках Чёрного моря (эти сведения требуют проверки).

В Каспийском море персидский осётр распространён во всех частях моря, но он питается и проводит зиму в его Южной и Центральной частях. Это основной объект воспроизводства иранских осетровых рыболовных заводов.

Севрюга (*Acipenser stellatus Pallas*). Севрюга населяет бассейны Каспийского, Азовского, Чёрного и Эгейского морей. Образует несколько локальных стад, приуроченных к определённым районам; исчезающий вид.

Средний размер ходовых самок составляет 130–150 см, самцов — 90–130 см, масса самок равна 11–13 кг, самцов — до 8 кг (фото 4, цв. вкл.). Севрюга также является проходной рыбой, совершающей анадромные миграции.

Севрюгу реки Куры выделяют в отдельную систематическую группу. Отмечали, что она растёт значительно медленнее северокаспийской, является позднеспелой и малоплодовитой. В реках Волга и Урал самцы севрюги созревали в 9–12 лет, самки — в 11–15 лет; в реке Куре самцы — в 11–13 лет, самки — в 14–17 лет.

Быстрее других групп созревала азовская севрюга: самцы в 5–7 лет, самки — в 10–13 лет. Плодовитость самок составляла от 35 до 650 тыс. шт. икринок.

Из Азовского моря нерестовые популяции севрюги совершали анадромные миграции в Днестр, Днепр, Буг, Дунай, имели место случаи поимки особей на южном побережье Турции, в Чёрном море, а также в Эгейском и Адриатическом морях.

Севрюга рек Волга, Урал, Дон, Кубань имели сезонные расы, нерестилась в апреле–мае. При этом нерест севрюги весьма растянут: в реке Волга он продолжается с мая по август, в реке Куре — с середины апреля по сентябрь. Нерест происходит при температуре воды от 18 до 24°C. Личинки севрюги постепенно скатываются по течению реки вниз, в возрасте 2–3 месяцев ми-

грируют из устья в море (Каспийское море). Питается молодь беспозвоночными.

Шип (*Acipenser nudivestris Lovetsky*). Шип населял Каспийское, Чёрное, Азовское и в Аральское моря. Сегодня это редкий, исчезающий вид. Созревшие производители также совершали анадромные миграции для нереста.

Шип от других представителей рода *Acipenser*, отличается тем, что имеет сплошную, не прерванную нижнюю губу. Это позволяет различать молодь шипа от других видов осетровых рыб (фото 5, цв. вкл.).

В Каспийском море ранее отмечали две выделяющиеся группы шипа. Первая группа обитала в Северном Каспии, производители заходили в реку Урал (Казахстан) и иногда в реку Волгу. Другая группа населяла Южный Каспий, производители мигрировали в реку Куру (Азербайджан), в реку Сфидруд (Иран) и, возможно, незначительно, — в реки Ленкорань и Астара. Южнокаспийский шип был представлен, преимущественно, яровой расой, входящей в реку Куру с февраля по апрель, севе́рокаспийский — преимущественно, озимой расой, поднимающейся в реку Урал в сентябре-ноябре и проводящий зиму в ямах в малоподвижном состоянии, а весной, продолжающий нерестовый ход вверх по течению.

Шип нерестился весной с марта по май при температуре 10–15°C. Плодовитость самок составляла от 200 тыс. до 1 млн икринок. Самки созревали в 12–14 лет, самцы — в 10–12 лет. Периодичность нереста составляла 1 раз в 2–3 года.

Популяции шипа в Чёрном и Азовском морях считаются исчезнувшими. Он поднимался в реки Риони, Дон и Кубань, реки Турции.

В Каспии, Чёрном и Азовском морях шип питался преимущественно рыбой. В Аральском море он потреблял ещё и моллюсков.

Весьма распространённым был шип в Аральском море, там он имел промысловое значение. Анадромные миграции шип совершал по реке Амударья, иногда по реке Сыр-Дарья.

В 1933 и 1934 гг. шип был акклиматизирован в озеро Балхаш (Казахстан). Состояние этой популяции не известно.

Шип имел две (р. Кура), или одну (р. Урал, Аральское море) сезонные расы. Этот вид предпочитал мелководные участки водоёмов с илистыми грунтами вблизи устьев рек.

Стерлядь (*Acipenser ruthenus Linnaeus*). Стерлядь является пресноводным видом, населяет реки бассейнов Каспийского, Чёрного и Балтийского морей, встречается в Северной Двине, Оби, Енисее. Характеризуется прерванной нижней губой, бахромчатыми усиками, приближенными к концу рыла, большим количеством жучек (более 50-ти).

Самцы стерляди созревают на 4–5 году при длине 28–32 см, самки — на 5–7 году жизни при длине 34–40 см. Стерлядь достигает длины 80 см и больше. Обычная масса стерляди — 250–2000 г (фото 6, цв. вкл.). Встречаются и более крупные особи массой до 8 кг. В природных популяциях стерляди различают две формы: распространённая острорылая и редкая тупорылая.

Стерлядь нерестится на галечниковом грунте в реке Волге в мае. Плодовитость самок колеблется от 3 до 140 тыс. икринок. В зависимости от температуры воды длительность инкубации колеблется от 4 до 11 суток. Самки нерестуют вначале через год, затем реже. В большинстве рек имеется яровая и озимая формы стерляди нерестующие, соответственно: в год нерестового хода в марте-июне или на следующий год — в апреле-мае.

Вылупившиеся личинки держатся в русле реки на мелководьях и питаются беспозвоночными, в том числе ракообразными, мелкими червями и личинками насекомых.

Взрослая стерлядь потребляет в пищу личинок насекомых (падевок, хирономид), и самих насекомых, упавших в воду. Зимует в ямах.

Стерлядь используется при промышленном разведении для гибридизации (с белой, осетрами), быстро созревает и легко приспосабливается к промышленным условиям аквакультуры. В связи с этим получены высокопродуктивные гибриды: бестер, остёр, стербел и др.

Стерлядь в природе сохранилась лучше других осетровых, она является евроазиатским видом, обитающим в реках, впадающих в Каспийское, Чёрное, Азовское, Балтийское, Белое, Баренцево и Карское моря. Ранее стерлядь встречалась также в Ладожском и Онежском озёрах. До сих пор встречается в реках Дунай, Днестр, Днэпр, Кубань, Волга, Северная Двина, Обь, Енисей, Лена, Яна, Индигирка, Колыма, в опреснённых участках Азовского и Каспийского морей. Она успешно интродуцирована в реку Амур, в реки Камчатки, Печору. В настоящее время состояние популяций в реках Сибири и местах интродукции не известно.

В Каспийском бассейне волжская стерлядь обитает главным образом в реке Волга, в том числе, в водохранилищах, притоках: Кама, Вятка, Ока, Ветлуга, Сура и Чусовая. Иногда стерлядь обнаруживали и в реке Урал.

В Азовском бассейне донская стерлядь до сих пор обитает в среднем и нижнем течении реки Дон. В реках Кубани стерлядь встречается крайне редко. Объект искусственного воспроизводства и товарного выращивания (работы ведутся в ЮНЦ РАН, на Донском ОРЗ).

В бассейне Чёрного моря стерлядь встречается в основном в реках Днепр и Дунай, в Днестре, Южном Буге и в проливе Днепр — Буг. В речной системе Дуная стерлядь была известна в некоторых притоках, таких как Тиса, Савва, Драва и Раба. В настоящее время ареал стерляди в реке Дунае расширился благодаря улучшению качества воды, и вид вновь появился в её притоках.

Существует отдельная форма стерляди с местным названием *Acipenser marsiglii Brandt*, она обитает в сибирских речных системах Оби, Иртыша и Енисея, которые впадают в Карское море.

Сибирский осётр (*Acipenser baeri Brandt*). Сибирский осётр обитает в реках Сибири — от Оби до Колымы (фото 7, цв. вкл.). Ареал обитания простирается в меридиональном направлении от бассейна реки Лены и Обской губы на 73–74° северной широты до бассейна реки Чёрный Иртыш и Селенги на 48–49° северной широты, а в долготном направлении от бассейна реки Оби до реки Колыма. Проходной вид, способный образовывать пресноводные жилые формы. Эти рыбы наиболее многочисленны в среднем и нижнем течении рек, выходят в солоноватые воды и способны мигрировать по заливам Северного Ледовитого океана.

Этот вид считают монотипичным или выделяют до трёх–четырёх подвидов — *A. baeri Nikolsky* (байкальский осётр), *A. baeri chatus Dragin* (якутский осётр), *A. baeri stenorrhynchus Nikolsky* (острорылый осётр), *A. baeri baeri Brandt* (обский осётр).

Подвид *Acipenser baeri baeri Brandt* (обский осётр) ограничен рекой Обью и её основными притоками, включая Чёрный Иртыш. Обская популяция характеризуется ежегодными сезонными миграциями между рекой Обь и Обской губой, связанными с уникальным ежегодным зимним дефицитом кислорода в речной воде. Осётр в большинстве своём покидает зимой реку Обь и остаётся в Обской

губе, тогда как весной наоборот мигрирует в реку. Имеет полупроходную и жилую форму.

Подвид *Acipenser baeri stenorrhynchus Nikolsky* (ленский осётр) встречается в бассейнах Восточно-Сибирских рек: Енисея, Лены, Индигирки, Колымы и реки Анадырь. Имеет полупроходную и жилую форму.

Мигрирующая форма остаётся в эстуариях дельты рек для нагула и проходит значительные расстояния вверх по течению для нереста, тогда как жилая форма обитает в среднем или верхнем течении рек и не предпринимает длинных миграций. Жилая форма менее многочисленна, чем мигрирующая.

Подвид *Acipenser baeri Nikolsky* (байкальский осётр), или *Acipenser baeri baicalensis Nikolsky*. Этот подвид исключительно пресноводный, озёрно-речной, встречается только в озере Байкал, откуда мигрирует на нерест в реку Селенгу. В озере Байкал обитает в основном возле дельты реки Селенги, в Баргузинском и Чивиркуйском заливе, хотя изредка отдельные особи обнаруживаются в северной части озера в истоках рек Верхней Ангара и Кичеры. До основных мест обитания в озере байкальский осётр мигрирует вдоль прибрежных мелководных зон в большие пригоки озера Байкал. Известно, что в реке Селенге он мигрирует по течению на 1000 км, входя в притоки реки, включая Чикон, Орхон, Тулу и Дельгер-Мурсну (фото 8, цв. вкл.).

Сибирский осётр был безрезультатно интродуцирован в самые различные бассейны рек и морей (Балтика, озёра Псковско-Чудское, Селигер, Горьковское, Волгоградское водохранилища).

В современный период сибирский осётр является основным объектом товарного рыбоводства России и Европы. Он созревает раньше русского осетра и лучшим образом приспособлен к условиям искусственного выращивания.

Амурский осётр (*Acipenser shrenki Brandt*). Амурский осётр является эндемиком бассейна реки Амур, там он обитает на всём протяжении реки, включая притоки Аргун и Шилку. Максимальный размер до 5 м, самцы созревают в возрасте 9–10 лет, самки — 13–17 лет. Нерест проходит на галечниковом, песчаном грунте. Нерест с мая по июль, средняя плодовитость 105 тыс. шт. икринок.

Амурский осётр весьма близок к сибирскому, но отличается гладкими жаберными тычинками (у сибирского они гребенчатые), имеет проходную и пресноводную формы (фото 9, цв. вкл.).

В этом речном бассейне амурский осётр имеет две экологические формы: серый осётр и коричневый осётр. Коричневый осётр встречается реже, чем серый. Как правило, особи коричневого осетра встречаются в средней и нижней части Амура.

Ареал распространения преобладающей серой формы *Acipenser shrenki* в Амуре фрагментарен: одна популяция живёт в эстуарии, но не выходит в море, другая концентрируется в среднем Амуре, третья — в верхнем Амуре и четвёртая — в Зей-Буреинской низменности.

Молодь потребляет в пищу беспозвоночных, в спектр питания взрослых рыб примешивается рыба.

Сахалинский осётр (*Acipenser mikadoi*, Hilgendorf Sakhalin sturgeon). Сахалинский осётр встречается в Японском море, от Кореи до Северной Японии, обнаруживается в Татарском заливе, в водах острова Сахалин, в реке Амур, в Охотском море, в морских районах Приморского края и в Беринговом море, редкий исчезающий вид.

В течение долгого времени *A. mikadoi* Н. рассматривался как один вид вместе с *A. medirostris aures*, американским зелёным осетром. Азиатскую форму рассматривали как отдельный подвид — *A. medirostris mikadoi*. Результаты исследования ДНК у обеих форм показали, что размеры генома у азиатской и американской формы весьма различны. Считается, что две указанные формы являются различными видами.

Сахалинский осётр — это анадромный вид, в прошлом заходивший во многие реки в пределах ареала своего обитания (фото 10, цв. вкл.).

Известно, что раннее нерестилища сахалинского осетра находились в нескольких малых реках острова Хоккайдо (Япония), а также в достаточно коротких реках, стекающих из горных районов Сихот-Алиня в Татарский пролив в России, включая реки Тумнин и Копни (Хабаровский край), в реках Вайхту и Тим (о. Сахалин) и, возможно, в реку Партизанская (или Сучан) Приморского края.

В современный период сахалинский осётр потерял почти все свои нерестилища в малых реках Хабаровского и Приморского краёв, о. Сахалин, а также о. Хоккайдо (Япония). Единичные особи заходят лишь в одну реку (река Тумнин или Датта в Хабаровском крае России) на нерест, но эта информация требует подтверждения. Нерестится сахалинский осётр в июне на галечных участках в нижнем течении реки Тумнин, причём в эстуарии этой реки встречались взрослые особи массой не менее 100 кг. На Сахалине, на Охотском

лососевом рыбноводном заводе содержится небольшая группа производителей сахалинского осетра.

Корейский осётр (*Acipenser dabryanus Dumeril*). Корейский осётр — эндемик системы реки Янцзы в Китае. Ареал обитания вида в основном расположен в верхнем течении основного русла реки выше Гецубской плотины в Йичанге (провинция Хубей), но эти осетры входят также в крупнейшие притоки этой части реки, включая реки Минг, Тао и Яилинг. Отдельные особи корейского осетра встречаются в нижних и средних частях реки Янцзы ниже Геджоубской плотины. Крайне редки они в озёрах Донгтинг (провинция Хунань) и Поянг (провинция Янкси).

Корейский осётр является пресноводным видом, держится на песчаных отмелях с илистым дном и слабым течением. В период повышения в основном русле уровня воды во время весеннего паводка, эти осетры уходят питаться в притоки. Их молодь задерживается на песчаных мелководьях и встречается на участке между Лучжоу и Жианжингом (провинция Сичуань), где скорость течения довольно низкая. Самки корейского осетра созревают в возрасте 6–8 лет, самцы — 4–6 лет (фото 11, цв. вкл.).

Имеет место мнение, что нерестилища корейского осетра расположены в верховьях главного русла реки Янцзы, куда взрослые особи мигрируют весной.

Молодь осетра встречается в русле реки ниже города Йибинг в провинции Сичуань, в то время как зрелые рыбы в этом районе не обнаружены. Считается, что нерестилища могут быть расположены в главном русле выше Йибинг, а молодь скатывается вниз по течению сразу после вылупления.

Ранее в естественных условиях, до середины XX века, корейский осётр был широко распространён в верхнем и среднем течении реки Янцзы и её притоков. Но в 1981 г. была построена Геджоубская плотина в районе между верхним и средним течением Янцзы (возле Йичанга, провинция Хубей), которая отрезала верхние нерестилища для многих рыб, включая корейского осетра.

Китайский осётр (*Acipenser sinensis Gray*). Китайский осётр также вымирающий вид, совершающий анадромные миграции, он близок к корейскому осетру (фото 12, цв. вкл.). Эти два вида — единственные представители семейства осетров в реке Янцзы, где обита-

ет также ещё один представитель осетровых из семейства вселюнов — псефур. Корейский осётр является типично пресноводной рыбой, но китайский осётр это анадромный вид, который мигрирует на значительные расстояния. Внешне оба вида похожи, имеют близкие размеры, хотя считается, что максимальный индивидуальный размер китайского осетра и темп его роста гораздо выше.

Нагуливается китайский осётр в Китайском и Японском морях, на нерест, кроме реки Янцзы, заходит в реку Пирл на Юго-Востоке Китая. Нерестовые миграции изучены в реке Янцзы. Производители, близкие к созреванию, подходят к устью реки Янцзы в июне–июле, а затем долго поднимаются по основному руслу реки. Их обнаруживают на расстоянии 1000–1850 км от устья в сентябре–октябре, где они зимуют. Нерестятся в октябре–ноябре следующего года.

Годовики длиной 7–38 см регистрируются в эстуарии Янцзы от середины апреля до начала октября. Более крупные особи массой в несколько килограммов могут обнаруживаться в прибрежных зонах вблизи эстуария, а особи массой от 25 до 225 кг были выловлены в восточной части Китайского моря и в Жёлтом море.

Как и с корейским осетром, анадромные миграции китайского осетра невозможны из-за Геджоубской плотины. До строительства этой плотины производители мигрировали в области верхнего течения реки Янцзы выше г. Хулинг и в нижнее течение притока Янцзы — реки Йингша, на расстоянии 2500–3300 км от устья, где нерестились. В настоящее время китайский осётр в реке Янцзы отрезан от 16-ти основных известных мест нереста, расположенных на участках основного русла выше города Хулинг и в нижнем течении реки Йингша ниже города Жингши. Ниже плотины известно лишь около десяти основных нерестилищ этого вида.

Зеленый осётр (*Acipenser medirostris* Ayres) обитает по Тихоокеанскому побережью Северной Америки от Алеутских островов и залива Аляски до Мексиканского залива, он встречается возле устьев и в эстуарных зонах крупных рек. Близок к *A. Mikadoi* H., иногда считается единым видом (фото 13, цв. вкл.).

Размножающиеся популяции зелёного осетра в настоящее время существуют в реках Фрейзер и Скина в Канаде, в реке Рог (река Орегон, США), в реке Кламац, Сакраменто и Тринити (Калифорния, США). Является анадромным видом, который проводит большую

часть жизненного цикла в море и входит на нерест в реки по Тихоокеанскому побережью Северной Америки. В штате Калифорния зелёный осётр мигрирует в пресные воды на нерест весной и нерестится близко к побережью (в реках Кладман, Фрейзер).

О географическом распространении зелёного осетра в историческом аспекте практически ничего не известно. Предполагают, однако, что ранее вид был распространён в некоторых других реках по тихоокеанскому побережью, кроме пяти известных ныне, где находятся его нерестилища.

Всего известно пять рек, где находятся его нерестилища. Считается, что зелёный осётр заходил на нерест и в другие реки тихоокеанского побережья.

Кроме США, зелёный осётр обитает и в Канаде, там как промысловый вид он значения не имеет, поскольку мясо и икра его имеют, как считается, неприятный вкус и запах.

В отличие от Канады, в США промышленный лов зелёного осетра имеет место и, что вызывает определённое беспокойство из-за возможного его перелома. Известно, что в США есть много государственных и частных организаций осуществляющих наблюдение за попом осетровых на Западном побережье.

Зелёный осётр считается симпатричным к белому осетру, (*A. transmontanus*), последний более многочисленен, чем зелёный осётр. Оба вида очень сходны, и возможно, в реках Колумбии происходит межвидовое скрещивание. Поскольку трудно визуально различить эти два вида, провинциальные и федеральные службы регулирования рыболовства не делают различий между зелёным и белым осетром. Наиболее очевидным способом различить эти виды является положение ануса по отношению к основанию тазовых плавников. Количество латеральных жучек у белого осетра больше (38–48) по сравнению с зелёным осетром (23–30).

Белый осётр (*Acipenser transmontanus*) является самым крупным из североамериканских осетров и он достигает длины 6 м, массы 600 кг, его возраст может достигать 100 лет (фото 14, цв. вкл.). В уловах попадаются особи длиной от 0,2 до 2,2 м. Объект товарной аквакультуры в Европе.

Водится белый осётр в пределах Тихоокеанского побережья Северной Америки от Алеутских островов Аляски до Монтерей (Ка-

лифорния). Образует значительные популяции в трёх речных системах: реке Фрейзер и её притоках в Канаде; в системе реки Колумбия (нижнее течение реки Колумбия и её притоках в штатах Вашингтон, Орегон, Монтана и Айдахо (США); верхнем течении реки Колумбия в Канаде) и в реках Сакраменто и Сан-Хоакин в Калифорнии (США).

Примечательно, что отдельная популяция белого осетра, которая была изолирована от других популяций в бассейне реки Колумбия примерно 10000 лет назад, была обнаружена в озере Кутинсей (шт. Айдахо) и в Канаде.

Белый осётр вовсе не выражен как анадромный вид, поскольку отдельные популяции в реке Колумбия оказались отрезанными от моря после строительства плотин и существуют по настоящее время.

Озёрный осётр (*Acipenser fulvescens Rafinesque*) отличается весьма широким ареалом обитания. В Северной Америке водится в трёх основных водных системах: Великие озёра, Залив Хадсона-Джеймса и река Миссисипи — от верховий и её основных притоков до южного побережья Арканзаса. В Канаде обитает в реках и озёрах пяти провинций: Альберта, Саскатчеван, Манитоба, Онтарио и Квибек. Вид обнаруживают на западе до Эдмонта на северной реке Саскатчеван, на востоке до Сант Роч де Олнерис на реке Св. Лаврентия; на севере до реки Сил (притока на западном побережье залива Хадсона); на юге до озера Эри. Некоторые популяции в различных водоёмах изолированы и фрагментарны из-за строительства плотин на реках (фото 15, цв. вкл.).

Считается, что озёрный осётр обычно пресноводный вид, однако иногда отдельные особи были выловлены в солоноватых водах реки Св. Лаврентия и реки Мауэз вблизи залива Джеймса.

В целом, все популяции озёрного осетра существенно уменьшились на большей части ареала обитания за последние 200 лет, в основном, вследствие перелова человеком, начиная с конца XIX века. Популяции озёрного осетра существуют до сих пор, на них оказывают влияние строительство плотин, перелов, загрязнение вод.

Вторым важнейшим фактором воздействия на популяции озёрного осетра является загрязнение почти всех речных систем в пределах ареала обитания. Экологический стресс, вызываемый водным загрязнением от таких источников, как промышленность,

города, обрабатываемые земли и др., сильно влияет на популяции озёрного осетра.

В водных бассейнах Европы обитает атлантический, адриатический осетры, севрюга, стерлядь, белуга.

Атлантический осётр (*Acipenser sturio Linnaeus*) населяет моря Европы и Северной Америки. Американского атлантического осетра (*A. sturio oxyrinchus*) часто относят к этому виду в качестве подвида. Американские учёные его рассматривают как отдельный вид. Отдельные учёные также полагают, что возможно атлантический осётр был замещён американским осетром, который проник через Северную Атлантику в Балтийское море 200–800 лет назад (фото 16, цв. вкл.).

В России атлантический осётр представлен балтийским осетром. В Северной Атлантике он был распространён в водах Балтики и по побережью Норвегии, встречался в Ладожском, Онежском озёрах. Исчезающий, редкий вид. Достигал длины 3 м, массы более 200 кг, совершал анадромные миграции. Нерестился в реках на галечниковом грунте, плодовитость самок составляла от 800 до 2400 тыс. личинок. Инкубационный период составляет от 64 до 120 ч. Морской, проходной вид, исключение составлял ладожский осётр, вероятно постоянно живший в озере.

Адриатический осётр (*Acipenser naccarii Bonaparte*) населяет бассейн Адриатического моря (реки Брента, По, Адиге, Пьяве, Ливенца, Баккильоне, Тальяменто), является объектом искусственного воспроизводства в Италии.

Род американские лопатоносы — *Scaphirhynchus*

Обитают в бассейнах рек Северной Америки (бассейн реки Миссисипи), имеют длинный хвостовой стебель, покрытый костными пластинками (фото 17, цв. вкл.).

Вид *Scaphirhynchus platyrhynchus Rafinesque* более распространён, имеет длину до 90 см, нерест происходит с апреля по июнь в притоках с каменистым грунтом. Питается бентосными организмами — личинками насекомых.

Вид *Scaphirhynchus albus Forbes et Richardson* более редок, обитает в реке Миссури, максимальная длина до 101 см, нерест происходит с июня по август, предпочитает реки с более быстрым течением (фото 18, цв. вкл.).

Вид *Scaphirhynchus suttkusi* — алабамский лопатонос.

Род лжелопатоносы — *Pseudoscaphirhynchus*

В отличие от американских лопатоносов отличаются более коротким телом, не покрытым сплошь костными пластинками. Имеет три вида: два водились в бассейне реки Амударьи, один в бассейне реки Сырдарьи. Современное состояние популяций не известно.

Большой амударьинский лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus rhynchus Kaufmann Bogd*) обитал в Амударье, пресноводный речной вид. Хвост имеет вид плетевидной нити (у молоди нет). Достигал длины более 40 см, питался личиками наскомоых, мелкой рыбой.

Малый амударьинский лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus Rhynchus hermanni Kessl*) обитал также в Амударье. Отличался отсутствием хвостовой нити, имел меньшие размеры (до 27 см). Питался беспозвоночными.

Сырдарьинский лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus fedtschenkovi Kessl*) обитал в равнинной части течения русла Сырдарьи. Отличался большим числом спинных жучек. Встречались короткорылые и длиннорылые особи.

Семейство веслоносовые (*Polyodontidae*). От других осетровых отличаются отсутствием жучек, ганоидная чешуя есть исключительно на верхней лопасти хвостового плавника. На рыле имеют 2 усика (фото 19, цв. вкл.). Два вида: *Polyodon spathula Walb.* (веслонос), обитающий в восточной части США и *Psephurus gladius Mart.* (псефур), описанный дальше (Китай).

Имеют соответственно два рода *Polyodon* и *Psephurus*. Веслонос отличается длинными жаберными тычинками, рыло веслообразное, достигает 2 м длины и 35 кг массы, псефур — 7 м, массы более 300 кг.

Веслонос обитает в США в больших реках и чистых озёрах, нерест весенний (с марта по май в разных штатах). Икрометание на каменистом грунте, зоопланктонофаг, личинки в искусственных системах выращивания потребляют стартовые корма в виде крупки. Объект пастбищной аквакультуры в Евразии, Южной Америке. Биология подробно описана в главе 10 (тема 10.7). Псефур считается хищной рыбой, о которой почти ничего не известно, очень редкий, исчезающий вид.

Китайский веслонос, псефур (*Psephurus gladius Marten*). Псефур, так же, как и корейский осётр, является эндемиком реки Янцзы и её притоков, включая реки Туоян, Мингиджанг, Жиалимжанг, Кьюа-

тангжианг и Йонгжян, а также озёр Донгтинг и Поаян. Чаще всего особи этого вида встречались в основном русле реки Янцзы, и лишь изредка — в её притоках.

Псефур является хищной рыбой, питающийся в первую очередь рыбой мелкого и более крупного размера, но потребляющий также крабов и креветок, псефур — пресноводный вид.

Известно также, что псефур в зрелом возрасте заходил в море (Восточная часть Китайского моря, Жёлтая река). Его иногда обнаруживали в нижнем течении рек Кьянганг и Йанганг провинции Жэньцзян.

Ранее в реке Янцзы молодь и взрослые псефуры были широко распространены в верхнем, среднем и нижнем течении, но, однако, их личинок обнаруживали в районе верхнего течения выше Лучжоу. Считается, что нерестилища псефуры находились в районе верхнего течения реки Янцзы.

После строительства Геджоубской плотины в 1981 г. популяция псефуры оказалась разделённой на две — выше и ниже плотины. Популяция, обитающая выше плотины считается ещё способной к размножению из-за наличия нерестилищ. В то же время, популяция среднего и нижнего течения, ниже плотины, практически утрачена из-за полной потери подходящих мест для нереста. Во всяком случае, молодь псефуры от плотины до устья Янцзы не обнаруживается.

ГЛАВА 2. РАЗВИТИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ОСЕТРОВЫХ РЫБ

В работах Т.А. Детлаф, А.С. Гинсбург, А.С. Шмальгаузен и Е.Н. Пономарёвой отражены основные закономерности развития осетровых рыб, в том числе пищеварительной и ферментной систем.

2.1. Созревание половых продуктов

Развитие осетровых рыб в онтогенезе включает эмбриональный и постэмбриональный периоды развития. Созревание иц у осетровых рыб происходит в естественной среде обитания и при промышленном воспроизводстве.

У проходных видов самки заходят из моря в реки с ещё не зрелыми половыми клетками. Яйцеклетки (ооциты) у них находятся в яичниках (ястыках). В условиях незарегулированного стока рек часть рыб (яровые расы) заходят в реки с гонадами в завершённой IV-ой стадии зрелости. Яичники имеют крупные ооциты, закончившие свой рост. Эти самки нерестятся в том же году. Другие, рыбы озимой расы заходят в реки с гонадами в III–IV-ой и в незавершённой IV-ой стадиях зрелости, залегают в ямы, в которых проводят несколько месяцев, и нерестятся лишь в следующем году.

Осетровые, имеющие завершённую IV-ю стадию зрелости гонад, мигрируют к нерестилищам, где и происходит созревание ооцитов. В присутствии текущих самцов у самок происходит овуляция ооцитов (ооциты освобождаются от фолликулярной оболочки), самки вымётывают икру в воду.

Физиологический процесс перехода рыбы в нерестовое состояние происходит следующим образом: факторы внешней среды (температура, течение, наличие каменистого, песчаного дна и др.) действуют через органы чувств на центральную нервную систему рыбы (на область гипоталамуса), что в свою очередь стимулирует выделению из клеток гипофиза в кровь гонадотропных гормонов. Гонадотропные гормоны стимулируют созревание ооцитов и их овуляцию. Овулировавшие, способные к оплодотворению ооциты, называют яйцами. Самка вымётывает яйца в воду по мере того, как они овулируют, небольшими порциями, в связи с чем вымётывание всей созревшей икры продолжается довольно долго. В то же время самцы выделяют в воду сперму.

В условиях промышленного разведения осетровых рыб созревание ооцитов и овуляция осуществляются, как и при естественном нересте, так и под влиянием воздействия гормональных препаратов. В том и в другом случае на созревание ооцитов воздействуют гонадотропные вещества. В промышленных условиях используют препараты гипофизов (глицериповую вытяжку), а также синтетические гормональные препараты (например, сурфагон). Следовательно, специалисты аквакультуры должны сами обеспечить оптимальные условия для созревания ооцитов в теле самки, в связи с чем необходимо управлять процессом перехода яичников в завершённую IV-ю стадию зрелости.

При созревании ядро ооцита и его цитоплазма претерпевают глубокие изменения. Это происходит в яичнике самки, или в эксперименте в физиологическом солевом растворе (растворе Рингера), содержащем гормоны.

В яичнике, достигшем IV-ой стадии зрелости, расположены крупные пигментированные ооциты дефинитивного размера. Кроме них различимы мелкие непигментированные полупрозрачные ооциты, находящиеся на начальных стадиях роста — вторая генерация ооцитов, которые затем начнут интенсивно расти после вымётывания ооцитов первой генерации, и будут использованы при следующем нересте.

Ооциты имеют тонкую фолликулярную оболочку, состоящую из прилегающего к его поверхности слоя клеток фолликулярного эпителия и соединительнотканного слоя (теки), снабжённого кровеносными сосудами. Ооцит, одетый фолликулярной оболочкой, называется фолликулом, который на стороне, обращённой в полость тела, покрыт перитонеальным эпителием.

Как клетка ооцит представляет собой крупное образование, его цитоплазма содержит значительное количество запасных питательных веществ, используемых в процессе зародышевого развития. Он имеет довольно чётко выраженное полярное строение: его вегетативная часть заполнена зёрнами желтка и капельками жира. В анимальной части содержится основная масса цитоплазмы, заключающая в меньшем количестве мелкие желточные зёрна и липидные включения небольшого размера. У поверхности ооцита в цитоплазме расположен слой небольших телец, называемых кортикальными гранулами. Глубже лежат более мелкие пигментные гранулы.

Ооцит имеет ядро, которое смещено в анимальную область, причём его положение позволяет судить о том, достигли ли гонады IV-ой завершённой стадии зрелости, на которой фолликулы приобретают способность реагировать на воздействие гонадотропных гормонов. В процессе созревания гонад от IV-ой незавершённой к IV-ой завершённой стадии зрелости ядро в ооцитах смещается в направлении анимального полюса и оказывается полностью или почти полностью окружённым мелкозернистым желтком анимальной области.

Зрительно ядро представляет собой крупный пузырёк овальной формы. В ооцитах, в связи с их быстрым ростом и дефинитивным размером у осетровых рыб, ядро по размерам во много раз превосходит ядра соматических клеток, имеет своеобразное строение.

Зародышевый пузырёк заполнен ядерным соком (кариоплазмой), где во взвешенном состоянии находится небольшое плотное тельце, заключающее хромосомы, — кариосфера. На этой стадии ооцит содержит двойное (диплоидное) число хромосом, объединённых в тетрады, состоящие из двух временно соединившихся (конъюгировавших) гомологичных хромосом отцовского и материнского геномов, каждая из которых, в свою очередь, подразделяется на две сестринские хроматиды. Хромосомный аппарат имеет такое строение вплоть до перехода ооцита к созреванию. Кариоплазма зародышевого пузырька имеет многочисленные ядрышки, которые располагаются ближе к ядерной оболочке в той части ядра, которая обращена к вегетативному полюсу.

У ооцита под фолликулярным эпителием имеются две оболочки — желточная и студенистая. Студенистая оболочка является продуктом секреции клеток фолликулярного эпителия и на этой стадии ещё непосредственно связана с ним. Над зародышевым пузырьком, в центре анимальной области ооцита, в яйцевых оболочках имеются каналы, занятые выростами нескольких крупных фолликулярных клеток — это будущие микропиллярные каналы.

Существуют способы изучения ооцитов при их созревании в теле самки (*in vivo*). Для этого из яичника через определённые интервалы времени извлекают фолликулы (с помощью шупа или через разрез в стенке тела), фиксируют и изучают на гистологических препаратах. Фолликулы Т.А. Детлафа и С.А. Давыдова, параллельно с фиксацией, помещали в раствор Рингера и изучали их способность развиваться

вне тела самки. Таким образом, было установлено, что при созревании ооцитов осетровых рыб, так же как и у амфибий, можно выделить два периода — гормонозависимый и гормононезависимый, или период инерции созревания. Ооциты, перенесённые в течение гормононезависимого периода в раствор Рингера без гормонов, не созревают. Считается, что если ооциты вступили в гормононезависимый период, извлечение их из тела самки уже не прерывает процесса созревания, который завершается в солевом растворе. Такие созревшие вне организма ооциты после перенесения в воду могут быть оплодотворены, они нормально развиваются и дают жизнеспособных предличинки, которые переходят на активное питание.

При завершении первой половины периода созревания зародышевый пузырёк почти вплотную подходит к поверхности ооцита, затем, в течение очень короткого времени, оболочка его разрушается и всё содержимое — кариоплазма и хромосомы — переходит в цитоплазму.

При разрушении оболочки зародышевого пузырька кариоплазма постепенно распределяется в цитоплазме анимальной области ооцита и образует в ней густую сеть лакун, свойства ооцита изменяются, поскольку поверхностный слой цитоплазмы приобретает сократимость, а во внутренних её частях появляются звёзды (цитастеры).

Для того чтобы узнать насколько далеко зашёл процесс созревания ооцитов, есть ли у них уже разрушение зародышевого пузырька, можно применить достаточно простой приём. Следует опустить ооцит в кипящую воду на 1–2 минуты и затем разрезать его лезвием безопасной бритвы пополам вдоль анимально-вегетативной оси; если зародышевый пузырёк ещё не разрушен, то он будет хорошо различим даже невооружённым глазом, без лупы.

Вторая половина периода созревания отличается тем, что в ооците можно наблюдать быстро следующие друг за другом фазы мейоза — процесса, имеющего важнейшее биологическое значение, поскольку он приводит к редукции (уменьшению вдвое) числа хромосом в яйцеклетке. В значительной степени мейоз протекает в то время, когда ооцит находится ещё в яичнике, а завершается он у осетровых рыб, как и у других позвоночных животных, только после оплодотворения яйца.

В цитоплазме ооцита формируется и перемещается к поверхности веретено I-го деления созревания. Хромосомы (тетрады) сначала на

нём распределены беспорядочно (прометафазы I-го деления созревания), потом они располагаются в экваториальной плоскости веретена, и образует метафазную пластинку. Веретено начинает удлиняться, а пары хроматид из каждой тетрады расходятся к разным полюсам веретена (телофаза), периферическая группа хромосом вместе с небольшим количеством цитоплазмы отделяется от ооцита и образует первое полярное тельце. Оставшаяся в ооците первая группа хромосом без задержки переходит ко II-му делению созревания, которое достигает метафазы II, деление ядра останавливается (блокируется) и ооцит овулирует. После овуляции он представляет собой зрелое, способное к оплодотворению яйцо.

Время наступления разрезов через ооцит выражено в относительных единицах продолжительности развития — в τ_0 . Греческой буквой τ с индексом 0 (нуль) (тау нулевое) была обозначена продолжительность одного митотического цикла в период синхронных делений дробления, равная времени между появлением на поверхности яйца борозд I-го и II-го делений. Было установлено, что эта величина может быть использована как мера продолжительности разных периодов развития, включая и период созревания, поскольку при изменении температуры в пределах оптимальных температур продолжительность этих периодов изменяется пропорционально. Зная величину τ_0 при разных температурах, можно определить абсолютную продолжительность интересующего нас периода в часах и минутах при любой температуре в пределах оптимума, с учётом особенностей самих самок, что влияет на период от выполненной инъекции гипофизов до разрушения зародышевого пузырька.

Вместе с ядерными преобразованиями в ооците продолжают изменяться свойства цитоплазмы, которая оводняется, её тургор увеличивается, и она становится более чувствительной к действию неблагоприятных температур. Известно, что термочувствительность ооцитов осетра на стадии метафазы второго деления созревания во много раз выше, чем на стадии метафазы первого деления созревания.

Сперматозоид в яйцеклетку попадает через микропиле в анимальный полюс, состоящий из 5–10 каналов. Он имеет вид узкого цилиндра с головкой с тонким, длинным хвостом. На конце головки расположена акросома, растворяющая оболочку яйцеклетки в месте прикрепления сперматозоида.

Яйцеклетка имеет анимальную, верхнюю (после оплодотворения) часть, а также нижнюю вегетативную. В анимальной части имеется светлое (полярное) пятно. По границе анимальной области формируется наружное пигментное пятно.

В результате оплодотворения, через 15–20 минут икринки осетровых становятся клейкими, они набухают, их оболочки становятся более прочными.

В настоящее время в аквакультуре разработаны методы глубокой заморозки и хранения сперматозоидов в жидком азоте (криоконсервация). В ряде научных центров (ВНИИПРХ, Россия; ЮНЦ РАН и АГТУ, Россия; НАКИ, Венгрия) имеются криосохраняемые генетические коллекции (криобанки) осетровых рыб.

2.2. Эмбриональное развитие

Время от момента оплодотворения икры до перехода личинки рыбы на активное (внешнее) питание называется **эмбриональным**. Этот период включает:

- развитие организма в оболочке икринки;
- развитие свободного эмбриона (предличинки) от момента вылупления из икринки до начала перехода на активное питание.

В период эмбрионального развития у зародыша постепенно формируется нервная, выделительная, кровеносная, мышечная системы органов; начинает пульсировать сердце; обособляется и быстро растёт хвостовой отдел; зародыш начинает совершать колебательные движения, разрывает оболочку икринки, выходит из неё, вылупляется и становится предличинкой.

Эмбриональный период развития осетровых рыб состоит из 36-ти стадий и 5-ти этапов:

I этап — оводнение икринки и появление бластодиска (1–3 ст.);

II этап — дробление бластодиска до бластулы (4–12 ст.);

III этап — образование зародышевых пластов — гастрюляция (13–18 ст.);

IV этап — дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (19–28 ст.);

V этап — развитие зародышей от начала пульсации сердца до вылупления (29–36 ст.).

1 этап (1–3 ст.) оводнение икришки и появление бластодиска.

Выметанные в воду и тут же осеменённые яйца опускаются на дно, заносятся под гальку, камни и вскоре приклеиваются студенистой оболочкой к грунту. При оплодотворении происходит кортикальная реакция, когда между цитоплазматической мембраной яйца и оболочкой возникает узкая (в несколько мкм) прослойка выделенного материала кортикальных гранул. При этом яйцо внутри высвобождается от оболочек, поворачивается соответственно положению центра тяжести, вегетативным, более тяжёлым полюсом, вниз, а анимальным — вверх. В щелевидное пространство под оболочкой выделяется гидрофильный коллоид из лакун на анимальном полюсе, который, привлекая воду из окружающей среды, набухает, затем возникает перивителлиновое пространство. В яйце происходит перемещение пигмента, который перемещается к центру анимального полюса и светлое пятно исчезает. Затем по краю анимальной области появляется светлая полоса — светлый серп, значительно возрастает прочность яйцевых оболочек. Это увеличение прочности оболочек связано с условиями развития зародышей под камнями на течении, где икра подвергается ударом камешков, песка и других предметов.

Стадия 1 — стадия оплодотворённого яйца в первые минуты после осеменения; оно по своему внешнему виду ещё не отличается от неоплодотворённого яйца. Пигментный рисунок анимальной области прежний, в её центре светлое полярное пятно, ещё ненабухшие оболочки плотно прилегают к яйцу. Через 2–13 минут наружная оболочка становится клейкой и прочной (рис. 1).

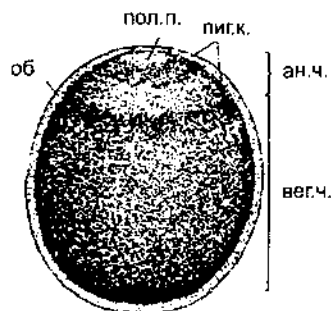


Рис. 1. Стадия 1 — вид сбоку, в оболочках: ан. ч. — анимальная часть, вег. ч. — вегетативная часть яйца; об. — оболочки, отдельные слои неразличимы; пиг. к. — пигментные кольца; пол. п. — светлое полярное пятно

Стадия 2 — стадия оплодотворённого яйца после поворота и образования перивителлинового пространства (рис. 2) (яйцо в оболочках и сверху). Его анимальная область уплощена, между ней и оболочками сформировалось значительное перивителлиновое пространство. В анимальной области пигментный рисунок изменён, он (пигмент) стянут к центру, светлое полярное пятно исчезло. Оболочки яйца разбухли, различимы отдельные слои оболочек: заметна внутренняя желточная оболочка и поверхностная толстая студенистая оболочка. Оболочки яйца начинают набухать.

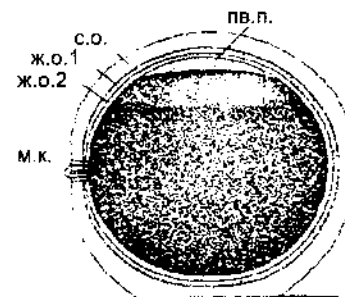


Рис. 2. Стадия 2 — вид сбоку: ж. о. 1 — наружная желточная оболочка; ж. о. 2 — внутренняя желточная оболочка; м. к. — микропиларные каналцы; пв. п. — перивителлиновое пространство; с. о. — студенистая оболочка

Стадия 3 — стадия светлого серпа (рис. 3). У края анимальной области заметна светлая, иногда совершенно белая полоса полулуной формы (светлый серп). Яркость светлого серпа и чёткость его границ в разных партиях икры сильно варьирует. Средняя часть серпа соответствует будущей спинной стороне зародыша.

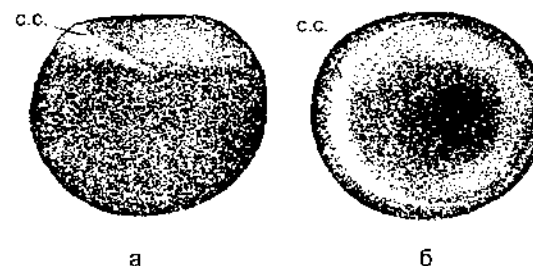


Рис. 3. Стадия 3: а — вид сбоку, б — вид сверху: с. с. — светлый серп

II этап (4–12 ст.) — дробление.

Стадия 4 — стадия первого деления (рис. 4). Первая борозда делит анимальную область яйца на два blastomeres, затем медленно переходит на вегетативную часть.

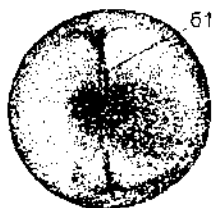


Рис. 4. Стадия 4 — вид сверху: 61 — борозда

Стадия 5 — стадия второго деления (рис. 5). Анимальная область яйца разделяется на четыре blastomeres примерно одинакового размера.

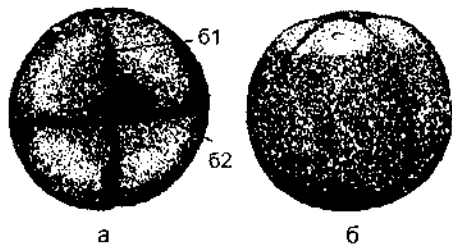


Рис. 5. Стадия 5: а — вид сверху, б — вид сбоку: 61 — борозда первого деления; 62 — борозда второго деления

Стадия 6 — стадия третьего деления (рис. 6). Борозды третьего деления разделяют анимальную область на 8 blastomeres. Первая борозда замкнулась в вегетативной области.

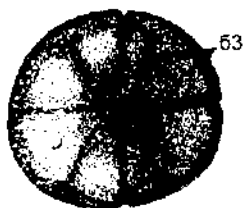


Рис. 6. Стадия 6 — вид сверху: 63 — борозды третьего деления

Стадия 7 — стадия четвертого деления (рис. 7). Борозды второго деления близки к смыканию; борозды третьего деления приближаются к экватору.

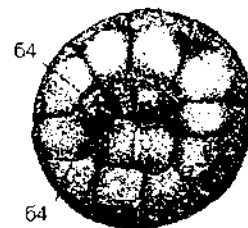


Рис. 7. Стадия 7 — вид сверху: 64 — борозды четвертого деления

Стадия 8 — стадия пятого деления (рис. 8).



Рис. 8. Стадия 8 — вид сверху

Стадия 9 — стадия седьмого деления (рис. 9). Борозды полностью разделяют богатую желтком вегетативную область. Проявляется неравномерность дробления, характерная для осетровых. Вегетативные blastomeres более крупные, чем в верхней аномальной части.

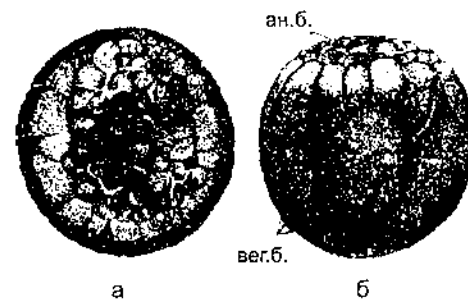


Рис. 9. Стадия 9: а — вид сверху, б — вид сбоку: ан. б. — мелкие blastomeres анимальной области; вег. б. — крупные blastomeres вегетативной области

Стадия 10 — стадия позднего дробления (рис. 10). Последовательные деления привели к уменьшению размеров бластомеров.



Рис. 10. Стадия 10 — вид сверху

Стадия 11 — стадия ранней бластулы (рис. 11). В анимальной области отдельные бластомеры ещё хорошо различимы. Внутри зародыша между бластомерами образовалась полость дробления (бластоцель). Зародыш имеет форму полого шарика — бластулы.

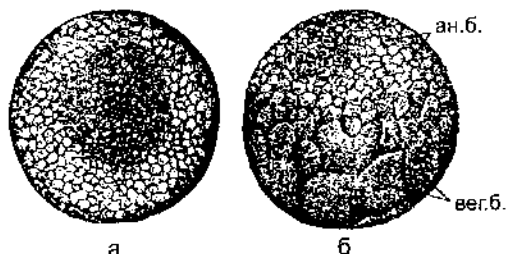


Рис. 11. Стадия 11: а — вид сверху, б — вид сбоку: ан. б. — мелкие бластомеры анимальной области; вег. б. — крупные бластомеры вегетативной области

Стадия 12 — стадия поздней бластулы (рис. 12). В анимальной области отдельные клетки при небольшом увеличении не различимы. Между мелкими анимальными и крупными вегетативными бластомерами появляется зона средних по размеру бластомеров (краевая зона).

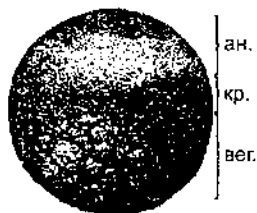


Рис. 12. Стадия 12 — вид сбоку: ан. — мелкоклеточная анимальная область; вег. — вегетативная область; кр. — краевая зона

III этап (13–18 ст.) — гастрюляция.

Стадия 13 — стадия начала гастрюляции (рис. 13). Несколько выше экватора на спинной стороне зародыша образовалась узкая, четко пигментированная полоска.

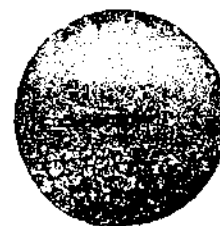


Рис. 13. Стадия 13 — вид сбоку

Стадия 14 — стадия ранней гастрюлы (рис. 14). На месте пигментной полоски сформировалось углубление — бластопор.

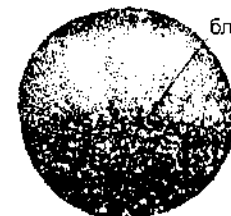


Рис. 14. Стадия 14: бл. — бластопор

Стадия 15 — стадия средней гастрюлы (рис. 15). Светлый анимальный материал покрывает 2/3 поверхности зародыша. Бластопор замыкается в кольцо.

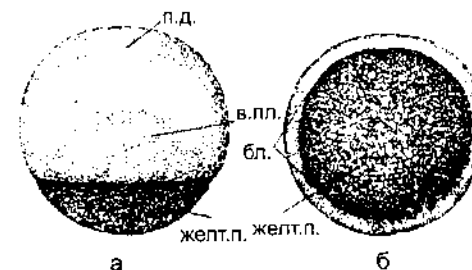


Рис. 15. Стадия 15: а — вид сбоку, со спинной стороны; б — вид снизу: бл. — бластопор; в. пл. — ввернувшийся клеточный пласт, просвечивающий на спинной стороне; желт. п. — желточная пробка; п. д. — полость дробления, просвечивающая через наружный слой

Стадия 16 — стадия большой желточной пробки (рис. 16). Щель blastopora замыкается в кольцо, приобретает вид темной пробки, то есть желточной пробки.

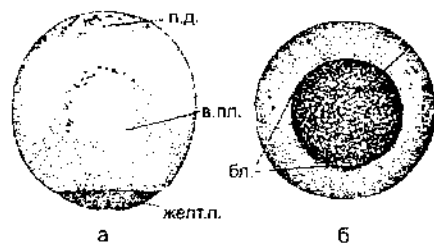


Рис. 16. Стадия 16: а — вид сбоку, со спинной стороны; б — вид снизу: бл. — blastopore; в. пл. — ввернувшийся клеточный пласт, просвечивающий на спинной стороне; желт. п. — желточная пробка; п. д. — полость дробления, просвечивающая через наружный слой

Стадия 17 — стадия маленькой желточной пробки (рис. 17). Вся поверхность зародыша, за исключением желточной пробки, покрыта светлым анимальным материалом.

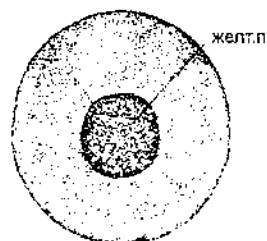


Рис. 17. Стадия 17 — вид снизу: желт. пр. — желточная пробка

Стадия 18 — стадия щелевидного blastopora (рис. 18). Темный вегетативный материал полностью покрыт светлым анимальным

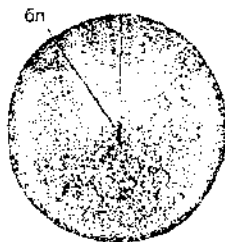


Рис. 18. Стадия 18 — вид сзади (зародыш уже повернулся в оболочках): бл. — blastopore

(процесс gastrulation закончен). Край blastopora сомкнулись, между ними осталась узкая щель.

IV этап (19–28 ст.) дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов.

Стадия 19 — стадия ранней нейрулы (рис. 19). На спинной стороне зародыша образуется нервная пластинка. Начало формирования нервных валиков вокруг головного отдела нервной пластинки, они ещё мало приподняты.

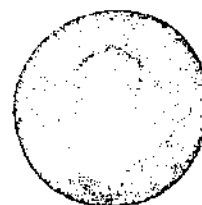


Рис. 19. Стадия 19 — начало образования нервной пластинки

Стадия 20 — стадия широкой нервной пластинки (рис. 20). Нервные валики вокруг головного отдела нервной пластинки ясно обозначены.

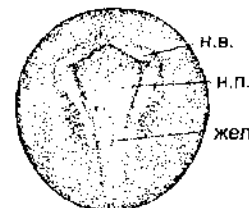


Рис. 20. Стадия 20 — вид со спинной стороны: жел. — желобок; н. в. — нервный валик; н. п. — нервная пластинка

Стадия 21 — стадия начала сближения нервных валиков (рис. 21). Первые обозначаются зачатки выделительной системы в виде ко-

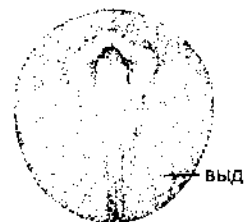


Рис. 21. Стадия 21: выд. — зачаток выделительной системы

ротких светлых тяжей, просвечивающих через покровы, которые располагаются по бокам от туловищного отдела нервной пластинки.

Стадия 22 — стадия поздней нейрулы (рис. 22). Нервные валики в туловищном отделе сближаются. Зачатки выделительной системы удлиннились и видны более чётко.

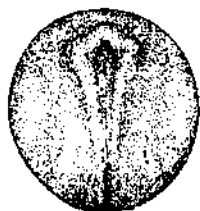


Рис. 22. Стадия 22 — вид со спинной стороны

Стадия 23 — стадия замкнувшейся нервной трубки (рис. 23). Нервная пластинка свернулась в трубку, нервные валики, ограничивавшие нервную пластинку справа и слева, сомкнулись. Шов в области их слияния имеет вид неглубокой бороздки, ещё ясно различим. В головном отделе зачаток нервной трубки, который начал удлиняться, намечается подразделение на мозговые пузыри. Зачатки органов выделения представляют собой значительно удлинившиеся, слегка изогнутые тяжи, ещё без утолщения в передней части.

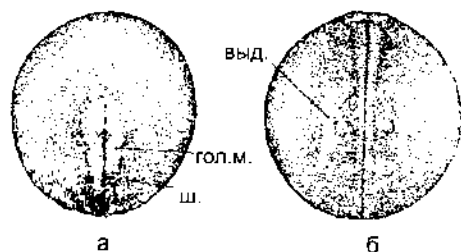


Рис. 23. Стадия 23 — строение зародыша на стадии замкнувшейся нервной трубки: а — вид с головного конца; б — вид со спинной стороны; выд. — зачаток выделительной системы; гол. м. — зачаток головного мозга; ш. — шов в месте смыкания нервных валиков

Стадия 24 — появления глазных выростов и утолщения переднего конца зачатков выделительной системы (рис. 24). Шов в области слияния нервных валиков хуже заметен. В задней части переднего мозгового пузыря образовались глазные выросты. По бокам от заднего мозгового пузыря возникли зачатки внутреннего уха. Впереди

головного мозга, примыкая к нему, обозначается светлая пластинка — зачаток железы выплупения. В передней части закладок выделительной системы формируются утолщения.

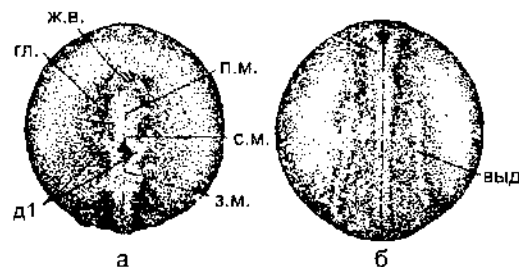


Рис. 24. Стадия 24: а — вид с головы, б — вид со спины: выд. — зачаток выделительной системы; гл. — зачаток глаза; д1 — зачатки первой пары висцеральных дуг; ж. в. — зачаток железы выплупения; з. м. — задний мозговой пузырь; п. м. — передний мозговой пузырь; с. м. — средний мозговой пузырь

Стадия 25 — стадия сближения боковых пластинок и образование утолщения в области зачатка хвоста (рис. 25). По бокам от переднего конца головного мозга образовались зачатки обонятельных мешков. Впереди мозга чётче виден зачаток железы выплупения. Боковые пластинки (из которых позднее образуется сердце, а также выстилка околосердечной полости и полости тела) достигли переднего конца головы; передние суженные их выросты сближаются. В зачатке почки формируются почечные канальцы, передний отдел выводного почечного канала образует изгиб. В заднем конце зародыша возникло возвышение — ещё необособленный зачаток хвоста.

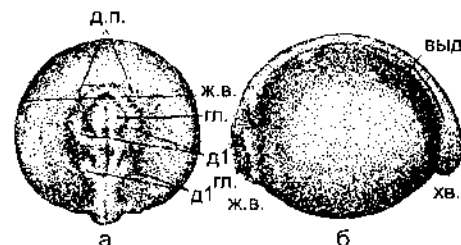


Рис. 25. Стадия 25 (с зародыша при жизни были сняты оболочки): а — вид с головы, б — вид сбоку: б. п. — боковые пластинки, смыкаются впереди головы; выд. — зачаток выделительной системы; гип. — углубление в месте образования зачатка гипофиза; гл. — зачаток глаза; д1 — первая пара висцеральных дуг; д2 — зачатки второй пары висцеральных дуг; ж. в. — зачаток железы выплупения; хв. — зачаток хвостового отдела

Стадия 26 — стадия слияния боковых пластинок и начала обособления хвостового отдела зародыша (рис. 26). Сблизившиеся ранее передние выросты боковых пластинок сливаются, и в месте их соединения начинается образование зачатка сердца. Петля, образуемая выводным почечным каналом, значительно удлинилась. Начинается обособление зачатка хвоста, имеющего в это время форму короткой и широкой лопасти.

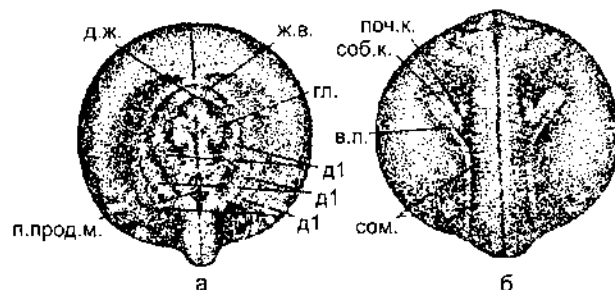


Рис. 26. Стадия 26: а — вид с головы, б — вид со спины:

в. п. — выводной почечный проток; д. ж. — зачатки жаберных дуг; поч. к. — почечные канальцы; п. прод. м. — полость продолговатого мозга; с. — область слияния боковых пластинок, где образуется зачаток сердца; соб. к. — собирающий почечный канал; сом. — сомиты; гл. — зачаток глаза; д1 — первая пара висцеральных дуг; ж. в. — зачаток железы выплупления; 1 — нервный валик; 2 — нервная пластинка; 3 — зачаток выделительной системы; 4 — зачаток железы выплупления; 5 — зачаток сердца; 6 — правая боковая пластинка; 7 — зачаток глаза

Стадия 27 — стадия короткой сердечной трубки (рис. 27). Начинается процесс обособления головы — расплащенные на брюшном отделе тела зачатки головных органов начинают стягиваться к

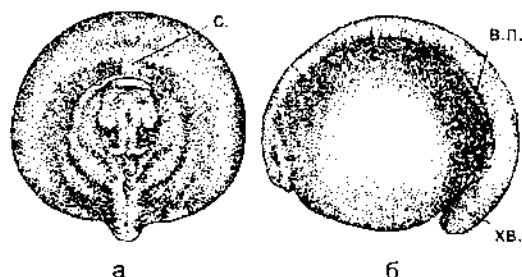


Рис. 27. Стадия 27: а — вид с головы, б — вид сбоку: в. п. — выводной почечный проток; с — сердце; хв. — зачаток хвоста

среднеспинной линии. Образовался зачаток сердца, имеющий форму короткой трубочки. Зачаток хвоста удлинился и сузился.

Стадия 28 — стадия прямой удлиненной сердечной трубки (рис. 28). Зародыш неподвижен, туловищные мышцы ещё не реагируют на раздражение сокращением. Голова уже заметно приподнята. Зачаток железы выплупления смещается на нижнюю поверхность головы. Зачаток хвоста приобрёл палочковидную форму.

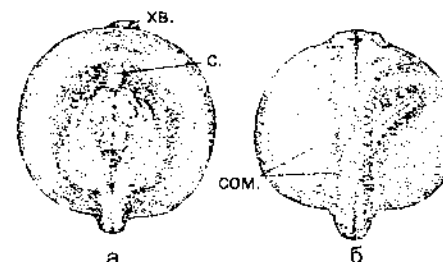


Рис. 28. Стадия 28: а — вид с головы, б — вид со спины: хв. — зачаток хвоста; с — сердце; сом. — сомиты

V этап (29–36 ст.) — развитие зародышей от начала пульсации сердца до выплупления.

Стадия 29 — образование изгиба сердечной трубки (рис. 29). Зародыш неподвижен, на раздражение начинает отвечать слабыми мышечными подергиваниями. Сердечная трубка удлинилась и S-образно изгибается. Сердце начинает пульсировать.

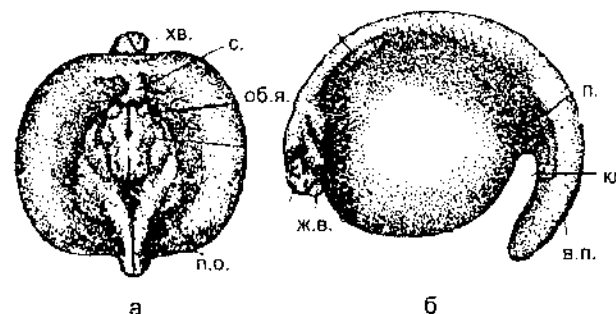


Рис. 29. Стадия 29: а — вид с головы, б — вид сбоку: в. п. — выводной почечный проток; гл. — глаз; ж. в. — зачаток железы выплупления; кл. — зачаток клоаки; об. я. — обонятельная ямка; п. — петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами; п. о. — зачаток плавниковой оторочки; с. — сердце; хв. — хвост

Стадия 30 — конец хвоста приближается к сердцу (рис. 30). Хвостовой отдел склонён набок. Хвост начал распрямляться, уплощаться, вокруг него появляется узкая, ещё плохо различимая плавниковая оторочка.

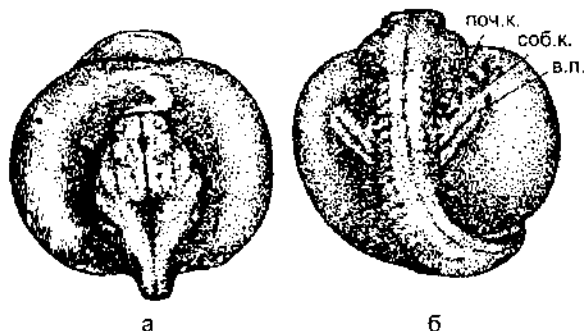


Рис. 30. Стадия 30: а — вид с головы, б — вид со спины; в. п. — выводной почечный проток; поч. к. — почечные каналы; соб. к. — собирающий почечный канал

Стадия 31 — конец хвоста достигает сердца (рис. 31). Хвостовой и спинной отделы наклонены набок. Если снять оболочки, зародыш делает маятникообразные плавательные движения. Хвост значительно распрямляется, плавниковая оторочка хорошо различима.

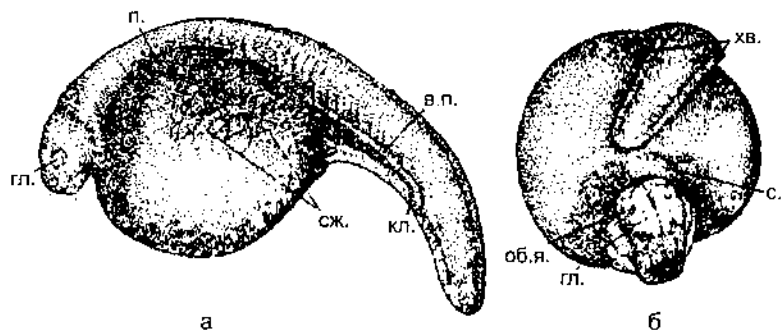


Рис. 31. Стадия 31: а — вид с брюшной стороны, б — вид сбоку; сж. — сеть кровеносных сосудов желточного мешка; в. п. — выводной почечный проток; гл. — глаз; ж. в. — зачаток железы выплнения; кл. — зачаток клоаки; об. я. — обонятельная ямка; п. — петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами; п. о. — зачаток плавниковой оторочки; с. — сердце; хв. — хвост

Стадия 32 — конец хвоста касается головы (рис. 32), плавниковая оторочка шире.

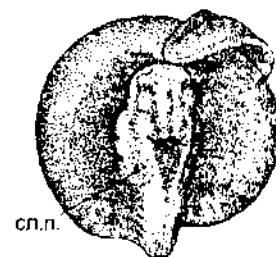


Рис. 32. Стадия 32 — вид с головы: сл. п. — слуховой пузырёк

Стадия 33 — конец хвоста немного заходит за голову, достигая уровня глаз (рис. 33). Голова наклонена набок. Плавниковая оторочка хвоста заметно расширилась. Если снять оболочки, хвост полностью распрямляется.

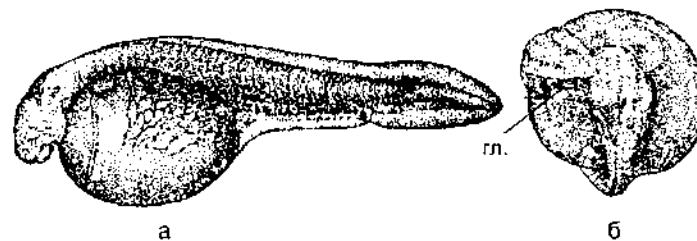


Рис. 33. Стадия 33: а — вид сбоку, б — вид с головы: гл. — глаз

Стадия 34 — конец хвоста достигает начала продолговатого мозга (рис. 34), зародыш активно двигается в оболочках. Если оболочки снять, он способен к слабому поступательному движению.



Рис. 34. Стадия 34 — вид с головы: прод. м. — продолговатый мозг

Стадия 35 — стадия начала вылупления, конец хвоста достигает почки (рис. 35). В оболочках зародыш активно двигается, если их снять, плавает. Желточный мешок имеет яйцевидную форму. В глазу может появляться пигментное пятно. Намечается ротовое углубление. Иногда обозначаются зачатки грудных плавников. Кровь бесцветная или желтовато-розовая.

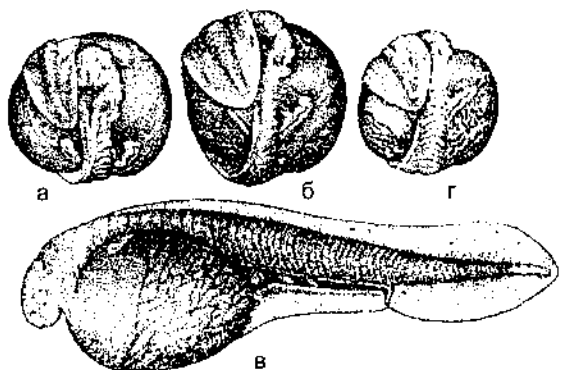


Рис. 35. Стадия 35: а — стадия начала вылупления у севрюги: конец хвоста заходит за слуховые пузырьки, но не достигает почки; б, в — стадия начала вылупления у осетра: конец хвоста достигает почки (б — вид со спины; в — вид сбоку); г — стадия начала вылупления у стерляди: конец хвоста заходит на область почки. У стерляди хвост относительно длиннее, чем у белуги, осетра и, в особенности севрюги

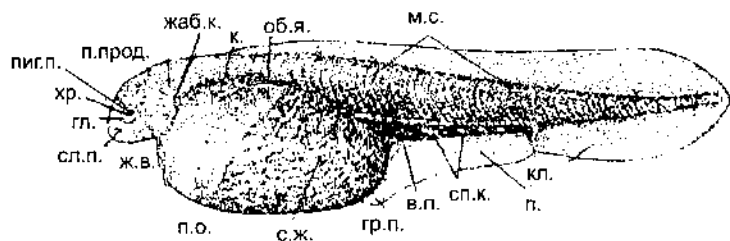


Рис. 36. Личинка осетра после выхода из оболочек в период массового выклева — вид сбоку: в. п. — выводной почечный проток; гл. — глаз; гр. п. — зачаток грудного плавника; жаб. к. — жаберные карманы; ж. в. — железа вылупления; к. — киль плавниковой оторочки; кл. — клоака; м. с. — мышечные сегменты; об. я. — обонятельная ямка; п. — петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами; пиг. п. — пигментное пятно в глазу; п. о. — плавниковая оторочка; п. прод. м. — полость продолговатого мозга; с. — сердце; с. ж. — сеть кровеносных сосудов желточного мешка; сл. п. — слуховой пузырёк; сл. к. — витки спирального клапана; хр. — хрусталик

Постэмбриональный период развития осетровых рыб (36–45 ст.).

Стадия 36 — массовое вылупление (рис. 36). Форма желточного мешка яйцевидная. В глазу чёткое пигментное пятно. В жаберной области обозначились складочки двух первых жаберных карманов. На нижней поверхности головы заметно ротовое углубление. Жаберных щелей и ротового отверстия ещё нет. Позади почек едва заметны зачатки грудных плавников. Кровь желтовато-розовая.

Стадия 37 (рис. 37). Появляются зачатки усиков, прорывается ротовое отверстие. Начинается разделение желточного мешка на желудочный и кишечный отделы. Чётко выражены зачатки грудных плавников в виде небольших складочек кожи. Зачатки жаберных лепестков отсутствуют. Появляется зачаток боковой линии сейсмосенсорной системы.

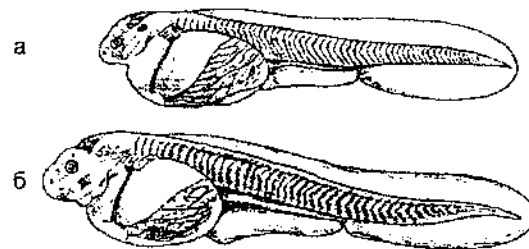


Рис. 37. Стадия 37: а — осётр; б — севрюга

Стадия 38 (рис. 38) — различимы первые меланоциты. Энтодермальная складка, отделяющая желудок от кишечника, неполная. Формируются первые мускульные почки в области спинного и анального плавников. Появляются зачатки жаберных лепестков на жаберной крышке и первой жаберной дуге. Боковая линия сейсмосенсорной системы достигает уровня кювьерова протока.

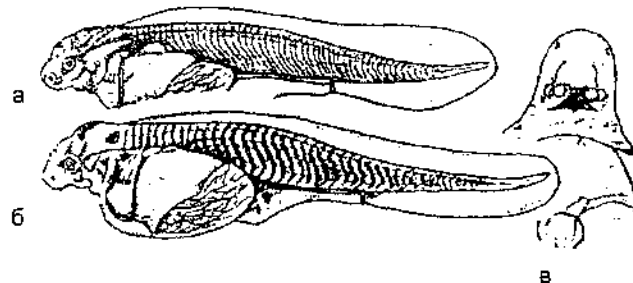


Рис. 38. Стадия 38: а — осётр, вид сбоку; б — осётр, вид снизу; в — белуга, вид сбоку

Стадия 39 (рис. 39) — желудок отделён от кишечника; обособились спинной и анальный плавники. Боковая линия сейсмодативной системы достигает уровня заднего края грудного плавника; появляется добавочный ряд сейсмодативной системы.

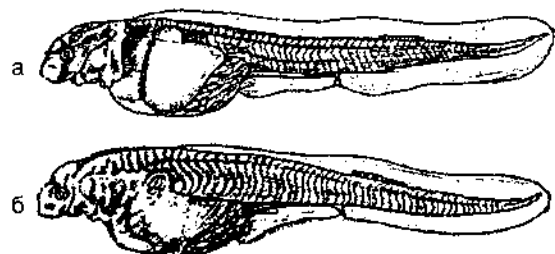


Рис. 39. Стадия 39: а — осётр; б — белуга

Стадия 40 (рис. 40) — различим зачаток брюшного плавника в виде узенькой складочки кожи. Брюшные отростки мышечных сегментов в области грудного плавника спускаются ниже его основания. Можно наблюдать первые нерегулярные движения нижней челюсти. Боковая линия сейсмодативной системы не достигает уровня конца желудка, добавочный ряд заканчивается над грудным плавником.

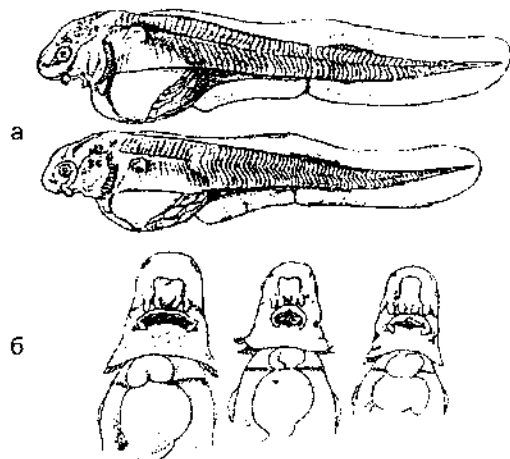


Рис. 40. Стадия 40: а — осётр, белуга — вид сбоку; б — вид снизу: белуга, осётр, севрюга

Стадия 41 (рис. 41). Края обонятельных лопастей смыкаются, но ещё не сращены. Движения нижней челюсти частые. Боковая линия сейсмодативной системы заканчивается над спиральной кишкой, её добавочный ряд заходит за заднюю границу грудного плавника; образуется короткий зачаток спинного ряда.

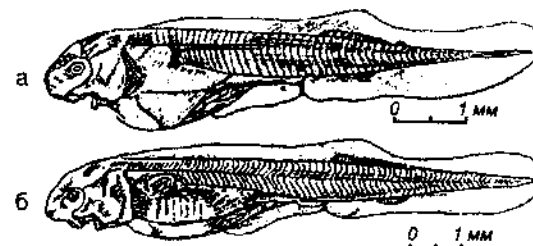


Рис. 41. Стадия 41 — вид сбоку: а — осётр; б — белуга

Стадия 42 (рис. 42). Появляется зачаток пилорического придатка. Лопасты обонятельного органа сращены. Боковая линия сейсмодативной системы достигает уровня переднего края брюшного плавника; спинной ряд начинает изгибаться.

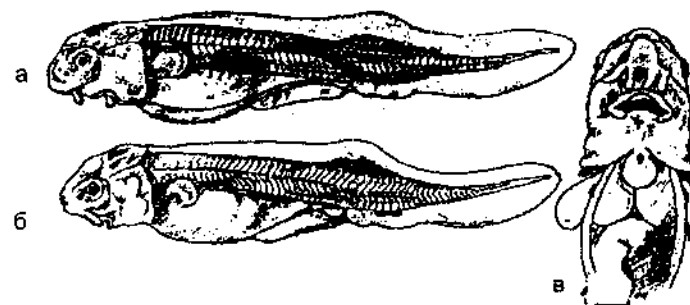


Рис. 42. Стадия 42: а — осётр; б — белуга; в — осётр

Стадия 43 (рис. 43). Ротрум принимает горизонтальное положение. Брюшной плавник достигает края прианальной складки. Появляются зачатки вторичных лепестков в первой жабре. Боковая линия сейсмодативной системы достигает уровня заднего края брюшного плавника, добавочный ряд заканчивается над спиральной кишкой; спинной ряд изогнут, и начинает расти параллельно боковой линии.

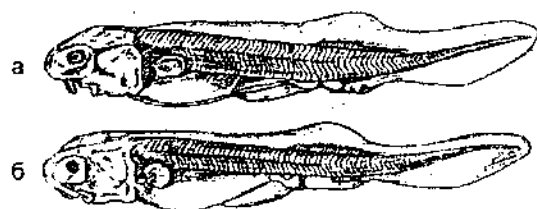


Рис. 43. Стадия 43: а — осётр; б — белуга

Стадия 44 (рис. 44). Основания усиков выносятся вперёд, и концы их не достигают передней границы рта. Массовый выброс пигментных пробок. Лопasti брюшных плавников опускаются ниже края прианальной складки. В спинной плавниковой складке появляется мезенхимная полоска (общий зачаток спинных жучек). Передняя поперечная комиссура сейсмочувствительной системы переместилась дорсально и не видна с брюшной стороны, боковая линия заходит за уровень заднего края брюшного плавника дополнительный ряд не доходит до передней границы брюшного плавника.

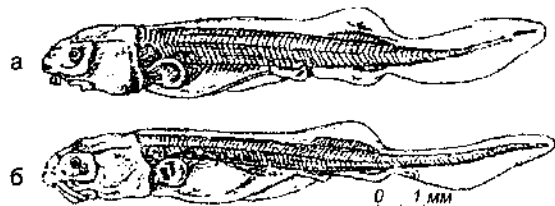


Рис. 44. Стадия 44 — вид сбоку: а — осётр; б — белуга

Стадия 45 — стадия перехода на активное питание (рис. 45). Видны раздлительные зачатки жучек в спинной плавниковой складке. Боковая линия сейсмочувствительной системы заходит за уровень средней части спинного плавника, добавочный ряд почти достигает уровня переднего края брюшного плавника, спинной ряд заходит за уровень заднего края грудного плавника.

Если сравнивать рисунки внешнего вида предличинки белуги, осетра и севрюги на одинаковых стадиях развития, то хорошо видны видовые особенности их строения. Помимо различия в размерах тела, размерах и форме желточного мешка, интенсивности пигментации, имеются ещё различия в форме и размерах головы, положении и длины усиков, размерах жаберной крышки, размерах и положении плавников.

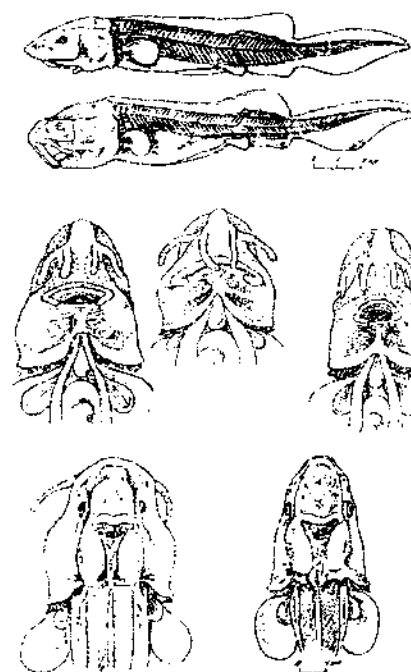


Рис. 45. Стадия 45

Партеногенетическое дробление неоплодотворённых яиц. В каждой партии икры небольшая часть яиц бывает, как правило, активирована ещё в теле самки. Эти яйца не могут быть оплодотворены и развиваются партеногенетически. Так же могут развиваться и нормальные, способные к оплодотворению яйца, если они остаются неоплодотворёнными (например, при недостатке или плохом качестве спермы). Такие яйца дробятся с запозданием и неправильно, а затем гибнут (в то время как оплодотворённые яйца переходят к гаструляции).

2.3. Развитие пищеварительной системы

Зачаток первичного кишечника у осетровых рыб образуется при нейруляции на стадии замкнувшейся нервной трубки. Кишечник расположен ниже хорды в виде кишечной трубки с тонкой крышей и массивным дном. Дно образовано богатым желтком клетками нижней части внутреннего слоя гаструлы. В развитии полость гастру-

лы (гастроцель) оказывается полностью окружённой энтодермальными клетками, так она превращается в полость кишечной трубки. В дальнейшем развитии дорсальная сторона этой полости переходит в крышу дефинитивного желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Вентральная сторона ЖКТ формируется за счёт кишечной энтодермы, окружающей желточный мешок. У осетровых рыб желток находится не в полости желточного мешка, а в энтодермальных клетках зачатка кишечной трубки.

Образование собственно кишечного тракта, а также печени начинается в конце эмбрионального периода развития. В передней (вентральной части) желточного мешка ещё до начала пульсации сердца образуется выраженный вырост — зачаток печени (стадия сердечной трубки), который складкой отделяется от кишечника. Затем, на заднем конце зародыша возникает эктодермальное воронковидное впячивание проктодеума, в которое открываются и протоки выделительной системы. В этот период на правой стороне зародыша в виде складки дорсальной стенки желточного мешка возникает зачаток поджелудочной железы.

Пищеварительная система свободного эмбриона представлена замкнутой трубкой, состоящей из расширенной части желточного мешка, заполненного желтком, и суженной задней части. Ротовое и анальное отверстие ещё не образовались. Можно выделить несколько этапов в постэмбриогенезе осетровых: два этапа в период желточного питания и два этапа в период от начала перехода на активное питание и до завершения формирования и соотношения всех длин отделов пищеварительного тракта.

Мы рассматриваем период перехода на внешнее питание как предличиночный. Наши наблюдения показали, что у предличинки русского осетра длиной 11,5 мм идёт процесс формирования переднего и заднего отдела пищеварительного тракта. Между задними полостями глотки и пищевода находится энтодермальная перегородка. В дорсальной стенке желточного мешка образуется складка, углубляющаяся в желток. Навстречу ей развивается такая же, вентральная. Соприкасаясь, они разделяют мешок на переднюю желудочную часть, и заднюю среднюю кишку. Между этими частями сохраняется просвет. В стенке кишечника путём локальных утончений образуется спиральный клапан.

На вторые сутки постэмбрионального развития в клетках выстилки кишечника появляется апикальная исчерченность, то есть дифференцируются абсорбирующие клетки. По мере резорбции желтка в клетках накапливаются липиды. Их водорастворимые фракции проникают в клетку путём диффузии, а нерастворимые — при помощи пиноцитоза. Длительное голодание личинок в этот период возможно в связи с отложением в клетках значительных запасов жира. Позже других клеток дифференцируются ресничные и бокаловидные. Зачаток спиральной и задней, преданальной, кишки почти целиком освобождается от желтка. В зачатке спиральной кишки на этой стадии появляется фермент трипсин. У личинок длиной 15–15,5 мм начинается образование зачатка пилорического отдела желудка. Начинается процесс пристеночного пищеварения. У предличинок начинается развитие вкусовых почек (телец Догеля), развитие зубов, однако их зачатки появились несколько раньше. При длине предличинок до 17 мм полость глотки ещё не сообщается с полостью пищевода. Печень разделяется на две доли, между ними располагается зачаток желточного пузыря. Зачаток пилорического отдела желудка несколько удлиняется и расширяется. Идёт процесс пристеночного пищеварения, что характерно для сформированного организма. На этой стадии активность трипсина в спиральной кишке возрастает в два раза. Мышечная оболочка кишки начинает сокращаться и идёт выведение меланина. Анальное отверстие имеет просвет.

В панкреатической железе начинается процесс формирования фолликул. Устанавливается связь кишечника с внешней средой. Выбрасывание меланиновой пробки идёт в основном именно в этом возрасте. Слева от переднего отдела кишечника отчленяется пилорический зачаток, распадающийся на отдельные придатки. После этого резорбируется перегородка между ротовой полостью и полостью пищевода. Внутренняя выстилка пищевода становится многорядной. В её состав входят ресничные, бокаловидные и мелкие камбиальные клетки. Предличинка русского осетра переходит к личиночному периоду развития при длине от 19–21 мм, и начинается процесс её активного питания. В этот период на челюстях прорезаются зубы. Форма желудка мешковидная. Секрет пищеварительного фермента появляется лишь в клетках фундальных желёз нижней и боковой стенок, пепсин в желудке не обнаруживается. Переход фундального отдела

в пилорический очень резкий. В пилорическом придатке появляются складки эпителия слизистой оболочки. Мышцы глотки и пищевода становятся более развитыми. В пищеводе увеличивается число слизевых клеток, выделяемая ими слизь образует защитный слой на поверхности эпителия. Формируются фундальные железы в верхней стенке желудка. На этой стадии в желудке впервые обнаруживается пепсин. В этот период полностью резорбируется желточный мешок. При длине тела 20–25 мм идёт развитие кардинального отдела желудка, который приобретает форму петли. Увеличивается длина и число складок эпителия в зачатке пилорического придатка. В средней части кишки появляется изгиб в левую сторону, а в задней — в правую, в связи с формированием сфинктера между средней и спиральной кишкой. Активность трипсина средней кишки достигает максимума, так же как и активность пепсина в желудке. Спиральная кишка достигает максимума по отношению к длине всего тракта и составляет 60% всей длины кишки. На этой стадии, которая совпадает с личиночным этапом развития осетровых, появляется отчетливо выраженный зачаток плавательного пузыря, зачаток селезёнки. Правая доля панкреатической железы становится более массивной, и секреторная активность её фолликулов резко возрастает.

В мальковый период развития идёт дальнейшее развитие пищеварительной системы. При длине личинок около 40 мм у них начинается процесс резорбции зубов на челюстях и на нёбе и образование многослойного эпителия. В клетках печени жир исчезает, формируются печёночные балки. Увеличивается объём желточного пузыря, что указывает на процесс образования желчи, вызывающего изменение скорости пищеварения и степени переваривания пищи. Возрастает длина и объём пилорического придатка. Спиральный клапан полностью приобретает форму штопора. Объём правой доли поджелудочной железы возрастает в два раза. Увеличивается глубина карманообразных складок слизистой оболочки в кардинальном отделе желудка, что оказывает влияние на степень его наполнения пищей. Идёт формирование челюстных и нёбных валиков. В возрасте от 30–40 суток заканчивается резорбция зубов, образование валиков и рыла. Относительная длина пилорического придатка начинает уменьшаться. Секреторная деятельность клеток эпителия его слизистой оболочки возрастает, и вся полость пилорического придатка заполняется текущей

жидкостью (возраст от 40 до 50 суток). К этому времени завершается формирование всех оболочек в спиральной кишке и в пилорическом придатке и начинается просто пропорциональный рост всех отделов пищеварительного тракта. Формирование пищеварительной системы завершается за период не более 50 суток, но по нашим наблюдениям её развитие завершается уже при длине от 90 мм и более.

Развитие пищеварительной системы осетровых рыб происходит поэтапно и оно сходно у разных видов осетровых. Отличие заключается лишь в длительности этапов формирования органов, которая связана с особенностями биологии и экологии видов.

В связи с вышеизложенным следует заметить, что формирование системы пищеварения у осетровых начинается в период эмбриогенеза (этап органогенеза), а завершаются процессы развития всех отделов пищеварительного тракта в возрасте около 40 суток, то есть в мальковый период развития молоди. После завершения развития пищеварительной системы молодь осетровых приобретает более выраженную способность адаптироваться к новым условиям развития.

При искусственном кормлении личинок и молоди осетровых важная роль отводится стартовым кормам, и поэтому при их разработке и оптимизации состава рецептов необходимо учитывать особенности пищеварительной системы и этапность её развития. Особый интерес представляет этап перехода личинок на активное питание, представляющий собой один из критических периодов в жизни личинок.

В пищеварительном тракте предличинок и личинок русского осетра по мере их роста и развития наблюдалось постепенное увеличение активности щелочной, кислой протеаз и α -амилазы. Это связано с постепенным и поэтапным развитием пищеварительной системы осетровых, с развитием желудка и его пилорического отдела.

У молоди русского осетра, имеющей развитый желудок с пилорическим отделом, пищеварительные железы сформированы, активность кислой и щелочной протеаз достаточно высока (табл. 1), эта молодь уже может использовать в пищу грубый протеин рыбной муки и комбикорм. На стадии свободного эмбриона при длине личинок 17–18 мм активность щелочных и кислых протеаз ещё достаточно низка. При переходе на активное питание увеличивается и активность протеаз. Если на стадии свободного эмбриона активность щелочной протеазы составляет 15,1 мкмоль/л/час, то при переходе на активное питание

она увеличивается в 3 раза, а у молоди со сформировавшейся пищеварительной системой её активность составляет 254,1 мкмоль/(г.час). Такая же тенденция к увеличению отмечается и у кислых протеаз. В отличие от кислой и щелочной протеаз активность α -амилазы меняется иначе. Увеличение активности этого фермента происходит несколько позже. Структурная организация поджелудочной железы завершается у осетровых к началу внешнего питания, когда увеличивается активность пищеварительных ферментов.

Таблица 1

Активность некоторых ферментов пищеварительного тракта русского осетра мкмоль/(г. час)

Длина рыб, мм	Щелочная протеаза	Кислая протеаза	α -Амилаза
<i>Свободные эмбрионы</i>			
18,0	15,1±0,2	1,1±0,1	1,0±0,1
<i>Личинки при переходе на активное питание</i>			
21,0	45,4±2,1	4,5±0,2	16,4±1,6
<i>Личинки, перешедшие на экзогенное питание</i>			
25,0	118,6±5,8	46,4±2,1	26,8±2,4
36,0	208,6±6,4	54,1±3,6	27,1±2,3
<i>Мальки</i>			
50	254,1±7,8	161,4±6,5	41,4±3,6

Таким образом, данные таблицы 1 развития пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта у русского осетра в постэмбриональный период показывают, что к переходу на активное внешнее питание в пищеварительном тракте личинок начинают развиваться ферменты полостного переваривания белка в желудке. Мальки имеют достаточно развитую пищеварительную систему и активный комплекс пищеварительных ферментов.

ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД

(по работам В.В. Мильштейна, С.В. Пономарёва,
Е.Н. Пономарёвой)

Ремонтно-маточное стадо осетровых рыб для товарного выращивания, искусственного воспроизводства в современных условиях аквакультуры формируется тремя способами:

- одомашнивание выловленных особей из естественных водоёмов;
- выращивание от «икры до икры»;
- формирование стада от перевезённой рыбы из других хозяйств.

При одомашнивании диких особей удаётся формировать осетровых озимой и яровой рас, что позволяет сохранять всю популяционную структуру для искусственного воспроизводства.

3.1. Заготовка производителей, выловленных из естественных водоёмов

На примере Волго-Каспийского бассейна наиболее благоприятным сроком заготовки белуги считается первая половина апреля при температуре воды в Волге 6–8°C. На низовых тонах из уловов следует отбирать нетравмированных рыб массой: самки — 130–140 кг и самцы — 70–75 кг. В настоящее время белуга попадает единично.

Русского осетра заготавливают преимущественно весной: со второй половины апреля до половины мая при температуре воды 8–12°C. Средняя масса самок осетра 25 кг, самцов — 12 кг. Севрюгу заготавливают в мае–начале июня при температуре воды от 15 до 22°C. Используют самок массой 12–14 кг и самцов — 6–8 кг.

Перевозят выловленных производителей в несамоходных живорыбных судах-прорезях (фото 20, цв. вкл.). Норма посадки на одну прорезь: 5 белуг, 15 осетров, 20 севрюг.

При получении зрелых половых продуктов поддерживают благоприятную для созревания температуру воды: для белуги от 8 до 15°C, для русского осетра — от 9–10°C до 18°C, для севрюги — от 17 до 24°C.

Показатели рабочей плодовитости осетровых в зависимости от массы самок, используемых на осетровых рыбоводных заводах Волги, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели рабочей плодовитости осетровых в зависимости от массы самок, используемых на рыбоводных заводах дельты Волги

Белуга		Русский осётр		Севрюга	
кг	тыс. шт.	кг	тыс. шт.	кг	тыс. шт.
80	350	10	125	8	130
90	390	12	150	9	150
100	440	14	175	10	170
110	480	16	190	11	180
120	530	18	210	12	200
130	570	20	220	13	210
140	600	22	230	14	220
150	660	24	240	15	230
160	700	26	270	16	240
170	750	28	290	17	250
180	790	30	310	18	280
190	830	32	330	19	310
200	880	34	360	20	340
210	930	36	390		
220	970	38	420		
230	1000	40	450		
240	1050				
250	1100				

Производителей персидского осетра и шипа отбирают в Кировском заливе (южное побережье Азербайджана) из ставных морских неводов. Их привлекает сброс пресных вод Куры.

Отбор и отсадку производителей персидского осетра и шипа осуществляют в марте-апреле (табл. 3).

Зрелые самки имеют следующие признаки: толстое брюшко, мягкую тешку, тонкий хвостовой стебель, заострённое рыло, как бы стёртые боковые, и особенно, брюшные жучки. Анальное отверстие у самок воспалённое и припухшее. Все эти признаки у самок выра-

жены более чётко, чем у самцов. Отобранных самцов и самок транспортируют на рыбоводный завод.

Доставленных на завод производителей метят и пересаживают в садки куринского типа, сначала самок и самцов вместе, а с наступлением нерестовых температур их помещают в разные отсеки. Производителей, заготовленных при нерестовых температурах, отсаживают сразу в разные отсеки.

Выдерживать производителей персидского осетра и шипа при нерестовых температурах в садках не следует более 5-7 дней. Задержка приводит к снижению качества производителей.

Таблица 3

Сроки заготовки производителей в условиях Среднего Каспия

Белуга:	
- озимая;	Октябрь-январь
- яровая	Февраль-середина апреля
Шип:	
- озимый;	Октябрь-январь
- яровой	Февраль-апрель
Осетр персидский:	
- яровой;	Март-апрель
- яровой осеннего хода	конец августа-середина сентября
Севрюга:	
- ранняя яровая;	Март-апрель
- летняя яровая	Май-июль

При отборе производителей следует учитывать половые различия, самцы тоньше и прогонистей самок, у самцов белуги в середине брюшка вдоль тела проходит резкая желобчатая линия.

При наступлении нерестовых температур приступают к работе с производителями. Оптимальными для созревания производителей является следующие температуры (табл. 4).

Следует иметь в виду, что производители осетровых разных сроков заготовки (осенней и весенней) представляют разные биологические группы, поэтому работу с ними необходимо дифференцировать, то есть не допускать смешения яровых и озимых форм, сохраняя, таким образом, их генотип.

Таблица 4

Температурный оптимум для созревания производителей

Вид	Температура, °С
<i>Белуга</i>	
– озимая;	10–13
– яровая	12–15
<i>Шип</i>	
озимый;	11–15
– яровой	14–17
<i>Осетр персидский</i>	
– яровой;	15–18
– яровой осеннего хода	20–18
<i>Севрюга</i>	
– ранняя яровая;	16–20
– летняя яровая	18–22

В Азово-Донском регионе производителей осетровых (русский осётр, белуга, севрюга) заготавливают для рыбоводных заводов в апреле–мае во время нерестовой миграции. В Дону их отлавливают закидными неводами, а в Таганрогском заливе отбирают из ставных неводов. Рекомендуется заготавливать производителей следующих размеров и массы (табл. 5). В настоящее время попадают только единичные экземпляры всех видов.

Таблица 5

Показатели производителей, используемых на ОРЗ

Пол	Длина, см	Масса, кг
<i>Белуга</i>		
– самки	220–290	150–170
<i>Осетр</i>		
– самки;	140–165	25–30
– самцы	106–123	10–15
<i>Севрюга</i>		
– самки;	135–155	12–15
– самцы	120–135	6–7

Самки осетра весенней миграции с отношением длины (L) к массе тела (P) больше 6 ($L/P \leq 6$) не пригодны для заводского осетровод-

ства, поэтому их следует выбраковывать. Оптимальное отношение L/P для самок севрюги — 10,5–10,7. Для рыбоводства используют производителей, не имеющих травм и других признаков, снижающих сортность рыбы.

В АГТУ (по работам проф. С.В. Пономарёва, Е.Н. Пономарёвой) разработана технология формирования маточного стада осетровых рыб методом domestikации выловленных особей из естественных водоёмов для искусственного воспроизводства («Руководство по формированию...», 2004) и товарного выращивания. В ремонтно-маточное стадо отбираются особи с лучшим физиологическим статусом, наименее травмированные рыбы. В случае с исчезающими видами в стадо отбираются любые по состоянию и возрасту рыбы.

Основной проблемой при одомашнивании осетровых рыб является трудность приучения к потреблению комбинированных кормов. Как правило, дикие осетровые отказываются от потребления сухих комбинированных кормов, поэтому для приучения к ним используют влажные гранулы, влажные колбасы, или пастообразный корм, вносимые либо в бассейны, либо в пруды на подъёмные кормушки, а также «рыб-учителей».

Крупных осетровых рыб, в том числе из числа выловленных в естественных водоёмах, прооперированных после получения икры, чаще всего содержат в проточных прудах, с регулируемым показателями водной среды.

После пересадки производителей из инъекционных садков в пруды устанавливают несколько подъёмных кормушек (1 шт./10 м²). Кормушки снабжены бортиками, тросом с поплавком, они заправляются влажным кормом с лодки. Осетровые не сразу начинают потреблять корм с кормушки, норма дачи корма составляет 1–2% от массы рыб. Ежедневно кормушки осматриваются и очищаются. Пастообразный корм формируется в колобки и придавливается к днищу кормушки. В пруды высаживают «рыб-учителей», потребляющих комбинированные корма.

На приучение рыб к потреблению корма затрачивается до 30 суток, если осетровые начали потреблять корма, то более активно это делает белуга, менее активно русский осётр, стерлядь и севрюга (убывающий ряд).

Такая технология одомашнивания производителей и неполовозрелых особей стерляди, заготовленных из естественных популяций,

позволяет с минимальными затратами организовать формирование ремонтно-маточного стада в сокращённые сроки.

Содержание ремонтно-маточного стада осуществляют в проточных прудах, бассейнах и садках (фото 21, 22, цв. вкл.). Необходимо постоянный контроль за состоянием рыбы.

Приучение диких рыб к комбинированным кормам следует осуществлять по схеме, предоставленной в таблице 6. Схема перевода предполагает следующее:

- первые несколько суток после перевозки все особи находятся в состоянии стресса: они лежат на дне, скапливаются в тени по углам бассейнов;
- постепенно рыбы успокаиваются, располагаясь спиной к свету;
- на третьи сутки рыба может начать реагировать на влажный корм. С этого момента можно начинать приучать осетровых к кормам (рыбный фарш);
- дачу корма проводят 4 раза в светлое время суток. Фарш или сырые гранулы задают небольшими порциями в местах скопления рыбы, необходимо постепенное привыкание рыбы к запаху корма;
- на вторые сутки после начала кормления единичные экземпляры могут начать потреблять рыбный фарш;
- на третьи сутки 80% рыб могут перейти на потребление рыбного фарша. Следует отметить, что в этот период может быть гибель части рыб, в связи с тем, что некоторые особи не адаптируются к предлагаемым комбинированным кормам.

Таблица 6

Схема перевода «дикой» стерляди на влажные корма

№ этапа	Период, сут	Вид корма	Суточная норма, % от массы тела	Отхол. %
1	3	Фарш из рыбы	0,5-1	10
2	7	Фарш из рыбы (50 %) + ВОРЗ-Ст* (50%)	1-2	5-7
3	5	Фарш из рыбы (25%) + ВОРЗ-Ст (75%)	2	1-2
4	—	ВОРЗ-Ст	3	1

Примечание: * — влажный комбикорм для молоди (более 3 г) осетровых рыб (Волжский осетровый рыбоводный завод, Ст - стартовый)

Наличие на теле осетровых рыб травм и повреждений в результате заготовки и транспортировки, высокие плотности посадки, ежедневная чистка рыбоводных ёмкостей, приводят к увеличению активности процесса свободно-радикального окисления в организме. Вследствие этого происходит снижение уровня естественных антиоксидантов в организме рыб, в частности аскорбиновой кислоты.

Кроме того витамин С, реагируя с гистамином, способен снижать биохимические стрессы. Он быстро мобилизуется в организме рыбы, испытывающей его недостаток в зонах синтеза коллагена.

В связи с этим на первом этапе перевода осетровых на потребление комбинированных кормов необходимо добавлять в их рацион 1000 мг/кг аскорбиновой кислоты. Кристаллический порошок витамина С вводят в фарш из рыбы или комбикорма непосредственно перед кормлением.

Высокая плотность посадки рыбы, ограниченные объёмы воды и интенсивное кормление оказывает существенное влияние на физиологическое состояние рыб. Рыба, заготовленная из естественной популяции, попадает на заводы в ослабленном состоянии. Весьма эффективный способ, с помощью которого можно повысить интенсивность потребления комбинированных кормов осетровыми рыбами, связан с усилением хемосенсорной привлекательности комбикормов. Выраженным аттрактивным действием для осетровых рыб обладают аттрактивные добавки, изготовленные из ракообразных (автолизат из жабраного, дафний, стрептоцефалюса и другие гидролизаты белка).

Состав компонентов влажных комбикормов рецепта ВОРЗ представлен в таблице 7.

Такие корма могут быть приготовлены в виде пасты, сырых гранул с применением мясорубочных машин и в виде влажных колбас на специальном оборудовании (фото 23, цв. вкл.). Колбасные корма изготавливаются с применением мясорубки, мешалки, стерилизатора и упаковочной машины в колбасные оболочки. Колбасы затем могут храниться в замороженном виде до употребления (Пономарёв и др., 2002).

Для кормления производителей также используют сухие комбинированные корма рецептов:

- ОСТ-7 — стартовый комбикорм для осетровых рыб массой до 3-5 г (гранулированный, экструдированный) с добавкой рыбной муки, рыбного гидролизата;

- ОСТ-8 — стартовый комбикорм для рыб массой 3–5 г (гранулированный, экструдированный), с добавкой крабового жира, рыбного гидролизата;
- ОТ-7 — производственный комбикорм для рыб массой от 5 г и более, ремонтно-маточного стада (гранулированный, экструдированный), с добавкой кукурузного глютен, витазара;
- ОТ-9 — производственный комбикорм для предупреждения заболевания осетровых лордозом и сколиозом;
- РГМ-9ПО производственный комбикорм для производителей осетровых рыб.

Таблица 7

Состав влажных комбикормов рецепта ВОРЗ (ВОРЗ-Ст)

Компоненты	Содержание, %
Рыбная мука	0–30
Витазар	0–15
Соевый шрот	0–20
Кукурузный глютен	0–10
Крабовая мука	0–15
Рыбный фарш	30–70
Фарш из моллюсков (дрейсена, перловица, беззубка)	0–20
*Сырой зоопланктон	До 30
*Гидролизат жабронога	0–3
Протеин (в сухом веществе)	25–28%
Жир (в сухом веществе)	5–6%
Углеводы (в сухом веществе)	16–18%
Кормовой коэффициент	3 ед.

Примечание: * — в составе влажного комбикорма для молоди ВОРЗ-Ст

Рецептуры комбикормов ОСТ-7, ОСТ-8, ОТ-7, ОТ-9 разработаны АГТУ совместно с ВНИИПРХом, корма рецептов ВОРЗ — совместно с ВОРЗ, рецепт комбикорма РГМ-9ПО — ВНИИПРХом (рецепты ОСТ-7, ОСТ-8, ОТ-7, ОТ-9, премиксы ПО-5, ВМП ПО-5 запатентованы, патентодержатель АГТУ).

3.2. Ёмкости для содержания производителей и ремонта

Если осетровое рыбоводное хозяйство формирует собственное маточное стадо с ранних этапов (периодов) онтогенеза, необходимо

создать материально-техническую базу для содержания ремонтных групп и производителей. Для этих целей используют следующие рыбоводные ёмкости: пруды, бассейны, садки, установки замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Крупных (привезённых в прорезях) производителей выдерживают в специальных водоёмах, предназначенных для отсадки рыбы. Существует два основных типа отсадочных ёмкостей. Один из них сконструирован Б.Н. Казанским, второй — куринскими рыбоводами. Эти ёмкости на практике называют садками, на деле это земляные, земляные с плёнкой, бетонные или бетонные с плёнкой бассейны-пруды. В создании осетровых рыбоводных заводов по воспроизводству в Прикаспии значительный вклад внесли к.б.н. В.В. Мильштейн, д.б.н., профессор А.А. Кокоза (АГТУ, КаспНИРХ).

Береговое отсадочное хозяйство конструкции Б.Н. Казанского. Это земляные пруды для длительного резервирования, а также расположенные вблизи их бетонные садки-бассейны, предназначенные для кратковременного содержания производителей (рис. 46).

Земляной пруд состоит из двух частей: основной, расширенной, имеющей глубину до 2,5 м, и суженной, более мелкой части с глубиной 0,5–1 м. В этой части пруда имеются условия, имитирующие подход к перестовому плесу. В расширенной части с большей глубиной условия приближаются к режиму зимовальных ям. Самок и самцов содержат отдельно.

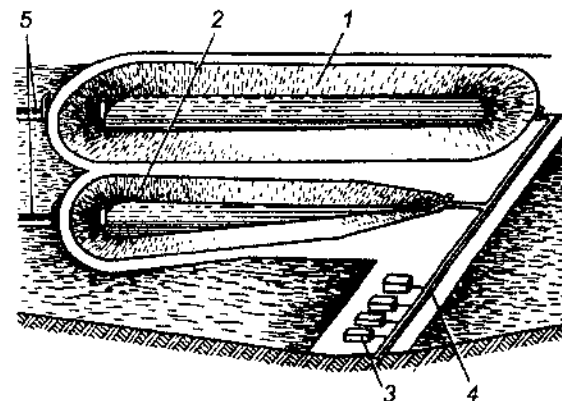


Рис. 46. Садковое хозяйство конструкции Б.Н. Казанского: 1 — пруд для самцов; 2 — пруд для самок; 3 — бассейны-садки; 4 — водопадающий канал; 5 — водосбросные каналы

Пруд для самок имеют следующие размеры: длина 130 м (расширенная часть 100 м и суженная 30 м), ширина 20–25 м в расширенной части и 4–6 м в суженной. До расширенного участка земляное, а в суженном вымощено мелким гладким булыжником на обедненном бетоне; на месте стыка расширенной и суженной частей рассыпана галька.

Пруды для самцов более простой конструкции. Они не имеют суженной части, но в них можно проводить в случае необходимости и зимовку производителей. Длина пруда для самцов равна 120 м, ширина по дну — 5 м, глубина — 2,5 м, уклон откоса — 1:3.

Водоснабжение прудов механическое, водовпуск выполнен в виде железобетонного лотка или трубы. Сброс воды осуществляется через водоспускное сооружение, обеспечивающее как полное осушение пруда, так и возможность спуска различных горизонтов воды. Уровень воды регулируется шандорами. Постоянный расход воды 30 л/с может быть увеличен до 300 л/с.

Садковое хозяйство куринского типа. Представляет собой земляной пруд размером 75 × 12 м (рис. 47), разделённый на 2–3 участка с помощью перегораживающего сооружения, в середине которого устроено отверстие для установки затвора. Земляные участки укрывают полимерной плёнкой с тканью.

На первом участке длиной 105 м и глубиной 3 м производится длительное выдерживание производителей — от 1 до 1,5 месяцев. Заполнение водой продолжается 10–12 ч, а сброс — 5–6 ч.

Затем при наступлении нерестовых температур производителей переводят на второй участок, представляющий собой овальный бетонный бассейн с вертикальными стенками. В бассейне длиной 7 м,

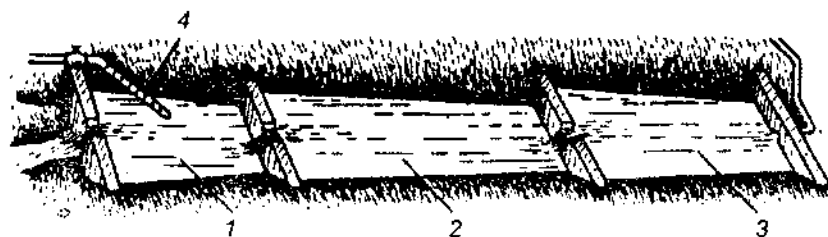


Рис. 47. Садки куринского типа:

1 — головной отсек для выдерживания производителей после инъекции; 2 — отсек для выдерживания самцов; 3 — отсек для длительного совместного выдерживания самок и самцов; 4 — «флейта» водоподачи

шириной 5 и глубиной 1 м производится предварительное кратковременное выдерживание самок и самцов до инъекции (1–3 суток). Переход из первого во второй участок осуществляется в форме плавного подъёма: орудия лова — волокуши, которыми отлавливают производителей, подтягивают по специальным направляющим электролебёдка с дистанционным управлением. Второй участок заполняется водой за 30 минут.

На третьем участке производителей инъецируют и выдерживают после гипофизарной инъекции. Этот участок имеет 2 бетонных бассейна с вертикальными стенками. Длина бассейна составляет 5 м, ширина — 3,5 м, глубина — 1 м. На заполнение и сброс воды отводится по 15 минут. Над бассейном устраивается навес. Пересадка производителей из второго на третий участок, а также доставка их в операционное отделение, где получают икру, производится самоходным электротельфером в люльках.

Если весной из пруда-отстойника подают более тёплую воду, это позволяет инъецировать рыбу и в более ранние сроки. В бассейнах производители находятся 1–3 суток. Подача и сброс воды из бассейнов независимые. Вода подаётся с помощью трубы (флейты), расположенной поперёк бассейна. Струи воды из флейты направлены в противоположные стороны. В результате такой подачи воды улучшается кислородный режим.

В бассейн сажают по 50 производителей белуги, по 80 — осетров или шипа, по 100 — севрюги. Расход воды в бассейнах — 30 л/с. Производителей стерляди содержат в пластиковых бассейнах.

Производителей и ремонт содержат не только в садках-прудах (бассейнах), но и просто в прудах. Используют только проточные пруды с кормлением рыбы комбинированными кормами.

На примере современного осетрового завода юга России по воспроизводству рыбных запасов даны биотехнические нормативы (табл. 8).

Производителей и ремонтную группу из рыб меньшего размера содержат в бетонных или пластиковых бассейнах. Плотность посадки равна 15–50 кг/м², она зависит от водоподготовки и качества водой среды. Из пластиковых бассейнов применяют бассейны закруглённой формы с круговым током воды, где отсутствуют «мёртвые зоны». В таких бассейнах сброс воды устроен в центре, поэтому поток воды

способствует самоочищению. Бассейны крупных размеров 4 × 4 м, 5 × 5 м, 6 × 6 м разборные, состоят из отдельных секций, трубопровода с телескопическим стояком, выпускного отверстия и стального каркаса, поддерживающего верхнюю часть бассейна.

Таблица 8

**Биотехнические нормативы осетрового завода юга России
по содержанию ремонтно-маточного стада**

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Виды		
			Белуга	Осетр	Севрюга
1	2	3	4	5	6
1	Соотношение производителей самки:самцы	шт.			
	В общем стаде, с учётом неравномерности созревания производителей		3:1	3:1	3:1
	В нерестовом стаде		1:1	1:1	1:2
2	Ежегодное пополнение производителей из естественного водоёма	%	15	30	30
3	Длительность повторного созревания производителей:	лет			
	— самки;		3	3	3
	— самцы		1	1	1
4	Возраст впервые используемых производителей:	год			
	— самки;		18	14	10
	— самцов		12	8	6
5	Средняя повторность использования:	раз			
	— самки;		4-5	4-5	4-5
	— самцы		6-7	6-7	6-7
6	Средняя масса производителей:	кг			
	— самки;		150	20	14
	— самцы		60	9	7
7	Отход самок после нерестовой кампании	%	10	10	10
8	Ежегодное обновление маточного стада	%	8	8	8
9	Содержание производителей в летний период в летне-маточных прудах:				
	— площадь одного пруда:	га	0,5-3,0	0,5-3,0	0,5-3,0
	— средняя глубина воды	м	2,5	2,5	2,5
	Продолжительность наполнения одного пруда	сут	2	2	2
	Продолжительность спуска одного пруда	сут	1	1	1
	Водообмен	сут	5	5	5
	Плотность посадки производителей всех возрастных групп:				
	— самок;	кг/га	5000	5000	5000
	— самцов	кг/га	5000	5000	5000

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
10	Ежегодный прирост средней массы производителей в летне-маточных прудах:				
	— самок;	кг	5	2	1
	— самцов		3	1	1
11	Содержание производителей в зимний период в зимне-маточных прудах				
	Площадь одного пруда	га	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5
	Глубина непроморающего слоя воды	м	2,5	2,5	2,5
	Водообмен	сут	10	10	10
	Продолжительность наполнения одного пруда	сут	2	2	2
	Продолжительность спуска одного пруда:	сут	1	1	1
	— самок;	кг/га	5000	5000	5000
	— самцов		5000	5000	5000
	В бассейнах Казанского	ч	2-4	2-4	2-4
	Площадь одного пруда	м²	до 21	до 21	до 21
	Средняя глубина воды	м	0,8	0,8	0,8
	Расход воды на 100 кг живого веса	л/с			
	ниже 2°C		0,2	0,2	0,2
	— 2-3°C		0,2	0,2	0,2
	— 4°C		0,3	0,3	0,3
	Плотность посадки производителей в бассейне:	шт.			
	— самки;		3-5	10	15
	— самцы		3-5	15	15
12	Уменьшение средне-штучной массы производителей за зимовку	%	10	10	10
13	Содержание производителей по полу:				
	— в летне-маточных прудах;	—	раздельно		
	— в зимне-маточных прудах;	—	совместно		
14	— в бассейнах Казанского	—	раздельно		
	Выживаемость производителей:	%			
	— в летне-маточных прудах;		98	98	98
	— в зимне-маточных прудах;		98	98	98
	— в бассейнах Казанского		—	98	98
15	Начало отбора рыбы ремонтного стада	возр.	от молоди:	—	—
16	Период отбора на племя и выбраковки ремонта	—	осень	—	—
17	Отбор ремонта на племя при бонитировке				
	Из сеголетков	%	40	40	40
	Из двухлетков	%	60	60	60
	Из трёхлетков	%	70	70	70
	Из четырёхлетков	%	85	85	85
	Из пятилетков всего	%	85	85	85
	Самок	%	50	50	50
	Из плестилетков до восемнадцатилетков	%	90	90	90

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
18	Средняя масса различных возрастных групп ремонта:				
	— молодки:	г	10	5,0	3,0
	— сеголетков:	кг	0,3	0,3	0,1
	— двухлетков:	кг	3	1,5	0,6
	— трёхлетков:	кг	6	2,5	1,0
	— четырёхлетков:	кг	10	3,5	2,0
	— пятилетков:	кг	15	4,5	2,5
	— шестилетков:	кг	21	5,0	3,0
	— семилетков:	кг	28	7,0	4,0
	— восьмилетков:	кг	36	8,0	5,0
	— девятилетков:	кг	45	10,0	7,0
	— десятилетков:	кг	56	12,0	9,0
	— одиннадцатилетков:	кг	67	14,0	10,0
	— двенадцатилетков:	кг	79	15,0	12,0
	— тринадцатилетков:	кг	92	17,0	14,0
	— четырнадцатилетков:	кг	106	19,0	15,0
	— пятнадцатилетков:	кг	120	—	—
	— шестнадцатилетков:	кг	130	—	—
	— семнадцатилетков:	кг	140	—	—
	— восемнадцатилетков:	кг	150	—	—
19	Содержание ремонтного поголовья в летний период				
	Летне-ремонтные пруды				
	Площадь одного пруда	га	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5
	Средняя глубина воды	м	2,5	2,5	2,5
	Продолжительность наполнения одного пруда	сут	до 2	до 2	до 2
	Продолжительность спуска одного пруда	сут	до 1	до 1	до 1
	Водообмен	сут	5	5	5
	Плотность посадки:				
	Молодь бассейны ИЦА-2	кг/м²	10	10	7
	Семегодовики и старшие возрастные группы	кг/га	5000	5000	6000
	Летне-ремонтные садки				
	Площадь садка	га	0,2	0,2	0,2
	Средняя глубина воды	м	2,5	2,5	2,5
	Продолжительность наполнения одного садка	сут	1	1	1
	Продолжительность спуска одного садка	сут	1	1	1
	Водообмен	сут	5	5	5
	Плотность посадки:				
	Годовиков и старших возрастных групп	кг/га	5000	6000	7000

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
20	Содержание ремонтного поголовья в зимний период				
	Зимне-ремонтные пруды				
	Глубина непромерзающего слоя воды	м	2,5	2,5	2,5
	Продолжительность наполнения одного пруда	сут	до 2	до 2	до 2
	Продолжительность спуска одного пруда	сут	до 1	до 1	до 1
	Водообмен	сут	10	10	10
	Семилетки и старшие возрастные группы	кг/га	5000	6000	7000
	Зимне-ремонтные садки				
	Площадь садка	га	0,25	0,25	0,25
	Глубина непромерзающего слоя воды	м	2,5	2,5	2,5
	Продолжительность наполнения одного садка	сут	1	1	1
	Продолжительность спуска одного садка	сут	до 1	до 1	до 1
	Водообмен	сут	10	10	10
	Плотность посадки сеголетков и старших возрастных групп	кг/га	5000	6000	7000
21	Содержание ремонтного поголовья по возрастным группам:				
	— в летне-ремонтных садках и прудах; — в зимне-ремонтных садках и прудах		Совместно или по чётным и нечётным возрастным группам		
22	Выживаемость ремонтного поголовья в ремонтных садках и прудах:	%			
	— сеголетков от молодки:		70	70	65
	— годовиков:		92	92	90
	— двухлетков-семилетков:		96-97	96-97	95
23	Уменьшение средне-штучной массы производителей за зимовку:	%			
	— сеголетков;		12	12	12
	— двухлетков и старших групп ремонта		10	10	10
24	Карантинные пруды				
	Площадь:	га			
	— летних;		0,2	0,2	0,2
	— зимних		0,05	0,05	0,05
	Средняя глубина летних	м	2,5	2,5	2,5
	Глубина непромерзающего слоя воды	м	2,5	2,5	2,5
	Продолжительность наполнения одного пруда	сут	0,3	0,3	0,3
	Продолжительность спуска одного садка	сут	0,2	0,2	0,2
	Водообмен в зимний период	сут	25	25	25

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
24	Количество карантинных прудов:	шт.			
	— летних,		2	2	2
	— зимних		2	2	2
25	Санитарный пруд				
	Площадь одного пруда	га	0,2	0,2	—
	Средняя глубина воды	м	2,5	—	—
	Продолжительность наполнения одного пруда	сут	0,3	—	—
	Продолжительность спуска одного садка	сут	0,2	—	—

В практике также используют силосы (для мелких осетровых), тканевые каркасные бассейны, бассейны с изменяемыми объемами.

Бетонные бассейны имеют большую площадь — 20 × 15 м и более, глубину до 2,5 м, но они менее удобны в эксплуатации. При их строительстве используют специальные бетонные смеси (гладкие), керамическую плитку.

В системах УЗВ применяются крупные бассейны, их рыбопродуктивность и нормы содержания особей ремонтно-маточного стада зависят от условий очистки и водоподготовки. Для осетровых, как для донных рыб, расчёт осуществляется в м².

В тепловодных хозяйствах (водоёмы-охладители), водохранилищах, озёрах, реках используют садки размером до 3 × 5 м и глубиной до 7–8 м. В садках плотность посадки (чаще в м³) зависит от водообмена в зоне садковой линии, вида рыб, температуры, особенностей гидрохимического режима. Она ниже в летний период (до 10 кг/м³, и более), чем в зимний (до 20 кг/м³, и более).

Для условий Азовско-Черноморского и Каспийского бассейнов рекомендованы следующие ориентировочные показатели качества производителей осетровых рыб, выловленных из естественных водоёмов (табл. 9, 10).

В начале нерестового хода самки имеют значительный уровень содержания жира и белка, у них высокие показатели обмена веществ и дыхания, поэтому таких рыб надо заготавливать в первую очередь. Обычно они имеют показатели содержания жира, белка, обмена веществ и дыхания, характерные для рыб, полостью отдающих зрелую икру.

3.2. Отбор будущих производителей в РМС

При выращивании ремонтной группы проводится бонитировочный учёт, позволяющий формировать стадо из здоровых рыб.

Таблица 9

Ориентировочные показатели качества производителей

Вид	Состояние рыб и гоаа	Диагностические показатели, %		Характер реакции на гормон (овуляция икры)	Оплодотворяемость, %
		гемоглобин	белок сыворотки крови		
Белуга	незрелая	60–70	4,5–5,0	частичная	45–60
	зрелая	52–59	3,2–4,0	полная	82–96
	истощенная	37–42	2,2–2,7	нарушенная	0
Русский осётр	незрелая	60–70	4,7–6,7	частичная	64–82
	зрелая	52–58	2,9–4,6	полная	84–92
	истощенная	37–40	1,6–2,0	нарушенная	26–40
Севрюга	незрелая	64–69	4,6–5,5	частичная	40–70
	зрелая	50–58	3,0–3,7	полная	84–94
	истощенная	42–48	0,8–2,7	нарушенная	0

Таблица 10

Соотношение длины и массы производителей осетровых рыб

Русский осётр			Севрюга			Белуга		
Длина, см	Масса, кг		Длина, см	Масса, кг		Длина, см	Масса, кг	
	самки	самцы		самки	самцы		самки	самцы
106–110	7,0	8,3	111–115	4,5	5,1	181–200	43,5	54,0
111–115	8,0	9,6	116–120	5,2	5,7	201–220	57	66,6
116–120	9,2	10,8	121–125	6,0	6,5	221–240	88	95
121–125	10,5	12,2	126–130	6,6	7,5	241–260	113	122
126–130	11,7	13,8	131–135	7,1	8,1	261–280	132	151
131–135	13,3	15,4	136–140	8,4	9,8	281–300	167	171
136–140	14,9	17,3	141–145	9,2	10,2	—	—	—
141–145	16,7	19,0	146–150	9,9	11,3	—	—	—
146–150	18,5	20,5	151–155	10,6	12,7	—	—	—
151–155	19,8	22,5	156–160	11,3	13,7	—	—	—

Первая бонитировка обычно проводится в возрасте годовиков, при этом отбирают внешне физически здоровых рыб без морфологических аномалий, уродств, размерно-массовые показатели должны быть средними.

Эта бонитировка производится в весеннее время для хозяйств с ходом естественных температур (8–10°C). В условиях тёплых вод энергетических объектов бонитировка выполняется при весеннем повышении температуры.

При первой бонитировке выбраковывают рыб со следующими аномалиями:

- отсутствие носовой перегородки;
- отсутствие грудных плавников;
- недоразвитие или отсутствие глаз;
- укороченные жаберные крышки.

Заметные выраженные отклонения от нормального строения тела называются **фенодевиациями**. В качестве фенодевиантов отмечают отсутствие брюшных плавников, дополнительные парные плавники в рудиментарном состоянии.

Следующая **вторая бонитировка** проводится из рыб, достигших товарной массы.

В этом случае отбраковываются рыбы с морфологическими и физиологическими аномалиями. В ремонтно-маточное стадо отбирают нормально упитанных рыб с морфологическими показателями не ниже средних размеров. Для формирования структуры следует идентифицировать самок и самцов, в том числе необходимо учитывать скорость индивидуального созревания половых продуктов. Это важно при выборе профиля хозяйства: икорное или балычное.

Для формирования коллекционных стад и заводов по искусственному воспроизводству стад осетровых рыб оставляют всех самок независимо от стадии их зрелости.

3.3. Формирование половой структуры маточных стад (по работам М.С. Чебанова)

Считается, что половая структура РМС должна соответствовать целям его использования. При этом необходимо учитывать возраст полового созревания, продолжительность межнерестовых интер-

валов у самцов и самок. Возрастная структура стад самцов и самок должна предусматривать недопустимость скрещиваний производителей одной генерации. Число самок и самцов в нерестовом контингенте и стаде в целом должно обеспечивать достаточную эффективную численность скрещиваемых производителей (минимум 100, при коэффициенте инбридинга 0,5%; оптимум — 500 для каждого вида).

При формировании половой структуры стад предусматривается содержание минимально необходимого количества самцов. Кроме этого формируется криобанк спермы, обеспечивающий дополнительную потребность хозяйства.

Максимальная экономическая эффективность и оптимальная численность ремонтно-маточного стада обеспечивается при формировании необходимого соотношения полов в каждой генерации.

Коллекционные генофондные стада должны иметь достаточную для эффективного сохранения генофонда численность и соотношение полов.

Маточные стада племенных репродукторов и осетровых рыбозаводов должны иметь максимальную фактическую численность самок при соотношении полов, обеспечивающем оптимальное соотношение количества самцов и самок в нерестовом контингенте, то есть обеспечивать гарантировано достаточную численность нерестовой части маточного стада.

Маточные стада товарных хозяйств по выращиванию высокопродуктивных промышленных гибридов осетровых должны иметь минимальную численность самок для обеспечения плановой мощности хозяйств по производству товарных осетровых. Маточные стада осетровых для получения пищевой «чёрной» икры должны состоять исключительно из самок.

Численность ремонтно-маточного стада рыбозаводного предприятия обычно ограничивается его мощностью. Численность генофондного ремонтно-маточного стада устанавливается в соответствии с количеством производителей, вносящих генетический вклад в следующее поколение. Эффективная численность ($N_{\text{эф}}$) определяется числом скрещивающихся особей, при котором скорость инбридинга равна 0,5 $N_{\text{эл}}$. Строго говоря, для сохранения генофонда при формировании стада следует исходить из частот редких аллелей. Таким образом, величина ремонтно-маточного стада определяется числом эффективно скрещи-

вающихся особей. Оптимальным для коллекционных маточных стад является соотношение полов 1:1, не только для стада в целом, но и для каждой генерации. Эффективная численность маточных стад племенных репродукторов и осетровых рыбоводных заводов должна формироваться не в маточном стаде в целом, а в нерестовой его части, поскольку учитывается не только возраст полового созревания, но и различия в продолжительности межнерестовых интервалов.

Структура маточного стада особым образом формируется на товарных рыбоводных предприятиях, специализирующихся на выращивании высокопродуктивных промышленных гибридов осетровых рыб первого поколения (наибольшее проявление эффекта гетерозиса), она формируется иначе. Так, при межвидовой гибридизации количество самцов, использующихся для оплодотворения икры, полученной от одной самки, не имеет значения. Важно, чтобы полученной качественной спермы хватило для оплодотворения всей икры. Следует учесть, что спермы одного самца достаточно для оплодотворения как минимум 5-ти самок близких по размеру. Так, для получения гибрида между русским и сибирским осетрами в нерестовой части стада достаточно иметь соотношение полов 1:5. Учитывая, что самцы сибирского осетра созревают ежегодно, а самки русского осетра раз в 2–3 года, соотношение полов в маточном стаде в целом может составлять 7,5:1. При получении бестера первого поколения соотношение полов будет иное, так как стерлядь и белуга в половозрелом состоянии значительно различаются по размерам. Так, самки одомашненной формы белуги в маточном стаде ЮФ ФСГЦР имели массу 35–50 кг и от них получают 5–7 кг икры. Для оплодотворения одного кг икры необходимо 10 мл спермы. От одного самца стерляди в среднем можно получить 30 мл спермы, поэтому для оплодотворения икры полученной от одной самки белуги необходима сперма от двух–трех самцов стерляди. Это означает, что в нерестовой части стада отношение количества самок белуги к количеству самцов стерляди должно составлять не менее чем 1:3. В данных условиях самки белуги созревают один раз в три года, поэтому соотношение полов в маточном стаде в целом может составлять 1:1.

В РМС для товарного выращивания гибрида между стерлядью и белугой соотношение полов меняется. От самки стерляди в среднем можно получить 250 г икры, для оплодотворения которой требуется

4 мл спермы белуги. От самца белуги получают в среднем 400 мл спермы. Таким образом, достаточно иметь в нерестовой части стада одного самца белуги на 100 самок стерляди. Учитывая, что и самцы белуги и самки стерляди созревают один раз в два года, указанное соотношение полов должно быть и в маточном стаде.

Для получения пищевой икры необходимость в самцах отсутствует, для этого следует применять раннюю диагностику пола (до достижения товарной массы), что позволяет в 1,5–2 раза увеличить численность самок, содержащихся единовременно.

В настоящее время в хозяйствах-репродукторах, на заводах по искусственному воспроизводству начато применение технологий диагностики пола, что позволяет избегать высоких затрат на выращивание производителей и строительство выростных площадей.

Формирование ремонтной группы. После выполнения второй бонитировки самцы и самки содержатся отдельно. Самки содержатся при более разреженной посадке. Применяются высокопитательные корма, отвечающие основному назначению — обеспечение нормального физиологического статуса.

По данным специалистов Южного филиала ФСГЦРС (Чебанов и др., 2004) отработаны биологические показатели, обеспечивающие эффективное формирование ремонтных и маточных групп (табл. 11).

Таблица 11

Биологические показатели выращивания товарных осетровых, производителей и ремонта до второй бонитировки

Показатели	Единицы измерения	Бассейны	Сетчатые садки	Садки прудового типа
1	2	3	4	5
<i>Выращивание товарных осетровых и ремонтной группы до второй бонитировки</i>				
<i>Характеристика рыбоводных емкостей:</i>				
Площадь	м ²	20–40	4–25	250–750
<i>Уровень воды</i>				
Средняя масса посадочного материала:				
5 г – 30 г	м	0,8	0,8–0,1	1,5–2,0
– 30 г – 100 г	м	1,0	1,5	1,5–2,0
– 100 г – 800 г	м	1,2	2,0	1,5–2,0
– 800 г – 1500 г	м	1,5	2,0–2,5	1,5–2,0

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
<i>Нормативы выращивания до массы 0,6–1,5 кг</i>				
Средняя масса посадочного материала:	г	5,0	25–30	50–150
<i>Плотность посадки при выращивании:</i>				
– от 5 г до 200 г;	шт./м ²	250	150–200	20–25
– от 200 г до 400 г;	шт./м ²	100	50–75	10–15
– от 400 г до 800 г;	шт./м ²	50	40–50	10
– от 800 г до 1500 г	шт./м ²	25–30	20–25	4–5
<i>Кратность кормления:</i>				
– от 5 г до 200 г;	раз/сут	12	8	8
– от 200 г до 1500 г	раз/сут	8	8	8
<i>Удельный расход воды при температуре 22°C в бассейнах при близком к 100% насыщению кислородом и средней массе:</i>				
– 5 г;	л/кг × с	0,101	Согласно требованиям к садковым хозяйствам	5 раз/сут
– 30 г;	л/кг × с	0,059	—	—
– 100 г;	л/кг × с	0,039	—	—
– 200 г;	л/кг × с	0,031	—	—
– 400 г;	л/кг × с	0,012	—	—
– 800 г;	л/кг × с	0,009	—	—
– 1500 г	л/кг × с	0,007	—	—
<i>Выживаемость при выращивании:</i>				
– от 25 г до 200 г;	%	85	80	80
– от 200 г до 400 г;	%	95	90	85
– от 400 г до 800 г;	%	95	90	95
– от 800 г до 1500 г	%	95	95	95
<i>Выращивание ремонтного поголовья и производителей</i>				
<i>Характеристика бассейнов:</i>				
Площадь	м ²	20–40	10–50	250–1500
Глубина воды	м	1,5	2,0–4,0	1,5–2,5
<i>Плотность посадки:</i>				
при посадке 1,5 кг до 3,0 кг;	кг/м ²	15	10	5
– при посадке 3,0 кг до 4,0 кг;	кг/м ²	18	12	6
– при посадке 4,0 кг до 6,0 кг;	кг/м ²	25	15	8
– при посадке 6,0 кг до 10,0 кг;	кг/м ²	30	25	10
– при посадке 10,0 кг и более	кг/м ²	40	30	10
Выживаемость	%	98	98	98

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
<i>Удельный расход воды в бассейнах при 100% насыщения кислородом и температуре 22°C для осетров со средней массой:</i>				
– 1,5 кг;	л/кг × с	0,007	Согласно требованиям к садковым хозяйствам	3–5 раз/сут
– 3,0 кг;	л/кг × с	0,0057	—	—
– 4,5 кг;	л/кг × с	0,0049	—	—
– 6,5 кг;	л/кг × с	0,0046	—	—
– 10,0 кг;	л/кг × с	0,0045	—	—
– 15,0 кг и выше	л/кг × с	0,0039	—	—

Приведённые в таблице 11 показатели даны применительно к оптимальной для содержания осетровых рыб температуре воды 22°C. Возможна корректировка удельного водопотребления при изменении температуры (табл. 12).

Таблица 12

Показатели удельного водопотребления от температуры воды

t°C	%, к водообмену при 22°C	t°C	%, к водообмену при 22°C
28	210	18	82
27	185	16	73
26	160	14	64
25	125	12	55
24	110	10	37
22	100	5	19
20	91	4	18
18	88	2–3	10

Принципиально важно, чтобы для нормального развития репродуктивной системы осетровых рыб была обеспечена сезонность температурного режима содержания ремонтных групп. Известно, что товарную рыбу можно быстрее выращивать при постоянной (благоприятной для роста) температуре воды. При выращивании производителей, напротив, необходимо в определённом для каждого вида (гибрида) возрасте рыбу вводить в технологический цикл (период) как бы зимнего содержания (табл. 13).

Таблица 13

Возраст первого созревания ремонтной группы и оптимальное время содержания при естественном температурном режиме

Вид, гибрид	Возраст первого созревания, лет		Возраст перевода ремонта на содержание при естественном температурном режиме, лет	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Белуга	5-8	9-11	4-5	7-9
Русский осётр	3-4	6-7	2-3	4-5
Севрюга	3-4	5-7	2	3-4
Стерлядь	2-3	3-5	2	2
Шип	4-5	5-7	3-4	4
Бестер	3-4	4-6	2-3	3-4
Русский осётр × ленский осётр	3-4	4-6	2-3	3-4

В то же время выращивание в течение первых лет ремонтной группы на «тёплой» воде с круглогодичным кормлением позволяет ускорить созревание производителей в 1,5–2,5 раза и существенно сократить межнерестовые интервалы (табл. 14).

Таблица 14

Возраст первого созревания и продолжительность последующих циклов гаметогенеза диких и одомашненных производителей осетровых

Вид	Возраст первого созревания				Продолжи- тельность межнерестовых интервалов самок	
	Самцы		Самки			
	дикие	одомаш- ненные	дикие	одомаш- ненные	дикие	одомаш- ненные
Русский осётр	8-10 (7-10)	3-4	10-14 (8-15)	5-8	3-5	1-3
Севрюга	5-6 (3-8)	3-4	8-10 (6-13)	5-7	3-4	1-2
Белуга	12-14 (9-14)	5-8	16-18 (11-19)	9-12	≥ 4-10	2-3
Стерлядь	4-6 (3-8)	2-3	5-8 (3-12)	3-5	2-3	1-2

При этом масса тела при достижении половой зрелости и абсолютная плодовитость одомашненных рыб, кроме стерляди, несколько ниже (табл. 15).

Таблица 15

Сравнительная характеристика массы тела при первом созревании и абсолютной плодовитости диких и одомашненных производителей осетровых

Вид	Абсолютная плодовитость самок, тыс. шт.		Масса тела самцов при первом созревании, кг		Масса тела самок при первом созревании, кг	
	дикие	одомашненные	дикие	одомашненные	дикие	одомашненные
Русский осётр	121-490	45-185	6,0-10,0	2,0-3,5	9,9-18,0	4,8-14,0
Севрюга	150-379	43-145	2,1-5,6	1,5-3,4	4,4-13,7	5,4-9,0
Белуга	355-3600	250-450	35,0-89,0	8,0-27,0	71,0-150,0	32,0-50,0
Стерлядь	2,5-150	7,5-120	0,3-1,2	0,3-2,3	0,3-2,5	0,3-2,5

Значение показателей относительной плодовитости одомашненных рыб близки или несколько выше, чем у диких из-за меньших размеров ооцитов (табл. 16).

Таблица 16

Репродуктивные показатели диких и домашних производителей осетровых

Вид	Оосоматический индекс		Относительная плодовитость, тыс. икринок/кг		Масса одной икринки, мг	
	дикие	одомашненные	дикие	одомашненные	дикие	одомашненные
Русский осётр	0,12-0,27	0,12-0,25	6,6-18,5	7,8-15,0	17,8-24,3	12,8-18,8
Севрюга	0,10-0,22	0,11-0,20	13,3-24,6	12,5-18,5	9,6-14,2	8,7-12,1
Белуга	0,10-0,18	0,12-0,15	6,6-7,2	5,4-8,2	18,1-27,8	15,3-22,2
Стерлядь	0,12-0,22	0,11-0,23	12,5-17,6	12,1-22,5	9,6-12,5	5,9-10,2

Скорость генеративных процессов у осетровых зависит в первую очередь от температуры содержания, поэтому при расчёте теплозапаса, выражающегося в градусо-днях, принимается во внимание только период времени, проведённый рыбой при так называемой эффективной температуре. Эффективной принято считать температуру от нерестового оптимума до температуры, когда рыба перестаёт питаться и в среднем этот диапазон находится в пределах 16–27°C.

М.С. Чебанов и др. (2004) считают, что при формировании маточных стад осетровых во внимание следует принимать два значения теплозапаса для каждого разводимого вида (гибрида) — теплозапас,

необходимый для достижения половой зрелости; теплозапас необходимый для прохождения одного цикла гаметогенеза (табл. 17).

Таблица 17

Сумма эффективных температур, обеспечивающая первое и последующие созревания самок осетровых

Вид	Сумма эффективных температур, необходимая для первого созревания, градусо-дни		Продолжительность межперестовых интервалов самок, градусо-дни
	Самцы	Самки	
Русский осетр	10000-10500	17000-27000	5200-8000
Сибирский осетр	9000-12000	18000-26000	5000-6000
Севрюга	10000-10500	17000-23000	3500-5500
Белуга	17000-25000	28000-36000	6000-9000
Стерлядь	6000-9000	12000-13000	2800-5200

Применение величины суммы эффективных температур позволяет более точно прогнозировать созревание производителей в зависимости от условий конкретного хозяйства. Теплозапас является достаточно универсальным показателем, но не единственным фактором, определяющим возраст полового созревания и продолжительность межперестовых интервалов. Для достижения максимального эффекта необходимо создать на хозяйстве наиболее оптимальные условия для содержания ремонтно-маточного стада, иначе созревание производителей может сильно затянуться, или производители будут непригодны для использования, а восстановление их репродуктивных качеств окажется невозможным или не эффективным.

Для ранней прижизненной диагностики пола осетровых рыб используется ультрафиолетовый сканер, например «MY SONO – 201» (рис. 48).

Группой специалистов под руководством М.С. Чебанова предложена соответствующая технология.

Возможность идентифицировать половую принадлежность изучаемых рыб определяется тем, насколько гонада, составляющие её ткани и специфические половые анатомические детали и гистологические структуры, будут отличаться на видеомониторе при сканировании ультразвуком (фото 24, цв. вкл.). В первую очередь, должна быть хорошо видна гонада рыбы, то есть её минимальный линейный размер на срезе должны превышать длину ультразвуковой волны в

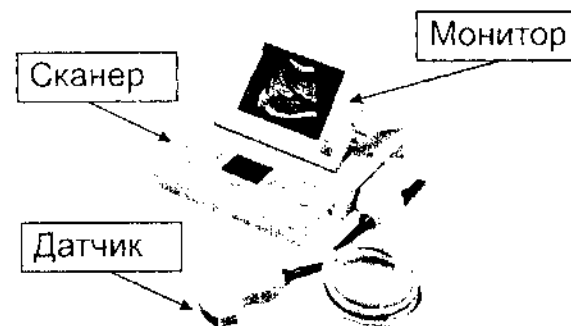


Рис. 48. Ультразвуковой исследовательский комплекс «MY SONO – 201» (Корея)

10-20 раз, в противном случае границы органа не будут заметны или будут нечётки. Во-вторых, гонады самок и самцов должны обладать различной структурой эхогенности, иначе отличить самок и самцов будет невозможно. Структура эхогенности складывается из анатомических и гистологических особенностей генеративных, соединительных и жировых тканей гонад. Диагностическими признаками для определения пола являются:

- локализация генеративной ткани в гонаде (медиальная, латеральная и т.д.);
- отсутствие и наличие оболочки гонады;
- характер поверхности и краёв гонады (гладкая или неровная (пористая), ровный или рваный край, прямой или изогнутый (неровный) край;
- эхогенность генеративной ткани, выражающаяся в различной яркости её изображения на экране монитора;
- однородность или неоднородность структуры тканей гонады;
- местоположение относительно генитального отверстия и структура каудального конца гонады.

Для определения стадий зрелости гонад решающее значение приобретают относительные и абсолютные размеры гонад и генеративной ткани в гонадах, а на более поздних стадиях характер неоднородности и слагающих её элементов (ооцитов), а также степень затухания сигнала. При перезревании и резорбции половых продуктов эхогенность тканей меняется (эхогенные ткани становятся анэхогенными, гиперэхогенными, гипозэхогенными или анэхогенными и,

наоборот), в таблице 18 даны минимальные размеры рыб, пригодные для сканирования.

Оптимальным для проведения ранней прижизненной диагностики пола является период после зимовки при температуре воды 8–12°C для хозяйств с естественным температурным режимом и после двух месяцев содержания при минимальных температурах воды для промышленных хозяйств. При этом перед проведением диагностических исследований на промышленных хозяйствах не следует кормить рыбу в течение 10–12 дней.

Таблица 18

Минимальные размеры и возраст осетровых различных видов и гибридных форм для проведения ранней прижизненной диагностики пола

Вид (гибридная форма)	Промышленные хозяйства		Хозяйства с естественным температурным режимом	
	Индивидуальная масса, кг	Возраст, годы	Индивидуальная масса	Возраст, годы
Стерлядь	0,3–0,6	1–1+	0,3–0,6	2–2+
Белуга	8,0–12,0	4–5	8,0–12,0	6–7
Сибирский осётр	2,0–2,5	2–2+	2,0–2,5	3–4
Русский осётр	1,5–3,0	1+–2	1,5–3,0	2–3
Бестер	1,0–2,0	1+–2	1,0–2,0	2+–3
Русский осётр × сибирский осётр	0,8–2,0	1+–2	0,8–2,0	2–2+

Наименее приемлемым для идентификации половой принадлежности рыб является период активного нагула (кормления) и температуры выше 18°C. Провести идентификацию пола рыб, постоянно содержащихся на промышленных рыбных предприятиях, значительно сложнее из-за накопления большего количества жира.

ГЛАВА 4. ПОДГОТОВКА И ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ

(по работам В.В. Мильштейна, М.С. Чебанова, К.Б. Аветисова, С.В. Пономарёва и др.)

4.1. Подготовка производителей к получению половых продуктов

В настоящее время из естественных водоёмов отдельных производителей до сих пор вылавливают преимущественно в устьевой зоне, а также в море (Каспийский, Азово-Черноморский бассейн), массовый ход рыбы отсутствует.

Начало работ по отбору производителей определяется сроками подхода осетровых к устьевой зоне и наступления температуры в реке 6–9°C. Как правило, к заготовке русского осетра приступают в 1-ой декаде, а севрюги — во 2-ой, 3-ей декадах апреля. Эти сроки могут быть сдвинуты в случае тёплой зимы и ранней весны, что обуславливает более ранний ход осетровых. Заготовка производителей в реке ведётся закидными неводами круглосуточно. В море производителей отбирают из ставных орудий лова. Отбирасмые производители не должны иметь травм. Выловленная рыба транспортируется в прорезях на осетровые хозяйства.

На рыбных заводах осетровых помещают в земляные садки куринского типа, бетонные садки (самки от самцов отдельно), или бассейны, пруды (фото 25, цв. вкл.). Не допускается длительное содержание производителей в живорыбных прорезях. Перед посадкой самок осетра и севрюги на выдерживание производят обязательное мечение рыбы по сроку заготовки и месту вылова: река и море. Мечат рыб путём резекции небольшой части любого плавника рыбы. Такая метка сохраняется в период всей работы с производителями и не вызывает развития язв и других болезненных явлений, также используют электронные и иные метки (красители, лазерное мечение).

При длительном содержании производителей в садках куринского типа, бассейнах необходимо обеспечить оптимальный газовый режим, поддерживать постоянную смену воды. Расход воды составляет 30 л/с, содержание растворённого в воде кислорода — 7–8 мг/л.

При выдерживании производителей основным фактором, воздействующем на состояние гонад самок, является температура воды, поэтому лучше ориентироваться при работе с производителями на показатель теплозапаса в водоёме, в котором они находятся. Этот показатель исчисляется суммой среднесуточных температур за период выдерживания и выражается в градусо-днях.

Для осетровых разных сроков заготовки в море и реке предложены показатели, которые представлены в таблице 19 (Аветисов и др., 1986).

Таблица 19

Рыбоводные показатели при использовании производителей осетровых, заготовленных в естественных водоёмах юга России

Показатели	Море		Река		
	Русский осётр	Севрюга	Русский осётр		Севрюга
	Периоды нерестового хода				
	начало	массовый	начало	массовый	1-ая половина мая
1	2	3	4	5	6
Температура воды при заготовке, °С	6-10	11-16	12-15	15-19	16-19
Масса, кг					
– самцов;	10-15	10-15	5-10	5-10	5-10
– самок	20-35	18-30	10-18	8-16	8-18
Соотношение производителей по полу ($\frac{\sigma}{\phi}$)	1:1,5	1:1,5	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Плотность посадки производителей на 1 садок курицкого типа (120 × 5 × 2,5 м), шт.	80		80		100
Сроки выдерживания производителей:					
– сутки;	5-15	2-10	20-35	10-20	10-15
– градусо-дни	100-200	40-120	250-400	200-300	180-220
Отход производителей за период выдерживания, %	5		5		10
Количество продуктивных самок, %	80	80	80	70	60
Оплодотворяемость икры, %	80	80	80	75	75

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6
Отход, %:					
– за период инкубации личинок;	15	20	30	35	35
– за период выдерживания и подращивания до массы 60-100 мг	20	25	30	30	30
Продолжительность содержания личинок в бассейнах, сутки	15	10-15	10-15	10-15	10-15
Масса подращенных личинок при выпуске из бассейнов, мг	100	80-100		60-80	60-80
Продолжительность выращивания молоди в прудах, сутки	30-35	30-35	25-30	30	25-30
Отход молоди при выращивании в прудах, %	30	30	30	30	30
Масса молоди в прудах, г	2,5		1,5		1,5

В условиях хозяйств, где уже сформировано маточное стадо подготовку производителей осетровых рыб к использованию можно разделить на несколько этапов:

- осенняя бонитировка;
- зимовка производителей;
- весенняя бонитировка;
- предварительное тестирование производителей;
- определение температурного режима и сроков преднерестового выдерживания;
- тестирование производителей перед введением гормональных препаратов.

Оценка состояния производителей, их репродуктивной системы проводится и с применением специальных методов.

В ходе осенней бонитировки производителей проводится отбор рыб, способных дать зрелые половые продукты в предстоящем рыболовном сезоне. В результате весенней бонитировки определяется режим и время преднерестового содержания, сроки получения половых продуктов, а также тестируются рыбы по степени готовности к нересту.

Осеннюю бонитировку маточного стада можно проводить при снижении температуры воды ниже 12°C, когда рыбу обычно прекращают

кормить (октябрь–ноябрь). Одновременно выполняется бонитировка старшего ремонта с целью отбора впервые созревающих рыб.

При осенней бонитировке отбирают самок с гонадами на IV-ой, а для некоторых видов и гибридов (о чём будет сказано ниже) на III-ей стадии зрелости. Самцы ко времени первого созревания самок обычно уже отобраны и могут использоваться, за исключением белуги, ежегодно, так что специального отбора самцов при осенней бонитировке не требуется.

При осенней бонитировке, впервые созревающие самки, рыбы с яичниками на III-ей и III-IV-ой стадиях зрелости, слабо упитанные самки отделяются от основной группы. Очень зрелые и слабо упитанные рыбы будут готовы к нересту раньше остальных, а впервые созревающие самки обычно дают икру низкого качества. Стадии зрелости гонад определяются с помощью УЗИ, биопсийного, оперативного, эндоскопического изучения.

Тем не менее, биопсийный, оперативный или эндоскопический методы изучения гонад следует рассмотреть подробно.

Биопсийный метод — это оценка зрелости яйцеклеток через брюшную стенку или через боковые мышцы с помощью специального щупа, который извлекает частицу гонады. Этот способ применим на II-III-ей и III-ей стадиях зрелости гонад. При разрастании жировой ткани попасть щупом именно в генеративную часть гонад не всегда удаётся. Поэтому этот способ применим при тестировании только зрелых самцов и самок, начиная с II-III-ей и III-ей стадий зрелости гонад.

При оперативном методе в брюшной стенке тестируемой особи делается небольшой надрез (около 2 см) через который извлекается частица гонады, при этом возможно визуальное обследование типа анализируемой ткани. Также используется способ прямой пальпация гонад через операционное отверстие. Разрезы зашиваются, используются инъекции антибиотиков. Этот метод распространён в товарных хозяйствах США.

Наиболее совершенным методом является **эндоскопия**. Она позволяет визуально изучать гонады при помощи медицинского исследовательского цистоуретроскопа, барископа, применяемого в медицине для диагностики заболеваний мочеполовой системы человека. Зонд цистоуретроскопа вводится в полость тела через про-

кол в брюшной стенке рыб, как при биопсии или через половое отверстие. Изучение гонад осуществляется через оптико-волоконную систему аппарата. Разрешающая способность метода высокая, прибор показывает все детали строения тканей.

Для снижения стресса рыб продолжительность обследования должна быть не более 5–10 минут.

Считается, что для нормального созревания производителей необходим режим зимовки, что лучше всего осуществлять при естественном температурном режиме. В это время нельзя допускать повышение температуры более чем на 3–5°C, длительное снижение ниже 2°C. Рыбу не следует беспокоить до наступления весны.

В настоящее время отработана технология получения половых продуктов в осенне-зимний период и ранней весной до начала основного нерестового сезона. Для этого рыбу выводят из зимовки искусственно. М.С. Чебанов и др. (2004) рекомендуют следующее:

- перевод в режим зимовальных температур должен производиться постепенно с градиентом 1–2°C в сутки для самок и 2–3°C — для самцов;
- рыб с повреждёнными кожными покровами следует держать при температуре 8–10°C до полного выздоровления и только после этого понижать температуру;
- перевод в нерестовый режим должен быть постепенным с суточным градиентом повышения температуры не более 1,5°C для самок и 2–3°C — для самцов, с периодами содержания при постоянной температуре.

Весенняя бонитировка выполняется до наступления у осетровых рыб нерестовых температур. При этом проводится отбор, как самок, так и самцов, достигших IV-ой стадии зрелости гонад.

В аквакультурных маточных стадах самцы имеют брачный наряд, их также отбирают методом УЗИ-диагностики.

С применением биопсийного метода для извлечения ооцитов и оценки степени их поляризации у самок проводят оценку гонад. Самок, которые за период зимовки не достигли IV-ой стадии зрелости гонад, имеющие резорбцию ооцитов, отбраковывают.

Пробы с ооцитами, полученные при биопсии исследуют, оценивают коэффициент поляризации. Для этого несколько извлечённых от каждой самки ооцитов кипятят в физиологическом растворе в течение 2 минут

или обрабатывают паром в бытовой пароварке в «сухом» состоянии в течение 3 минут, помещают в физраствор в отдельные сосуды.

Этот экспресс-метод позволяет определить зрелость гонад. Отвердевшие икринки разрезают лезвием безопасной бритвы в меридиональном направлении (посередине), рассматривают под бинокляром, оснащённым окуляр-микрометром. Наличие пигмента в желтке ооцита свидетельствует о начале резорбции.

Показатель поляризации (коэффициент поляризации) определяют по формуле Ю.А. Фсклова: $L = A/B$, где L — показатель поляризации; A — расстояние от ядра до оболочки; B — наибольшее расстояние по оси от анимального до вегетативного полюса.

При меньшем значении L яйцеклетка более поляризована, что указывает на большую завершённость зрелости гонад. Наиболее высокие показатели L составляют 1/30–1/40 (Мильтштейн, 1982).

Коэффициент поляризации (K_p) равен отношению расстояния от анимального полюса до верхнего края зародышевого пузырька (I) к наибольшему расстоянию от анимального до вегетативного полюса (L): $K_p = I/L$.

По результатам определения коэффициента поляризации рыб М.С. Чебанов и др. (2004) рекомендуют делить на группы (таблица 20).

Таблица 20

Группы самок по показателю поляризации L

№ п/п	L	Категория	Рекомендации по использованию
1	$L \leq 0,05$	перезревшие	отправляются на нагул
2	$0,05 \leq L \leq 0,10$	зрелые 1	при достижении нерестовых температур инъецируются любым гормональным препаратом
3	$0,10 \leq L \leq 0,12$	зрелые 2	при достижении нерестовых температур инъецируются «сурфактом»
4	$0,12 \leq L \leq 0,15$	близкие к созреванию	инъекции проводятся после выдерживания при нерестовых температурах 7–14 суток
5	$0,15 \leq L \leq 0,18$	способные к созреванию	выдерживаются при нерестовых температурах 20–40 суток перед инъекцией
6	$0,18 \leq L$	незрелые	отсаживаются на нагул

После разделения производителей на группы производится планирование дальнейших рыбоводных работ. Самки из 2 и 3 групп могут в последствии использоваться без повторной биопсии. Коэффициент поляризации ооцитов самок из 4–5 групп определяют повторно, в за-

висимости от расчётного времени их готовности, при этом учитываются представленные в таблице 26 рекомендации. Рыбы 5-ой группы, у которых показатель поляризации ооцитов не изменился, после выдерживания при нерестовых температурах в течение 14–21 суток относятся к категории незрелых.

Преднерестовое выдерживание производителей. Выбор режима преднерестового выдерживания самок осуществляется в соответствии с показателями коэффициентов поляризации, полученных при биопсии гонад во время весенней бонитировки.

От самок с L менее 0,09 можно получать икру при достижении нерестовых температур без предварительного преднерестового выдерживания, при условии достаточного теплозапаса, выражающегося в градусо-днях.

Преднерестовое выдерживание строго выполняется при соблюдении нерестовых температур. Менее зрелые производители выдерживаются в более холодной воде без резких градиентов повышения, это предотвращает десинхронизацию созревания ооцитов. Самцы осетровых при кратковременном созревании в условиях нерестовых температур созревают, для их длительного выдерживания необходимо снизить температуру воды. Рекомендации выдерживания самок даны в таблице 21.

Таблица 21

Режимы преднерестового выдерживания самок в зависимости от коэффициента поляризации ооцитов L

L	Необходимый теплозапас, градусо-дни	Продолжительность выдерживания, сут			
		8–10°C	12–13°C	14–16°C	16–18°C
0,10	30–50	5–8	3–6	2–5	1–3
0,11	50–70	7–10	4–7	3–6	2–4
0,12	90–100	9–12	5–9	4–7	3–5
0,13	120–150	10–14	9–12	7–8	5–7
0,14	170–200	12–15	10–14	9–12	7–10
0,15	210–250	15–18	12–17	10–14	9–12
0,16	250–300	18–22	15–20	12–16	Не рекомендуется, кроме севрюги
0,17	350–400	21–25	17–22	14–21	
0,18	400–500	30–40	25–30	20–25	

Эти рекомендации М.С. Чебанова и др. (2004) применены к производителям из искусственных маточных стад и «диких» рыб заготовленных летом и осенью, а также и для яровых форм осетровых. Эти авторы при работе с производителями, отловленными в период весеннего нерестового хода разрешают не использовать биопсию, а использовать рекомендации К.Б. Аветисова и др. (1986).

Это применимо для производителей осетровых рыб, отловленных в естественных водоёмах в период нерестового хода, сам период преднерестового выдерживания зависит от срока заготовки (табл. 22).

Таблица 22

Рекомендации по преднерестовому выдерживанию производителей заготовленных в период весеннего хода

Вид, период нерестового хода	Продолжительность выдерживания, градусо-дни	Продолжительность выдерживания, сутки
<i>Азовский бассейн, Азово-Кубанский р-н</i>		
<i>Русский осётр</i>		
Начало хода, заготовка в море	100–200	5–15
Массовый ход, заготовка в море	40–120	2–10
<i>Севрюга</i>		
Начало хода, заготовка в море	250–400	20–35
Массовый ход, заготовка в море	200–300	10–20
Май, заготовка в реке	180–220	10–15
<i>Каспийский бассейн, Волго-Каспийский р-н</i>		
<i>Русский осётр</i>		
Отлов в дельте в марте–апреле	—	60–120
Отлов в дельте в мае–июне	—	30–90

При преднерестовом выдерживании производителей, а также при длительном резервировании рыб, выловленных из естественных водоёмов следует использовать технологию применения реабилитационных витаминных инъекций (Пономарёв и др., 2003), которая запатентована в АГТУ (способ подготовки производителей осетровых к нересту, патент № 2233083, приоритет с 12.08.2002 г, зарегистрирован 27.07.2004 г.).

Физиологическое состояние и созревание гонад, рыбоводные показатели производителей в решающей степени определяются условиями и продолжительностью выдерживания рыб в искусственных условиях рыбоводных заводов. Резервирование производителей в бассейнах и прудах на рыбоводных предприятиях, в том числе — продолжительное для озимых форм, в условиях постоянных стрессовых воздействий, вызывает нарушения в обмене веществ. Угнетённое состояние производителей в результате длительного содержания приводит к увеличению числа самок слабо реагирующих на гипотизарные инъекции, ухудшению качества икры, и как следствие, к снижению жизнеспособности потомства.

Важнейшим элементом биотехники разведения осетровых рыб является подготовка производителей к нересту. Известен способ подготовки производителей к получению половых продуктов путём гормональной стимуляции завершающих этапов репродуктивного цикла. Перед нерестом в организме рыб вырастает интенсивность обменных процессов, что ведёт к повышенному расходу веществ, в том числе и витаминов.

Витаминные препараты успешно применяются в медицине и животноводстве для увеличения общей сопротивляемости организма к негативным воздействиям окружающей среды, в вышеуказанной технологии используют витамины Е и С.

Витамин Е (α-токоферол) считается витамином размножения, так как он способствует фиксации оплодотворённого яйца и его нормальному развитию. Этот витамин обладает весьма широким действием на организм рыб. Он действует как внутриклеточный антиоксидант. Антиокислительная способность витамина Е позволяет поддерживать нормальную проницаемость эмбриональной мембраны и выупление эмбрионов, улучшает физиологическое состояние рыб и нормализирует обмен веществ.

Недостаток токоферола наблюдается в тканях с интенсивным обменом веществ, в следствие чего под действием жирных перекисей повреждаются мембраны и возникают нарушения во внутреннем метаболизме. Это особенно сказывается на мембране эритроцитов, при повреждении которой в крови происходит снижение количества гемоглобина, вследствие чего нарушается снабжение тканей кислородом.

Витамин С усиливает регенерацию кожных покровов, он является синэргистом витамина С.

4.2. Получение икры и спермы

В настоящее время на практике для получения икры и спермы применяют следующие схемы инъекций:

- однократная инъекция, при которой вся доза препарата вводится производителем одновременно — очень зрелым самкам и самцам;
- дробные (градуальные) инъекции — доза препарата делится на равные части, он вводится рыбе через определённые промежутки времени. Первоначальные дозы — предварительные, последняя инъекция является разрешающей.

Кроме разрешающей в схеме дробных и градуальных инъекций может быть использована дополнительная доза препарата после разрешающей инъекции. Она позволяет в ещё большей степени увеличить концентрацию препарата в крови.

При выполнении гипофизарных инъекций используются обычные одноразовые медицинские шприцы. Длина иглы, объём шприца зависит от массы рыбы и дозы препарата. Диаметр иглы зависит от вида препарата. В случае с АГП применяют иглы большого диаметра для внутривенных инъекций (АГП — ацетонированный гипофизарный препарат).

Для раствора ГПП (глицериновая вытяжка гипофизов осетровых) и суспензии ацетонированного гипофиза рыбам массой до 5 кг вводят не более 2 мл, на следующие каждые 5 кг массы рыбы это количество увеличивают на 1 мл соответственно.

Укол выполняется в спинную мышцу между спинными и боковыми жучками на уровне 2–4 спинной жучки. Препарат не должен вводиться подкожно в жировые ткани, или слишком глубоко (в сосуды и спинной мозг).

Инъекции выполняются поочерёдно на разных сторонах спины. Для приготовления АГП используют медицинский физраствор, дистиллированную воду.

М.С. Чебанов и др. (2004) рекомендуют следующие дозы гипофизарных инъекций, в зависимости от температуры воды (табл. 23). Доза предварительной инъекции соответствует степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации их ядер (табл. 24). Следует учесть, что истощённые рыбы более чувствительны к гипофизарным инъекциям, поэтому дозировку препаратов необходимо снижать.

Таблица 23

Зависимость дозы гипофизарных препаратов от температуры воды

Температура, °С	АГП осетровые, мг/кг	АГП карповые, мг/кг	ГПП, осетровые, л.е.	Коэффициент для «тощих» рыб	Временной интервал между инъекциями, час
<i>Русский осётр, сибирский осётр, русский осётр × сибирский осётр</i>					
от 10 до 12	2,5	4,0	7,0	0,95	18
от 12 до 14	2,0	3,0	5,0	0,90	15
от 14 до 18	1,5	2,5	4,0	0,85	12
выше 18	1,0	1,5	2,5	0,80	9
<i>Севрюга</i>					
от 13 до 16	2,5	4,0	7,0	0,95	14
1	2	3	4	5	6
от 16 до 19	2,0	3,0	5,0	0,90	12
от 19 до 21	1,5	2,5	4,0	0,85	9
выше 21	1,0	1,5	2,5	0,80	7
<i>Белуга, Бестер</i>					
от 9 до 12	2,5	4,0	7,0	0,95	16
от 12 до 15	2,0	3,0	5,0	0,90	12
от 15 до 16	1,5	2,5	4,0	0,85	12
выше 16	1,0	1,5	2,5	0,80	10
<i>Стерлядь</i>					
от 10 до 12	4,0	6,0	10,0	0,95	14
от 12 до 14	3,5	5,0	8,0	0,90	12
от 14 до 16	3,0	4,5	7,0	0,85	10
выше 16	2,5	3,5	6,0	0,80	8

Таблица 24

Доза предварительной инъекции гипофизарных препаратов

Коэффициент поляризации ооцитов, L_p	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
Предварительная инъекция, % от общей дозы	10	13	15	18	20	23	25	25	28	30

Доза для самцов устанавливается в два раза ниже, чем для самок, а инъекция производится одновременно с предварительной инъекцией самкам. В начале и в конце сезона при пограничных нерестовых температурах самцов инъецируют также градуально, снизив дозу препарата на 25–50% в сравнении с самками.

При температуре воды ниже нерестовой дозу гипофиза (АГП) увеличивают на 30–50%.

Гипофизарные инъекции дают положительные результаты лишь при завершении у производителей IV-ой стадии зрелости половых продуктов. Показателем такого состояния яйцеклеток служит смещение имеющихся у их пар ядер к каналу (микропиле), через который сперматозоид проникает в икринку.

Четвёртая стадия у самцов характеризуется завершённостью процесса образования спермиев. У таких самцов преобладают зрелые, вполне сформированные сперматозоиды.

Успешное проведение гипофизарных инъекций во многом зависит от того как содержатся производители. На всех этапах этой операции, — перед, во время и после введения в тело рыбы препарата гипофиза, — с самками и самцами следует обращаться очень бережно, не допускать их травмирования. В водоёмах, предназначенных для производителей, должен быть хороший кислородный режим, самок и самцов следует содержать отдельно. Перед инъецированием их переводят в небольшие бетонированные бассейны или садки, в которых создают оптимальные условия для того, чтобы гарантировать созревание половых продуктов после введения в тело гормонального препарата.

Препарат «Сурфагон» рекомендуется применять исключительно при работе в традиционные рыбоводные сроки при оптимальной нерестовой температуре. Препарат может вводиться одновременно, дробно или градуально (табл. 25).

Считается, что «Сурфагон» наиболее эффективен при работе с самками проходных видов — севрюги, русского осетра и белуги, и самцами всех видов, для которых оптимальной дозой является 1 мкг/кг. Для стерляди и ленского сибирского осетра препарат не столь эффективен, однако в случае отсутствия гипофизарных препаратов при оптимальной нерестовой температуре его рекомендуется применять, но дозировки в этом случае следует увеличить. Чувствительность истощённых и ослабленных рыб к «Сурфагону» ниже.

Таблица 25

Рекомендации по применению «Сурфагона» для стимуляции созревания производителей осетровых рыб (Чебанов и др., 2004)

Температура, °C	Время между инъекциями, ч	Предварительная, мкг/кг	Разрешающая $K_p < 0,1$, мкг/кг	Разрешающая $0,1 < K_p < 0,13$, мкг/кг	Завершающая, мкг/кг
<i>Русский осётр, русский осётр × сибирский осётр</i>					
12–16	12	0,5	0,5	1,0	—
Выше 16	8	0,5	0,5	0,5	—
<i>Севрюга</i>					
14–16	8	—	0,5	1,0	0,5
Выше 16	6	—	0,5	0,5	0,5
Выше 16 в сезон	—	—	1,0	1,0	—
<i>Стерлядь</i>					
13–15	12	5,0	25,0	40,0	—
15–18	8	5,0	20,0	30,0	—
<i>Белуга</i>					
12–15	12	0,3	1,0	1,0	—
15–18	9	0,3	1,0	1,0	—
<i>Сибирский осётр, Бестер</i>					
12–14	12	0,5	1,5	2,0	—
14–17	10	0,5	1,0	1,5	—

В отдельных случаях применяют гипофизарные препараты и «Сурфагон» комбинированно. Тогда препараты вводятся или одновременно, или «Сурфагоном» производится разрешающая инъекция после предварительной гипофизарной. Если «Сурфагон» вводится непосредственно перед гипофизарным препаратом, существует опасность, что введённый после него экзогенный гонадотропин будет «лишним», что приведёт к повреждению ооцитов. После выполнения гормонального воздействия время созревания производителей зависит от температуры (табл. 26).

При работе с гибридом русский осётр × сибирский осётр для расчётов используют данные по продолжительности созревания русского осётра.

А.С. Гинсбург, Т.А. Детлаф, В.Ф. Мильштейн рекомендуют использовать графики зависимости продолжительности созревания русского осётра от температуры (рис. 49).

Икру от самок осетровых рыб получают сцеживанием (в России стерлядь, мелкие производители, в Европе в основном сцеживанием). Для сохранения жизни самки применяют операционный метод. К.Б. Аветисовым и др. (1986) предложены графики дозревания икры после гипофизарной инъекции для трёх видов осетровых.

Отбирать икру самок лучше всего в момент, когда заканчивается овуляция всей икры или когда большая часть её уже овулировала, а оставшая подготовка к овуляции легко сходит с

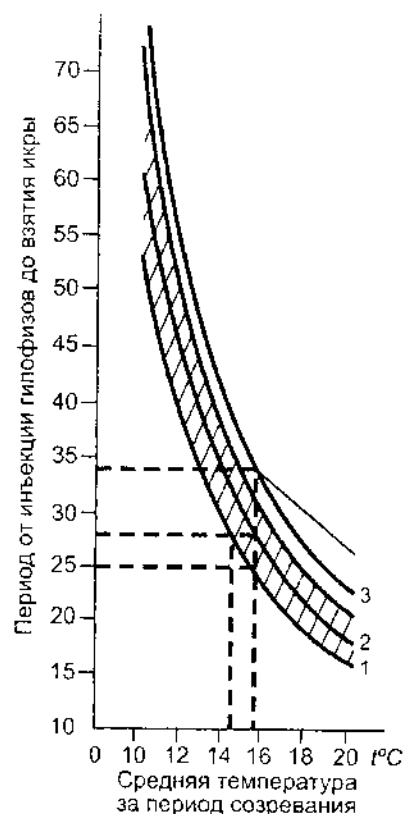


Рис. 49. Созревание самок в зависимости от температуры воды:

Таблица 26
Продолжительность созревания самок осетровых рыб при различной температуре (Детлаф и др., 1981; Чебанов и др., 2004), ч

Температура, °С	Русский осётр		Сибирский осётр		Севрюга		Белуга		Стерлядь		Бестер	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
6	—	—	—	—	—	—	85	150	72	120	—	—
7	—	—	—	—	—	—	70	125	58	105	—	—
8	—	—	—	—	—	—	60	95	48	80	55	90
9	—	—	48	73	—	—	50	90	40	68	46	80
10	48	73	39	60	—	—	42	78	35	60	37	71
11	39	60	34	51	—	—	35	67	30	52	33	66
12	34	51	32	45	—	—	30	56	25	45	28	52
13	30	45	27	45	—	—	27	50	22	40	26	46
14	27	40	24	40	28	50	24	44	20	36	23	41
15	24	36	22	36	24	40	21	40	18	33	20	37
16	22	33	20	33	22	36	19	35	16	28	17	32
17	21	31	18	28	20	32	17	32	14	26	16	30
18	19	28	16	26	18	29	16	30	13	24	16	28
19	17	27	15	24	16	27	14	30	12	22	15	26
20	16	26	14	22	15	25	—	—	11	21	—	—
21	16	25	13	21	14	23	—	—	—	—	—	—
22	15	24	—	—	13	22	—	—	—	—	—	—
23	15	24	—	—	12	21	—	—	—	—	—	—
24	15	23	—	—	12	20	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	11	19	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	11	19	—	—	—	—	—	—

Примечание: «А» — время просмотра первых самок; «Б» — время после которого не удаётся получить качественную икру

ястыка. Кривые, приведённые на рисунке 50 позволяют установить время, когда при разных температурах следует начинать просмотр, например, самок белуги и стерляди, чтобы не пропустить этот момент. По вертикальной оси отложено время (в часах), отсчитываемое от момента инъекции гипофизов, по горизонтальной — средние температуры за период созревания, то есть за период от инъекции гипофизов до момента получения от самки икры. Нижняя кривая I показывает время, когда при разных температурах созревают первые самки и следует начинать просмотр производителей; верхняя кривая II показывает время, после которого свежевывловленные или кратковременно резервированные самки уже дают икру хорошего качества. Заштрихованная полоса на рисунке 50 показывает время, в течение которого созревает до 80% всех инъекцированных самок белуги. Для других видов такая зона не выделена из-за большего варьирования сроков созревания разных самок в интервале между кривыми I и II.

При определении времени вскрытия самок в пределах указанного интервала (кривые I и II на рис. 50) надо руководствоваться следую-

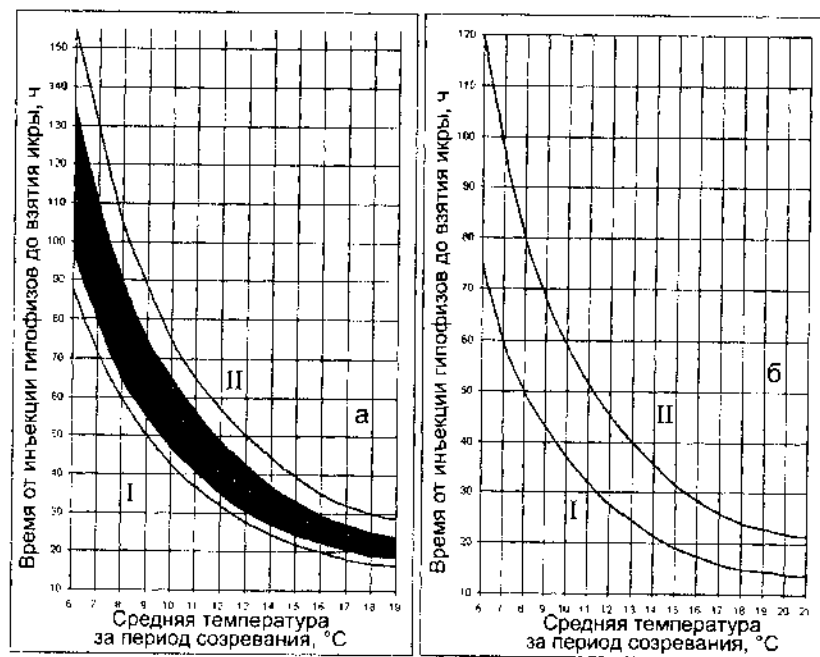


Рис. 50. Дозревание икры белуги (а) и стерляди (б) после гипофизарной инъекции

щими признаками: брюхо мягкое, икра выбивается сильной струей, при подъёме самки значительно (но ещё не полно) западает брюшная стенка. Использование приводимых кривых сокращает число необходимых просмотров самок (раньше сроков, соответствующих кривой I, их можно не смотреть) и помогает более точно определить момент своевременного взятия икры. Самок, не созревших к первому сроку (кривая I), следует регулярно просматривать до срока, обозначенного кривой II. При низких нерестовых температурах самок можно просматривать реже, а при более высоких уже проверять чаще, ориентируясь при этом на значки приближающейся овуляции (мягкое брюхо, начало западания брюшной стенки). Самок, не обнаруживших признаков созревания к сроку, отмеченному кривой II, можно выбраковывать.

Данные рисунка 50 (графики дорабатываются рыбоводами на местах) позволяют специалистам более точно определить время инъекции самок таким образом, чтобы момент их созревания приходился на удобное для работы время. Для этого надо определить среднюю температуру за сутки, предшествующие дню инъекции, посмотреть по кривой, в течение какого времени созревают при этой температуре первые самки (кривая I), и от желательного времени созревания отсчитывать назад полученное число часов. Такой расчёт не оправдывается только в том случае, если температура после инъекции резко изменится. Как показывает многолетний опыт специалистов осетровых заводов, использование графиков для прогнозирования сроков инъекции и времени получения икры позволило укладывать работу с производителями в рамки рабочего дня и уменьшить количество недозревших и перезревших самок.

К.Б. Аветисов и др., (1986) до вскрытия самок, выловленных из естественных водоёмов, рекомендуют первый раз самок белуги при температуре воды 10–12° осматривать через 48 ч после инъекции; с повышением температуры воды этот срок сокращают до 36 и 24 ч. В случае, если самка не созрела, осмотр повторяют через 3–4 ч.

Момент вскрытия самки устанавливают по ряду признаков несколькими способами:

- самку осетра или севрюги поднимают за грудные плавники вверх. При этом у созревшей самки икра выходит струей, а брюшко провисает (западает) вниз до третьей брюшной жучки. Недостаточное провисание брюшка и слабый выход икры

указывает на неполное созревание самки. В этом случае самку следует поместить в бассейн с проточной водой и через 1–1,5 ч вновь проверить степень созревания самки.

- созревшую самку осетра или севрюги помещают в брезентовую ванну (2,0 × 0,5 × 0,5 м), укрепленную на деревянном каркасе; вода подаётся в переднюю часть ванны и удаляется по уровенной трубке, укрепленной в конце ванны внизу. Состоянию достижения половой зрелости самки предшествует вымет ею небольшой части икры, что точно определяется, если под струю воды из ванны подставить сачок из марли. Через 45 минут после вымета первых икринок самку осетра или севрюги вскрывают без дополнительного обследования.

Другие специалисты (Чебанов и др., 2004) так описывают процесс овуляции икринок после гипофизарной инъекции:

- брюшко при прощупывании сбоку и снизу (при тонкой теще и отсутствии костных образований в брюшной части) становится мягким, слегка раздувается. При прощупывании сбоку чётко ощущается, что брюшная полость наполнена жидкостью;
- при пальпации полового отверстия ощущается слизь;
- в дальнейшем при пальпации внутри полового отверстия через стенки яйцеводов прощупывается икра, яйцеводы наполнены жидкостью и сдавливают палец;
- при дальнейшем созревании открываются яйцеводы и при надавливании на заднюю часть брюшка или при сгибании рыбы вбок (при удержании её за голову и хвост) из полового отверстия вытекает овариальная жидкость, количество которой может быть значительно; в этот период с овариальной жидкостью могут выбиваться отдельные икринки. При содержании рыб после инъекции в небольших бассейнах, выделение значительного количества овариальной жидкости сопровождается появлением на поверхности воды пены;
- на следующем этапе созревания вместе с овариальной жидкостью вытекает икра (количество икринок может быть как очень малым, так и значительным). Вытекание большой порции икры при просмотре самки в этот период часто служит причиной преждевременного забоя заводским методом или неудачных попыток отбора икры прижизненными методами.

Практически полная овуляция икры сопровождается самопроизвольным её выбросом, обнаружить который проще, установив на сливные гусаки бассейнов сито из полимерной или металлической сетки с размером ячеей около 1 мм. При надавливании на заднюю часть брюшка или сгибании рыбы выходит струя икры. Вместе с тем давление на брюшко или сгибание рыбы может не вызвать выход икры из полового отверстия. Причиной задержки выхода икры могут являться или «пробка» из склеившихся при попадании в заднюю часть яйцевода воды икринок, или сжатые мышцы (при небольших размерах полового отверстия). Поэтому рекомендуется введение пальца в половое отверстие как для удаления «пробки», так и для снятия мышечных спазмов. Отсутствие сильной струи икры из полового отверстия является частой причиной задержек при взятии икры, что негативно сказывается на её рыбноводном качестве. Вместе с тем, струя икры при просмотре самки не всегда означает, что большая часть икры овулировала. Для окончательного принятия решения об отборе икры необходимо поднять рыбу головой вверх. В этом случае западание брюшка до 3–4 жучки обычно означает, что большая часть икры овулировала и икру можно отбирать. При этом у тощих рыб, при низкой плодовитости, брюшко может западать, хотя овулировала только незначительная часть икры. Таким образом, окончательное решение об отборе икры принимается с учётом большинства признаков созревания и, основываясь на опыте рыбовода, при этом все перечисленные отклонения от нормальных признаков созревания встречаются редко.

Первый просмотр самок обязательно выполняется в расчётное время созревания первых самок, при этом отмечают самок, дающих овариальную жидкость, отдельные икринки и струю икры. Рыб, дающих струю икры, тестируют способами, указанными ранее, рыбам, показывающим отдельные икринки и овариальную жидкость, производят пальпацию полового отверстия.

Следующий просмотр рыб, у которых не обнаружено никаких признаков созревания кроме мягкого брюшка, проводят не ранее, чем через 2–3 часа. Обычное время наступления массовой овуляции после появления первых икринок — 1,5 часа.

Мелких рыб (стерлядь), у которых пальпация полового отверстия невозможна, осматривают в два приёма с интервалом 15–20 минут.

Просмотр часто вызывает быструю овуляцию даже у рыб, у которых не удалось заметить отдельных икринок.

При обнаружении рыб, показывающих отдельные икринки и достаточно обильную струю икры, следует получить сперму от самцов. После получения спермы самок повторно просматривают и получают икру в порядке уменьшения их готовности к нересту.

В случае обнаружения рыб готовых к немедленному отбору икры сначала получают икру, а потом сперму. В общем, время от обнаружения таких рыб до получения от них икры не должно превышать 30–40 минут. В случае, если икра в полости будет оставаться дольше указанного времени её качество и жизнеспособность личинок могут значительно снизиться.

Для облегчения работы с самками при их просмотре, переносе к месту отбора икры и самом отборе необходимо иметь специальные приспособления и оборудование (шуп, столики, носилки, делевые рукава, пластиковые бассейны) (фото 26, цв. вкл.).

Овулировавшую икру от осетровых получают 4 способами: заводской, различные модификации метода «кесарева сечения» (И.А. Бурцев), метод С.Б. Подушка — надрезание яйцеводов и сцеживание.

При заводском методе взятие икры осуществляют в операционном отделении инкубационного цеха после забоя рыбы. Самку умерщвляют ударом по носу специальной деревянной колотушкой. Далее рыбу подвешивают за хвост, обескровливают перерезая жаберные и хвостовые артерии, протирают ветошью насухо и подвешивают за голову на крюк. Брюшная полость вскрывается снизу вверх от полового отверстия и икра отбирается в таз. Количество отбираемой икры зависит от массы самок (табл. 27).

Таблица 27

Количество отбираемой икры от массы самок

Вид	Масса, кг	Количество икринок, тыс. шт.
Белуга	150–200	500–800
Русский осётр	15–25	150–200
Русский осётр	25–45	200–270
Севрюга	10–15	80–130
Севрюга	15–20	130–200

При использовании метода И.А. Бурцева («кесарево сечение») рыбу укладывают на специальный столик брюшком вверх, брюшко насухо протирается. Далее в задней трети брюшка, отступив 1,5–2 см от средней линии скальпелем или хирургическими ножницами, делается продольный разрез длиной 8–14 см (в зависимости от размера самки) из которого столовой ложкой отбирается икра. Затем разрез зашивается хирургическим швом, применяется кетгут, хирургический шёлк, капроновая нить или рыболовная леска (фото 27, цв. вкл.).

При методе С.Б. Подушка («надрезание яйцеводов») самку помещают на специальный наклонный столик, конструкция которого может быть различна, в положении на боку, головой вверх. Затем через половое отверстие вводят скальпель и делают надрез длиной 1,5–2,5 см в каудальной части стенки одного или обоих яйцеводов, открывая тем самым брюшную полость в её каудальной части. Через полученный разрез икру сцеживают, аккуратно массируя заднюю треть брюшка. Также для поддержания созданного разреза в открытом состоянии иногда прибегают к помощи ручки скальпеля или другого плоского металлического предмета.

Эти разрезы не зашиваются, икру через них можно сцеживать в несколько приёмов. По методу С.Б. Подушка можно получать икру от большего числа самок.

Сцеживание икры происходит без оперативного вмешательства, оно распространено в Европе, где в ряде стран законодательно запрещена вивисекция. Сцеживают икру из яйцеводов с интервалами, чередуют сцеживание с массажем брюшка от хвоста к голове, в результате которого яйцеводы наполняются очередной порцией икры. Метод требует достаточного навыка, но сдуть всю икру весьма сложно (фото 28, цв. вкл.).

В отдельных случаях абдоминальные поры у самок могут быть настолько велики, что без надреза и дополнительных усилий через них может быть сцежена в 1–2 приёма вся овулировавшая икра, как при использовании метода С.Б. Подушка.

Иногда, для упрощения операции отбора икры или избежания массажа брюшка рыбы, которое может негативным образом сказаться на состоянии как кожных покровов, так и внутренних органов, используют различные приспособления, действующие по принципу вакуумного насоса. Наиболее удобным является хирургический

аппарат для отсоса крови (при работе со стерилью). Однако при использовании подобного оборудования следует производить точную регулировку давления, чтобы избежать повреждения ооцитов. Следует отметить, что качество полученной икры в первую очередь зависит от точности времени её отбора.

Икру от разных самок смешивать нельзя. Все операции с икрой проводят с предельной осторожностью. В таз вместимостью 12–15 л помещают не более 2 кг икры.

Оплодотворяют только полноценную зрелую икру, которую надо уметь определять.

Недозревшие икринки отличаются от зрелых одинаковой окраской всех участков. Созревшие икринки очень медленно обесцвечивают водный раствор метиленовой сини. Недозревшие икринки этот раствор совсем не обесцвечивают, а перезревшие обесцвечивают значительно быстрее, чем созревшие.

Это метод М.Ф. Вернидуб: 2 см³ икры (без полостной жидкости) помещают в бюкс или плотно закрывающуюся пробирку, заполненную 10 см³ свежеприготовленного раствора метиленовой сини (одна капля 0,05%-ого водного раствора краски на 10 см³ воды), несколько раз встряхивают и учитывают время, в течение которого произойдет обесцвечивание раствора (табл. 28).

Таблица 28

Показатели зрелости икринок осетровых рыб по М.Ф. Вернидуб

Количество икры	Продолжительность полного обесцвечивания, мин	Период набухания, мин	Характер окраски икры
Незрелая	Не обесцвечивается	Не набухает	Однотонно-тёмный, синеватый
Зрелая	30–60	6–45	Окраска в виде пятна и кольца на зародышевом поясе
Перезрелая	10–15	15–20	Мраморная окраска, разбухание и распад
Сильно перезрелая	1–2	1–10	Лопание, окраска мраморная

Сотрудники ЮФ ФСГЦР (Чебанов и др., 2004) предлагают современную процедуру отбора спермы у самцов.

Для её отбора потребуется ветошь, стандартный набор мужских уретральных катетеров разных размеров из ПВХ или красной резины и пластиковые одноразовые шприцы Жане, количество которых должно соответствовать количеству самцов, обычно одновременно используемых при воспроизводстве. Стандартный набор включает 10 катетеров пяти различных размеров, что позволяет подбирать катетер, плотно входящий в половое отверстие, не повреждая его. Катетер надевается на шприц Жане. Катетер и шприц должны быть сухими и чистыми. Самца фиксируют на боку, брюхом к самому краю столика, накрытого сухой ветошью, одновременно зажимают половое отверстие, чтобы избежать потерь спермы. Половое отверстие и область вокруг него насухо вытирается ветошью.

После выполнения указанных процедур свободный конец катетера вводится в половое отверстие так, чтобы конец вошёл в один из семяпроводов на 1–3 см, шприц опускается чуть ниже края стола, так чтобы наклонно расположенный катетер от полового отверстия к шприцу не имел петель и изгибов. Медленно отводят поршень шприца, набирая сперму, наблюдая, чтобы катетер не присасывался к стенкам семяпровода, так как это может их повредить и привести к попаданию крови в сперму.

После отбора необходимого количества спермы катетер аккуратно вынимают из полового отверстия и снимают со шприца со спермой, который убирают в прохладное тёмное место. Сперма в шприце Жане не требует переливания в другие ёмкости, попадание мусора и воды исключено, кроме того, из шприца можно всегда отмерить необходимое количество спермы без применения дополнительной мерной тары. Не следует хранить сперму от нескольких самцов в одной ёмкости. В случае попадания в ёмкость различной спермы оплодотворяющая способность такой смеси резко падает и может быть полностью утрачена за 20–30 минут. Смешивание спермы может быть осуществлено только непосредственно перед оплодотворением.

Следует отметить, что оплодотворение одной самки несколькими самцами в «одном тазу» не обеспечивает должного уровня генетической разнокачественности получаемого потомства, формирование которой особенно важно в условиях ограниченного числа производителей и низкой численности искусственно формируемой популяции. Причина этого — разнокачественность спермы, получаемой от

разных самцов. Сперма различных самцов имеет разную активность и концентрацию сперматозоидов, в значительной мере зависит от физиологического состояния самцов, условий преднерестового выдерживания и получения спермы, кратности и времени отбора эякулята. В случае оплодотворения икры от одной самки спермой разного качества велика вероятность преобладания в потомстве особей от одного самца, что неприемлемо при формировании гетерогенного стада или популяции.

Объём эякулята (отдельных порций спермиев, выводимых наружу) служит одним из важных показателей оценки половой деятельности самцов. Он очень важен при отработке дозировок гипофизарных инъекций. Объём эякулята измеряют с помощью мерной посуды с точностью до 0,1–0,2 см³.

Продолжительность движения сперматозоидов устанавливают с помощью секундомера. Наблюдения проводят следующим образом. Сперму берут из пробирки препаровальной иглой и помещают на часовое стекло, на которое заранее внесена капля воды. Сперматозоиды рассматривают под микроскопом. Останавливают секундомер, когда большая часть спермиев (более 50–69%) переходит от поступательного движения к колебательному. Соотношение в эякуляте живых и мёртвых спермиев выясняют двумя методами: во-первых, глазомерной оценкой по пятибальной шкале и, во-вторых, вычислением процента жизнестойких спермиев по их отношению к окраске.

Качество спермы оценивают на подвижность сперматозоидов по бальной системе Г.М. Персова. Определяют количество неподвижных и совершающих колебательные движения сперматозоидов, а также количество сперматозоидов, совершающих поступательные движения, после добавления в сперму воды.

Качество спермы оценивают по пятибальной шкале Г.М. Персова, определяя подвижность спермиев:

5 баллов — заметно движение всех сперматозоидов. Движение только поступательное, подвижность велика;

4 балла — хорошо выражено поступательное движение, но в поле зрения встречаются спермии с так называемыми зигзагообразными и колебательными движениями;

3 балла — колебательное движение спермиев преобладает над поступательным, уже имеются неподвижные сперматозоиды;

2 балла — поступательного движения почти нет, имеется только колебательное и изредка зигзагообразное, очень большой процент (75%) неподвижных спермиев;

1 балл — все спермии неподвижны.

Для осеменения необходимо использовать сперму только с оценкой 4–5 баллов.

Концентрацию спермиев определяют с помощью камеры Горяева, на которую смесителем наносят активированную водой сперму. Сперматозоиды, увеличенные в 280–400 раз, подсчитывают в пяти больших квадратах счётной камеры, каждый из которых состоит из 16 квадратиков (всего 80 малых), и в больших квадратах, расположенных по диагонали сетки.

Концентрацию спермиев подсчитывают по формуле (в млн/мм³):

$$C = \frac{n \times D}{N \times v} \times 1000000,$$

где C — концентрация спермиев;

n — число сосчитанных малых квадратиков (80);

D — степень разбавления (равна 200);

v — объём малого квадратика (1/4000 мм³);

N — число больших квадратов;

1000000 — множитель.

Глазомерный подсчёт проводят также фотоэлектрокалориметрическим методом, который основан на способности спермы ослаблять пропускаемый через неё пучок света пропорционально её концентрации. Такой подсчёт осуществляется с помощью фотоэлектрокалориметра.

В процессе оплодотворения весьма важно, чтобы соотношение икры и оплодотворяющего раствора было оптимальным. Учитывая, что избыток оплодотворяющего раствора при оплодотворении «полусухим» способом не может иметь негативных последствий (важна только концентрация спермы в воде) необходимо обеспечить соотношение икры и раствора, при котором всю смесь было бы легко перемешивать, и обеспечивался контакт всех икринок с оплодотворяющим раствором. Минимальное отношение спермы и икры составляет 10 мл/кг или 2 л оплодотворяющего раствора на 1 кг икры. При наличии густой, трудноотделимой овариальной жидкости, крови или ча-

стичной резорбции следует увеличить количество оплодотворяющей жидкости в 1,5–2,0 раза.

Выше приведённые рекомендации определяют время оплодотворения для разных видов осетровых рыб от 3 до 5 минут, обеспечивая максимальную реализацию оплодотворяющего потенциала спермы, вместе с тем практически вся полноценная икра способная к оплодотворению оплодотворяется в течение первых 20–60 секунд. При этом у части рыб, особенно стерляди, икра приобретает клейкость ещё до завершения процедуры оплодотворения, что затрудняет работу. Во многих странах с развитой практикой осетроводства икру осетровых рыб не оплодотворяют дольше одной минуты (Чебанов и др., 2004).

ГЛАВА 5. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ ИКРЫ

Существует три способа осеменения икры: сухой, полусухой и мокрый.

Сухой способ. Сводится к тому, что икру, смоченную полостной жидкостью сцеживают в чистую ёмкость от 3–5 самок. Затем на эту икру отцеживают сперму от 2–3 самцов, осторожно помешивая икру гусиным пером. После этого добавляют немного воды и делают паузу в 2–5 минут. В это время происходит оплодотворение.

Мокрый способ (предложен А.Н. Державиным). Осуществляется следующим образом. Икру промывают водой ещё до осеменения, что приводит к удалению полостной жидкости, и лишь затем приливают сперму.

Полусухой способ (разработан В.П. Врасским, раньше он назывался сухим или русским). Отличается от мокрого тем, что перед осеменением сперму предварительно разводят водой.

Применение мокрого способа приводит к активации части икры ещё до осеменения, и, как следствие, к снижению процента оплодотворения. Часто образуются комки икры, которые не могут быть использованы в дальнейшей работе. Техника осеменения икры осетровых сводится к следующему. В эмалированные тазы собирают икру от каждой самки отдельно. Сперму собирают также в сухие сосуды отдельно от каждого самца. Осеменение проводят не позднее чем через 10–20 минут после взятия икры. Задержка может привести к ухудшению результатов оплодотворения.

А.С. Гинзбург для осеменения рекомендует брать смесь спермы 3–5 самцов из расчёта 10 см³ спермы на 1 кг икры и разводить её водой в 200 раз. Так, для осеменения 8 кг икры осетра надо взять 80 см³ спермы и 16 л воды.

Перед осеменением из таза с икрой сливают избыток полостной жидкости. С помощью мерного цилиндра необходимое по расчёту количество спермы выливают в ведро с водой, быстро размешивают и сразу приливают к икре. Затем в течение 3–5 минут икру круговыми движениями таза тщательно перемешивают с разведённой спермой, после чего воду со спермой сливают (фото 29, цв. вкл.).

ГЛАВА 6. ОБЕСКЛЕИВАНИЕ ИКРЫ

После оплодотворения икра осетровых становится клейкой, она может быстро поражаться грибковыми организмами и погибает, поэтому оплодотворённые икринки обрабатывают в суспензиях различных веществ, частицы которых приклеиваются к клейким оболочкам икринок и лишают икринку возможности склеиваться друг с другом.

На практике уже давно применяют молоко, минеральный ил или тальк. Молоко плохо обесклеивает крупную икру осетровых рыб, тальк делает оболочки икры практически непрозрачными, что затрудняет контроль над развитием икры, а ил содержит богатую микрофлору, снижает содержание кислорода в обесклеивающем растворе.

По мнению С.Б. Подушка более эффективным веществом является «голубая» или вулканическая глина.

В экспериментальных исследованиях для обесклеивания икры различных видов рыб применялся фермент гиалуронидаза, который разрушает гиалуроновую кислоту, определяющую клейкость оплодотворённых икринок. Вместе с тем гиалуронидаза значительно дороже всех вышеуказанных веществ и труднодоступна.

Другим возможным путём лишения икринок клейкости является химическая коагуляция гиалуроновой кислоты с применением танина, который кроме доступности и относительной дешевизны очень эффективен при невысоких концентрациях и малой экспозиции, однако применение данного препарата требует осторожности и точности дозировки и времени обработки.

Рекомендации по применению различных веществ (Чебанов и др., 2004) для обесклеивания икры осетровых приведены в таблице 29.

Обесклеивание икры (отмывка) трудоёмкая операция, осуществляется в специальных аппаратах (аппараты Р.К. Латыпова, Э.В. Орлова). Чаще применяется аппарат АОИ (конструкция Техрыбвод). Он имеет трубчатую раму и 5 сосудов для икры ёмкостью 1 л. Туда размещают 2–3 кг икры. В каждый сосуд подаётся воздух и вода. Обесклеивание происходит при борбатаже воды (с илом и т.п.) воздухом.

Таблица 29

Рекомендации по обесклеиванию оплодотворённой икры осетровых

Препарат	Подготовка к применению	Состав раствора на 1 кг икры	Продолжительность обработки	Техника обесклеивания
Минеральный ил	Заготавливается осенью, очищается от мусора и примесей, прокаливается для дезинфекции, хранится в виде густой суспензии, перед применением разводится до консистенции сметаны	1 л суспензии на 5 л воды	35–45 мин	В аппаратах АОИ или АОК, вручную в эмалированных, алюминиевых или пластиковых тазах.
Тальк	Добавляется в воду непосредственно перед обесклеиванием	100 г на 5 л воды	45–60 мин	—
Голубая глина (ТУ 5142-001-46893474-97)	Хранится в сухом виде, за сутки перед применением разводится кипятком до консистенции жидкой сметаны	300 г сухой глины на 5 л воды	35–45 мин	—
Танин	Растворяется в воде непосредственно перед применением	2,5 г на 5 л воды	40 сек	Только вручную

ГЛАВА 7. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

(по работам В.В. Мильштейна, М.С. Чебанова)

Известно много аппаратов для инкубации икры осетровых рыб (П.С. Ющенко, А.Н. Щеколкина, В.М. Федченко и Л.Т. Горбачёвой, Н.А. Заманова и М.А. Касимова, Б.Н. Казанского, И.А. Садова и Е.М. Коханской, АЗНИИРХ, АО Гидрорыбпроекта), в настоящее время в основном икру инкубируют в аппаратах «Осётр», Ющенко или Вейса (Макдональдса) (фото 30, цв. вкл.). Нормы загрузки икры дана в таблице 30. В аппарате «Осётр» инкубируемая икра находится в изолированных ящиках, из которых свободные эмбрионы по общему желобу попадают в личинкоприёмник и по мере его наполнения переносятся в бассейны. В аппарате Ющенко предличинки остаются в ёмкости, в которой проходила инкубация, и их отбор производят из каждой секции отдельно. Использование такого аппарата более целесообразно при проведении одновременной инкубации икры разных видов осетровых или их гибридов.

Таблица 30

Норма загрузки икры разных видов осетровых в инкубационные аппараты, тыс. шт. (Чебанов и др., 2004)

Вид	Аппарат		
	Ющенко	«Осётр»	Вейса*
Белуга	150–165	100–110	8
Русский осётр	220–250	150–170	10
Сибирский осётр	210–220	180	10
Севрюга	240–260	220–250	12
Стерлядь	200–250	200–250	15

Примечание: * — для аппаратов объёмом 7 литров

Инкубационные аппараты перед загрузкой дезинфицируют фиолетовым К, марганцевокислым калием, формалином.

Для инкубации применяется только чистая (фильтрованная) вода. Мёртвые икринки отбираются с помощью сифона, рыбоводных лопаток. Для борьбы с сапролегнией используют малахитовый зелёный 1:200000, фиолетовый К, раствор формалина. Обработку можно на-

чинать на стадии средней гастролы, слабую икру — на стадии малой желточной пробки.

В период инкубации икры определяется процент оплодотворения и доля типично развивающихся эмбрионов.

Процент оплодотворения определяется на стадии второго–третьего деления (рис. 51). Для определения процента оплодотворения икру в аппарате перемешивают, берут пробу из 200–300 икринок и подсчитывают долю нормально развивающихся эмбрионов в общем количестве икринок (фото 31, цв. вкл.). Время отбора проб определяется по специальным графикам (Детлаф и др., 1981; Чебанов и др., 2004) (рис. 52).

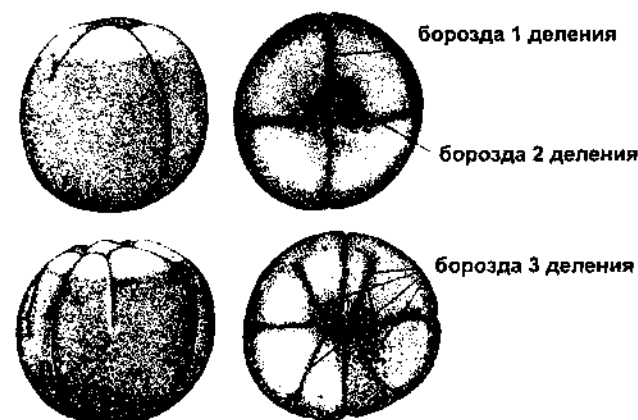


Рис. 51. Эмбрион на стадиях второго и третьего делений (Детлаф и др., 1981)

Во время эмбрионального развития определяют процент нормально развивающихся эмбрионов. Время отбора проб устанавливают по другим специальным графикам (рис. 53). Отбор проб, оценка икры производится на стадии «большой и маленькой желточной пробки» (стадии 16–17), стадиях короткой и прямой удлиненной сердечной трубки (стадии 27–28) и перед началом вылупления (стадия 35). Пробы просматриваются с помощью лупы или бинокля. По количеству живых подвижных эмбрионов (стадия 35) оцениваем ожидаемый выход личинок.

Типичными нарушениями нормального развития эмбрионов на стадиях конца гастролы — начала нейрулы является отсечение фрагмента желтка и неполное закрытие бластопора.

Большая часть уродств, наблюдаемых у зародышей осетровых, возникает в процессе гастрюляции. Нарушение гастрюляции происходит в результате неправильного режима выдерживания производителей или неблагоприятных условий инкубации. Если вследствие плохой отмывки икры наблюдается её комкование в инкубационных аппаратах, то у эмбрионов, находящихся в центре комка развитие замедляется и желточные пробки имеют больший размер. Подобное явление наблюдается и при перегрузке аппаратов, недостаточном водообмене или нарушении газового режима.

Интенсивность потребления кислорода в процессе эмбрионального развития увеличивается. Содержание растворённого в воде кислорода не должно снижаться менее 7,5 мг/л. Концентрация ниже 6 мг/л (80% насыщения) (М.С. Чебанов и др., 2004) приводит к отклонениям в развитии (гипертрофия сердца, водянка перикарда и др.), концентрация кислорода 3–3,5 мг/л приводит к полной гибели эмбрионов (табл. 31).

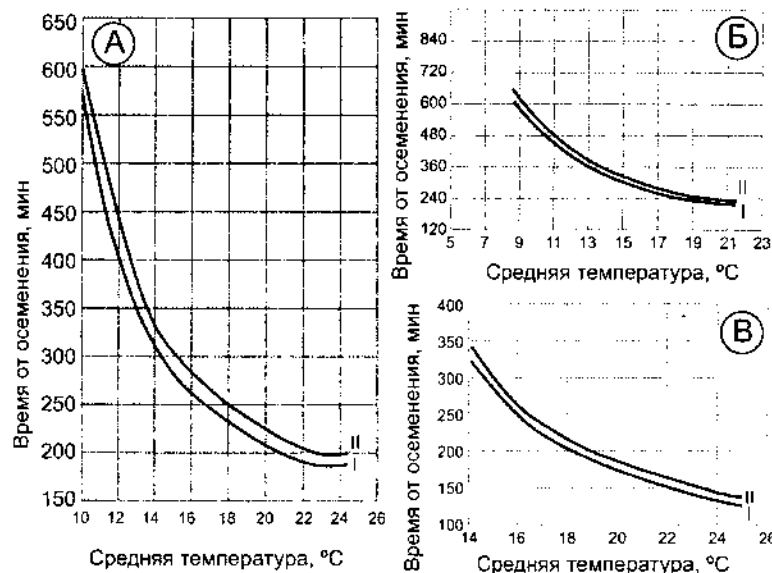


Рис. 52. Графики времени отбора проб для определения процента оплодотворения. Продолжительность зародышевого развития осетра (а), севрюги (б), белуги (в) в зависимости от температуры инкубации. Время от осеменения: I — до появления борозды второго деления (стадия 5); II — до появления борозды третьего деления (стадия 6)

Таблица 31

Величины критических (числитель) и пороговых (знаменатель) напряжений кислорода (в % насыщения) у молоди осетровых при разной температуре воды

Масса, г	Температура воды, °C		
	15	20	25
2–18	45,5/16,1	45,5/18,7	54,0/19,8

Таким образом, выращивание молоди осетровых должно проводиться в условиях, обеспечивающих на выходе из бассейнов содержание кислорода, превышающее 45–54% насыщения, в зависимости от температуры воды. При этом осетровые способны выдерживать понижение насыщения кислорода в воде до 16–20%. Однако при этом они не будут питаться и расти.

Значительно труднее дать оценку влияния других факторов внешней среды. Имеющийся опыт выращивания различных видов

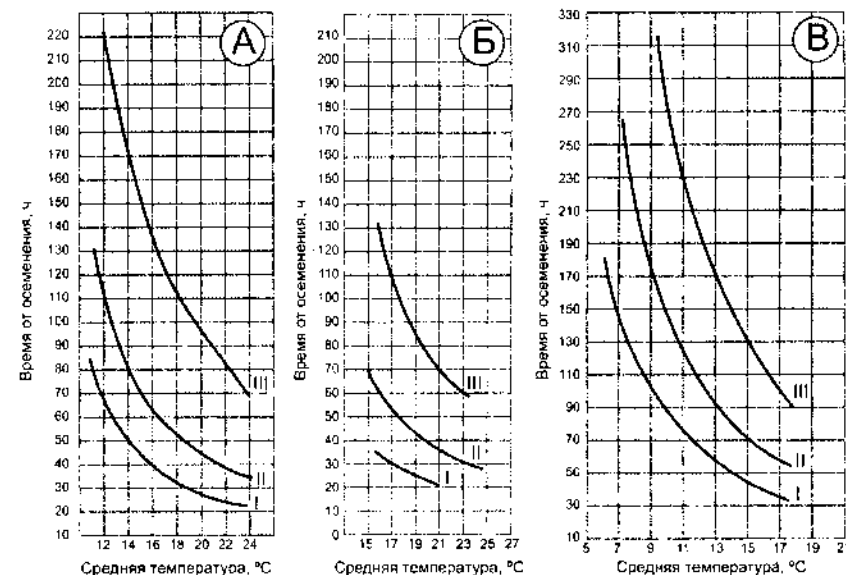


Рис. 53. Графики времени отбора проб (Детлаф и др., 1981). Продолжительность зародышевого развития осетра (а), севрюги (б), белуги (в) в зависимости от температуры инкубации. Время от осеменения: I — до конца гастрюляции (стадия 18); II — до стадии образования зачатка сердца (стадия 26); III — до стадии появления единичных предличинки (стадия 35)

осетровых в проточных и замкнутых системах свидетельствует, что наиболее благоприятная реакция среды слабощелочная — pH 7–8, концентрация аммонийного азота — менее 1 мг/л. Вместе с тем, при указанной pH, осетровые хорошо переносят более высокую концентрацию этого вещества — до 2 мг/л и даже способны выдерживать до 2-х недель увеличение концентрации аммонийного азота до 20–22 мг/л (при температуре воды — 20°C).

Однако наиболее токсичным является неионизированный аммиак. Интенсивность его образования из иона аммония зависит от температуры и величины pH (табл. 32).

Таблица 32

Концентрация неионизированного аммиака (от общего содержания) в зависимости от pH и температуры воды, %

pH	Температура воды, °C		
	15	20	25
6,5	0,09	0,13	0,18
6,7	0,14	0,20	0,28
7,0	0,27	0,40	0,55
7,3	0,54	0,79	1,10
7,5	0,85	1,25	1,73
7,7	1,35	1,96	2,72
8,0	2,65	3,83	5,28
8,3	5,16	7,36	10,00
8,5	7,98	11,18	14,97
8,7	12,02	16,63	21,82

Предельная концентрация аммиака должна составлять не более 0,05 мг/л.

Превышение концентрации свободного аммиака в результате повышения pH в течение всего процесса выращивания рыбы приводит к тяжёлым аутоксикозам, которые проявляются в некрозе жабр, поражении кожных покровов и плавников. Аутоксикозы могут являться причиной массовой гибели рыб и вторичных бактериальных инфекций.

Для создания благоприятного кислородного режима (6,6–9,0 мг/л) необходимо обеспечить расход воды не ниже 8–10 л/мин. Нормы рас-

хода воды в зависимости от стадии эмбрионального развития представлены в таблице 33.

Таблица 33

Расход воды на 1 кг икры в инкубационных аппаратах на различных стадиях развития (Мильтштейн, 1982)

Стадия развития икры	Расход воды, л/мин
Дробление	2,3
Гастрюляция	2,3–3,0
От конца гастрюляции до пульсации сердца	3,0–4,5
От пульсации сердца до стадии подвижного эмбриона	4,6–5,0
Вылупление	5,8–6,2

Одним из показателей нормального эмбрионального развития, характеризующих качество полученного потомства, является синхронность развития зародышей. В ходе нормального развития икры стадийный разброс развития не должен превышать более двух стадий в пробе (Детлаф и др., 1981).

Изменение темпов и синхронности эндогенного развития рыб может возникать вследствие повреждающего воздействия абиотических факторов.

С повышением температуры наблюдается десинхронизация развития, которая характеризуется большими стадийными различиями, приводящими к формированию различных уродств, значительному увеличению продолжительности вылупления, проходящего без ярко выраженного пика (Детлаф и др., 1981).

Подобные явления довольно часто наблюдаются при инкубации икры на рыбоводных заводах, где создание оптимальных условий обычно сопряжено со многими техническими трудностями. Управление температурным режимом инкубации икры позволяет избежать негативного воздействия изменений температуры за пределами оптимального интервала и создать наиболее благоприятные условия для развития эмбрионов, предотвращая этим также поражение их сапролегнией.

Оптимальная температура для развития икры белуги составляет 14–16°C, русского осетра — 15–22°C, севрюги — 17–24°C, стерляди — 13–15°C. Значительное отклонение от оптимальных температур как в сторону повышения, так и понижения приводит к уродствам и гибели эмбрионов.

Контроль над температурным режимом осуществляют каждые два часа. Суточные колебания температуры воды не должны превышать 2°C. Температурные показатели, ход и результаты инкубации регистрируются в журналах.

ГЛАВА 8. ВЫДЕРЖИВАНИЕ ПРЕДЛИЧИНОК

Начало вылупления характеризуется появлением в инкубационном аппарате единичных плавающих предличинок. Постепенно их число увеличивается и время, когда в аппарате появляется несколько сот предличинок можно считать началом массового вылупления (Чебанов и др., 2004).

Отбор предличинок из инкубационного аппарата Юценко производится во время массового вылупления при помощи марлевого сачка.

Вылупившихся предличинок переносят в бетонные круглые бассейны ВНИРО (диаметром 2,5 м) или пластиковые ИЦА-2. Плотность посадки предличинок в бассейны показана в таблице 34.

Таблица 34

Плотность посадки предличинок в бассейны

Показатели	Норматив
Площадь рыбоводных бассейнов, м ²	4-6
Плотность посадки, тыс. шт./м ² :	
– белуга;	4-5
– осётр;	5-6
– севрюга;	6-7
– стерлядь	6-8
Уровень воды в бассейне, см	20
Содержание кислорода мг/л	7-9
Освещённость, люкс	40-80
Расход воды, л/мин	8-14

Подсчёт предличинок ведётся визуально по эталону 500 шт. или весовым способом. На следующий день после посадки предличинок в бассейнах производится отбор оболочек, мёртвой икры и уродливых особей. Отбор погибшей икры и оболочек производят при помощи резинового сифона. В последующие дни количество погибших личинок подсчитывается ежедневно и заносится в рыбоводный журнал.

Следует отметить важность оценки размеров желточного мешка при осуществлении рыбоводно-экологического мониторинга молоди, выращенной на осетровых заводах.

Показателем деформации желточного мешка предличинки осетровых, является отношение его высоты к длине, составляющее в норме 0,55–0,69. Для деформированного (грушевидного или удлинённо-овального) желточного мешка данное отношение уменьшается до 0,29–0,44.

При небольших размерах мешка (и значительной индивидуальной изменчивости его морфометрических показателей) эндогенные ресурсы не обеспечивают дальнейший рост и нормальное развитие на одном из наиболее важных этапов — переходе к экзогенному питанию. Однако и излишне большой объём желтка на стадиях дифференцировки отделов пищеварительной системы негативно влияет на их формирование, приводя к задержке секреторной функции эпителия.

Скорость утилизации желточной массы также связана с развитием молоди. Ускорение рассасывания желточного мешка (по сравнению с предшествующим этапом — пассивным залеганием на дне бассейнов) обусловлено началом активного плавания предличинки и ускорением процессов морфогенеза.

При выдерживании предличинки в бассейнах, необходимо так же, как и в период инкубации икры, осуществлять постоянный контроль за температурным и кислородным режимом.

В процессе развития предличинки происходит поэтапное формирование органов и систем, обеспечивающих нормальный рост и развитие организма. Особенность этого периода заключается в смене личиночных органов (непарная плавниковая складка, наружные жабры, запас желтка и др.) на органы и системы характерные для взрослого организма. Эти процессы требуют обеспечения необходимых условий, поскольку любое отклонение от оптимума приводит к нарушениям в развитии и гибели молоди.

Чтобы отличать изменения признаков, лежащие в пределах нормы от патологических изменений, необходимо знать особенности нормального строения предличинки на различных стадиях развития. При подращивании предличинки следует обратить особое внимание на стадии постэмбрионального развития, сопряжённые с увеличением количества погибающих особей: переход на жаберное дыхание; образование отделов желудка; окончание гистогенеза печени и формирование желчного пузыря; переход на активное (внешнее) питание.

Нарушения в развитии перечисленных систем и функций вызывают гибель личинок.

Время наступления той или иной стадии зависит от температуры воды. Хронологию развития предличинки осетровых описали Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен (1981).

Следует отметить некоторые особенности поведения предличинки в первые дни жизни. После вылупления предличинки рассеиваются в толще воды и совершают так называемые «свечки»: периодически поднимаются к поверхности воды и опускаются на дно бассейна. При естественном нересте такое поведение предличинки осетровых позволяет им, во-первых, избежать заиливания, а, во-вторых, скатываясь по течению быстрее достигать зон богатых кормовыми организмами.

При переходе на жаберное дыхание и стадии формирования пищеварительной системы, так называемый период «роения», предличинки опускаются на дно бассейна и образуют различного рода скопления («пятна»). В случае если скопления личинок находятся в зонах с низким водоснабжением, возможна их гибель из-за недостатка кислорода (интенсивность потребления кислорода к этому периоду возрастает в несколько раз по сравнению с эмбриональным), содержание кислорода не должно быть ниже 7,5 мг/л, оптимум при уровне 8–12 мг/л.

На этом этапе также возможна массовая гибель предличинки, которая может быть вызвана как рыбководным качеством икры, так и неблагоприятными условиями выращивания.

По достижении этих стадий, предличинки, имеющие морфологические дефекты и отклонения в развитии органов дыхания, пищеварения, ферментной системы уже не способны к дальнейшему развитию и погибают. В связи с этим необходимо каждые трое суток отбирать пробы в количестве 30–50 шт. живых и погибших предличинки для наблюдения за развитием и оценкой их рыбководного качества.

ГЛАВА 9. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

(по работам В.В. Мильштейна, С.В. Пономарёва,
Е.Н. Пономарёвой)

9.1. Переход личинок на экзогенное питание

С началом перехода на активное питание у предличинок рассасывается временная клеточная перегородка, закрывающая проход из ротовой полости в пищевод и одновременно из анального отверстия выбрасывается меланиновая желточная пробка. К моменту перехода на активное питание предличинки, находившиеся до этого в состоянии относительного покоя («роения»), рассасываются по дну бассейна в поисках корма.

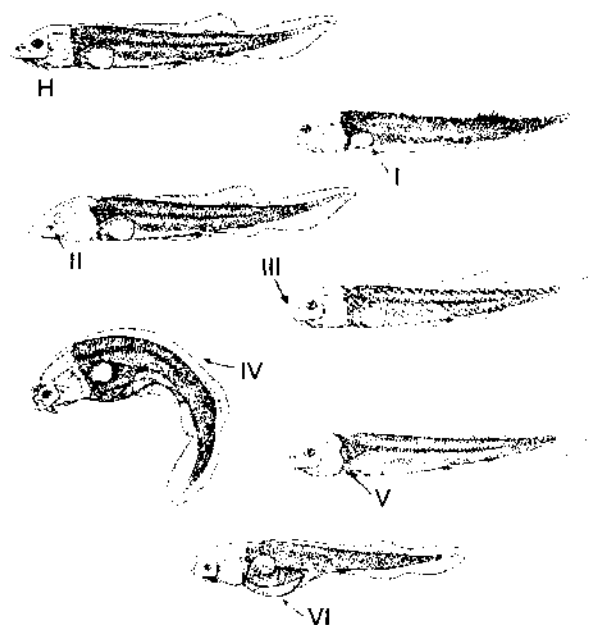


Рис. 54. Типы характерных морфологических аномалий личинок осетровых: (стрелки указывают на аномалии (IV и VI по Т.А. Детлаф и др., 1981)): H — без аномалий (норма); I — грудных плавников; II — обонятельных органов; III — формы головы; IV — формы тела; V — жаберных крышек; VI — пищеварительной системы

Появление на дне бассейна единичных меланиновых пробок служит сигналом к началу первого кормления, которое осуществляют при выбросе меланиновой пробки у 2–3% личинок. Период выброса меланиновых пробок может длиться 3–4 суток, а несвоевременное внесение корма приводит к взаимному травмированию и гибели личинок, что особенно характерно для личинок хищных видов осетровых (белуга, калуга).

Сроки перехода на активное питание зависят от температуры воды и её химического состава. До возраста 10 суток оптимальные температуры выдерживания предличинок соответствуют оптимуму нереста: белуга — 10–14, осётр — 15–20°C, севрюга — 18–22°C, стерлядь — 13,5–17°C.

В этот период происходит основной отход личинок с различными морфологическими дефектами. Из них чаще отмечают: аномалии грудных плавников, обонятельных органов, пищеварительной системы; недоразвитие жаберных крышек; дефекты формы головы (рис. 54). Следует отметить, что проведение тератологического анализа является эффективным и важным элементом эколого-морфологического мониторинга молоди, выращиваемой на ОРЗ.

9.2. Технология выращивания молоди

Для целей искусственного воспроизводства, или для товарного выращивания, необходимо получить (вырастить) рыбопосадочный материал (жизнестойкую молодь). Под термином жизнестойкой молоди понимаются ювенальные особи разной массы и возраста, со сформированной пищеварительной системой и другими важнейшими органами, потребляющие различные корма (живые, комбинированные), способные выживать в естественной среде обитания и в искусственных условиях рыбоводного хозяйства (пруды, бассейны, садки, системы УЗВ). Неподрощенные личинки в естественные водоёмы не выпускаются, поскольку они не переживают воздействие голода и пресса хищных организмов.

До настоящего времени применяют технологии прудового, комбинированного (бассейно-прудового), бассейнового метода (в т.ч. и в системах УЗВ). Метод садкового выращивания ограничен опасностью эпизоотий аргулеза и ихтиофтириоза, применяется только в проточных речных водоёмах при работе с сеголетками-двухлетками.

Прудовая и комбинированная технологии выращивания преимущественно применяются при массовом выращивании миллионов штук молоди (массой до 3 г и более) для пополнения естественных популяций осетровых рыб. Комбинированная технология (бассейново-прудовая), где личинки первоначально подращиваются на живых и сухих кормах до массы 100–120 г (с последующим выпуском в пруды), повышает эффективность прудового метода, поскольку устраняет проблему недостатка ранней весной в прудах мелких форм зоопланктона.

Бассейновый метод и разработанные существующие технологии (для разных объектов и условий) используется в товарных хозяйствах, в рыбопитомниках и на заводах по воспроизводству естественных популяций. В бассейнах выращивают меньше молоди, чем в прудах, но при более высоком техническом и технологическом уровне рыбоводства, соответственно с минимизированными потерями. В таких хозяйствах ведётся работа по сохранению наиболее ценных видов (от штучных экземпляров рыб), генетические и селекционные исследования.

9.3. Прудовый метод выращивания молоди

Используется преимущественно на нижеволжских осетровых хозяйствах по воспроизводству естественных популяций.

Ранее (Мильштейн, 1982) технология прудового метода состояла из 2-х этапов. На первом этапе несколько дней личинок до и при переходе на активное питание содержали в садках (в садковой базе), установленных в выростных прудах. Это были личиночные садки размером $2 \times 1,5 \times 0,5$ м с сетчатыми окнами из капронового сита для ограждения от хищных насекомых и их личинок. Питались личинки мелкими организмами зоопланктона (коловратки, кладоцеры, copeподы, науплии ракообразных). Садки размещались в садковой базе под навесом с защитой от волнобоя. Пруд должен был быть проточным, хорошо аэрируемым. Второй этап — выращивание в прудах, куда высаживали личинок на стадии меланиновой пробки.

В настоящее время этот этап исключается, а личинок на стадии выброса меланиновой пробки высаживают в пруды с сформированной кормовой базой. Залог успеха — наличие мелких (в т.ч. науплиальных форм ракообразных) и коловраток.

Потребляют организмы зоопланктона личинки ещё в период перехода на активное питание при рассосавшемся желточном мешке в зависимости от температуры воды (табл. 35).

Таблица 35

Срок перехода личинок на активное питание при естественном ходе температуры (Астраханская область)

Вид	Длина тела, мм	Масса, мг	Возраст, сут
Белуга	19–24	48–68	8–16
Русский осётр	16–22	30–48	7–14
Севрюга	15–20	24–38	5–10

Для выращивания молоди осетровых применяют пруды площадью 2–4 га с соотношениями сторон 1:2–1:3 и глубиной не менее 1,5 м. Недопустимо попадание в пруды аборигенной ихтиофауны.

Водоподачу в пруды из пруда-отстойника обеспечивают через трубчатые и лотковые водовыпуски, а сброс — через водоспуски. Сбросные сооружения имеют рыбоуловители для учёта рыбы, выращенной в каждом из прудов.

Водоподающие сбросные сооружения должны обеспечить наполнение каждого пруда или опорожнение в течение 1–2 суток. Дно пруда не должно быть чрезмерно заиленным, так как осетровые рыбы потребляют бентосных животных и корма лишь с поверхности дна. Технология выращивания молоди в прудах приводится по результатам работ российских специалистов (Аветисов и др., 1986).

Водосбросная сеть зависит от конфигурации пруда и рельефа ложа и состоит из магистральной канавы и боковых ответвлений к пониженным участкам. Сеть водосбросных канав бывает лучевой или ёлочной.

Своевременный уход за прудами позволяет не только сохранять, но и повышать естественную рыбопродуктивность. Это ежегодное осушение и промораживание ложа, мелиорация водосбросной сети, удаление растительности и вспашка ложа.

Личинок после передержки в бассейнах, на стадии выброса меланиновой пробки из кишечника, пересаживают в пруды. У личинок, перешедших на активное питание, наблюдается движение ротового аппарата, имеются зубы, которые впоследствии исчезают. Желудок полностью освобождён от остатков желтка, появляется зачаток пилло-

рического придатка, конусы спирального клапана. Из анального отверстия выбрасывается меланиновая пробка.

Выращивать молодь осетровых следует в наиболее благоприятные сроки, характеризующиеся оптимальными условиями внешней среды и максимальным развитием кормовой базы. Благоприятной кормовую базу в пруду можно считать при содержании в нём планктона более 3 г/м³ и бентоса более 5 г/м². Для дельты Волги это — май и июнь в первом цикле выращивания, июль и первая половина августа — во втором (Аветисов и др., 1986).

По химическому составу и физическим показателям вода осетровых прудов должна отвечать следующим требованиям (табл. 36).

Обычно в каждом пруду выращивают только один вид: либо русского осетра, либо севрюгу, либо белугу. На примере работы ОРЗ Нижней Волги приводим нормативы по технологии выращивания молоди осетровых рыб в прудах прикаспийского региона (табл. 37).

Общую биомассу подсчитывают суммированием в мг/м³ всех групп зоопланктона. Прочие в общую биомассу не включают.

Наблюдения за развитием бентоса проходят одновременно с наблюдением за зоопланктоном.

Таблица 36

Химический состав и физические показатели воды осетровых прудов

Цветность, град	Менее 30
Прозрачность, см	Не менее 30
Содержание, мг/л	
— кислород;	Не менее 6
— углекислота;	До 10
— сероводород	0
Активная реакция среды (рН)	7,0–8,0
Щёлочность, мг/экв.	7,0–8,0
Окисляемость, мг О ₂ /л	10–20
Содержание, мг/л	
— железа (общее);	До 1
— сульфаты;	До 10
— хлориды	До 10
Солёность, мг/л	До 500

Таблица 37
Биотехнические нормативы по выращиванию молоди осетровых рыб в прудах прикаспийского региона

Показатели	Ед. изм.	Нормативы				
		Цикл 1			Цикл 2	
		Белуга	Русский осётр	Севрюга	Русский осётр	Севрюга, загот. до 10.06
1	2	3	4	5	6	7
Соотношение производителей	шт.	1:1,5	16:1	1:1	1:1	1:1
Средняя рабочая плодовитость	тыс. шт.	600	250	180	250	180
Средняя масса самок	кг	140	25	11	25	11
Плотность посадки производителей в прорези Астраханского типа	шт.	5	15	20	15	20
Отход производителей при выдерживании	%	5	5	5	5	5
Созревание производителей после инъекции	%	95	85	80	67	65
Количество самок, отдавших доброкачественную икру, от числа созревших	%	95	85	85	80	80
Оплодотворение икры	%	90	80	75	80	70
Норма загрузки оплодотворённой икры в инкубационные апты «Осётр»	кг	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0
Выход личинок от живой икры, заложенной на инкубацию	%	70	70	67	60	65
Плотность посадки личинок в выростники и в пластиковые бассейны из расчёта на 1 м	тыс. шт.	20	25	30	20	25
Выход мальков:	%					
— из выростников:		60	70	60	60	60
— из пластиковых бассейнов		70	75	75	70	65
Плотность посадки мальков в пруды	тыс. шт./га	110	120	120	110	85
Выход молоди из прудов с 1 га использованной площади	% тыс. шт./га	47	50	50	45	20

Продолжение таблицы 37

1	2	3	4	5	6	7
Средняя масса выпускаемой молоди	г.	3	3	2	3	2
Допустимый выпуск нестандартной молоди от общего количества	%	15	20	15	20	15
Расход самок на 1 млн шт. выращенной молоди при выдерживании личинок: -- в выростниках;	шт.	11	28	55	74	196
-- в бассейнах		9	27	44	64	181
Срок выращивания молоди	сут	20-25	35-40	30-35	35-40	30-35

В каждом из прудов пробы берут не менее чем на трёх станциях, как правило, раз в пять дней. В качестве орудия лова применяют дночерпатели Петерсена (с различной площадью захвата).

Каждая проба складывается из 2-3 ловов дночерпателей Петерсена. Грунт промывают через капроновое сито. Пробы тотчас после взятия разбирают, найденные организмы фиксируют 4%-ным раствором формалина и через 1-2 дня взвешивают на торсионных весах.

Для определения состава бентоса данные различных станций объединяют и в дальнейшем оперируют средней величиной. При этом полученные данные по бентосу каждого пруда по датам переносят на карточку.

В зависимости от площади захвата дночерпателя меняется коэффициент, при помощи которого ведут пересчёт. По окончании обработки все данные сводят в общую таблицу.

Пример. Пересчёт на 1 м² ведут следующим образом: площадь дночерпателя равна 1/4 м²; Количество организмов на 1 м² — 40 × X шт., где X шт. — число организмов, пойманных одним дночерпателем.

При использовании трёх дночерпателей улов осредняют.

В процессе выращивания молоди осетровых в прудах, одновременно с изучением темпа роста, исследованием кормовой базы, гидрохимического и гидрологического режима, следует исследовать и питание молоди. При этом питание изучают выборочно (например, в прудах, имеющих различную биомассу зоопланктона, либо с различными сроками от момента заливки до пересадки личинок и т.д.), но не менее чем в 12-15 прудах. Для последующей обработки ги-

дроббиологический материал собирают через каждые пять дней тралом. Проба на питание, состоящая из 10 шт. молоди, фиксируется на месте траления 4%-ным формалином. До извлечения желудочно-кишечного тракта молодь измеряют и взвешивают. Состав и содержимое желудочно-кишечного тракта молоди обрабатывают следующим образом: после взвешивания содержимого желудка и кишечника приступают к качественной и количественной обработке пищевого комка желудка, то есть определению видового состава, численности и массы компонентов. Пищевой комок кишечника просматривают для определения качественного состава.

Для условий юга России при выращивании белуги и русского осетра в первом цикле быстро (в течение 2-3 сут) заливают пруды в ранние сроки до проектного уровня. Для выращивания белуги в условиях дельты Волги это конец марта-середина апреля при температуре воды 7-13°C (Аскеров и др., 1986).

Затем к 10-му мая наполняют пруды для выращивания молоди осетра (при температуре воды от 16 до 18°C), а в последствии, при втором цикле выращивания — для севрюги.

При массовом развитии листоногих раков пруды хлорируют. В апреле при температуре воды от 12 до 14°C хлорную известь вносят на 12-15-й день после заливки пруда, в годы с холодной весной — на 20-е сутки (концентрация активного хлора составляет 1,5-1,7 мг/л).

В мае пруды хлорируют на 6-8-й день после заливки, поскольку листоногие рачки с повышением температуры растут быстрее. При этом концентрация активного хлора в этот период должна быть сокращена до 1,8-2 мг/л, что составляет 130-150 кг/га хлорной извести при 25-27% активного начала. Такое сокращение дозировок хлора вызвано тем, что эффективность его действия значительно возрастает по мере увеличения размеров листоногих раков (*Leptesteria* 3-6 мм и *Arpus* 8-12 мм) и более интенсивного прогревания толщи воды. Чем крупнее рачки, тем они чувствительнее к активному хлору.

Пруды, значительно зараженные (более 30-40 тыс. шт./м³) и слабо зараженные (до 10 тыс. шт./м³) листоногими раками, удобряют в другой последовательности. Пруды, сильно зараженные листоногими, начинают удобрять на пятый-седьмой день после внесения хлорной извести. От дня заливки до внесения первой порции удобрений в апреле может пройти 18-29 дней, а в мае — 12-14 дней. Пруды с

малой численностью питней и лептостерий начинают удобрять на 3–5 день после заполнения до необходимой отметки.

Первоначальная доза минеральных удобрений для прудов, заражённых листогидами и практически чистых, одинакова и вносится из расчёта доведения количества азота до 2 мг/л и фосфора 0,5 мг/л. В апреле при низких температурах первую дозу минеральных удобрений вносят полностью — 90 кг/га суперфосфата и 90 кг/га аммиачной селитры (расчёт при средней глубине пруда 1,5 м).

При выращивании осетра в мае с повышением температуры количество азота биологического происхождения в прудовой воде увеличивается до 0,02–0,5 мг/л (фосфор практически это время отсутствует). Поэтому первая доза аммиачной селитры соответственно уменьшится до 70 кг/га, а суперфосфата — остается прежней (90 кг/га).

При дальнейшем выращивании удобрения вносят совершенно одинаково как в хлорированные пруды, так и в нехлорированные, но не реже, чем один раз в 8 дней, в течение всего вегетационного периода. Когда вносят вторую и последующую дозы удобрений биогенные элементы в каждом пруду дифференцированно доводятся до нормы (2 мг/л азота и 0,5 мг/л фосфора) с учётом остаточного количества азота в прудовой воде, показателя реакции среды, характеризующего цветение водоёма, состояния культуры дафний в зоопланктоне.

В соответствии с перечисленными выше факторами фактические дозы внесения минеральных удобрений будут колебаться в следующих пределах: суперфосфат — от 55 до 90 кг/га, аммиачная селитра — от 29 до 75 кг/га. При этом количество удобрений рассчитывают на фактически залитый объём пруда.

Кроме дачи минеральных удобрений в пруды в конце апреля–первой половине мая, для ускорения развития зоопланктона в прибрежную зону следует вносить кормовые дрожжи (10 кг/га) и маточную культуру дафний (5–7 кг/га). Кормовые дрожжи перед внесением предварительно размачивают. Дрожжи являются пищей для дафний и обогащают воду органическими веществами, необходимыми для развития бактерий, которыми также питаются мелкие ракообразные, коловратки.

Маточную культуру дафний заблаговременно выращивают в дафниевых бассейнах или в дафниевых ямах.

Органические (зелёные) удобрения также способствуют развитию бактерий и водорослей, служащих пищей для дафний. Они в прудах позволяют поддерживать биомассу хирономид. Органические удобрения вносят в середине мая, в период интенсивного лета комаров, применяют только в водоёмах с прозрачностью 50–100 см.

Зелёные удобрения в виде пучков скошенной растительности, прикреплённых к колышкам в количестве 150–200 кг/га, вносят в прибрежную зону водоёмов, где нет прибрежной растительности. Скошенная растительность является не только удобрением, но и субстратом для кладок яиц хирономид и места концентрации личинок при прохождении ими фитофильного режима. Эти удобрения необходимо вносить один раз за весь период выращивания, более частое их внесение способствует ухудшению гидрохимического режима.

Для поддержания оптимального гидрологического и гидрохимического режима в прудах необходимо постоянно подкачивать воду из реки (до и после ската личинок хищных и сорных рыб). Прекращают подачу воды в период с 20 по 25–30 мая; эти сроки могут смещаться на несколько дней в ту или другую сторону.

Вместе с этим следует поддерживать необходимый постоянный уровень воды в прудах, что препятствует развитию нитчатых водорослей. При этом глубины в прибрежной зоне должны быть постоянными и достаточными для того, чтобы вода нагревалась свыше 28°C.

Эта технология используется для подготовки выростных прудов и маточных водоёмов, где находятся садки для выдерживания личинок.

С целью обеспечения наличия мелких форм зоопланктона в садках к началу смешанного, а затем активного питания личинок белуги и осетра, маточные пруды (в отличие от выростных) подготавливают в самом начале рыбоводного сезона.

При выращивании молоди белуги и других осетровых температура воды постепенно увеличивается с 15°C в конце апреля до 25°C во второй половине июня. В случае резкого увеличения температуры следует поддерживать постоянный уровень воды в прудах (компенсация испарения и фильтрация). Известны допустимые изменения термического режима при выращивании молоди осетровых: белуга 12–25°C, осётр 14–26°C, севрюга 16–27°C.

Зоопланктон осетровых прудов формируется за счёт организмов, приносимых с водой из реки при заливке водоёмов, а также в ре-

зультате перехода организмов, находящихся в грунте, из покоящейся стадии в активную. Уже через три-пять дней при температуре 15–17°C появляются в достаточном количестве коловратки, циклопы и ветвистоусые (2–3 г/м³). Темп нарастания их численности зависит от условий, в которые попадают организмы в данном водоёме (по К.Б. Аветисову и др., 1986).

В случае с прудами, которые обработаны хлорной известью с целью уничтожения листоногих раков, зоопланктон формируется заново. Восстановить сообщество зоопланктона в этих прудах можно лишь при помощи маточной культуры дафний.

Соблюдение систематического внесения минеральных удобрений (лифференцировано в каждый пруд) в требуемых количествах способствует неперенному развитию ветвистоусых, главным образом *D. Magna*. Численность дафний в течение всего периода выращивания составляет 170–300 тыс. шт./м³, биомасса — 5,15 г/м³. Напротив, при больших перерывах в сроках внесения удобрений зоопланктон развивается только в первые несколько дней после внесения удобрений, затем развитие прекращается и носит неконтролируемый скачкообразный характер.

Пруды без обработки хлором с небольшой численностью листоногих характеризуются быстрым нарастанием численности организмов и биомассы зоопланктона. Даже в первой пятидневке с момента их заливки биомасса зоопланктона составляет 2,7–3,6 г/м³ с последующим увеличением до 10,7 г/м³.

Напротив, в хлорированных прудах зоопланктон восстанавливается медленно. Его биомасса в первой пятидневке после хлорирования составляет 0,3–0,5 г/м³, в следующей — увеличивается до 5–17 г/м³ за счёт размножения *D. Magna*. В дальнейшем биомасса возрастает во всех водоёмах до 30 г/м³.

В составе бентических организмов наиболее ценными в пищевом отношении являются хирономиды. В пруды мелкие особи попадают с водой при заливке прудов, а также из числа зимующих форм с прошлого года, при заселении личинок в результате откладывания яиц имаго.

Важнейшую роль в формировании запасов хирономид играет откладка яиц летающими комарами. Весной, уже при температуре 10–12°C, начинается расселение водных насекомых после их зимовки в

постоянных естественных водоёмах (например, полях). Вылет комаров остаётся интенсивным в течение 25–50 дней.

Весной, в конце апреля, вскоре после хлорирования при раннем заливке прудов, встречаются первые кладки хирономид, прикреплённые к подводным предметам и стеблям прошлогодней растительности прибрежной зоны. В начале мая мелкие личинки хирономид начинают встречаться в зоопланктоне, их число достигает 860 на 1 м³. В дальнейшем их развитие так же, как и дафний, в составе зоопланктона зависит от условий, в которых личинки находятся в прудах.

Известно, что хирономиды в первом цикле выращивания интенсивно развиваются при повышенной прозрачности (45–90 см), что достигается хлорированием прудов; ранних сроков заливки осетровых прудов (апрель–начало мая) в период интенсивного лета комаров; при внесении в середине мая в пруды зелёных удобрений (растительных субстратов) для личинок хирономид, при прохождении ими фитофильного периода жизни и для прикрепления кладок; при систематическом внесении органико-минеральных удобрений для обеспечения питания. В таких условиях биомасса хирономид в прудах составляет 7–20 г/м². При несоблюдении указанных условий среднесезонная биомасса хирономид снижается до 1 г/м².

Технология прудового выращивания молоди осетровых рыб для искусственного воспроизводства популяций актуальна до сих пор. При условии устранения браконьерства в Нижней Волге и на Каспии возможно восстановление запасов осетровых рыб при работе на осетровых рыболовных заводах и исполнении действующих нормативов.

9.4. Технология комбинированного выращивания ранней молоди осетровых рыб

Первоначально технология комбинированного выращивания личинок осетровых рыб была разработана группой сотрудников ВНИРО под руководством профессора Н.И. Кожина. Она предусматривала подращивание личинок в бетонных бассейнах на живых кормах (дафний, олигохеты) в течение 15–20 суток с последующим переводом их в подготовленные к выращиванию пруды. Это позволило снизить отход ранней молоди из-за недостатка кормов в прудах. Однако этот метод распространился только на ОРЗ Крас-

нодарского края и Ростовской области, на ОРЗ Нижней Волги он не использовался. Недостатком данной технологии явились низкое качество бстонных бассейнов и сложности в получении больших объёмов живых кормов.

К началу XXI века группой специалистов под руководством профессора Е.Н. Пономарёвой (2002) из АГТУ была разработана технология комбинированного выращивания ранней молоди в пластиковых бассейнах с применением специальных личиночных комбинированных кормов, а также живых кормовых организмов, подходящих по размеру ротового аппарата личинок.

Эта технология предусматривает короткий период выращивания (до 7–15 сут) в бассейнах до массы 100–120 мг. Затем подрошенную раннюю молодь пересаживают в выростные пруды ОРЗ, где выращивают до массы принятого стандарта.

Выращивание посадочного материала осетровых массой 100–120 мг для зарыбления выростных прудов позволяет увеличить эффективность рыбоводных работ и управлять производственным процессом. Таким образом, улучшается питание, молодь легко преодолевает критический период при полном переходе на экзогенное питание, что увеличивает выход из прудов до 50% (в зависимости от особенностей самих прудов и их подготовки).

Необходимым условием выращивания ранней молоди в бассейнах является наличие достаточного водообмена для удаления продуктов метаболизма, несъеденных остатков корма, фекалий, системы водоподготовки, оптимального качества воды. Целесообразно использовать пластиковые бассейны объёмом около 2 м³ и глубиной воды до 0,6 м. Подача воды осуществляется непосредственно через трубу, проходящую по дну бассейна. Не рекомендуется подавать воду через флейты.

Водосливное устройство следует закрывать сетчатым колпаком в виде стакана. При выращивании личинок массой до 120 мг размер ячеек сетчатого колпака составляет 1,0–2,0 мм. В бассейны следует подавать чистую пресную воду, отвечающую принятым рыбоводным нормам (ОСТ 15.372.87).

При переходе молоди на активное питание подача воды в бассейны составляет 4–5 л/мин. По мере роста личинок и мальков расход воды увеличивают до 6–7 л/мин. Оптимальная температура воды

равна 18–23°C, уровень растворённого кислорода — не ниже 7 мг/л, рН — 6,5–7,5.

Для личинок осетровых серьёзную опасность представляет газопузырьковая болезнь, которая возникает при повышенном уровне растворённого в воде молекулярного азота. Наиболее доступным способом удаления избытка азота является применение отстаивания воды в специальных прудах-отстойниках и использовании дегазаторов, газоотделителей. Ложное газопузырьковое заболевание появляется у ранней молоди при распылении воздуха в воде.

Важным технологическим фактором выращивания в бассейнах является плотность посадки. Она позволяет формировать пищевой поисковый рефлекс, в определённой мере управлять процессом роста и развития и в целом объёмом производства молоди. Оптимальная плотность посадки личинок при подращивании в бассейнах ёмкостью 2 м³ и глубиной воды 0,6 м составляет: 6–8 тыс. шт./м² — для белуги, русского осетра и севрюги — 4–6 тыс. шт./м². Плотность посадки можно изменять при учёте гидрохимических показателей водной среды в рыбоводных ёмкостях.

В условиях недостаточной освещённости цеха необходимо предусмотреть дополнительное освещение. Поэтому над каждым бассейном на высоте 2–3 м должны быть установлены две лампы дневного света мощностью 60 Вт.

В процессе подращивания личинок в бассейнах следует придерживаться следующего требования: нужно очищать дно бассейнов перед утренним первым и последним вечерним кормлением, в промежутках между ними убирать несъеденный корм и фекалии рыб. Остатки корма, фекалии, погибшие личинки, сапролегния удаляются посредством сифона и сливаются в таз с водой. После отстаивания осадка случайно попавшие живые личинки, возвращаются в бассейн. Если не очищать бассейны, сапролегния покрывает их стенки и дно при использовании мелкой крупки (0,1–0,2 мм) комбикорма, она может полностью заполнять пространство внутри сбросных труб.

Личинок после выброса меланиновой пробки следует приучать к крупке личиночных кормов. Личинок следует кормить стартовым комбикормом ОСТ-7, (ОСТ-8) с гидролизатами белка (или его аналогами), а также живым кормом в виде *D. magna*, науплий яиц артемии. Состав питательных веществ рецепта ОСТ-7 (ОСТ-8) представлен

в таблице 38. Корм сбалансирован (по белковым фракциям) на него распространяется действие патента № 2297154 от 20.04.2007 г. (патентодержатель АГТУ).

Таблица 38

Состав рецепта стартового комбикорма ОСТ-7

Компоненты	Содержание, %
Протеин	50–52
Жир	8–12
Клетчатка	0,5–1,2
Углеводы	14,0–18,0
Общая энергия, тыс. мДж/кг	18–19
Минеральные вещества	8–12

При выращивании ранней молоди осетровых рыб используют крупку размером от 0,1 до 0,2 мм. Размер крупки должен соответствовать массе тела и размеру глотки рыбы. Кратность кормления и оптимальный размер крупки даны в таблице 39.

Таблица 39

Кратность кормления и размеры крупки стартового комбикорма

Кратность кормления, раз/сут:	
– до массы 60 мг;	20–24
– до массы 120 мг	10–12
Размер крупки, мм:	
– до массы 60 мг;	0,1
– до массы 120 мг	0,2

При завершении резорбции желточного мешка у 70–80% личинок, при массе тела 20–40 мг, следует начинать кормление. В это время активность питания и поисковый рефлекс у личинок невелики, поэтому заглатывание пищи производится в непосредственной близости от неё, личинки используют органы зрения. Периодичность раздачи корма должна составлять не менее чем 20–24 раза в светлое время суток (или постоянное автоматическое кормление). У личинок, достигших массы 60 мг, активность питания увеличивается, в это время частоту кормления можно снизить до 10–12 раз.

Кормление личинок следует проводить строго по нормам кормления, в зависимости от массы тела при оптимальной температуре.

В первые сутки, из-за низкой пищевой активности, происходят потери части комбикорма, поэтому суточная норма увеличена до 50% от массы тела рыб. По мере роста личинок, суточную норму кормления следует уменьшить (табл. 40).

Таблица 40

Суточная норма кормления живыми кормами

Масса тела, мг	Суточная норма рациона
До 60	50% — дафнии или 30% — ОСТ-7
	15% — дафнии (артемия)*
До 120	30% — дафнии или 15% — ОСТ-7
	15% — дафнии (артемия)
Примечание: * — науплиусы или декапсулированные яйца	

Отход за период подращивания составляет до 30%.

Выращенную молодь осетровых массой 100–120 мг выпускают в пруды с сформированной естественной кормовой базой. Такая молодь обладает более высокой термоустойчивостью, развитым поисковым рефлексом, в пищу используют широкий спектр кормовых организмов. При зарыблении прудов этой молодью увеличивается не только её выход с прудовой площади, но и стандартная масса молоди (на 15–20%). При этом сокращается период эксплуатации прудов и экономится электрическая энергия, затрачиваемая на подачу воды.

9.5. Бассейновый метод выращивания, корма и кормление рыбы

(по работам С.В. Пономарёва, Е.А. Гамыгина, Н.А. Абросимовой)

К настоящему времени бассейновый метод прочно вошёл в практику разведения осетровых рыб. Его используют в России, США, Европе, Китае и даже Уругвае. Этот метод позволяет контролировать условия среды выращивания, но он в отличие от прудового метода не является массовым, масштабным, но позволяет надёжно получать молодь для товарных хозяйств (фото 32, цв. вкл.).

Выращивание личинок и ранних мальков. Это наиболее ответственный этап технологии — переход личинок на смешанное питание; в этот период требуется особое внимание рыбоводов к выполнению всех технологических процессов.

Для организации выращивания ранней молоди (личинок и мальков) необходимо следующее рыбоводное оборудование:

- бассейновая линия для выращивания молоди рыб, обеспеченная системой очистки (водоподготовки), возможно общим прудом-отстойником, бактерицидными установками, дегазатором, устройствами по водоподготовке, электроосвещению, водоподогреву, охлаждению, насыщению воды кислородом (жидкий кислород, оксигенаторы, аэраторы);
- цех живых кормов по культивированию молоди дафний, возможно олигохет и калифорнийского червя, гаммарусов, личинок насекомых, по получению декапсулированных яиц артемии салина, их науплий;
- устройство по водоподогреву воды в зимний период и весной (раннее получение икры, посадочной молоди);
- автоматические кормораздатчики (ленточные, вибрационные, электромеханические) с объёмом бункера (общей порции на ленте) 3–5 кг.

При выращивании личинок и молоди наиболее пригодными являются круглые бассейны (или закруглённые), изготовленные из полиэстера, армированного стекловолокна.

Водосливное отверстие находится в центре днища бассейна и закрыто алюминиевой решёткой, заменяемой на сетчатый колпак (при выращивании личинок). Регулирование уровня и слив воды производится с помощью поворотного стояка из полихлорвиниловой трубы. Круглые бассейны диаметром от 1 до 1,5 м предназначены для подращивания личинок и ранних мальков, с диаметром 2–2,5 м — для мальков и сеголетков, с диаметром до 5 м — для товарной рыбы, РМС.

Для выращивания товарной рыбы широко применяются разного размера крупногабаритные разборные бассейны. Они собираются на любой ровной площадке с помощью болтовых соединений с герметизацией швов, комплектуются отдельными биофильтрами УЗВ.

Европейскими производителями («Эвос», «*Gemini Pods*» и др.) изготавливаются круглые бассейны из стеклопластика диаметром от 3 до 9 м. Они собираются из отдельных секций посредством болтовых соединений. Кроме стеклопластика в качестве материала используются стальные листы с покрытием из кварцевого стекла.

Весьма привлекательными и недорогими являются тканевые каркасные бассейны диаметром от 3 до 9 м: каркас из прочных труб сборный, ткань, покрытая полихлорвинилом очень прочная. Они устанавливаются на любой площадке за короткое время. Время службы — до 20 лет.

Для выращивания осетровых рыб с ускорением роста используют тёплые (в т.ч. термальные) воды, а также системы замкнутого водообеспечения, где осуществляется регулирование температурного режима (с оптимумом 20–24°C). Эти системы позволяют быстро вырастить товарную рыбу и сформировать ремонтно-маточное стадо. Но для созревания производителей следует «устанавливать» искусственную зимовку.

Система УЗВ включает блоки водоподготовки (очистка, дегазация, подогрев или охлаждение, насыщение кислородом), выращивания, повторного использования воды и тепла. Подробное описание дано в учебнике «Индустриальное рыбоводство» (С.В. Пономарёв и др., 2006).

В период выращивания молоди в бассейнах одним из самых ответственных моментов является своевременная очистка дна и защитного колпака водовыпуска от остатков не съеденного корма и фекалий рыб. На ранних этапах процедура эта трудоёмкая и требует определённых навыков и аккуратности. В первую очередь необходимо подготовить сифоны с наконечником из резинового шланга, срезанного под углом 30–45°C, который крепится на конце металлической или стеклянной трубки диаметром 12–15 мм. На другом конце трубки крепится шланг длиной 2–2,5 м. Чистка производится обычно дважды: днём и в вечернее время после кормлений. Шланг заполняется водой и помещается концом с наконечником в бассейн, а другой частью в таз, где скапливаются остатки корма и случайно попавшая в шланг молодь. После отстаивания осадка, попавшая живая молодь возвращается в бассейн. Во время чистки желательно провести сброс воды до половины объёма. В этом случае полная смена воды будет происходить значительно быстрее. Необходимо отметить, что дополнительные удобства создаёт применение переносных рефлекторов. Закреплённые на борту бассейнов, они дают дополнительное освещение, и помогают в работе по очистке загрязнений и сапролегии.

При кормлении молоди искусственным кормом важное значение приобретает освещённость бассейнов. Желательно, чтобы над каждым бассейном на высоте 2–2,5 м располагались лампы дневного света мощностью 40–60 Вт в количестве 2 шт. Однако, в ночное время, с прекращением кормления необходимо выключать свет, так как при отсутствии кормовых частиц молодь интенсивно начинает заглатывать мелкие пузырьки воздуха с поверхности и в толще воды, возникающие на водоподаче и при аэрации. Это приводит к накоплению воздуха в кишечнике, и рыбы начинают плавать в верхних слоях на боку или повернувшись спиной вниз. Аэрирование воды нежелательно. Явление это не носит массовый характер, но вызывает ослабление организма и прекращение питания. С течением времени, по мере освобождения кишечника, рыбы вновь принимают нормальное положение. При полностью заполненных воздухом кишечниках молодь погибает. Это явление не следует пугать с классической формой газовой эмболии, оно называется ложное газопузырьковое заболевание (ЛГПЗ).

Качество воды, поступающей в бассейны осетровых рыбоводных заводов должно соответствовать требованиям ОСТ 15.372.87. При этом содержание растворённого в воде кислорода должно быть не ниже 7,5 мг/л. Водообмен устанавливается в соответствии с оптимальным содержанием кислорода (8–10 мг/л). Расход воды в бассейнах для рыб массой до 100 мг составляет 0,8 л/мин, для рыб массой до 1000 г — 1–1,4 л/мин, для рыб массой до 1500 г — 1,6 л/мин, для рыб массой 3000 г — 2 л/мин.

Отрицательное влияние на молодь и подрастающих осетровых рыб оказывает газовая эмболия — газопузырьковая болезнь (ГПЗ); летальность может достигать 95%. Основной причиной болезни является избыток растворённого в воде молекулярного азота, иногда ещё и кислорода. Углекислый газ болезни не вызывает, а опасный уровень насыщения воды кислородом превышает 250–350%. Азот опасен при избыточном содержании — 120–130%, у выживших особей осетровых рыб обнаруживаются механические повреждения сердца, кровеносных сосудов и внутренних органов, плавательный пузырь часто переполнен и рыбы плавают на боку. Излишек азота удаляется активной аэрацией, отстаиванием воды в специальных прудах-отстойниках и при использовании специальных устройств — дегазаторов.

Плотность посадки (тыс. шт.) в бассейнах для личинок дана в таблице 41; по мере роста она снижается и при массе рыб 60 мг и более даётся в м², поскольку молодь переходит к донному образу жизни.

Таблица 41

Плотность посадки подрощенной ранней молоди осетровых рыб до массы 3 г

Масса рыб, мг	Белуга, бестер, тыс. шт./м ²	Русский осетр, севрюга, тыс. шт./м ²
60	6–8	4–6
до 100	2–3	1,5–2,5
до 1000	1–1,5	0,6–1,0
до 3000	0,6–1,0	0,4–1,0

Кормление молоди до массы 3 г следует проводить крупкой стартового комбикорма ОСТ-7, ОСТ-8 или его аналогами, в т.ч. зарубежными («Аллер-Аква», «Аква-Валент» и др.), но необходимо, особенно в первые 15–20 суток добавлять в рацион живые корма.

Предличинкам, вставшим на плав, начинают давать немного комбикорма в виде пыли ещё до рассасывания пигментной пробки с целью стимулирования положительной пищевой реакции. После рассасывания пигментной пробки личинкам начинают давать крупку размером 50–100 микрон. Период адаптации рыб к комбикорму длится 2–3 суток. При этом одновременно с дачей комбикормов в рацион личинок вводят молодь дафний или науплии артемии салина. Кормление молоди осетровых рыб олигохетами до массы 200–300 г не следует из-за возможного дисбаланса питательных веществ. При использовании добавок живых кормов кормление комбикормом не прекращают (табл. 42, 43).

Таблица 42

Суточная норма кормления молоди осетровых рыб в зависимости от массы тела и температуры воды комбикормом ОСТ-7 (ОСТ-8)

Масса тела, г	Суточная норма, % от массы тела рыб		
	12–17	17–20	20–24
до 60	10	10	12
от 60 до 300	9,5	9,8	10
от 300 до 500	9,4	9,7	10
от 500 до 1500	7,6	7,8	8
от 1500 до 3000	6,0	6,5	7

Таблица 43

Суточная норма добавки живых кормов к комбикорму ОСТ-7, ОСТ-8 (при температуре 12–24°C)

Масса тела, мг	Суточная норма, % от массы тела рыб
до 60	35 (мелкие дафнии) или (артемия салина)
от 60 до 300	35 (1/2 дафнии; 1/2 олигохеты)
от 300 до 500	15 (1/4 дафнии; 1/2 олигохеты, 1/4 калифорнийский червь)
от 500 до 1500	10 (1/2 олигохеты, 1/2 калифорнийский червь)
от 1500 до 3000	8 (калифорнийский, дождевой, навозный червь или трубочник или гаммарусы)

Хорошие результаты по росту молоди (масса рыб 300 мг и более) можно получить, заменяя половину нормы корма олигохетами. Рубленые калифорнийские черви, а также добавка живых гаммарусов стимулируют рост рыб (фото 33, цв. вкл.).

В условиях Нижнего Поволжья имеет место неблагоприятный период повышения температуры в летний период до 30°C, что сопровождается интенсивным развитием синезелёных и вольвоксовых водорослей. Это приводит к снижению содержания кислорода, изменению pH и увеличению ионов NH_4^+ . В этих условиях рекомендуется уменьшить норму дачи всех кормов на 50% и использовать нежирные корма (4–6%). Кратность дачи корма при этом следует снизить до 2–3 раз в сутки.

Для кормления молоди осетровых рыб чаще используют небольшие автоматические кормораздатчики (ленточные, механические дисковые, пневматические вибрационные) с ёмкостью бункера или суточной порции 3–5 кг, снабжённые общим пультом управления, что позволяет осуществить постоянную дачу кормов в бассейн. При отсутствии таких автоматических кормораздатчиков допускается ручное кормление. Кормление рыб осуществляется только в период светлого времени. При отсутствии корма и ярком освещении ранняя молодь может заглатывать пузырьки воздуха (ложное газопузырьковое заболевание).

Кратность кормления молоди осетровых рыб в светлое время суток ручным способом или порционными раздатчиками дана в таблице 44, при использовании ленточных кормораздатчиков дача кормов происходит непрерывно.

Таблица 44

Кратность кормления молоди осетровых рыб

Масса рыб, мг	Ручное кормление, раз в сут	Кормление с применением автоматических кормораздатчиков, раз в сут
до 60	24	48
от 60 до 300	12	36
до 1000	8	24
до 3000	6	12

В зависимости от массы рыб и размера глотки следует использовать крупку комбикорма следующих размеров (табл. 45).

Таблица 45

Размер крупки стартового комбикорма для молоди осетровых рыб

Масса рыб, мг	Размеры крупки, мм
до 60	0,05–0,1
60–300	0,1–0,4
300–500	0,4–0,6
500–3000	0,6–2,5

Бионормативы кормления и выращивания молоди массой до 3 г осетровых рыб в бассейнах даны в табл. 46.

Таблица 46

Бионормативы выращивания молоди осетровых рыб до массы 3 г

№	Элементы биотехники	Бионормативы
1	Глубина воды в бассейнах, лотках, м	0,2–0,4
2	Температура воды, °C:	
	— при выращивании личинок;	16–22
	— при выращивании мальков	20–24
3	Продолжительность выращивания молоди до массы 3 г, сут	30–40
4	Отход за период выращивания, %	50*
5	Кормовые затраты, ед.:	
	— по комбикорму ОСТ-7, ОСТ-8, «Аллер-Аква» и др.:	0,8–1,2
	— по живым кормам (сухое вещество):	1,3–2,4
	— всего по кормам	2,1–3,6

Примечание: * — при условии использования биологических фильтров, средств обеззараживания воды отход снижается до 30%

По достижении рыб массы 2 г добавку живых кормов в рацион прекращают и молодь переводят на кормление продукционным комбикормом рецепта ОТ-6, ОТ-7, или их зарубежными аналогами. Использование высокобелковых продукционных комбикормов с специальными минерально-витаминным осетровыми премиксами (ПО-5, ВМП-ПО-5) обеспечивает высокий выход сеголетков, годовиков и двухлетков, оптимальный рост и устойчивость к прессу инвазионных заболеваний, поддерживает удовлетворительное физиологическое состояние. В таблице 47 даны сведения о росте молоди разных видов до массы 1–4 г.

Таблица 47

Масса молоди осетровых при выращивании в бассейнах при оптимальных температурах (Чебанов и др., 2004), мг

Вид	Возраст рыб, сут							
	1	10	20	25	30	35	40	45
Белуга	30	45	140	350	650	2000	3500	4000
Осетр русский	20	40	100	250	450	1000	1600	2500
Осетр сибирский	17	35	80	180	330	1000	1700	2800
Севрюга	10	30	70	150	250	600	1000	1500
Стерлядь европейская	8	20	45	90	180	550	1000	1500
Стерлядь сибирская	6	12	30	60	110	400	800	1000
Бестер	14	35	100	300	550	1200	2000	3300
Гибрид русский × сибирский	18	35	90	230	470	1900	2500	3600
Стерлядь волжской* популяции, донская	8–9	24	50	100	200	650	1200	1800

Примечание: * — данные С.В. Пономарёва

Выращивание крупного посадочного материала массой 500 г. Выращивание крупного посадочного материала массой 500 г проводится в бассейнах диаметром от 2 метров и более. Содержание растворённого в воде кислорода должно быть не ниже 7,5 мг/л. Расход воды устанавливается в соответствии с оптимальным содержанием кислорода (8–10 мг/л). Расход воды в бассейнах для рыб массой от 3 до 500 г составляет 3–0,8 л/мин на 1 кг рыбы, при недостатке кислорода он увеличивается. Смена воды происходит каждые 20–25 мин, плотность посадки рыб массой 30–200 г составляет 400–500 шт./м², при массе рыб 200–500 — 250–300 шт./м². Уровень воды в бассейнах для рыб массой 30–500 г составляет 0,3–0,7 м.

Процесс выращивания посадочного материала массой 500 г может быть прерван вынужденной зимовкой. В период зимовки потеря массы может достигать 15% и более (до 30%), отход — 10%. Данные норм кормления представлены в таблице 48.

Таблица 48

Суточные нормы кормления молоди осетровых рыб в зависимости от массы тела и температуры воды продукционными комбикормами ОТ-6, ОТ-7

Масса тела, г	Суточная норма, % в зависимости от температуры воды		
	12–17°C	17–20°C	20–24°C
3–50	8–6	10–5	10–8
50–100	4	5–4	5
100–150	4	5–4	5
150–200	3	5–4	5
200–250	3	4–3	4
250–300	3	4–3	4
350–400	2	4–3	4
450–500	2	3	4

Бионормативы выращивания посадочного материала массой 500 г без зимовки даны в таблице 49.

Таблица 49

Бионормативы выращивания осетровых рыб до массы 500 г

№	Элементы биотехники	Бионормативы
1	Глубина воды в бассейнах, лотках, м	0,3–0,7
2	Площадь бассейна, лотков, м ²	4–20
3	Температура воды, °C	20–24
4	Продолжительность выращивания от массы 3 г до 500 г, сут	150–180
5	Водообмен, м	20–25
6	Плотность посадки (см. в пункте 9.5)	
7	Кормовой коэффициент по сухим гранулам	1,2–3,0
8	Содержание растворимого в воде кислорода	не ниже 7 мг/л
9	Выход, %	80–84

Для кормления рыб массой от 3 до 500 г следует использовать производственный комбикорм для осетровых рыб ОТ-6, ОТ-7, или их зарубежные аналоги.

Для выращивания товарного бестера в прудах применяют рецептуры влажных комбикормов на основе местного кормового сырья, например, КрасНПРХ, ВОРЗ и другие, в т.ч. колбасные корма, разработанные в АГТУ.

Для кормления осетровых рыб массой 3 г — 1,5 кг рекомендуется использовать крупную крупку и гранулы размеров предоставленных в таблице 50.

Количество кормлений в сутки для рыб массой 3–500 г составляет 6–4 раз, для рыб массой 500–1500 г — 5–4 раза (ручным способом). С применением автоматических кормораздатчиков кратность кормления составляет 12 раз в сутки, или дача корма может быть непрерывной.

Таблица 50

Размер крупки и гранул производственного комбикорма для осетровых рыб

Масса тела рыб, г	Размеры гранул, мм
3–10	1,5–2,5
10–30	3,0–3,5
30–50	3,5–4,5
50–250	6,0–8,0
250–500	6,0–8,0
500–1500	6,0–8,0

Выращивание товарной рыбы массой 1500 г.

Бионормативы кормления и выращивания товарных осетровых рыб в бассейнах, лотках (табл. 51).

Суточные нормы кормления товарной рыбы массой 500–1500 г даны в таблице 52.

Показано (Матишов, Пономарёва и др., 2008), что в условиях УЗВ при постоянном температурном режиме (20–22°C) темп роста осетровых весьма высокий (табл. 53), но не у стерляди, отличающейся выраженной тугорослостью.

Ими же установлено, что у рыб массой от 3 г и более в УЗВ в течение суток наблюдаются пики пищевой активности: между 5:00 и 8:00,

Таблица 51

Бионормативы выращивания осетровых рыб до массы 1500 г

№	Элементы биотехники	Бионормативы
1	23	3
1	Глубина воды в бассейнах, лотках, м	0,3–0,7
2	Площадь бассейна, лотков, м ²	4–20
3	Температура воды, °C	20–24
4	Продолжительность выращивания от массы 500 г до 1500 г (без зимовки), сут	150–180
5	Кормовой коэффициент по сухим гранулам, ед.	1,1–1,2
6	Плотность посадки, шт./м ²	30–80
7	Водообмен, м	25–30
8	Содержание растворимого в воде кислорода, мг/л	8–12
9	Выход товарной рыбы, %, комбикорм: ОТ-6, ОТ-7, влажные корма КрасНПРХ, ВОРЗ (в т.ч. корма колбасные)	80–85

Таблица 52

Суточные нормы кормления товарной рыбы массой 500–1500 г в зависимости от массы тела и температуры воды производственными комбикормами ОТ-6, ОТ-7, или их зарубежные аналоги

Масса тела, г	Суточная норма, % в зависимости от температуры воды		
	12–17	17–20	20–24
500–800	1,5	2	3
800–1000	1,5	2	3
1000–1200	1,5	2	3
1200–1500	1,5	2	3

Таблица 53

Сравнительные показатели роста осетровых рыб в замкнутой системе выращивания (Матишов, Пономарёва и др., 2008)

Показатели	Белуга	Гибрид (стерлядь × белуга)	Стерлядь
Масса начальная, г	3,0	3,0	3,0
Масса конечная, г	584,0	487,0	81,8
Общий прирост, г	581,0	484,0	78,8
Среднесуточный прирост, г	2,78	2,32	0,38
Коэффициент накопления массы, ед.	0,72	0,68	0,31
Время выращивания, сут	208	208	208

а также между 18:00 и 20:00, однако все же лучше осетровые питаются в утренние часы.

В экспериментальном аквакомплексе ЮНЦ РАН (п. Кагальник Ростовской обл.) гибридные формы в условиях постоянного температурного режима растут особенно интенсивно. При постоянной температуре 21–22°C за 9–12 месяцев гибриды бестера и стербела достигают массы 1,5–1,2 кг (Матишов, Пономарёва и др., 2008).

По данным тех же авторов, в аналогичных условиях за 660 суток, выращена партия белуги средней массой 3 кг, максимальная масса отдельных особей составляла около 5 кг. По русскому осетру за тот же период получена средняя масса 1 кг; максимальная — 1,4 кг.

В качестве живого корма для личинок осетровых рыб используют науплий артемии, дафнию, мoinu, или мелкорубленых олигохет. Суточная норма потребления живых кормов рассчитывается в соответствии с планируемым приростом и кормовым коэффициентом потребляемых организмов (науплии артемии — 2–4 ед., дафнии — 6 ед., олигохеты — 2 ед.).

Для кормления подращенной молоди можно использовать червя-трубочника, при этом крупные личинки могут потреблять целых червей. Суточные дозы кормления составляет от 20 до 30% от массы личинок.

Кратность кормления по суточному рациону живыми кормами зависит от видовой специфики интенсивности переваривания кормовых объектов. Так, скорость переваривания олигохет и артемии у русского осетра в 1,5 раза ниже, чем у севрюги при одной и той же температуре. В среднем у осетра этот процесс происходит за 5–6 часов, поэтому суточную дозу для осетра можно давать в 4 приёма, для севрюги от 6 до 8. Суточная норма олигохет составляет: для осетра — 40–50% и для севрюги — 25–30% от массы личинок. Рубленые олигохеты лучше всего разводить водой в определённом объёме, рассчитанном соответственно по количеству молоди в бассейне. Обычно при полноценном питании (качество и количество) личинки осетра за 5–6 суток достигают массы 80–90 мг, а севрюга за тот же период — 50–60 мг (в целом темп роста севрюги ниже, чем у осетра).

В процессе подращивания необходимо контролировать плотность посадки (табл. 54) и размерную структуру осетровых рыб в каждом бассейне. При достижении массы 0,2–0,3 г, каждые 10 дней следует

проводить сортировку молоди, выделяя три размерные группы: крупную среднюю и мелкую. По достижении молодьёю возраста двух месяцев сортировку проводят по необходимости.

Таблица 54

Плотность посадки молоди при бассейновом выращивании

Масса рыбы, г	Температура воды, °C	Плотность посадки	
		тыс. шт./м²	тыс. шт./м³ *
0,04–0,07	16–17	4–8	25–35
0,07–0,5	17–19	1,5–5	15–25
0,6–1,0	19–20	0,6–1,5	10
1,1–3,0	20–22	0,4–1,0	—
3,1–5,0	22–24	0,5–0,8	—
5,1–30,0	24–26	0,2–0,25	—
более 30,0	24–26	0,1–0,15	—

Примечание: * — в силосах до массы 3 г в м³, далее в м²

Необходимость сортировки объясняется пищевой конкуренцией при интенсивном росте молоди и невозможностью точного определения количества задаваемого корма в случае, если масса молоди в одном бассейне различается более чем на 50%.

Длительное использование только живых кормов может существенно осложнить последующий переход молоди на искусственные корма (облегчить такой переход может одновременное использование нескольких видов живых кормов). Поэтому рекомендуется применять пылеобразные фракции сухих комбинированных кормов сразу при переходе на активное питание с постепенным повышением их доли в общем рационе. Первую неделю подращивания личинок (севрюги и стерляди до 60–75 мг, осетра — до 80–100 мг) доля искусственных кормов в общем рационе должна составлять 70–80%, в последующем (до массы 1,5–2,5 г и возраста 40–45 сут) — не менее 90–95%. Материалы по кормлению осетровых рыб даны по результатам исследований С.В. Пономарёва.

Суточные нормы кормления комбинированными кормами рассчитываются на период 5–10 дней (в зависимости от возраста рыбы) с учётом температуры воды, средней массы молоди и её количества. Определение средней массы производят один раз в пять суток, начиная с момента перехода на активное питание. Численность рыбы определяется с учётом погибшей. Кроме этого, в за-

висимости от массы молоди подбирают фракцию (размер крупки) стартовых кормов.

Оценка качества кормов и кормовых компонентов должна проводиться на основании ТУ 9296-003-13250589-2002, разработанных ВНИИПРХом и КрасНИРХом (проф. В.Я. Скларов, проф. Е.А. Гамыпин).

По органолептическим, физико-химическим и ветеринарно-санитарным показателям комбикорма для осетровых рыб должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 55.

Таблица 55

Технические условия на комбикорма для осетровых рыб

Наименование показателя	Норма и характеристика		Метод контроля
	«оптимальные»	«экономичные»	
1	2	3	4
Внешний вид: – стартовых;	Многогранные частицы, полученные в результате крошения комбикорма гранулированного или экструдированного, гранулы или экструдаты, соответствующие внешнему виду гранулированных или экструдированных комбикормов		ГОСТ 22834
– производственных гранулированных;	Гранулы цилиндрической формы с глянцевой или матовой поверхностью без макротрещин		ГОСТ 22834
– производственных экструдированных	Слегка деформированные цилиндры со структурой разной степени пористости		ГОСТ 22834
Запах	Соответствующий набору компонентов исходного корма без затхлого, плесневелого и других посторонних запахов		ГОСТ 13496.13
Цвет	Соответствующий набору компонентов рассыпного корма или темнее		ГОСТ 22834
Размер корма	мм		ГОСТ 22834
Массовая доля влаги в комбикорме, % не более:			
– гранулированном;	13,5		ГОСТ 13496.3
– экструдированном	12		ГОСТ Р 50817
Крошизость комбикорма, % не более:			
– гранулированном;	3	5	ГОСТ 28497
– экструдированном	2	3	

Продолжение таблицы 55

1	2	3	4
Водостойкость, мин. не более	30		ГОСТ 28758
Крупность рассыпного комбикорма, % не более: для изготовления стартовых комбикормов, остаток на сите с отверстиями диаметром 0,315 мм;	10		ГОСТ 13496.8
– для изготовления гранулированных комбикормов диаметром от 2 до 5 мм остаток на сите с отверстиями диаметром 0,63 мм;	10		ГОСТ 13496.8
– для изготовления гранулированных комбикормов диаметром свыше 5 мм, остаток на сите с отверстиями диаметром 1,0 мм;	10		ГОСТ 13496.8
Массовая доля сырого протеина в комбикорме, % не менее:			ГОСТ Р 13496.15
– стартовом;	50	45	
– производственным	42	38	ГОСТ Р 50817
– для ремонтно-маточного стада;	50		ГОСТ Р 50817
Массовая доля сырого жира в комбикорме, % не менее:			ГОСТ Р 50817
– стартовом;	11	8	
– производственным;	12	8	
– для ремонтно-маточного стада	10		
Массовая доля сырой клетчатки в комбикорме, % не менее:			ГОСТ Р 50817
– стартовом;	1,5	2,5	
– производственным;	3	5	
– для ремонтно-маточного стада	2		
Массовая доля лизина в комбикорме, % не менее:			ГОСТ 13496.21
– стартовом;	13,0	2,3	
– производственным;	2,1	1,8	
– для ремонтно-маточного стада	2,4		

Продолжение таблицы 55

1	2	3	4
Массовая доля метионина и цистина в комбикорме (в сумме), % не менее:			ГОСТ 13496.22
– стартовом;	1,6	1,2	
– производционным;	1,2	0,9	
– для ремонтно-маточного стада	1,3		
Массовая доля сырой золы в комбикорме, % не менее:			ГОСТ Р 50852
– стартовом;	11	12	
– производционным;	10	12	
– для ремонтно-маточного стада	12		
Массовая доля фосфора в комбикорме, % не менее	0,8		ГОСТ 26657, ГОСТ 50852
Кислотное число жира в комбикорме, мг КОН не более:			п. 3.16 ТУ*
– стартовом;	30		п. 3.16 ТУ*
– производционным и для ремонтно-маточного стада	70		
Перекисное число жира в комбикорме, % йода не более:			п. 3.16 ТУ*
– стартовом;	0,2		п. 3.16 ТУ*
– производционным и для ремонтно-маточного стада	0,3		
Заражённость вредителями хлебных запасов, экз. в 1 кг комбикорма	не допускается		ГОСТ 13496.13
Содержание вредной примеси, споры	не допускается		ГОСТ 13496.5
Токсичность	не допускается		ГОСТ 13496.5
Содержание хлорорганических пестицидов, мг/кг, не более: ГХЦГ (сумма изомеров)	0,05		ГОСТ 13496.20
– ДДТ (сумма метаболитов);	0,05		ГОСТ 13496.20
– альдрина (одного или в сумме с дильдрином);	0,01		п. 3.22 ТУ
– гексахлорбензола	0,01		п. 3.22 ТУ
– гептахлора (в сумме гептахлорэпоксидам);	0,01		п. 3.22 ТУ
– хлордана (сумма изомеров);	0,02		п. 3.22 ТУ
– тиодана (эдосульфан);	0,005		п. 3.23 ТУ
– полихлоркамфена (токсафен);	0,01		п. 3.24 ТУ
– эдрина	0,01		п. 3.25 ТУ

Продолжение таблицы 55

1	2	3	4
Содержание гербицидов группы 2.4-Д, мг/кг, не более	0,1		п. 3.26 ТУ
ГМТД (тирам), мг/кг, не более	0,01		п. 3.27 ТУ
Содержание токсичных элементов, мг/кг не более:			
— ртути;	0,1		ГОСТ 26927
— кадмия;	0,3		ГОСТ 30692
— свинца;	5,0		ГОСТ 30692
— мышьяка;	4,0		ГОСТ 266930
— фтора	20,0		п. 3.32
Содержание микотоксинов, мг/кг, не более:			
— Т-2 токсина;	0,05		ГОСТ 28001
— афлатоксина В1	0,005		ГОСТ 28001
Содержание грибов (плеснеобразующих, дрожжевидных, дрожжеподобных), спор/г, не более	5 × 04		ГОСТ 13496.4
Общая бактериальная обсемененность, КОЕ/г, не более	5 × 105		п. 3.36 ТУ
Наличие патогенных микроорганизмов:			
— сальмонеллы в 25,0 г;	не допускается		п. 3.36 ТУ
— патогенной эшерихии в 1,0 г	не допускается		

Примечания:

- * — в приведенных ТУ 9296–003–13250589–2002 «Комбикорма для осетровых рыб» полное содержание ТУ может быть передано только организациями-разработчиками (КрасНИРХ, ВНИИРХ);
- за показатель водостойкости крупки применяется показатель водостойкости гранул или экструдатов, из которых она вырабатывается;
- допускается увеличение показателей перекисного и кислотного чисел не более чем в 2 раза при условии введения на комбикормовом заводе или рыбноводном предприятии 100 мг витамина Е и 500 мг витамина С на 1 кг комбикорма дополнительно к стандартной рецептуре;
- допускается производство комбикормов с уровнем протеина не менее 35% для использования в пастушный и реабилитационный периоды при содержании рыб в прудах;
- при температуре выше 26°C содержание жира в производственных кормах и кормах для ремонтно-маточного стада должно составлять не более 7%;
- по показателям безопасности исследуют каждую двадцатую серию комбикорма, по показателям токсичности — каждую серию

В настоящее время в России по заданию Росрыболовства АГТУ и ВНИИПРХом разработаны и действуют следующие рецепты сухих комбикормов для осетровых рыб, утверждённые в установленном в отрасли порядке:

- ОСТ-6 — стартовый комбикорм для ранней молоди осетровых рыб с рыбным гидролизатом, разработан АГТУ, утверждён 15.01.2001 г. Содержит (%): сырой протеин — 51, сырой жир — 11, сырые углеводы — 18, сырую клетчатку — 1,5, ПНЖК «омега» 3 — 1,5-2, ПНЖК «омега» 6 — 1,0-1,5, минеральные вещества — 11. Уровень общей энергии составляет 13 МДж/кг;
- ОСТ-7 — стартовый комбикорм для ранней молоди осетровых рыб (гранулированный, экструдированный) массой до 3–5 г с рыбным гидролизатом, крабовой мукой, разработан АГТУ, утверждён 28.12.2006 г. Содержит (%): сырой протеин — 51, сырой жир — 9, сырая клетчатка — до 1,5, минеральные вещества — до 12. Общая энергия равна 13 МДж/кг;
- ОСТ-8 — стартовый комбикорм для осетровых рыб массой до 3–5 г (гранулированный, экструдированный) с рыбным гидролизатом, крабовым жиром. Утверждён 28.12.2006 г. Содержит (%): сырой протеин — 51, сырой жир — 9, сырая клетчатка — до 1,5, минеральные вещества — 11. Разработан в АГТУ;
- ОТ-7 — производственный комбикорм для осетровых рыб (для товарной рыбы, РМС) массой от 3 г и более с кукурузным глютенном (гранулированный, экструдированный). Содержит (%): сырой протеин — 44, сырой жир — 12, сырые углеводы — 21, сырую клетчатку — до 2, ПНЖК ω 3 — 1,3–1,8, ПНЖК ω 6 — 0,8–1,0, минеральные вещества — 10. Общая энергия равна 12 МДж/кг. Разработан АГТУ, утверждён 15.01.2001 г.;
- ОТ-9 — специальный производственный комбикорм для предупреждения заболевания осетровых рыб лордозом и сколиозом. Содержит (%): сырой протеин — 44, сырой жир — 12, сырая клетчатка — до 2,5, сырые углеводы — до 24. Общая энергия — 12 МДж/кг. Разработан АГТУ, утверждён 28.12.2006 г.

Кроме этих комбикормов ранее разработаны рецепты кормов ОСТ-4 (АГТУ), ОСТ-5, ОТ-5 (АГТУ, БИОС), рецепты которых требуют переработки.

Для всех осетровых кормов (сухих и влажных) АГТУ разработаны витаминно-минеральный (ВМП ПО-5) и витаминный премикс (ПО-5), содержащие 16 витаминов и витаминоподобных веществ, а также антиоксидант и наполнитель. Рецептуры утверждены в отрасли к внедрению 15.01.2001 г.

Комбикорма ОСТ-4, ОСТ-7, ОСТ-8, ОТ-7, ОТ-9, премиксы ПО-5, ВМП ПО-5 имеют патентную защиту, патентодержатель АГТУ.

Для кормления осетровых многие хозяйства используют комбикорма импортного производства, например, Крафт Фруттенверк (Германия), Аллер-Аква, Биомар (Дания), Аквалент (Германия) и др. Следует осторожно относиться к высокожирным кормам, особенно при выращивании рыбы в тёплой воде (24–27°C).

Влажные комбикорма можно с успехом изготавливать хозспособом, они лучше потребляются рыбой и менее дорогие. Необходимая информация о способах изготовления и составах дана при изложении биотехники выращивания взрослых особей.

Изучение хоминга у осетровых рыб, как и достоверная оценка промыслового возврата от выпущенной подрощенной до массы 1–3 г молоди, наукой до сих пор не выполнены. Тем не менее, опыт работы ОРЗ по воспроизводству проходных каспийских осетровых демонстрировал высокую эффективность их работы. В 80-х годах прошлого века промыслом добывалось в р. Волга, Урал, Кура до 24 тыс. т осетровых рыб. Перелов, браконьерство свели на нет усилия рыбодов на ОРЗ в России и бывших республик СССР в зоне Прикаспия.

ГЛАВА 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ВОДОЁМАХ РОССИИ

10.1. Получение половых продуктов от производителей с различными сроками нерестового хода

(технология разработана М.С. Чебановым для ОРЗ
Ростовской области и Краснодарского края)

В современный исторический период запасы осетровых рыб зависят от мер по искусственному воспроизводству, при этом работу по восстановлению естественных популяций следует строить в соответствии с их природной разнокачественностью.

На осетровых рыбоводных заводах юга России получение половых продуктов от производителей ограничено короткими сроками анадромной миграции. Физиологический статус не позволяет производителям длительно сохранять состояние функциональной зрелости.

На ОРЗ Нижней Волги имеется опыт эксплуатации цехов длительного выдерживания производителей при низких температурах (ЦДВП), при этом удавалось смещать сроки созревания производителей в пределах 3-х месяцев для ранних «яровых» производителей русского осетра каспийской популяции путём выдерживания в IV-ой завершённой стадии зрелости. Однако сама технология использования ЦДВП по ряду причин не нашла широкого распространения.

В настоящее время применение различных методов экологического управления сезонностью размножения севрюги, осетра, белуги и стерляди позволило в производственных масштабах осуществлять сдвиг полового цикла мигрантов различных сроков нерестового хода и выращенных производителей на ранние (до 5 мес.) и более поздние (до 6 мес.) сроки. Это позволило существенно повысить эффективность использования производителей, особенно летненерестящейся севрюги, устойчиво получать зрелые половые

продукты от озимых мигрантов, выращивать жизнеспособную молодь на тепловодном хозяйстве в октябре–феврале, и, таким образом, круглогодично получать потомство от «диких» производителей осетровых (рис. 55).

Такая технология состоит из следующих этапов:

- длительное выдерживание осетровых рыб при различных постоянных донерестовых температурных режимах (ЛРВ), с учётом особенностей вида, или биологических групп;
- выведение рыб на нерестовый температурный режим (НТР), что основано на системе переменных температур и длительности содержания, соответствующей продолжительности выдерживания производителей осетровых разных видов и биологических групп;
- сезонное варьирование комбинированного использования системы: тёплые воды – пруды – ЦДВП;

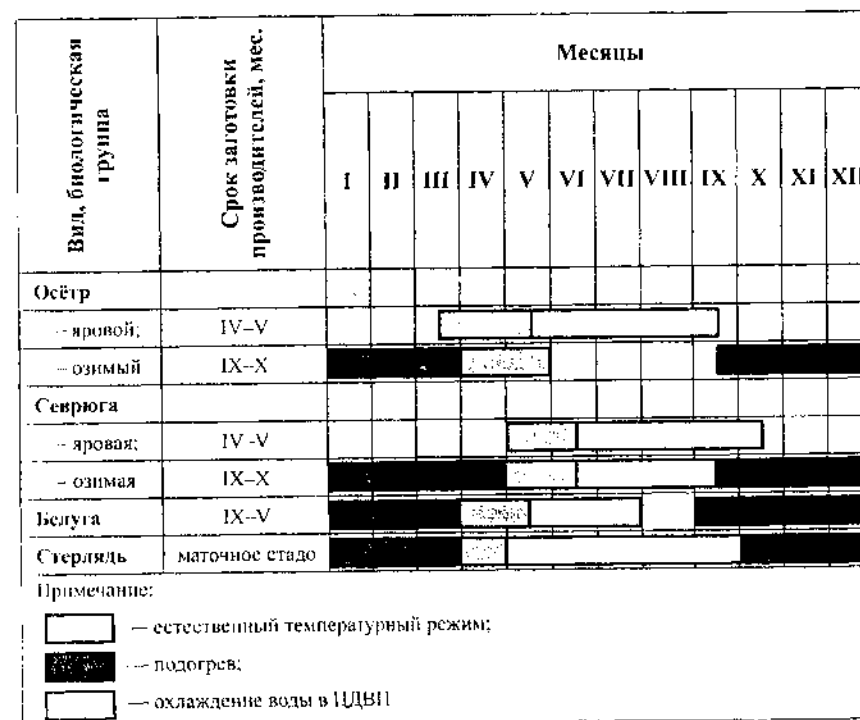


Рис. 55. Схема круглогодичного воспроизводства различных видов и биологических групп осетровых рыб

- изменение (сдвиг) полового цикла «диких» озимых производителей осетровых на ранние сроки при подогреве в ЦДВП или в условиях тепловодного хозяйства;
- осеннее, зимнее и ранне-весеннее получение потомства от мигрантов осеннего хода и выращивание молоди на тепловодном хозяйстве или при подогреве воды в ЦДВП;
- применение модифицированной схемы гормонального стимулирования созревания половых продуктов в зависимости от сроков заготовки и сезона использования производителей осетровых рыб;
- программирование температурного режима инкубации икры и адаптации личинок, полученных в нетрадиционные сезонные сроки;
- использование автоматизированной системы управления термическим режимом и водоснабжением и контроль параметров среды (АСУ и К);
- введение в схему ЦДВ участка для инкубации икры и операционной (разделочного участка) с подключением к системе водоподготовки ЦДВ и использованием дополнительных ёмкостей для отбора свежей воды из бассейнов с производителями с целью сокращения потерь времени на восстановление их рабочего объёма после проведения рыбоводных операций с производителями, и также оснащение фильтрационными системами для очистки воды на входе в ЦДВП и линиях рециркуляции воды в системе.

Вылов производителей осетровых рыб для длительного выдерживания в закрытых цехах в зимний период при низких температурах воды осуществляется в море из ставных неводов и в реке из закидных: осетра при температуре 5–15°C, севрюги — 7–16°C (раннеяровой), 17–20°C (поздняя яровой летненерестящейся) и 12–16°C (озимой).

На ОРЗ в ЦДВП осуществляется их накопление в бетонных или пластиковых бассейнах. Перевозка и накопление «диких» производителей осетровых рыб в ЦДВ для ОРЗ региона осложнена удалённостью их от мест заготовки производителей, особенностями прибрежного промысла, а также малым количеством рыб, поставляемых в цеха в настоящее время.

Поскольку зарыбление бассейнов в течение 2–3 суток невозможно, оно растягивается на 5–10 суток. Для этого следует создать в бассейнах такие условия, которые бы способствовали оптимизации процесса адаптации рыб к длительному содержанию.

Известно 3 метода накопления рыб в бассейнах одного зала и выведения на постоянный режим выдерживания (ПРВ):

- содержание рыб при естественном температурном режиме без включения холодильных машин (ХМ) до полного заполнения бассейнов в одном зале и затем выведение его на ПРВ;
- установление ПРВ по заданной программе после посадки первой партии рыб, а все последующие партии выдерживаются (с учётом адаптационного периода к новой температуре — 3 ч.) до необходимой температуры в специально отведённом зале, после чего пересаживаются на ПРВ;
- содержание рыб при довольно значительных колебаниях переменной температуры до полного зарыбления бассейнов и выведение на ПРВ.

При первом способе содержание зрелых производителей (IV-я завершённая стадия) при довольно высоких температурах (осетра 11–13, севрюги 13–17°C) в бассейнах даже за одни сутки приводит к образованию потёртостей, гематом на теле и плавниках из-за активного поведения рыб при нерестовых температурах. Адаптация к новым условиям осложняется ухудшением их состояния, профилактическая обработка при этом создаёт новый стресс и изменяет физиологическое состояние производителей, поэтому приходится удалять их из бассейнов. В этом случае для ПРВ остаётся не более 30% отсаженных особей.

Второй способ предусматривает частое перемещение (отлов, транспортировка) производителей из одного зала в другой, что также связано с созданием стрессовых ситуаций для рыбы ухудшением условий адаптации к длительному выдерживанию в бассейнах закрытых цехов. При этом способе также более 30–35% рыб сохраняют потенциальную продуктивность воспроизводительной системы до окончания требуемого срока.

При третьем способе производители не перемещаются из одного зала в другой, что сохраняет их исходное физиологическое состояние.

Апробирован ещё один метод накопления производителей до выведения их на ПРВ. В этом случае зал после заполнения одного-двух бассейнов выводится на ПРВ, а незаполненные бассейны исключаются из оборотной системы водоснабжения, то есть они не снабжаются холодной водой и только после полного зарыбления бассейны подключаются к общей системе с охлаждением. При быстром подключении к системе охлаждённой воды наблюдается резкое снижение температуры в бассейне: за 1–1,5 ч градиент температуры может составить 6°C. Таким образом, последний метод требует более тщательной разработки механизма включения изолированных бассейнов в систему охлаждения и, очевидно, будет более перспективным для залов с увеличенным числом бассейнов.

Период адаптации рыб после стрессовых нагрузок (отлов, транспортировка) довольно длителен — 14 суток, поэтому при накоплении и последующем выдерживании производителей следует избегать пересадки их из бассейна в бассейн. Это возможно лишь в период перевода в режим нерестовых температур (фото 34, цв. вкл.).

В процессе накопления производителей в бассейнах одного из трёх залов ЦДВП, имеющего общую оборотную систему водоснабжения и холодильную машину (ХМ), наибольшая эффективность была получена при следующем переменном температурном режиме: снижение температуры после посадки каждой партии рыб и повышение её перед следующей посадкой (Чебанов и др., 2004). Кроме того, установлена видоспецифичность осетровых относительно оптимальных температурных режимов накопления, обеспечивающих высокую выживаемость и рыбоводный эффект использования производителей различных сезонных групп.

Статистическая обработка результатов многолетних рыбоводных экспериментов и анализ физиологического состояния производителей позволяют установить постоянные режимы выдерживания (ПРВ) для каждого вида и сезонной формы на ОРЗ. Эти данные зависят также от планируемых сроков получения зрелых половых продуктов. Так для длительной резервации ярового осетра на срок от 2 до 6 месяцев (апрель–сентябрь) в АСУ устанавливается температура 4–5°C, а при относительно кратковременном выдерживании (менее 2 мес.) — 6–7°C. Суточный градиент снижения температуры при выведении на ПРВ составляет 2–3°C.

При длительном выдерживании (более 2 мес.) используют производителей севрюги только раннеяровой и озимой форм. Раннеяровую резервируют в течение 2–5 месяцев при температуре 6–8°C. Севрюгу, отловленную осенью и зимовавшую при естественном температурном режиме в ЦДВП или в прудах-зимовалах, выдерживают при более низких температурах — 4–5°C. Позднеяровую (летнеперестянувшуюся) севрюгу выдерживают не более 50-ти суток (в случае отлова рыб во 2-ой половине мая) или 30 суток (при отлове в июне) при температуре 9–15°C (табл. 56).

Суточные колебания температуры воды при ПРВ не должны превышать 1°C, однако кратковременное повышение на 2°C не влияет отрицательно на репродуктивные качества производителей.

При длительном содержании производителей и сохранении их потенциальной продуктивности при низких температурах воды (и в период выведения на НТР) продукты обмена веществ следует удалять с полной заменой оборотной воды. Поступление «подсвежающей» воды обеспечивает интенсивность потребления кислорода производителями и осуществляется в определённом режиме (табл. 56).

Таблица 56

Изменение расхода «подсвежающей» воды в зависимости от температуры воды в бассейнах (Чебанов и др., 2004)

Температура воды, °C	Расход воды, л/с	
	Минимальный	Максимальный
4–6	0,2	0,3
7–9	0,4	0,5
10–12–15	0,6	0,8
16–21	1,0	1,2

При использовании цеолитовых и других эффективных фильтров расход «подсвежающей» воды в период ПРВ может быть снижен или исключён.

Особенности выведения осетровых из состояния резервации на НТР для разных видов зависят от продолжительности выдерживания рыб при низких температурах. При этом перевод осетровых в завершающую фазу полового цикла после длительного выдерживания при низких температурах не может быть осуществлён простым линейным повышением температуры с определённым суточным градиентом.

При работе с русским осетром высокая исходная зрелость большей части мигрантов позволяет эффективно получать от осетра зрелые половые продукты после длительного выдерживания при 13–14°C. Благоприятные нерестовые температуры (в период гормональной инъекции и созревания) составляют 16–18°C, поскольку в этом случае легче проходит адаптация эмбрионов и предличинки к внешней температуре.

Разработаны следующие режимы перевода в НТР: первые трое суток температура повышается на 2°C, её достигнутая величина 10–11°C поддерживается в течение 2–3 суток. Затем за сутки её поднимают до 12°C и поддерживают еще 3 суток. Такая планируемая «нерестовая» температура также может быть достигнута линейным повышением с суточным градиентом в 2°C. В дальнейшем следует ориентироваться на общий установленный баланс воздействия нерестовых температур, после которого можно выполнять инъекцию. Впервые предложил математически формализованный расчёт и обработку на ЭВМ режима перевода на НТР Чебанов М.С. Нормативы разведения русского осетра, севрюги даны в таблице 57.

Таблица 57

Нормативы разведения осетровых рыб по технологии полициклического использования (Чебанов и др., 2004)

Показатели	Ед. измер.	Экологические формы	
		яровая	озимая
Русский осётр			
1	2	3	4
Сроки и температура отлова производителей	м-ц	март-апрель	сентябрь-октябрь
	°С	5-14	18-14
Сроки получения икры	м-ц	июнь-август	октябрь-ноябрь
Температура выдерживания в ЦДВП	°С	4-6	10-16
Плотность посадки производителей на бассейн (4,5 × 6 × 1,2 м): -- самки:	шт./кг	10/220	10/220
-- самцы		14/170	14/170
Продолжительность выдерживания производителей при нерестовых температурах	градусо-дни	200-250	150-170

Продолжение таблицы 57

1	2	3	4		
Отход производителей за период выдерживания (включая отбраковку)	%	10	5		
Рабочая плодовитость самок	тыс. шт.	260	250		
Количество созревших самок после инъекции	%	90	70		
Количество самок с доброкачественной икрой	%	80	60		
Оплодотворяемость икры	%	80	70		
Отход за период инкубации	%	20	35		
Отход предличинок за период температурной адаптации и выдерживания до перехода на активное питание	%	5	10		
Севрюга					
Показатели	Ед. измер.	Экологические формы			
		Яровая		Озимая	
1	2	3	4	5	6
Сроки и температура отлова производителей	м-ц	апрель – первая половина мая	вторая половина мая – июнь	сентябрь – ноябрь	
	°С	12–16	18–20	16–10	
Сроки получения икры	м-ц	июнь – первая половина июля	июнь	апрель-июль	ноябрь
Температура выдерживания в ЦДВП	°С	5–6	10–16	4–6	10–18
Плотность посадки производителей на бассейн (4,5 × 6 × 1,2 м³): -- самки; -- самцы	шт./кг	15/180	15/180	16/180	15/180
		17/100	17/100	17/100	17/100
Продолжительность выдерживания производителей при нерестовых температурах	градусо-дни	260–300	170–220	250–300	150–200
Отход производителей за период выдерживания (включая отбраковку)	%	15	10	16	5
Рабочая плодовитость самок	тыс. шт.	160	150	180	160
Количество созревших самок после инъекции	%	80	80	90	70

Продолжение таблицы 57

1	2	3	4	5	6
Количество самок с доброкачественной икрой	%	80	80	80	60
Оплодотворяемость икры	%	80	80	80	70
Отход за период инкубации	%	30	35	30	35
Отход предличинки за период температурной адаптации и выдерживания до перехода на активное питание	%	5	5	5	10

В таблице 58 даны сведения о потреблении растворённого в воде кислорода в зависимости от температуры воды в рыбоводных ёмкостях.

Таблица 58

Потребление кислорода производителями осетра и севрюги в зависимости от температуры (Чибанов и др., 2004)

Температура воды, °С	Потребление кислорода при 20°С, %	Потребление кислорода, мг/кг массы рыбы	
		Осетр	Севрюга
2-3	10	10-15	10-15
5	20	28	30
10	40	54	60
15	70	91	100
20	100	144	157
22	125	170	187

Проточность в бассейнах рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{q \times a}{b - n},$$

где Q — расход воды, л/ч;

q — масса рыбы в бассейне, кг;

a — потребление кислорода рыбой в час, мг/кг массы;

b — содержание кислорода в притекающей воде, мг/л;

n — содержание кислорода в воде на выходе, мг/л.

При длительном выдерживании осетра с исходной зрелостью гонад на начальных этапах IV-ой завершённой стадии, гормональная

инъекция осуществляется через 2-3 суток после достижения заданной нерестовой температуры.

Выведение на НТР производителей осетра после выдерживания менее 2 месяцев при температуре 4-5°С несколько отличается. В первые сутки температура повышают до 7°С, в последующие — до 10°С. Затем такую температуру воды (10-11°С) сохраняют в течение трёх суток, далее опять повышают с градиентом в 2°С до заданной нерестовой (14-18°С).

При выдерживании осетра в воде с температурой 6-7°С, созревания половых продуктов добиваются ежесуточным повышением температуры с градиентом 2-3°С, поскольку содержание производителей в этом режиме незначительно замедляет процесс завершения оогенеза. В этом случае достижение заданной температуры форсируется без переходных этапов.

При длительном выдерживании производителей севрюги и русского осетра при низкой температуре воды требуется перевод в нерестовое состояние при переменном температурном режиме с чередующейся активацией и торможением процесса созревания до момента гормональной инъекции. Установлено, что перевод севрюги на НТР по сравнению с осетром более длителен.

При выдерживании раннеяровой или озимой севрюги в течение 50-70 суток продолжительность перехода в нерестовое состояние должна быть не менее 20 суток с постоянным повышением температуры воды до нижней нерестовой (12°С). Дальнейшее повышение температуры чередуется со снижением её в пределах нерестовых значений. Общий тепловой баланс воздействия нерестовых температур на севрюгу после длительного выдерживания при низких температурах, приводящий к дефинитивной функциональной зрелости, составляет 250-300 градусо-дней. Последнее считается важным, поскольку при недостаточном объёме теплонакопления рыбы, после выдерживания при низких температурах, плохо реагируют на гормональную инъекцию и дают потомство с низкой жизнестойкостью (табл. 59). При минимальном воздействии нерестовых температур наблюдается наименьшее количество самок, продуцирующих жизнестойкое потомство.

Особое значение такая биотехнология имеет для восстановления природной гетерогенности популяции азовской севрюги. При этом

Таблица 59

Рыбоводные показатели летнерестящейся севрюги при разных температурах длительного выдерживания (Чебанов и др., 2004)

Показатели	Период заготовки					
	Вторая половина мая	Июнь				
		Температура выдерживания, °С				
		9-12	5-6	7-9	12-16	19-25
Созревание самок после инъекции, %	100,0	28,5	56,0	80,0	20,7	
Количество продуктивных особей, %	90,0	14,3	50,0	70,0	13,8	
Оплодотворяемость икры у продуктивных особей, %	90,0	76,0	84,0	90,0	83,0	
Отход зародышей за инкубационный период, %	15,0	40,0	36,0	24,0	32,0	

летнерестящаяся форма севрюги, которая исключена из биотехнического процесса при традиционной технологии, является ценнейшим объектом для освоения второго цикла работы заводов.

Учитывая разнокачественность производителей летнерестящейся севрюги и осетра по уровню накопления пластических и энергетических ресурсов и степени зрелости гонад, при заготовке его осенью в море, необходимо применять различные режимы выдерживания.

Выбор оптимального режима выдерживания М.С. Чебанов и др. (2004) рекомендует осуществлять на основе диагностического использования экспресс-методов биопсии и показателя поляризации ооцитов, что позволит более гибко управлять процессами созревания производителей.

Летнерестящаяся азовская севрюга, мигрирующая во 2-ой половине мая при температуре 16–18°C, проявляет высокую устойчивость к длительному выдерживанию при температурах 9–12°C, сохраняя продуктивность (табл. 59). Производители, заготовленные в июне при температуре 20–22°C, наоборот, чувствительны к низким температурам. Выдерживание рыб при 5–9°C приводит не только

к утрате состояния функциональной зрелости, но и к физиологическим нарушениям в организме. Поэтому «июньскую» севрюгу рекомендуется выдерживать при нижних нерестовых температурах 12–16°C. Это позволяет не только сохранить высокий репродуктивный потенциал, но и значительно нивелировать исходную разнокачественность самок (табл. 59). Для летнерестящейся севрюги процесс получения зрелых половых клеток после ПРВ не требует длительной подготовки: в течение 2–4 суток достигается планируемая нерестовая температура (19–20°C). Рыбоводная продуктивность самок этой экологической группы зависит от исходного состояния репродуктивной системы и соблюдения необходимого режима: чем выше исходная зрелость рыбы, тем в большей мере термический режим ПРВ должен соответствовать нижней границе нерестовых температур (12–13°C).

Таким образом, при весенне-летнем выдерживании, при температурах близких к нижней границе нерестовых, продолжительность перевода производителей в НТР сокращается почти в два раза по сравнению с длительностью перевода рыб, содержащихся при температуре на 5–7°C ниже минимальной нерестовой.

Длительное выдерживание осетровых рыб в ЦДВП требует обеспечения оптимальных абиотических условий. Любое отклонение от нормы влияет на рыб в этом случае в большей степени, чем в естественных условиях. Поэтому контроль и программы изменения температурного режима в ЦДВП эффективнее всего осуществлять с помощью автоматизированной системы управления (АСУ).

Особенности режима инкубации икры и температурной адаптации предличинок, полученных в нетрадиционные сроки. Температурный режим инкубации икры, полученной в нетрадиционные сроки (летом) от производителей осетровых рыб, резервируемых при низких температурах, во многом определяет эффективность биотехнологического процесса. Естественная температура воды открытых водоёмов на рыбоводных предприятиях в этот период значительно превышает регулирующую в инкубационных аппаратах ЦДВП, разность температур достигает 10°C и более.

В случаях резкого повышения температуры воды в период инкубации наблюдается асинхронность и атипичность строения зародышей осетровых, что ведёт к формированию различных уродств

(ассиметрии осевых органов относительно желточного мешка, искривлению тела, недоразвитию прианального и хвостового отделов и др.), процесс вылупления при этом растянут. В связи с этим температурный режим инкубации икры следует программировать в соответствии с планируемым сроком вылупления и расчётными сроками достижения различных стадий развития икры (начало гаструляции (стадия 13), конец гаструляции шелевидного blastopore (стадия 18), слияние боковых пластинок и начало обособления хвостового отдела (стадия 26), начало вылупления (стадия 35). М.С. Чебанов и др., (2004) на основе рекомендаций по разработке оптимальных тепловых режимов эмбрионального развития рыб (Детлаф и др., 1981) и анализа собственных результатов исследований предложил три схемы программируемого температурного режима инкубации икры в ЦДВП:

- начало инкубации осетра и севрюги осуществляется при температуре созревания производителей с постепенным повышением её с градиентом 1–1,5°C в сутки до естественной температуры. Чем ниже температура воды при созревании самок, тем более продолжителен период инкубации. В начале вылупления предличинки можно ускорить повышение температуры на 2–3°C за 4 часа;
- вторая схема отличается тем, что до стадии 28 (прямой удлинённой сердечной трубки) инкубация икры осуществляется при низких температурах воды (для осетра 11–13°C, севрюги — 13–15°C). Последующее повышение температуры осуществляется с градиентом 2°C в сутки;
- третья модификация режима заключается в имитации суточных колебаний температуры воды: снижении и повышении в пределах 2°C/сут, при этом средняя температура поддерживается в течение каждых последующих двух суток, что позволяет управлять сроком инкубации, замедляя развитие икры, снижением температуры воды в инкубационных аппаратах на 3–5°C. Допустимая продолжительность снижения температуры воды 4–6 ч.

Вылупление зародышей в ЦДВП проходит, как правило, при температурах воды значительно ниже естественной. Для перевода предличинок в открытый бассейновый цех или пруды необходимо про-

водить их температурную адаптацию к внешним условиям. Это выполняется так:

- из накопителя вылупившиеся предличинки высаживаются в бассейны или лотки ЦДВП (плотность посадки 20–25 т. шт./м²), подключённые к рециркуляционной системе водоснабжения.
- через АСУ задаётся режим повышения температуры с продолжительностью 1–1,5 суток до значений температуры воды в открытом бассейновом цехе и прудах рыбоводного завода.

Молодь, полученная от севрюги позднего хода, по своим морфофизиологическим показателям ничем не отличается от молоди первой половины хода.

При выдерживании предличинок в бассейнах значительной элиминации не наблюдается. Переход на экзогенное питание проходит в обычные сроки, без увеличенного отхода. Личинок высаживают в пруды во II цикле выращивания. Выращивание продолжается около 30 суток, молодь отличается высокой выживаемостью и хорошим темпом роста.

Жизнеспособность потомства от производителей осетра, подвергшихся длительному выдерживанию при низкой температуре, определяют по выживаемости на ранних стадиях развития (включая жизнеспособность половых клеток), использованию кормов на рост, показателям скорости роста и массонакоплению.

Данные, приведённые в таблице 60, свидетельствуют об отсутствии достоверных различий у потомства, полученного в традиционные (апрель–май) и нетрадиционные (июнь–июль) сроки.

Таблица 60

Сравнительная характеристика молоди осетра, полученной в разные сроки (Чебанов и др., 2004)

Показатели	Апрель–май	Июнь–июль
Масса самки, кг	26,3	28,2
Рабочая плодовитость, тыс.шт.	223,8	226,1
Относительная плодовитость, шт./кг	8,7	8,2
Число икринок в 1 г., шт.	52	50
Оплодотворяемость икры, %	88,1	84,3
Отход за период инкубации, %	24,8	30,4
Отход предличинок за период выдерживания, %	5,2	7,6
Число личинок на одну самку, тыс./шт.	174,6	159,2

Данные роста массы тела и степени утилизации пищи на рост молоди русского осетра приведены в таблице 61 (Чебанов и др., 2004). При этом отмечено увеличенное потребление корма, что связано с более высокой скоростью роста молоди. Эти данные показывают, что более высокие температуры, при которых происходит подращивание опытной молоди, способствуют лучшей конверсии питательных веществ корма на рост, что одинаково и для севрюги. В летнее время авторы рекомендуют выращивать молодь для выпуска в море не только в прудах, но и в бассейнах с использованием полноценных комбинированных кормов.

Таблица 61

Показатели роста молоди русского осетра, полученной в разные сроки сезона (I — апрель–май, II — июнь–июль)

Показатели	Периоды подращивания	
	I	II
Продолжительность подращивания, сут	10	10
Количество потребленного корма на 1 личинку/артемия + олигохеты, мг	175	200
Общий прирост массы, мг	65	98
Среднесуточная скорость роста, %	22	33
Кормовой коэффициент, ед.	2,7	2,04
Температура подращивания молоди, °C	16–21	22–27

Получение жизнеспособной молоди осетровых рыб в нетрадиционные сроки, при использовании метода длительного выдерживания производителей и адаптации полученного потомства к температурным условиям внешней среды, позволяет усовершенствовать технологию выращивания и увеличить масштабы промышленного воспроизводства.

10.2. Селекционно-племенная работа с гибридами осетровых рыб

(по работам ВНИРО — И.А. Бурцев, А.И. Николаев, Е.В. Серебрякова)

Целесообразность использования метода гибридизаций в товарном осетроводстве была обоснована профессором Н.И. Николюкиным. Осетровым рыбам различных видов присущи особенности, в

какой-то мере препятствующие введению их в рыбоводный процесс: миграционный инстинкт, позднее достижение половой зрелости (до 15–20 лет у белуги, осетра и шипа), медленный рост у стерляди.

Теоретическими предпосылками использования метода гибридизации в осетроводстве является:

- возможность сочетания в гибриде желательных качеств или нескольких видов: быстрый рост проходных видов, эвригалинность, скороспелость, вкусовые качества;
- реализация «расшатывания наследственности», то есть, деспециализация, — разрушение консервативных видовых адаптаций и как следствие этого — повышение «пластичности» гибридов, их приспособляемости к необычным условиям среды;
- использование вспышки формообразовательных процессов, увеличения генотипической изменчивости гибридов для повышения эффективности селекции.

В настоящее время практическое использование бестера идет по двум классическим направлениям: промышленное скрещивание, с ежегодным получением гибридов первого поколения и возвратных (используя самцов бестера и самок белуги) для выращивания товарной рыбы, и синтетической селекции — выведение на основе бестера новых культурных пород.

Рекомендации по методике селекционно-племенной работы с гибридами осетровых рыб. Гибрид между белугой и стерлядью — бестер, он сочетает ценные свойства родителей: быстрый рост белуги со скороспелостью и деликатесными качествами стерляди. Значительные различия в размерах, морфологических и экологических особенностях белуги и стерляди являются причиной получения нескольких промежуточных гибридных форм с различным соотношением признаков исходных видов. При использовании возрастных и сложных гибридов созданы породные группы бестера нескольких весовых стандартов с различным потенциальным темпом роста и разным возрастом наступления половой зрелости (см. главу I). Кроме того, для обогащения исходного материала могут быть использованы скрещивания бестера с другими видами осетровых — севрюгой, шипом, калутгой.

На этих принципах основывались при комплектовании опытных маточных стад бестера, создаваемых под руководством ВНИРО, на Аксайском рыбхозе Новочеркасского рыбокомбината и осетровом хо-

зяйстве Донрыбкомбината. Для их пополнения использовались следующие гибридные формы: бестер второго поколения реципрокных форм — белуга × стерлядь (БС) и стерлядь × белуга (СБ)¹) волжского и донского происхождения, возвратные гибриды с белугой — белуга × (белуга × стерлядь) — Б.БС, и со стерлядью — стерлядь × (белуга × стерлядь) — С.БС и (белуга × стерлядь × стерлядь — БС.С, второе поколение «тройного» гибрида белуга × стерлядь × (стерлядь × севрюга), а также трёх- и четырёхвидовые гибриды от скрещивания бестера и указанного «тройного» гибрида с шипом.

Особенность селекции отдалённых гибридов, к которым относится и бестер, заключается в необходимости преодоления неблагоприятных последствий взаимодействия наследственных систем исходных видов: нарушение генетического баланса и, как следствие, снижение жизнеспособности гибридов второго поколения и появление нарушений в развитии половых желёз.

Жизнеспособность бестера второго поколения ниже, чем у чистых форм на 20–30%, причём генотипическая летальность у гибридов реализуется в основном в эмбриональный и ранний постэмбриональный периоды. Снижение процента выживания эмбрионов связано с возрастанием частоты нарушений клеточных делений — митотических aberrаций. Изменчивость качества потомства разных гибридных самок по цитологическим показателям и выживанию эмбрионов значительна.

Качество потомства одной и той же самки разных генераций, полученных при повторных созреваниях самки, остаётся примерно одинаковым.

Жизнеспособность потомства у рыб определяется, прежде всего, качеством икры, то есть матроклинно. Эффективный метод определения качества гибридных самцов — цитологическое исследование сперматогенеза с помощью метода биопсии, позволяет устанавливать частоту нарушений (aberrаций) в делениях созревания сперматоцитов.

Весьма сложной при племенной работе с гибридами осетровых является проблема подбора пар (или гнёзд) производителей, особенно при работе с гибридами второго поколения, возвратными и сложными гибридами, для которых характерна изменчивость высокая качественных (в том числе биохимических) и количественных признаков.

¹ На первом месте ставится материнская форма.

Полный комплекс сложной и длительной селекции гибридов осетровых рыб специалисты ВНИРО делят на следующие этапы:

- выделение отдельных гибридных форм, предназначенных для разведения «в себе» и дальнейшей селекции, определение их основных биологических характеристик и установление исходных стандартов. Для бестера выделяют четыре основные селекционируемые формы: бестер прямой «линии» разведения и селекции — БС (с дублирующей его реципрокной формой СБ), возвратный гибрид с белугой — Б.БС, промежуточный между ними сложный гибрид БС.ББС, и возвратный гибрид со стерлядью — С.БС. Дополнительными формами являются «тройной» гибрид бестера с севрюгой и «тройной» гибрид бестера с шипом. Все эти формы получены и выращены до половозрелого или близкого к нему состояния;
- формирование ремонтно-маточных стад гибридов производится с учётом оценки производителей и ремонта по показателям роста и экстерьеру, выбраковки отстающих в росте и имеющих дефекты экстерьера рыб. Проводятся биопсийные пробы гонад, их гистологическое и цитологическое исследование, выбраковка стерильных особей и с цитологическими нарушениями развития половых желёз, выполняется индивидуальное и серийное мечение производителей и ремонтной группы для чёткого обозначения принадлежности рыб к той или иной гибридной форме, пола и индивидуального номера рыбы, а также года рождения. Осуществляется паспортизация и регистрация самого ремонтно-маточного стада;
- оценка производителей выполняется по показателям скороспелости, величине плодовитости и по качеству потомства. Первые, наиболее скороспелые самцы среди гибридов первого поколения и возвратных со стерлядью (С.БС), появляются в трёхлетнем возрасте. Их отбирают по хорошо заметному «брачному наряду» — серебристому налёту на голове, появляющемуся уже осенью. В четырёхлетнем возрасте начинается массовое созревание самцов бестера Г1 (при хороших условиях — более 20% от общей численности стада). В двухлетнем возрасте появляются также единичные половозрелые самцы возвратного гибрида Б.БС. В пятилетнем возрасте созревают все самцы С.БС, боль-

шая часть самцов БС Г1 и небольшая часть (около 5%) самцов Б.БС. При отборе на скороспелость среди самок оставляют в племенном стаде лишь созревающих в возрасте 7–9 лет, позднеспелых самок используют преимущественно для получения посадочного материала для товарного выращивания, передавая в другие хозяйства, где племенная работа не ведётся.

Репродуктивные показатели для отбора самок разных форм по величине плодовитости ещё требуют уточнения, плодовитость впервые созревающих самок БС Г1 должна быть не менее 70 тыс. ит.

Оценка производителей по качеству потомства является наиболее важной в селекции гибридов. Жизнеспособность потомства на ранних этапах развития зависит в основном от качества икры, поэтому для оценки самки, как правило, используют результаты даже одного массового оплодотворения её икры смесью спермы разных самцов той же формы. При этом определяется процент оплодотворения икры, выживание эмбрионов (в % к количеству оплодотворённых икринок), выживание личинок к моменту полного перехода их на активное питание, а также выживание личинок за период подращивания до момента выпуска в пруды. Данные выхода молоди из прудов не в полной мере объективны, так как в большой степени зависят от внешних факторов — водной среды прудов. Для более точной оценки жизнеспособности молоди проводят специальные опыты (тестирование, выращивание) потомства разных самок в бассейнах при достаточно большом числе повторностей (минимум 2–3) и использовании полноценных комбинированных сухих (или влажных) кормов.

Репродуктивная оценка самцов по качеству потомства проводится опытным путём с многочисленными повторностями. При этом спермой каждого из испытываемых самцов оплодотворяют небольшие порции икры 2–3 самок (по две порции от каждой самки).

Выращивание и отбор племенного посадочного материала для пополнения ремонтного стада и смены поколений селекционируемых форм проводится следующим образом:

- потомство от элитных производителей в течение первого года жизни выращивают изолированно друг от друга, в отдельных селекционных прудах, садках, бассейнах;
- осуществляется жёсткий отбор сеголетков в племенную группу и их серийное мечение для различения форм и линий;

- выращивать племенных двухлетков можно совместно, для них также проводится жёсткий отбор по размерам и экстерьеру;
- выбракованные сеголетки и двухлетки поставляются товарным хозяйствам.

Полученные материалы позволяют рыбоведам-селекционерам сделать вывод о необходимости применения в селекции бестера методов индивидуального и комплексного отбора, направленного на повышение жизнеспособности и восстановление генетического ба-

Таблица 62

Нормативы формирования и использования маточного стада бестера первого поколения

Показатели	Ед. измерения	Норма
<i>Эксплуатация маточного стада</i>		
Возраст достижения половозрелости:	лет	6–9
– самок;		3–5
– самцов		
Длительность повторного созревания:	лет	3
– самок;		1
– самцов		
Половое соотношение зрелых производителей		1:1
Половое соотношение производителей в общем стаде (с учётом самок межнерестового периода)		3:1
Средняя повторность использования производителей:		3
– самок;		5
– самцов		
Ежегодное обновление маточного стада	%	20
<i>Получение икры и личинок</i>		
Средний процент созревания производителей после инъекции:	%	60
– самки;		80
– самцы		
Рабочая плодовитость гибридной самки	тыс. шт.	60
Загрузка икрой одного инкубационного аппарата Ющенко	кг	1
	тыс. шт.	60
Процент оплодотворения икры	%	80
Выход личинок от количества оплодотворённой икры	%	50
Норма посадки личинок на один бассейн Уляновского диаметром 2,5 м	тыс. шт.	30
Выход личинок после подращивания	%	60

ланса. В дальнейшей работе с бестером необходимо применять современные генетические методы — изучение генов качественных признаков, в том числе биохимических, наследуемости количественных признаков, использование гиногенеза, методов регуляции пола и ускорения полового созревания. Необходима совершенная научная аппаратура для селекционных работ, селекционно-племенные базы и селекционно-генетические станции и лаборатории.

Для расчёта мощностей селекционно-племенной базы специалистами ВНИРО разработаны биотехнические нормативы (табл. 62), дан расчёт величины маточного стада (табл. 63).

Таблица 63

Пример расчёта величины маточного стада для получения
2,3 млн шт. личинок осетровых

Показатели	Ед. измерения	Норма
Однодневные личинки рыб:	тыс. шт.	2000
— для реализации;		300
— для селекционных работ		
Икра:	тыс. шт.	4600
— оплодотворённая;		5800
— заложенная на инкубацию		
Самки:	шт.	100
— созревшие после инъекции;		125
— подвергнутые инъекции;		190
— зрелые с 50% резервом		
Число половозрелых самок (2/3 в межнерестном состоянии)	шт.	570
Число половозрелых самцов с 50% резервом	шт.	190
Общее число производителей	шт.	760

Характеристика прудов. Для содержания РМС гибридных форм пруды всех категорий независимо от площади должны отвечать следующим требованиям:

- средняя глубина равна 2 м;
- откосы дамб — максимально крутые, в одном углу — пологие для съезда механизмов;
- подъездные пути от кормового цеха ко всем прудам с твёрдым покрытием;
- пруды полностью осушаемые, поверхность дна прудов расположена не менее, чем на 0,8 м над уровнем грунтовых вод;

- ложе прудов состоит из естественного грунта, в выростных прудах оно закрывается слоем плодородной почвы;
- пруды преимущественно прямоугольные с соотношением сторон от 1:1,5 до 1:3.

Водоснабжение всех прудов должно быть независимым, с 30-суточным водообменом нагульных и выростных прудов и 10-суточным для маточных, ремонтных и зимовальных прудов. На головных сооружениях водоподающих каналов устанавливают рыбозащитные сооружения — сетные фильтры. Время наполнения выростного пруда до трёх суток, всех выростных прудов — до 20 суток, нагульного — до 10 суток, а всех нагульных прудов — до 30 суток. Время спуска выростного пруда составляет не более 2–3 суток, нагульного — 2–5 суток, всех нагульных прудов — до 30 суток. Показатели для расчёта количества прудов, их рыбопродуктивности, приведены в таблицах 64–67.

Таблица 64

Расчёт требуемой прудовой площади

Категория прудов	Год выращивания	Посадка, шт.	Плотность посадки, шт./га	Потребность в прудовой площади, га	Площадь одного пруда, га	Число прудов, шт.
Выростные Нагульные	первый	264000	33000	8	0,5	16
	второй	8000	2000	4	0,5	8
Ремонтные	третий	500	700	0,75	0,25	3
	четвертый	450	600	0,75	0,25	3
	пятый	360	500	0,75	0,25	3
	шестой	236	400	0,75	0,25	3
	седьмой	154	400	0,5	0,25	2
	восьмой	85	400	0,25	0,25	1
	девятый	30	400	0,25	0,25	1
По всем ремонтным	3–9-й	1815		4		16
Маточные	10–15-й	760	400	2	0,25	8
Опытно-испытательные	1–3-й	—	—	2	0,1	20
Всех категорий		—	—	20	0,1–0,5	68

Таблица 65

Общая рыбопродукция и расход кормов по категориям прудов

Категория прудов	Площадь, га	Посадка		Выход				Рыбопродукция, кг			Год выращивания	Расход корма, кг		
		Число	Масса, кг		Количество		Масса, кг		Общая	Естественная		За счёт кормов	На 1 кг прироста	Общий
			1 экз.	общая	%	шт.	1 экз.	общая						
Выростные Нагульные	8	264000	0,00006	—	30	80000	0,080	6400	6400	1600	4800	Первый	7	33600
	4	8000	0,08	640	80	6400	0,8	5120	4480	800	3680	Второй	7	25760
	0,75	500	1,0	500	100	500	2,0	1000	500	—	500	Третий	7	3500
	0,75	450	2,0	900	100	450	3,5	1575	675	—	675	Четвёртый	7	4725
	0,75	360	3,5	1260	10	360	5,	1800	540	—	540	Пятый	8	4320
	0,75	236	5,0	1180	100	236	6,5	1534	54	—	35	Шестой	9	3186
Ремонтные	0,5	154	6,5	1000	100	54	8,0	1232	232	—	232	Седьмой	10	2320
	0,25	85	8,0	680	100	85	10,0	850	170	—	170	Восьмой	10	1700
	0,25	30	9,0	270	100	30	12,0	360	90	—	90	Девятый	10	900
Маточные	2,0	760	10,0	7600	100	760	12,0	9120	1520	—	1520	5–15-й	15	22800

Селекционно-племенная база товарного хозяйства должна предусматривать возможность индивидуального отбора при выращивании племенного посадочного материала (сетелетков и двухлетков) и ремонтного и маточного стад, то есть изолированного содержания потомства от каждой элитной самки, а также более мелких партий икры, личинок, молоди и двух-, трёхлетков. Для этого используют селекционные пруды. Площадь выростного селекционного пруда должна составлять 0,5 га, чтобы в каждом пруду можно было выращивать молодь от 1-2 самок; площадь нагульного селекционного пруда — также 0,5 га. Планируется, что в одном нагульном пруду также можно было выращивать потомство от двух самок. Площадь ремонтных прудов составляет 0,25 га, с учётом каждой возрастной группы ремонта (до 5-летнего возраста) требуется не менее трёх прудов для изолированного выращивания трёх породных групп, морфологически слабо различимых.

Таблица 66

Реализуемая продукция осетровой селекционно-племенной базы

Возрастные группы	Число, шт.	Масса, кг	
		1 экз.	общая
Посадочный материал			
Личинки после вылупления	2000000	—	—
Сетотетки	70000	0,080	5600
Товарная рыба			
Двухлетки	—	—	—
Выбраканные ремонтники	5900	0,8	4720
3-9 лет	300	6,0	1800

Таблица 67

Площадь прудов селекционно-племенной базы по категориям (в га)

Категория	Товарный участок	Селекционно-племенной участок
Выростные	До 5, в т.ч. не менее 30% площади — до 2	0,5
Нагульные	До 25, в т.ч. не менее 10% площади — до 2	0,5
Личинко-маточные и ремонтные	0,5	0,25
Опытно-испытательные	—	0,1
Карантинные	0,1	0,1
Зимовальные ^в	2-5	0,1-0,5

Примечание: ^в — сетелетки производятся и ремонт зимуют в нагульных и маточных прудах, для чего на 25% площади этих прудов весь год осуществляется водоснабжение с 10-суточным водообменом

Для сортировки и кратковременного выдерживания производителей используют земляные садки (бассейны): плотность посадки на 1 м² площади садка — одна самка, два самца. Площадь садков должна обеспечивать одновременное выдерживание 50% производителей. Глубина садков равна 1,8 м, по дну — 100 м², площадь каждого садка по верху около 150 м². Время наполнения садков водой равно 2 ч, время спуска — 0,5 ч. Ложе плоское, с небольшим уклоном к водоспуску; со стороны инкубационного цеха устанавливаются каменные сходы. Донный водоспуск без стояка, уровень воды регулируется с помощью подъёмной трубы.

Бетонные бассейны для выдерживания производителей после гипофизарной инъекции имеют размеры 2 × 2,5 × 1 м; количество садков определяется из расчёта одновременной посадки 25% зрелых производителей при плотности — пять самок и десять самцов на бассейн.

Инкубационный цех должен обеспечивать инкубацию всего количества икры за два оборота, то есть одновременно вмещать 50% количества икры. Остальная рыбоводная техника (инкубационные аппараты, аппараты для обесклеивания икры, бассейны, системы УЗВ) даны в главах V–IX.

10.3. Технология интенсивного товарного выращивания гибридов

(разработана специалистами КрасНИРХ — Н.И. Чижев, Л.С. Абрамович, В.И. Козлов)

Данная технология предусматривает выращивание 5–7 т бестера в год, для чего достаточно иметь 8–10 земляных прудов общей площадью 0,8–1,0 га и источник водоснабжения с расходом воды около 50 л/с.

По технологии определяется, что пруды должны быть глубиной не менее 2 м, площадью 0,1–0,2 га каждый, полностью спускными. Водосбросы снабжаются металлическими решётками, обтягиваемыми мелкой делью на первый месяц выращивания молоди. На ложе у водоспуска в качестве кормового места укладывают бетонную плиту площадью 5–10 м².

Хозяйство должно быть обеспечено насосной установкой, кормосмесом, оборудованного механизмами для размесления рыбы, поме-

щением для лаборатории, холодильной ёмкостью и аэрационными установками.

В земляных прудах, где выращивают бестера, устанавливают водообмен не ниже 4–5-ти суточного. Интенсивность водообмена изменяют в зависимости от температуры воды, плотности посадки бестера, его биомассы, количества задаваемого корма, добиваясь оптимальных показателей термического и газового режима.

При выращивании бестера в прудах температурный оптимум составляет 20–25°C. При более высокой температуре кормление ограничено.

Для успешного выращивания бестера содержание растворённого в воде кислорода в течение лета должно сохраняться выше 6 мг/л, что обеспечивает хорошее усвоение корма и быстрый рост. При снижении содержания кислорода в воде усиливают проточность, а также используют аэрационные устройства.

В земляных прудах при интенсивном товарном выращивании бестера должна полностью отсутствовать водная растительность (макрофиты), не должно быть «цветения» воды из-за микроскопических водорослей. При глубине 2 м и большой проточности, как правило, этих явлений не наблюдается. При наличии «цветения» используют посадку трёхлеток белого толстолобика.

Борьба с макрофитами осуществляется преимущественно механическими методами, использование макрофита белого амура не эффективно, так как он активно поедает корма, предназначенные для бестера.

Специальные мероприятия по повышению естественной кормовой базы (удобрение) не проводятся, так как беспозвоночные прудов из-за незначительной биомассы не играют существенной роли в рационе бестера, особенно при выращивании крупных сеголеток и двухлеток.

При выращивании сеголеток используют рыбозаградительные устройства на водовпуске. Двух- и трёхлетки бестера эффективно потребляют сорную рыбу в качестве живого корма.

Основной объект этой технологии — бестер. Это гибрид между самкой белуги и самцом стерляди, кратко обозначенный БС. Более быстрым ростом отличается возвратный гибрид ББС, полученный при скрещивании самки белуги с самцом бестера. Данные сравнения сред-

ней массы и прироста массы сеголеток, двухлеток и трёхлеток БС и ББС, выращенных в земляных садках, представлены в таблице 68.

Таблица 68

Средняя масса и её прирост при выращивании бестера БС и ББС

Возраст	Гибрид БС			Гибрид ББС		
	Средняя масса осенью, г	Прирост за лето, г	Вылов кг/га	Средняя масса осенью, г	Прирост за лето, г	Вылов кг/га
0+	200	200	1500	500	500	8000
1+	1000	800	10000	1500	1000	16000
2+	2000	1000	15000	3500	2000	20000

Внешне гибрид ББС более похож на белугу со стальной окраской тела, меньшим числом жучек на боковой линии и, как правило, не столь длинным рылом. Гибриды БС и особенно СБ больше походят на стерлядь коричневатым слизистым телом, вытянутым рылом и большим числом боковых жучек. Обладают быстрым ростом сложные гибриды (БС × ББС и СБ × ББС), лучшим, чем у белуги.

Зарыбление прудов подрощенными мальками. Выростные пруды товарных хозяйств зарыбляют молодь массой 3–5 г после уравнивания температур в транспортировочной ёмкости и сетчатом делевом садке, установленном в пруду. Наиболее удачно проходит работа в прохладные, пасмурные и дождливые дни. Через сутки производят поштучный учёт молоди и её пересадку в пруд на выращивание.

Пересадка и бонитировочный учёт выращиваемых сеголеток производится при частичном сбросе воды с помощью невода, захватывающего всю ширину пруда. Как правило, за первое притонение вылавливается около 60% находящейся в садке молоди, что может служить косвенным показателем её численности при невозможности произвести пересадку в другой садок.

Лучшие результаты получают при зарыблении прудов годовиками и сеголетками, в этом случае также следует уравнивать температуру воды в транспортной ёмкости и прудах с тем, чтобы разница не превышала 3°C, а затем выгружают посадочный материал непосредственно в пруд, учитывая количество и массу. Этот процесс производится ранней весной или поздней осенью, поэтому особых сложностей при транспортировке и пересадке не возникает, их мож-

но производить в любое время суток, но обязательно при плюсовой температуре воздуха. При зарыблении разноразмерным материалом следует осуществить тщательную сортировку, скорректировав соответствующим образом плотность посадки.

Оптимальная плотность посадки мальков в пруды составляет до 20 тыс. экз./га. Плотность посадки сеголеток и годовиков равна около 10 тыс. экз./га. Она корректируется в зависимости от индивидуальной массы рыб. Отход за период выращивания в обычных условиях при массе годовиков 60–100 г не превышает 10%. Плотность посадки двухгодовиков бестера равна 6–7, трёхгодовиков — 3–5 тыс. экз./га, уточняется в зависимости от массы посадочного материала (не более 10–12 т/га).

С возрастом средний индивидуальный прирост гибридов значительно увеличивается, улучшается и их пищевая цепкость, это говорит в пользу увеличения оборота за несколько лет. Обычно используют двух–трёхлетний оборот, избегая дополнительного удорожания себестоимости производства товарной рыбы. Для получения деликатесной продукции из бестера применяется 4–5-летний оборот (табл. 69). В современных хозяйствах можно оставлять часть самок для получения товарной икры, количество которой может составить 10–20% от массы тела.

Для кормления бестера в прудах используют влажные или сухие гранулы. Корма следует давать несколько раз в день на кормушки, тщательно проверяя поедаемость, учитывая гидрохимические показатели воды среды и состояние рыбы. Состав влажных и сухих кормов представлен в главах IV, IX.

В качестве влажного корма используют мелко нарубленную свежую рыбу, питательные вещества из которой меньше вымываются, чем из фарша, селезёнку и другие животные корма. При временном отсутствии свежей непищевой рыбы можно использовать обычную прудовую. Таким способом можно резко сократить отход молоди в первый период выращивания и повысить её жизнестойкость. При массе тела молоди около 3–5 г на 1 кг при посадке 20000 экз./га расходуется в день около 10 кг рыбы. С ростом сеголеток размеры частиц, на которые рубят рыбу, и другой корм соответственно увеличивают.

Основной прирост массы рыбы и затраты кормов приходятся на вторую половину лета, осени. Примерное задаваемое количество

Нормативы интенсивного прудового товарного осетрового хозяйства (на 7-10 т товарного бестера в год)

Показатели	Гибриды БС, возраст					Гибриды ББС, возраст			
	0+	1+	2+	3+	4+	0+	1+	2+	3+
Количество прудов, шт.	2	1	1	2	1	1	1	2	1
Общая площадь, га	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,15	0,3	0,25
Посадка на выращивание весной, тыс. экз.	5,0	2,5	2,25	2,15	0,9	2	1,51	1,48	0,7
Средняя масса, кг	0,005	0,8	1,0	2,0	4,0	0,005	0,5	1,5	3,5
Общая масса, т	0,025	0,5	2,25	4	3,6	0,01	0,75	2,7	2,45
Выловлено осенью, тыс. экз.	2,5	2,25	2,15	1,9	0,8	1,6	1,4	1,37	0,68
%	50	90	95	95	95	80	95	98	98
Средняя масса индивид., кг	0,2	1,0	2,0	4,0	7,0	0,5	1,5	3,5	6,5
Средний индив. прирост, кг	0,195	0,8	1,0	2,0	3,0	0,495	1,0	2,0	3,0
Получено: т	0,5	2,25	4,3	7,6	5,9	0,8	2,1	1,6	4,4
т/га	2,5	9,0	17,2	19,0	19,2	8,0	14,1	20,3	17,7
Затраты влажных кормов на 1 кг прироста, кг	10	7	7	7	7	10	7	7	7
Потребность в кормах, т	4,75	12,25	14,35	25,2	19,6	7,9	9,45	23,8	13,65
Реализуется в течение года: тыс. экз.	—	—	—	0,95	0,8	—	—	0,88	0,68
т	—	—	—	3,8	5,95	—	—	3,08	4,4
%	—	—	—	50	100	—	—	50	100
Остается на доращивание в хозяйстве: тыс. экз.	2,5	2,25	2,15	0,95	—	1,6	1,4	0,88	—
т	0,5	2,25	4,3	3,8	—	0,8	2,1	3,08	—

кормов для сетелеток за период выращивания в хозяйствах юга России должно быть следующим:

	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Количество корма, %	5	10	25	40	20
Средняя температура воды, °С	22	23	22	19	14

При кормлении бестера только мороженой или сырой рыбой поступает авитаминоз, считается, что он вызывается тканевым ферментом тиаминотой. Так у бестера становится мягким брюшко в районе расположения печени. На брюшке появляются жёлтые пятна, иногда всё тело окрашивается в жёлтый цвет, жабры становятся анемичными. Печень приобретает рыхлую консистенцию и землистый цвет, увеличивается, начинается её перерождение, наблюдается болезненное изменение в других внутренних органах. Признаки заболевания ранее всего видны при вскрытии по цвету и консистенции печени.

При такой алиментарной патологии следует в корм добавлять витамин В (тиамин) и сухие кормовые продукты (рыбная мука, премикс, дрожжи).

Двулетков в прудах кормят два раза в сутки, задают большую порцию вечером; трёхлеткам и старше один раз в день, утром. Корм задают по поедаемости и в зависимости от температуры воды. Максимальное количество 5-7% от массы тела бестера при кормлении свежей рыбой, даваемой целиком, и 10% при кормлении кормосмесями. Поедаемость корма определяется опускаемыми на верёвке специальными контрольными кормушками из дёла, натянутой на рамке, куда помещается скармиваемый корм.

Контрольные ловы бестера проводят не реже двух раз в месяц, результаты записывают в специальный журнал. В дни с высокой температурой воздуха и воды все операции с рыбой необходимо заканчивать до девяти часов утра во избежание отхода и в последующее время суток следует осуществлять усиленный водообмен в прудах.

Контрольные ловы проводят неводом с ячей размером 6 мм. При необходимости одновременно осуществляют сортировку рыбы. В каждый пруд помещают рыб одинаковой массы. Взвешивают и измеряют индивидуально по 50-100 рыб из каждого пруда.

Для уменьшения трудоёмкости контрольного лова иногда целесообразно поливать уровень воды в прудах на 1,0-1,2 м. В этом случае

обычно достаточно одного притонения, охватывающего небольшую часть пруда.

В условиях юга России осенний облов и пересадку бестера на зимовку производят, как правило, в ноябре–декабре при помощи того же невода, что и контрольные ловы, обязательно при положительной температуре воздуха.

Из приспущенного пруда за 3–4 притонения можно практически полностью выловить всю рыбу. Сначала облавливают один пруд и, если нет свободного, рыбу временно помещают в другой, уплотняя вдвое посадку, предварительно учитывая выловленное количество.

Живого товарного бестера для реализации перевозят на расстояние до 300 км в контейнерах, на большее расстояние — в живорыбных машинах из расчёта около 300 кг на одну машину.

Зимовку бестера проводят в тех же прудах, что и выращивание: их предварительно подсушивают в течение 2–3 дней, обрабатывают хлорной или обычной известью, промывают. Плотность посадки в прудах может составить 20–30 т/га при 5–10-суточном водообмене. При нормальном состоянии рыбы и хорошем газовом режиме отход за зимовку сеголеток массой более 50 г не превышает 10%, двухлеток — не выше 5 и трёхлеток — 2%.

10.4. Технология формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад сибирского осетра

(по работам ВНИРО — И.А. Бурцев, И.И. Смольянов, А.Д. Гершанович, А.И. Николаев)

Исходным материалом для формирования маточных стад сибирского осетра в России служила икра, которую получали на временных рыбоводных пунктах в Сибири и доставляли на рыбоводные хозяйства европейской части (1972–1982 гг.). Сибирский осётр является в настоящее время основным объектом выращивания на товарных хозяйствах, в том числе в Европе.

Технологическая схема рыбоводных процессов разведения сибирского осетра соответствует обычной схеме полноциклового культивирования. Она включает:

- содержание производителей;
- регулирование половых циклов и стимуляцию созревания производителей;

- получение зрелых половых продуктов;
- оплодотворение и инкубацию икры, выдерживание и подращивание личинок;
- выращивание молоди и сеголетков (посадочный материал);
- отбор и выращивание племенного ремонта.

Для организации производственных процессов необходимо обустроить хозяйства необходимыми рыбоводными сооружениями, оборудованием (пруды, бассейны, инкубационные аппараты, выростные ёмкости); обеспечить в рыбоводных ёмкостях и аппаратах необходимую проточность, газовый, термический и световой режимы, использовать качественные высокопродуктивные корма для рыб разного возраста, а также устройства для дозированной раздачи кормов.

Характеристика рыбоводных сооружений и оборудования. На осетровых хозяйствах используют пруды всех категорий, независимо от их площади, они должны отвечать следующим требованиям: средняя глубина — 2 м; откосы дамб — максимально крутые, в одном углу — пологие для съезда механизмов, подъездные пути от кормового цеха проложены ко всем прудам с твёрдым покрытием. Пруды должны быть полностью осушаемые, поверхность ложа прудов расположена не менее чем на 0,8 м над уровнем грунтовых вод. Ложе прудов состоит из естественного грунта, в выростных прудах оно закрывается слоем плодородной почвы; форма прудов преимущественно прямоугольная с соотношением сторон от 1:1,5 до 1:3.

Водоснабжение всех прудов устраивается независимое, с 10-суточным водообменом выростных и нагульных и 5-суточным для маточных, ремонтных и зимовальных прудов. На головных сооружениях водоподающих каналов-прудов устанавливают рыбозащитные сооружения — сетные фильтры. Время наполнения выростного пруда составляет до 3-х суток, всех выростных прудов — до 10 суток, нагульного — до 5 суток, а всех нагульных прудов — до 10 суток. Время спуска выростного пруда не более 2–3 суток, нагульного — 2–5 суток, всех нагульных прудов — до 30 суток.

Характеристика бассейнов для содержания производителей следующая: площадь бассейнов не менее 10 м², средняя глубина — 1 м; дно — наклонное с понижением к водовыпуску, водовыпуск — донный, снабжён защитной сеткой; регулировка уровня воды допускает промежуточные положения. Водоподача — верхняя, полная смена

воды происходит за 0,5 ч. Бассейны овальной формы, с круговым током воды, или прямоугольные с соотношением сторон от 1:3 до 1:5, прямоточные.

Снабжение водой всех бассейнов независимое, на водозаборе устанавливаются рибозащитные сооружения.

Кроме наличия основных прудов, на хозяйстве необходимы земляные садки для сортировки и кратковременного выдерживания производителей; плотность посадки на 1 м² площади дна садка — одна самка, два самца. Рабочая ёмкость садков должна обеспечивать одновременное выдерживание 50% производителей. При глубине садков 1,8 м, заложении откосов 1:1 и площади садков по дну 100 м² площадь каждого садка по верху составит около 150 м².

Время наполнения садков — 2 ч, время спуска — 0,5 ч, ложе — плоское, с небольшим уклоном к водоспуску; со стороны инкубационного цеха устанавливаются каменные сходы по откосу. Донный водовыпуск без стояка, уровень воды регулируется с помощью подъёмной трубы, соединённой с лежаком шарнирами.

Для выдерживания производителей после гипофизарной инъекции используют бассейны из пластика или бетона размером 2 × 2,5 × 1 м овальной формы, у которых стенки плавно переходят в дно, время заполнения бассейна составляет 30 минут, спуска — 5 минут. Над бассейнами устанавливается навес. Количество бассейнов принимается из расчёта одновременной посадки 25% зрелых производителей при плотности пять самок и десять самцов на бассейн. Для послеоперационного выдерживания до заживления шва использует только пластмассовые бассейны. Земляные садки и бассейны располагаются неподалёку от инкубационного цеха.

Цех для инкубации икры должен обеспечивать инкубацию всего количества икры за два срока, то есть одновременно вмещать 50% количества икры. Используются четырёхсекционные инкубационные аппараты Юценко, или аппараты «Осетр». Рядом с инкубационным цехом размещается помещение для получения, оплодотворения и отмывки икры, а также помещение для дежурных рыбоводов, лаборатория и кладовая.

Для подращивания личинок лучше подходят пластиковые бассейны круглой или овальной формы диаметром от 1 до 2,5 м, дегазатор, система очистки воды.

После освобождения бассейнов от молоди первого цикла выращивания они могут быть использованы для следующих партий, или отдельных аналитических скрещиваний. Для водоснабжения инкубационного и бассейнового цехов необходим водонапорный бассейн с суточным аварийным запасом воды.

Потомство каждой самки выращивается в течение первого года изолировано, в дальнейшем при серийном мечении возможно совместное выращивание потомства от разных производителей.

Эксплуатация маточного стада сибирского осетра. Производителей отбирают осенью, во время осенней бонитировки и папспортизации маточного и ремонтного стада. Самцов можно отличить по «брачному наряду» — серебристому налёту на голове, рельефным роговатым утолщениям кожного покрова черепной коробки матово-белого, серебристого цвета. У самок подобная окраска головы менее выражена, они имеют выпуклое брюшко, посередине которого заметна чёрная полоска просвечивающего ястыка, иногда гиперимированное генитальное отверстие. В сомнительных случаях состояние яичника следует проверять, для чего используют метод биопсии.

Отобранных производителей из прудов, или после перевозки, отсаживают на зимовку в отдельный пруд. На бассейновом хозяйстве их желательно разместить в бассейны с регулируемой температурой воды. Регулируя температуру, можно добиться готовности производителей к нересту в наиболее удобные сроки. В преднерестовый период следует особое внимание уделить режиму кормления. Для пополнения маточных стад целесообразно использовать потомство самок, полученное при втором и последующих нерестах.

Высокая скорость роста, хорошее кормление, содержание в искусственных условиях сопровождается ускорением созревания рыб. В условиях тёплых вод на хозяйствах самцы ленского осетра созревают в 3–4, самки в 6–7 лет. При этом средняя абсолютная плодовитость самок выше, чем в природе, и составляет в среднем 80 тыс. икринок. Овуляция икры достигается, как у других осетровых, путём гормонального стимулирования препаратами гипофиза, сурфагона. Для самок в зависимости от температуры воды эффективная доза составляет 3–4 мг/кг массы самки, для самцов — вдвое меньше. Продолжительность созревания производи-

телей зависит, главным образом, от температуры воды (табл. 70), которая не должна быть выше 20°C. В Европе, на осетровых хозяйствах, производители сибирского осетра успешно созревают при комплексном инъектировании гипофизами осетра и карпа, или только карпа (доза вдвое больше). В России в настоящее время используют глицериновую вытяжку гипофиза осетровых, синтетический препарат сурфагон. От самцов сперму можно получать 2–3 раза после повторных инъекций. Наступление овуляции икры определяют по внешним признакам: воспаление генитального отверстия самок, мягкость брюшка и его западание вследствие свободного перемещения икры в полости тела, выделение отдельных икринок из генитального отверстия.

С целью многократного использования самок применяют метод прижизненного взятия икры. Для этого самку с овулировавшей икрой помещают в специальный лоток, скальпелем и ножницами разрезают брюшную стенку; длина разреза 10–13 см, положение — на расстоянии 1,5–2,0 см от средней линии брюшка и параллельно ей, напротив 4–5 последних брюшных жучек. При втором и последующих нерестах необходимо осторожно рассечь образовавшиеся спайки. После этого икру извлекают рукой. На разрез накладывают шов нитками из хирургического шёлка или кетгута, делая стежки через каждые 1,5 см. Прооперированных самок лучше держать в отдельном садке в течение суток, чтобы убедиться в их хорошем состоянии, после чего выпускать в общий пруд. Шов зарастает через 20–30 дней (И.А. Бурцев; авт. свидетельство 244793). Применяют метод подрезания яйцеводов (метод С.Б. Подушко).

Таблица 70

Продолжительность созревания инъектированных самок сибирского осетра

Температура воды, °C	Длительность созревания, ч	Температура воды, °C	Длительность созревания, ч
8–10	47–52/49	14–16	24–34/28
10–12	34–52/41	16–18	22–32/26
12–14	26–38/30	18–20	21–28/23
Свыше 20°C	32–35/33	—	—

Полученную икру взвешивают, просчитывают число икринок в двух–трёх навесках (объёмах) по 1 г, после чего общую массу икры делят на среднее число икринок в 1 г. Её оплодотворяют полусухим методом при разбавлении спермы в 100–200 раз в зависимости от концентрации спермиев в эякуляте. На 1 кг икры берут 2–3 л воды, приливая в таз одновременно воду и молоки. Икру обесклеивают в течение 50–60 минут в суспензии тонкого ила, талька или разбавленным (1:2–1:5) молоком, используя аппараты АОИ или им подобные, перемещающие икру путём барботажа воздухом, подаваемым от компрессора. Затем отмывают икру от ила при помощи небольших решёт или коробочек из металлической сетки с ячей 1–1,5 мм.

Инкубируют икру в аппаратах Ющенко и «Осётр» по рекомендуемым нормам. Икру каждой самки закладывают в секцию аппаратов. Оплодотворение икры определяют по 3–4 пробам, на стадии четырёх бластомеров или гаструляции (желточной пробки), просчитывая число развивающихся и не оплодотворённых икринок (100–300 икринок в пробе).

Эмбриональное развитие сибирского осетра происходит как и у других осетровых рыб. Его продолжительность и сроки вылупления личинок в зависимости от температуры воды можно определять по графикам, разработанным для русского осетра (см. главу IV).

Правильное начало кормления — основное условие успешного выращивания. Наиболее ответственный момент — это переход личинок осетра на активное питание. При этом большое значение имеет правильный выбор корма. Среди живых кормов лучшие результаты получены при кормлении науплиями артемии. Сибирский осётр также хорошо переходит на питание зоопланктоном и мелкорубленными олигохетами или трубочником. Одновременно применяют стартовые (ОСТ-6, ОСТ-7, ОСТ-8) сухие отечественные комбикорма, или их зарубежные аналоги (см. главу IX).

При массе молоди 3–5 г их переводят на производственный комбикорм отечественного производства ОТ-6, ОТ-7, ОТ-8 или его зарубежные аналоги. Используют влажные корма, изготовленные из местных кормовых ресурсов, которые особенно эффективны для взрослых рыб и ремонтно-маточного стада (см. главы III, IV, IX), они требуют высокой сбалансированности, витаминизации и хорошей санитарной обработки. Используют кормовые места и кормовые раздатчики.

Селекционно-племенная работа. При формировании маточных стад соблюдаются основные условия селекционно-племенной работы — обеспечение генетической разнокачественности производителей, поскольку сибирский осётр — полиморфный вид. Такая разнокачественность достигается пополнением стад особями из других популяций, например, ленской, байкальской и обской, при тщательном контроле чистоты линий производителей, имеющих в хозяйстве. Достигнуть этой цели можно хранением в хозяйстве криоконсервированной спермы самцов различных линий или популяций.

Селекционная работа должна быть направлена на увеличение темпа роста, скороспелости, плодовитости и общей жизнеспособности, для чего используют высокую вариабельность ленского осетра по важнейшим биологическим признакам.

Ремонтно-маточные стада сибирского осетра формируются методами индивидуальной и комплексной селекции, мероприятия при формировании маточных стад можно разбить на несколько этапов:

- отбор производителей и ремонтного стада по темпу роста, экстерьерным и интерьерным показателям. Сибирский осётр характеризуется высокой вариабельностью по размерам и массе тела. Отстающих в росте и с дефектами экстерьера рыб выбраковывают. Ход гаметогенеза контролируют путём отбора биопсийных проб гонад, их гистологического и цитологического исследования;
- особей с цитологическими нарушениями выбраковывают, проводят серийное и индивидуальное мечение производителей и ремонтных особей для обозначения их возраста, происхождения, пола и индивидуального номера рыбы. Регулярно проводят бонитировку и паспортизацию стад;
- оценка производителей по скороспелости и плодовитости. Наиболее скороспелые самцы созревают в трёхлетнем возрасте; в четырёхлетнем возрасте происходит массовое созревание самцов. Особое внимание следует обратить на селекцию скороспелых самок, поэтому в племенной работе нужно использовать самок, созревающих в наиболее раннем возрасте (7–9 лет). Следует выяснять как отбор на скороспелость отразится на темпе роста и плодовитости. Позднеспелых самок можно передавать в промышленные товарные хозяйства, не ведущие племенной работы;

- оценка производителей осуществляется по качеству потомства. Жизнеспособность потомства зависит в основном от качества икры; для оценки самок достаточно одного массового оплодотворения её икры смесью спермы разных самцов. Определяется процент оплодотворения, развития икры, выживание эмбрионов (в % количества оплодотворённых икринок), личинок к моменту полного перехода на активное питание и к моменту пересадки в выростные ёмкости. Показатели выживания в прудах в большой степени зависят от условий в них. Результаты выращивания молоди в бассейнах с использованием полноценных комбинированных кормов дают в значительно большей степени сравнимый материал. Однако и при прудовом выращивании суждение о жизнеспособности молоди можно вынести по результатам двух–трёх опытных измерений. При оценке качества самцов спермой каждого из них оплодотворяют икру двух–трёх самок (по две порции икры от каждой самки);
- проводится выращивание и отбор племенного посадочного материала для пополнения ремонтных стад и смены поколений селекционируемых линий. Потомство элитных производителей в течение первого года жизни выращивается в изолированных селекционных ёмкостях. Осуществляется жёсткий отбор сегольтков в племенную группу и серийное мечение различных линий, племенных двухлетков можно выращивать совместно. На втором году жизни также необходим жёсткий отбор по размеру и экстерьеру, выбракованных сегольтков и двухлетков поставляют промышленным хозяйствам.

Как и при работе с другими объектами, при селекции сибирского осетра следует применять современные генетические методы:

- биохимическое маркирование;
- методы оценки наследуемости количественных признаков;
- индуцированный мутагенез и др.

Рыбоводно-биологические нормативы. Для расчётов величин маточного стада и племенного ремонта, определения производственных мощностей, площади прудов и бассейнов, потребности в кормах и так далее принимают следующие нормативы (табл. 71).

**Рыбоводно-биологические нормативы разведения и выращивания
сибирского осетра**

Таблица 71

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Эксплуатация маточного стада		
Возраст достижения половой зрелости:	лет	4-5
– самцы;		6-9
– самки		
Длительность повторного созревания:	лет	1
– самцы;		1-3
– самки		
Соотношение полов:		1:1
– у зрелых производителей;		3:1
– у производителей в общем стаде (с учётом самок межнерестового периода)		
Средняя повторность использования производителей:		5
– самцов;		3
– самок		
Рабочая плодовитость самок	тыс. шт.	50
Созревание самок после инъекции	%	90
Резерв зрелых самок (от числа проинъектированных)	%	30
Ежегодное обновление маточного стада	%	10
Получение икры		
Норма загрузки инкубационного аппарата (на рыбоводный ящик):	кг	3
– Ющенко;	тыс. шт./м ²	165
– «Осетр»;	кг	2,5
	тыс. шт./м ²	140
Оплодотворение	%	80
Выход свободных эмбрионов от количества оплодотворённой икры	%	80
Выращивание личинок и молоди		
Плотность посадки свободных эмбрионов в бассейны	тыс. шт./м ²	4-5
Площадь личиночных ёмкостей	м ²	2-5
Выход личинок, перешедших на активное питание, % от свободных эмбрионов	%	60
Выход молоди массой 3 г, % перешедших на активное питание	%	50

Продолжение таблицы 71

1	2	3
Выращивание сеголетков		
Плотность посадки молоди:	тыс. шт./га	30
– в выростные пруды;		
– в бассейны	шт./м ²	250
Выход сеголетков, % от 3-граммовой молоди	%	50
Средняя масса сеголетков:	г	60
– в прудах;		60
– в бассейнах		
Рыбопроductивность:	кг/га	890
– выростных прудов;		500
– в том числе за счёт кормления;		
– выростных бассейнов	кг/м ²	7,4
Плотность посадки сеголетков в зимовалы	тыс. шт./га	150
Выживаемость годовиков, % от сеголетков:	%	80
– в прудах;		90
– в бассейнах		
Выращивание двухлетков		
Плотность посадки годовиков:	тыс. шт./га	5
– в нагульные пруды;		
– в нагульные бассейны	шт./м ²	40
Выживаемость двухлетков, % от годовиков:	%	80
– в прудах;		90
– в бассейнах		
Средняя масса двухлетков:	кг	0,5
– в прудах;		0,7
– в бассейнах		
Рыбопроductивность:	ц/га	17
– прудов;		15
– в том числе за счёт корма;		
– бассейнов	кг/м ²	22,8
Плотность посадки двухлетков на зимовку	тыс. шт./га	30
Выращивание трёхлетков		
Выживаемость двухгодовиков, % от двухлетков:	%	90
– в прудах;		95
– в бассейнах		
Плотность посадки в нагульные:	тыс. шт./га	3-4
– пруды;		
– бассейны	шт./м ²	20

Продолжение таблицы 71

1	2	3
Выживаемость трёхлетков, % от двухгодовиков:		
- в прудах:	%	90
- в бассейнах		95
Средняя масса трёхлетков:		
- в прудах:	кг	1,2
- в бассейнах		1,5
Рыбопродуктивность:		
- в прудах:	ц/га	17,4-23,2
- в бассейнах	кг/м ²	14,5
Выращивание ремонт и маточного стада		
Плотность посадки в нагульные пруды:		
- трехгодовиков;	тыс. шт./га	2,0
- четырехгодовиков;		1,5
- 5-6-годовиков;		1,0
- 7-15-годовиков		0,5
Плотность посадки в бассейны:		
- трехгодовиков;	шт./м ²	10
- четырехгодовиков;		9
- пятигодовиков;		7
- шестигодиников;		5
- семигодовиков;		3
- 8-15-годовиков		2
Средняя масса рыб в прудах:		
- четырёхлетков;	кг	2,0
- пятилетков;		
- шестилетков;		2,9
- семилетков;		4,0
- восьмилетков		5,2
Средняя масса рыб в бассейнах:		6,6
- четырёхлетков;		2,7
- пятилетков;		3,9
- шестилетков;		5,5
- семилетков;		7,2
- восьмилетков		9,1
Плотность посадки в зимовалы (возраст 4-8 лет)	тыс. шт./га	5
Выживаемость за зимовку 3-9-годовиков	%	100
Выживаемость в нагульных прудах и бассейнах 4-9-летков		100

При выращивании сибирского осетра в геотермальных водах применяются следующие бионормативы (табл. 72).

Таблица 72

**Биологические нормативы выращивания сибирского осетра
с использованием геотермальных вод**

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Выращивание товарного осетра		
Характеристика бассейнов:		
Площадь	м ²	20-40
Глубина воды в бассейне при массе:		
5 г - 30 г;	м	0,8
30 г - 100 г;		1,0
100 г - 800 г;		1,2
800 г - 1500 г		1,5
Средняя масса посадочного материала	г	5,0
Средняя масса товарной рыбы		1500
Температура воды	°С	22
Плотность посадки при выращивании:		
от 5 г до 200 г;	шт./м ²	250
от 200 г до 400 г;		100
от 400 г до 800 г;		50
от 800 г до 1500 г;		30
Продолжительность выращивания:		
от 5 г до 200 г;	сут	90
от 200 г до 400 г;		74
от 400 г до 800 г;		94
от 800 г до 1500 г		105
Частота кормления при выращивании:		
от 5 г до 200 г;	раз/сут	12
от 200 г до 1500 г		8
Рецептура кормов:		
при выращивании от 5 г до 30 г;	рецепт	ОТ-6, ОТ-7
при выращивании от 30 до 1500 г		РГМ-5ВМ, ОТ-6, ОТ-7
Кормовой коэффициент кормов:		
рецепт ОТ-6, ОТ-7;	кг/кг	1,4
рецепт РГМ-5ВМ;		1,5

Продолжение таблицы 72

1	2	3
Удельный расход воды с температурой 22°C в бассейнах при 100%-ном насыщении кислородом и средней массе:		
- 5 г;	дм ³ /кг × с	0,101
- 30 г;		0,059
- 100 г;		0,039
- 200 г;		0,031
- 400 г;		0,012
- 800 г;		0,009
- 1500 г		0,007
Удельный расход воды с температурой 22°C в бассейнах при 200%-ном насыщении кислородом и средней массе:		
- 5 г;	дм ³ /кг × с	0,0301
- 30 г;		0,0175
- 100 г;		0,0117
- 200 г;		0,0093
- 400 г;		0,0034
- 800 г;		0,0027
- 1500 г		0,0022
Выживаемость при выращивании:		
- от 5 г до 200 г;	%	85
- от 200 г до 400 г;		95
- от 400 г до 800 г;		96
- от 800 г до 1500 г		97
Выход товарной рыбы	кг/м ²	40
Выращивание ремонтного поголовья и производителей осетра		
Характеристика бассейнов:		
Площадь;	м ²	20-40
Глубина воды	м	1,5
Средняя масса посадочного материала в возрасте 1+	кг	1,50
Средняя масса ремонтного материала и производителей в возрасте:		
- двухгодовики;	кг	2,7
- трёхлетки;		4
- четырёхлетки;		6
- пятилетки;		5
- шестилетки		13
Рецептура корма	рецепт	РГМ-ПО
Кормовой коэффициент корма рецепта РГМ-ПО	кг/кг	3,0

Продолжение таблицы 72

1	2	3
Плотность посадки:		
- двухлетки;	шт./м ²	10
- двухгодовики;		9
- трёхгодовики;		7
- четырёхгодовики		5
- пятигодовики		3
Выживаемость	%	100
Рыбопродуктивность бассейнов при выращивании:		
- двухгодовиков из двухлетков;	кг/м ²	12
- трёхгодовиков из двухгодовиков;		14,76
- четырёхгодовиков из трёхгодовиков;		15,68
- пятигодовиков из четырёхгодовиков;		14,55
- шестиггодовиков из пятигодовиков		10,95
Удельный расход воды в бассейнах при 100%-ном насыщении кислородом и температуре 22°C для осетров со средней массой:		
- 1,5 кг;	дм ³ /кг - с	0,007
- 2,7 кг;		0,0057
- 4,3 кг;		0,0049
- 6,6 кг;		0,0046
- 9,5 кг;		0,0045
- 13,1 кг		0,0039
Удельный расход воды в бассейнах при 200%-ном насыщении кислородом и температуре 22°C для осетров со средней массой:		
- 1,5 кг;	дм ³ /кг × с	0,0022
- 2,7 кг;		0,0017
- 4,3 кг;		0,00146
- 6,6 кг;		0,0014
- 9,5 кг;		0,00135
- 13,4 кг		0,00117
Зависимость расхода воды в бассейнах от её температуры:		
- 22°C;	%	100
- 20°C;		91,2
- 18°C;		81,95
- 16°C;		73,15
- 14°C;		63,89
- 12°C;		54,63
- 10°C;		36,58
- 5°C;		18,52
- 4°C;		18,06
- 2-3°C	9,26	

Определение потребной численности маточных стад. Численность маточных стад определяется мощностью товарного хозяйства. Ориентировочный расчёт величины маточного стада для хозяйства мощностью 50 т товарной рыбы приведён ниже (табл. 73).

Таблица 73

Расчёт численности маточного стада для получения 50 т товарных осетров

Число товарных трёхлетков осетра средней массой 1,2 кг	42
Количество, тыс. шт.:	
— двухгодовиков;	46,7
— двухлетков;	51,9
— годовиков;	64,9
сеголетков;	81,1
— молоди массой 3 г;	162,2
— подрощенных личинок;	324,4
— свободных эмбрионов;	540,7
— оплодотворённых икринок	675,9
Общее количество икры, тыс. шт.	844,8
Число самок, давших качественную икру, шт.	17
Число проннэцированных самок, шт.	21
Всего зрелых самок с 30%-ным резервом, шт.	30
Общее число половозрелых самок, считая 2/3 в межнерестовом состоянии, шт.	90
Число самцов, шт.	30
Общее число производителей, шт.	120

Пополнение маточного стада племенными ремонтными особями. Поскольку от каждой самки можно получать икру 3–4 раза с трёхлетним перерывом, ежегодное пополнение и обновление маточного стада составляет 10%. Таким образом, полностью обновляется стадо в течение 10 лет. Схема отбора ремонта в маточное стадо на хозяйстве мощностью 50 т товарной рыбы приводится в табл. 74.

Таблица 74

Численность племенного ремонта (в скобках даны показатели для бассейновых хозяйств)

Возрастные группы	Посадка			Выход		
	Число ремонтных особей	Возрастные группы	Всего	Созрели и переведены к производителям	Оставлены на доращивание	Выбракованы
Годовики	3500	Двухлетки	$\frac{80}{2800}$	—	$\frac{5}{140}$	$\frac{95}{2660}$
Двухгодовики	140	Трёхлетки	$\frac{90}{126} \frac{(95)}{133}$	—	$\frac{84}{106} \frac{(80)}{106}$	$\frac{16}{20} \frac{(20)}{27}$
Трёхгодовики	106	Четырёхлетки	$\frac{100}{106}$	—	$\frac{80}{85}$	$\frac{20}{21}$
Отбор самцов						
Четырёхгодовики	85	Пятилетки	$\frac{100}{85}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{80}{68}$	$\frac{19}{16}$
Пятигодовики	68	Шестилетки	$\frac{100}{68}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{80}{54}$	$\frac{17}{12}$
Отбор самок						
Шестигодовики	54	Семилетки	$\frac{100}{54}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{47}{25}$	$\frac{48}{26}$
Семигодовики	25	Восьмилетки	$\frac{100}{25}$	$\frac{24}{6}$	—	$\frac{76}{19}$

Примечание: * над чертой — проценты, под чертой — число экземпляров

Расчёт потребности маточных, питомных площадей и кормов. В таблицах 75 и 76 приведён расчёт прудовой и бассейновой площади и затраты кормов, необходимые для создания ремонтно-маточных стад сибирского осетра на базовом хозяйстве.

Расчёт требуемой площади для содержания
ремонтно-маточного стада

Таблица 75

Категория водоёма	Год выращивания	Число экз.	Плотность посадки ^х	Потребность площади ^х	Площадь одного водоёма ^х	Число водоёмов
Пруды						
Нагульные	Второй	3500	5,0	0,7	0,25	3
	Третий	140	3,5	0,04	0,1	1
	Четвёртый	106	2,0	0,05	0,1	1
	Пятый	85	1,5	0,06	0,1	1
	Шестой	68	1,0	0,07	0,1	1
	Седьмой	54	1,0	0,05	0,1	1
Ремонтные	Восьмой	25	0,5	0,05	0,1	1
	По всем ремонтным	478	—	0,32	0,1	6
Маточные	10-15-й	120	0,05	0,25	0,25	1
Всех категорий	—	—	—	1,27	0,1-0,25	10
Бассейны						
Нагульные	Второй	3500	40	88	10	9
	Третий	140	20	7	10	1
	Четвёртый	106	10	11	10	1
	Пятый	85	9	9	10	1
	Шестой	68	7	10	10	1
	Седьмой	54	5	11	10	1
Ремонтные	Восьмой	25	3	8	10	1
	По всем ремонтным	478	—	56	10	6
Маточные	9-15-й	120	2	60	10	6
Всех категорий	—	—	—	204	10	21

Примечание: ^х для прудов — тыс. экз./га, ^х для бассейнов экз./м²; ^х пруды — га; ^х бассейны — м²

Затраты кормов на ремонтно-маточное стадо по возрастным группам и по категориям водоёмов

Площадь, га	Год выращивания	Посадка			Выход				Рыбо- продукция ^у , кг	Расход корма, кг	
		1 экз.	Масса, кг		%	1 экз.	Масса, кг			На 1 кг прироста	Общий
			1 экз.	общая			1 экз.	общая			
Пруды											
Нагульные											
0,75	второй	3500	0,06	210	80	2800	0,5	1400	1190 520, 670	5	3350
Ремонтные											
0,1	третий	240	0,5	70	90	126	1,2	151	81	6	490
0,1	четвёртый	106	1,2	127	100	106	2,0	212	85	7	594
0,1	пятый	85	2,0	170	100	85	2,9	247	77	7	566
0,1	шестой	68	2,9	199	100	68	4,0	272	73	8	584
0,1	седьмой	54	4,0	216	100	54	5,2	280	65	8	520
0,1	восьмой	25	5,2	130	100	25	6,6	165	35	8	280
Маточные											
0,6	9-15-й	120	6,6	792	100	180	8,0	960	168	10	1680
Всего кормов 8034											
Бассейны											
Нагульные											
90	второй	3500	0,06	210	90	3500	0,7	2205	1995	4	5985
Ремонтные											
10	третий	140	0,7	98	95	133	1,5	200	102	4	408
10	четвёртый	106	1,5	159	100	106	2,7	286	127	5	635
10	пятый	85	2,7	230	100	85	3,9	332	102	5	510
10	шестой	68	3,9	265	100	68	5,5	374	109	6	654
10	седьмой	54	5,5	297	100	54	7,2	389	92	6	552
10	восьмой	25	7,2	180	100	25	9,1	228	48	7	336
Маточные											
60	9-15-й	120	9,1	1092	100	120	10,0	1200	180	9	972
Всего кормов 10052											
Примечание: * 1190 — общая, в том числе 520 — естественная, 670 — за счёт кормов; все последующие показатели рыбопродуктивности по прудам — за счёт кормов											

Примечание: ^у 1190 — общая, в том числе 520 — естественная, 670 — за счёт кормов; все последующие показатели рыбопродуктивности по прудам — за счёт кормов

10.5. Технология выращивания товарной рыбы и формирования ремонтно-маточных стад стерляди

Введение и освоение в аквакультуре России такого вида как стерлядь проводилось с 1960 по 1974 гг. на Пяловской научной базе ВНИИПРХ одноимённого водохранилища (В.П. Михеев и др., 1975). Материалы технологии получения личинок даны по рекомендациям В.И. Шилова и Ю.К. Хазова (1982), а также в работах Южного научного центра РАН (Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарёва и др., 2008), КГТУ (Е.И. Хрусталёв и др., 2007), ВНИИПРХ (В.П. Михеев).

Стерлядь — едва ли не самая ценная среди отечественных пресноводных рыб. В пределах своего ареала образует две географические расы — европейскую и сибирскую. Живёт в придонных слоях воды. Зимой почти не питается и залегает в ямах.

В современное время на Волге в условиях сплошного каскада водохранилищ эффективность естественного ареала размножения стерляди весьма низкая. Функционирующие нерестилища сохранились лишь в верховьях водохранилищ в незначительном количестве. Например, в Волгоградском около 50 га, а в Саратовском около 20 га. Но и на этих нерестилищах ежегодно создаётся неблагоприятный гидрологический режим в преднерестовый и нерестовый периоды. Наблюдаются суточные колебания уровня воды плюс — минус от нескольких сантиметров до 1–2 м.

В создавшихся условиях численности стерляди и доведение её запасов до промысловых возможно только с помощью искусственного размножения. Приводим основные этапы этой технологии.

Заготовка производителей. Заготовка производителей проводится в основном весной в преднерестовый и нерестовый периоды до наступления температуры воды 12–13°C на путях преднерестового хода, нерестилищах и под плотинами ГЭС. Кроме того, самок можно заготавливать в осеннее время с последующим содержанием их в зимовальных прудах.

Заготовку производителей стерляди желательно проводить из уловов плавных и ставных сетей. Последние необходимо перебирать не менее 2-х раз в сутки. Из этих орудий лова, особенно из плавных сетей, большой процент производителей дают полноценные половые продукты после гипофизарной инъекции по сравнению с тем, что дают

рыбы из уловов трала, в котором они больше травмируются, чем в сетях. Лов производителей тралом можно применять как вынужденный и продолжительность траления должна быть небольшой, до 10–15 минут. Улов рыб тралом в более близкие к нерестовому периоду сроки (температура воды 10–12°C) позволяет получать лучшие результаты.

Из уловов плавных сетей в разные годы полноценные половые продукты отдают 93–100% самок и 100% самцов, из уловов ставных сетей — 60–100% самок и 100% самцов, из уловов трала — 30–60% самок и 73–100% самцов.

Отбор зрелых производителей, плодовитость. Стерлядь является туводной долгоживущей и полициклической рыбой. Большое количество особей доживает до 10–12 лет, отдельные рыбы — до 30–35 с лишним лет. У самок в Волге возраст наступления половой зрелости происходит в 7–20 лет, в среднем в 10,4 лет, у самцов — в 3–11 лет, в среднем в 5 лет. У самок продолжительность повторного созревания половых продуктов в естественных водоёмах наступает через 3–11 лет, в среднем 5–6 лет, у самцов — через 2–7 лет, в среднем — 3,3–3,6 года (в прудовых условиях эти сроки короче). В связи с этим среди вылавливаемых рыб основная масса особей является молодой. Половой диморфизм у стерляди выражен слабо.

У зрелых производителей весной в преднерестовый период, до наступления температуры воды 10–12°C и в нерестовый период, наблюдается брачный наряд. На голове появляется рисунок в виде узких полосок эпидермального происхождения. Этот рисунок более заметен на бугорках возле обонятельных капсул и выражен сильнее у самцов. Он довольно легко счищается.

Зрелые самки от зрелых самцов отличаются более толстым и более мягким брюшком, посередине которого, как правило, наблюдается тёмно-фиолетовая полоска, где стенка тела по мере созревания рыб становится тонкой и иногда просвечиваются гонады.

В осеннее время брачного наряда у рыб ещё нет и зрелые самки от зрелых самцов и яловых рыб отличаются только более толстым брюшком. В это время такое же толстое брюшко имеют и самки на III-й стадии зрелости, поэтому их нельзя отличить от самок на IV-й стадии зрелости до весны.

Случайно отобранных самок на III-й стадии зрелости после зимовки в зимовальных прудах необходимо выбраковывать. Их можно

отсадить в нагульные пруды, где они за лето созревают до IV-й стадии зрелости и могут быть использованы для рыбоводных целей. В прудовых условиях отдельные самки повторно созревают ежегодно, другие — минимум через 2–3 года, большинство самцов ежегодно.

Лучшие рыбоводные результаты получаются от относительно более крупных самок, массой от 1 кг и более. Самцы для рыбоводных целей пригодны любых размеров и массы.

Относительная рабочая плодовитость у самок стерляди около 20 тыс. шт. икринок на 1 кг живой массы (абсолютная от 4 тыс. до 140 тыс. шт. у рыб массой от 0,2 до 7 кг). В 1 г неоплодотворённой икры в среднем содержится около 120 икринок. По массе живой массы самок можно заранее определить количество икринок, которые будут получены после гипофизарной инъекции. При подсчёте количества икринок по весу полученной икры предварительно необходимо из этого веса вычесть около 10,8%, которые занимает полостная жидкость, невольно примешивающаяся к икре при её получении, как способом отцеживания, так и методом вскрытия рыб.

Выдерживание производителей. Лучшие рыбоводные результаты получаются при выдерживании отобранных производителей в живорыбных судах-прорезях, хорошие результаты — при выдерживании их в деревянных садках постоянно погруженных на глубину около двух метров в местах с небольшими скоростями течения, около 0,5 м/сек. Это предохраняет рыб от травмирования их волнобоем о доски садков. Длина и ширина садков — 1,5–2,0 м, высота — 0,7 м. Ширина досок садка составляет 10–15 см, щели между досками — 1–2 см. Садок необходимо фиксировать в горизонтальном положении с помощью груза, подвешенного под центром садка за четыре оттяжки, отходящие от углов днища садка и с помощью каната, укрепленного за четыре оттяжки, отходящие от углов крышки садка.

Продолжительность выдерживания рыб в судах-прорезях может быть до 20 суток, в садках — до 10 суток (большой срок не испытан). Плотность посадки рыб при выдерживании — 10–12 особей на 1 м² садка.

Перевозка производителей. Перевозку производителей от мест заготовки до рыбозаводного пункта или завода на 150–200 км можно производить в цистерне (объёмом 3 м³) живорыбной машине по 50–100 особей за раз (биомасса 200–300 кг, 15–30 шт. на 1 м²

площади дна) с периодической аэрацией воды или в живорыбных судах-прорезях до 200 особей за раз (биомасса около 600 кг, 13 шт. на 1 м² площади дна) со скоростью буксировки около 10 км/час, а 400–600 км — в брезентовых чанах с проточной водой, установленных на борту суда при плотности посадки 10–12 особей на 1 м². На большие расстояния рыб перевозят в полиэтиленовых мешках (10–12 л воды, 20–25 л кислорода) по 1–2 особи на мешок.

Приготовление суспензии гипофизов. Для приготовления суспензии сухие ацетонированные гипофизы осетровых рыб взвешивают на аптекарских весах соответственно потребности для очередной партии рыб, масса которых определяется заранее. Например, при температуре воды 10°C на 10 кг живой массы самок потребуется 80 мг гипофизов из расчёта 8 мг на 1 кг массы. Гипофизы тщательно растирают в фарфоровой ступке пестиком и разводят в 10 мл физиологического раствора (0,65 г поваренной соли на 100 мл дистиллированной воды), чтобы норма гипофиза (8 мг на 1 кг массы рыбы) содержалась в 1 мл суспензии. Это упрощает определение необходимой дозы гипофиза для каждой рыбы. Понятно, что каждую особь перед введением суспензии необходимо взвешивать. Например, самке массой 2,6 кг необходимо ввести 2,6 мл суспензии. Самцам можно вводить суспензии меньше, чем самкам на 1/2, 1/3 часть.

Суспензию перед употреблением необходимо тщательно перемешать. Это удобно делать с помощью шприца, набирая и выпуская суспензию обратно.

В процессе гипофизации эту операцию повторяют один–два раза перед каждым наполнением шприца. Набрав в шприц суспензии для её введения производителям, из шприца необходимо удалить воздух, перевернув его вверх иглой и осторожно нажав на поршень до появления капельки суспензии на конце иглы.

Гипофизация производителей и определение готовности половых продуктов. Для получения зрелых половых продуктов от производителей стерляди, находящихся на IV-й завершённой стадии зрелости, рыбам производят внутримышечные инъекции суспензии гипофиза осетровых рыб с помощью медицинского (или ветеринарного) шприца в мышцы спины, обычно несколько впереди спинного плавника. Иглу шприца вводят под углом около 30° в направлении от хвоста к голове. После введения суспензии и удаления иглы шприца

из тела рыбы, место укола некоторое время массируют пальцем, чтобы не вытекала суспензия. Во время инъекции рыб, по возможности, держат в неподвижном состоянии завернутыми в мокрое полотенце, оставив свободными только место для укола.

Обычно гипофизацию производят при температуре воды 10–12,5°C, когда в природных условиях наблюдается начало и разгар нереста. Для самок при этих температурах доза гипофиза на 1 кг живой массы составляет около 8 мг, для самцов — около 5–8 мг сухого вещества. В этом случае текучие половые продукты получают через 33–45 часов. Понятно, что при повышении температуры воды от 10 до 12,5°C сроки созревания и наступления «текучести» половых продуктов меньше. При увеличении дозы гипофиза до 10–12 мг на ту же массу рыб, половые продукты получают через 23–24 часа после гипофизации.

Хорошие рыбободные результаты получаются в том случае, если производители заготовлены и доставлены до места рыбободных работ при температуре 12,0–12,5°C и выдержаны в течение 1–2 суток при температуре воды от 13,0 до 16,5°C. Но при этом доза гипофиза уменьшаются и самкам и самцам до 3–4 мг на 1 кг живой массы. Созревание половых продуктов ускоряется и «текучесть» у рыб наступает через 23–26 часов.

Выдерживание самцов и самок после гипофизации проводят отдельно в бетонных бассейнах Казанского или в деревянных садках, погруженных на глубину около 2-х метров при скоростях течения воды около 0,5 м/с, а также в брезентовых чанах с проточной водой на борту суда или дебаркадера и др.

Проверку производителей с целью получения зрелых половых продуктов начинают за 2–3 часа до предполагаемой их готовности, то есть через 20–30 и более часов, в зависимости от температуры воды.

У созревших самцов молоки выделяются при массировании брюшка по направлению к генитальному отверстию или при осторожном изгибании тела. Доброкачественные спермии (0,8–2,5 млн в 1 мм³) содержатся в молоках кремового и белого цвета, имеющих консистенцию от сликообразной до жидкой. При разведении таких молок в воде примерно 1:1 очень быстрые и быстрые поступательные движения спермиев наблюдаются в течение 3–5 минут. Молоки с синеватым оттенком менее доброкачественны и используются в

вынужденном случае. Движение спермиев из таких молок более замедлены, а часть из них малоподвижна или совершает только колебательные движения. Для проверки состояния спермиев, каплю молок помещают на предметное стекло, покрывают покровным стеклом и наблюдают под микроскопом при малом увеличении.

У самок готовность икры к оплодотворению наступает после того, как большинство икринок овулировало, то есть отделилось от гонад в полость тела, и находится в полостной жидкости. В этом случае при поворачивании самок вниз головой происходит переливание икры в полость тела, что заметно по перемещению вздутия брюшка к голове. При поворачивании самок вверх головой или при поглаживании их брюшка в сторону генитальных отверстий, икра вытекает струйкой вместе с полостной жидкостью. Зрелые икринки имеют на анимальном полюсе хорошо выраженный рисунок из темных и светлых колец и в центре маленькую оптически пустую точку.

В случае перезревания икринок они имеют мраморную расцветку.

Получение зрелых половых продуктов, оплодотворение икры и обесклевывание. Для получения молок, самцов берут за голову и хвостовую стебель, извлекают из воды и протирают сухим полотенцем, чтобы при отцеживании молок в стакан не попала вода.

Молоки (доброкачественные) от нескольких самцов отцеживают в чистый, сухой внутри стакан, предварительно охлажденный в воде, в которой выдерживались производители, и завернутый в полотенце для предохранения молок от солнечных лучей. После этого стакан с молоками ставят в тень в воду для сохранения до получения икры, где они при температуре воды 12–12,5° не теряют доброкачественность до 12 часов.

От одних и тех же самцов с некоторыми промежутками времени в течение суток можно получать несколько порций молок. Каждый раз порции молок отдаются за 2–3 попытки их получения.

Самок, так же и самцов, вынимают из воды и протирают сухим полотенцем. Затем, в сухой внутри эмалированный тазик, предварительно охлажденный в воде, собирают икру или с помощью отцеживания через половое отверстие в несколько приемов с промежутками, поглаживая брюшко рыб по направлению от головы к хвосту, или через неглубокий разрез брюшной стенки, сделанный на некотором расстоянии от половых отверстий и несколько сбоку от середины брюшка.

Если самок хотят сохранить до повторного созревания, то их перед взятием икры не забивают, а на разрез затем накладывают несколько швов.

При взятии икры надо следить, чтобы она не билась струёй о дно, а как можно осторожнее стекала по стенке таза.

От полученной икры необходимо отделить полостную жидкость. Для этого её частично сливают, затем через конусное ситечко, погружаемое в массу икры отбирают резиновой грушей. Это в дальнейшем улучшает результаты оплодотворения и уменьшает клейкость икры.

Далее икру взвешивают с целью определения количества полученных икринок и для расчёта количества необходимых молок для её оплодотворения.

Оплодотворение икры производят по способу Врасского полусухим способом. Для этого отмеряют речную воду из расчёта около 1,5 л на 1 кг икры, затем выливают в неё молоки из расчёта 3–7 мл на 1 кг икры, быстро их перемешивают с водой и заливают икру. При дозе молок 7,5 мл на 1 кг икры уже наблюдаем полиспермию у 0,5% икринок. В течение 3–4-х минут производят перемешивание икры рукой или маховыми перьями. После этого воду со спермой сливают, икру промывают водой для удаления излишков спермы во избежание полиспермии и производят обесклеивание икры с помощью сметанообразного гумусового ила из расчёта 0,5 л на 1 кг икры. Причём ил разводится в 6–10 л воды и этой взвесью заливают икру. Далее, в течение 30–40 минут производят непрерывное перемешивание икры рукой, маховыми перьями или в воздушоструйном аппарате системы К.И. Латкина до исчезновения клейкости. В случае обесклеивания икры вручную, необходимо произвести 1–2 раза частичную замену взвеси, в которой производят обесклеивание, чтобы не было дефицита кислорода.

Инкубация икры, отбор личинок. Полученную обесклеенную икру промывают несколько раз чистой водой и помещают для инкубации в аппараты Юшенко из расчёта до 2,5–3,0 кг на один лоток (300–360 тыс. шт.), при этом аппараты предварительно заполняют водой и создают проточность (до 10–12 л/мин на лоток).

За период инкубации, который протекает при температуре воды от 10 до 16°C за 7–9 суток, необходимо постоянно поддерживать проточность воды в аппаратах.

Степень оплодотворения (%) икры следует проверять через несколько часов инкубации на стадии дробления или через двое суток, когда наблюдается стадия желточной пробки. Значение оплодотворения икры в разные годы и в разных партиях составляет от 60 до 98%.

За период инкубации необходимо систематически отбирать мёртвые и поражённые грибом сапролегнией икринки. Сапролегния в начале развивается только на единичных мёртвых икринках и если упустить время, то он поражает и живые икринки, которые собираются в комочки, пронизанные гифами гриба вместе с мёртвыми. Поражённые икринки ещё до поражения заметны невооружённым глазом по мраморной и более светлой окраске. Мёртвые икринки отбирают резиновой грушей со стеклянным наконечником, а икринки, обросшие сапролегнией, кроме того, специальной грохоткой-ситечком из капроновых ниток, натянутых на проволочную рамку размером, примерно, 8 × 12 см, имеющую черенок. Ячейка между нитями составляет 4 мм. Этой же грохоткой можно разрушать комочки из мёртвых и живых икринок, освобождая последние и удаляя мёртвые.

С целью подавления сапролегнии применяют фиолетовый К, малахитовую зелень или метиленовую синь из расчёта 150 мг на 1 лоток аппарата (примерно на 60 л воды). Перед употреблением эти препараты растворяют в горячей воде, затем разбавляют холодной водой и выливают в лотки с икрой. Подачу воды прекращают на 15–30 минут в зависимости от количества поражённых икринок. В это время для аэрации воды лопасти аппарата двигают вручную со скоростью 10–12 оборотов в минуту, какая обычно наблюдается при подаче воды. От этого икринки не залёживаются на сетке лотка, а при каждом обороте барабана аппарата и движения лопастей всплывают и перемешиваются от движения воды, как и при водоподаче. Обработку икры за период инкубации указанными веществами проводят 2–3 раза.

С начала вылупления личинок начинают отбирать из аппаратов маленьким плоским сачком из мелкого капронового сита и отсаживают в сетчатые садки для выдерживания до перехода на смешанное питание.

Выживаемость личинок от количества живых икринок в безаварийных случаях составляет 85–95%. На практике лучшие результаты инкубации получены в аппарате нашей конструкции с импульсной

подачей воды, обеспечивающей тщательное перемешивание икры 1–2 раза в минуту и полный водообмен — за 10–20 минут.

Выдерживание личинок после вылупления. По завершению вылупления личинок осетровых рыб обычно выдерживают в течение около 6–7 суток в сетчатых садках, установленных в стоячей воде в пруду, где их прикрывают матами из тростника, предохраняя от солнца и развития водорослей, или в пластиковых бассейнах. При этом выход составляет около 70%.

Учёт личинок. Для учёта вылупившихся личинок из рыбоводных аппаратов и переводе их в садки или бассейны для выдерживания производят их подсчёт с помощью эталона. В качестве эталона используют тазик или миску с водой и определённым количеством личинок, отсчитанных поштучно. Затем в ёмкости, одинаковые с эталоном, отсаживают личинок без счёта до такой же плотности посадки, как в эталоне. Эти ёмкости должны быть светлыми внутри, чтобы на этом фоне хорошо были видны личинки. По количеству эталонных ёмкостей с личинками, которых отсаживают в садки, определяют их общее количество.

Аналогичным способом ведётся учёт при выпуске личинок из садков и бассейнов в пруды, только эталон берётся большим.

Личинок, содержащихся в садках перевозят в пруды во флягах объёмом 40 л с плотно закрывающимися крышками по 30 тыс. личинок на одну флягу. Это надо делать как можно быстрее, чтобы личинки во флягах не погибли.

В современный период личинок и ранних мальков стерляди можно подращивать до массы 100–120 мг (комбинированный способ — бассейны-пруды) перед высадкой в пруды, и далее до необходимого возраста с применением сухих комбинированных кормов.

Перевозка оплодотворённой икры и личинок стерляди. Развивающуюся икру можно перевозить через 2–4 суток после оплодотворения с продолжительностью до первых суток в полиэтиленовых пакетах до 3 кг на один пакет, заправленный 10–12 л воды и 20–25 л кислорода. В благоприятных условиях отход икры при этом практически не наблюдается.

После доставки икры на место доинкубации следует выравнять температуру воды в пакетах с икрой как в инкубационных аппаратах, чтобы её перепад составлял не более двух градусов.

Вставших на плав личинок перевозят в таких же пакетах по 25–30 тыс. шт. на пакет, заправленный тем же количеством воды и кислорода, при продолжительности транспортировки не более суток. При выпуске в пруды следует выровнять температуру воды в пакетах как в прудах, выдержав пакеты в воде прудов 15–20 минут.

При перевозке в течение 10–12 часов личинок транспортируют в цистерне (объёмом 3 м³) живорыбной машины с периодическим включением аэратора, который работает примерно половину времени перевозки, в количестве до 1 млн шт. за раз. Транспортировку личинок желательно проводить в ночное время (или в пасмурную погоду), чтобы предотвратить нагревание воды в цистерне с личинками. По привозу личинок на место также необходимо произвести постепенное выравнивание температуры воды в цистерне и в садках (или прудах), куда будут высажены личинки.

Для выращивания молоди стерляди до полутора месяцев используют типовые осетровые пруды площадью 2–4 га и глубиной около 2 м с чистым от нитчатых водорослей и другой растительности ложем и отвечающим всем требованиям этих рыб по показателям гидрохимического режима. По уровню развития зоопланктона кормовая база прудов должны быть не менее 3 г/м³, по зообентосу — не менее 5 г/м².

При работе по воспроизводству стерляди в садковых водохранилищных комплексах применяют следующую технологию.

Личинок стерляди, вставших на плав, помещают в бассейны с проточной водой на берегу водохранилища или в плавучие бассейны с сорлифтами, установленными прямо в водохранилище при плотности посадки 1–2 тыс. шт./м². В этот период особое внимание должно быть уделено температуре воды, содержанию кислорода, водообмену, так как личинки стерляди плохо переносят температуру воды ниже 6–7°C. В условиях при температуре воды 9,5–10°C (и более высокой) личинки делают свечку, активны, при 6–7°C движения их замедлены, свечку делают лишь отдельные особи. При 3–3,5°C, как правило, всплывающих личинок уже нет, отдельные личинки стерляди слабо движутся над дном. В условиях при температуре воды 0,5°C подавляющая часть личинок неподвижна, лишь отдельные едва шевелятся, затем происходит массовая гибель личинок. В таких случаях, если личиночная стадия совпадает с резким понижением температуры воды, необходим её искусственный подогрев.

Оптимальное содержание кислорода в бассейнах малькового цеха поддерживают путём регулирования проточности, а в плавучих бассейнах — за счёт изменения интенсивности работы эрлифта. При этом концентрация растворённого в воде кислорода в этот период не должна быть менее 4–5 мл/л. Водобмен в бассейнах устанавливается не реже 10 раз в течение суток.

Для успешного перевода личинок на активное питание, при небольшом отходе (10%), устанавливают в бассейнах необходимую концентрацию мелкого живого планктона на уровне 50–100 мг/л. При снижении концентрации за счёт выедания молодью рыб, зоопланктон отлавливают в водохранилище и добавляют в бассейны (или кормят науплиями артемии).

Переход личинок стерляди на активное питание совпадает с цветением воды диатомовыми водорослями. При наличии водорослей в воде и на стенках бассейнов в массе появляются пузырьки кислорода, образующиеся при фотосинтезе фитопланктона. При недостаточном количестве живого корма в бассейнах личинки стерляди начинают заглатывать пузырьки кислорода (диаметр 0,7 м). Гибель личинок стерляди от пузырьков газа может принимать массовый характер.

При появлении на поверхности воды первых личинок с пузырьками воздуха в ротовой полости необходимо срочно увеличить концентрацию живого корма в бассейнах. Это позволит спасти от гибели оставшихся личинок. Следует учесть, что вместе зоопланктоном можно внести в рыбоводные ёмкости агрулюсов — опасных эктопаразитов.

Подращивание мальков стерляди в бассейнах. На протяжении 20–30 дней мальков стерляди подрашивают в бассейнах, продолжая кормить живым зоопланктоном и крупной стартовой комбикормом.

Зоопланктон отлавливают в водохранилище большими планктонными сетями из капронового сита № 32 при тралении с мотолодков. Для получения живых рачков траление производят не более 2–3 минут, улов сразу же переносят в ведро с водой, в котором рачков содержат не более 5–10 минут. В момент транспортировки рачков в ведрах должна быть такой, чтобы в полном ведре через массу рачков просматривалось дно. Чтобы избежать переноса в бассейны вместе с рачками личинок плавунцов, стрекоз, гладышей, улов процеживают через 1 мм сетку. Для предупреждения попадания в бассейны

грибков, рачков из ведра вместе с водой сливают в сачок из сита № 32. Оставшуюся на сите густую массу рачков быстро переносят в бассейн с молодью стерляди. Вместо зоопланктона используют науплий артемии салина, что позволяет избежать внесения эктопаразитов.

Мальки стерляди интенсивно едят живой корм и хорошо растут. Индексы наполнения желудков и кишечника у них составляют, как правило, свыше 4000/000. За 30 дней мальки стерляди в бассейнах достигают 1–3 г. На получение 1 кг прироста мальков стерляди затрачивается 10 кг живых кормов.

Мелкий живой зоопланктон из водохранилищ удовлетворяет пищевые потребности стерляди до тех пор, пока она не достигает массы 2–3 г. После этого у молоди без использования сухих комбикормов замедляется темп роста.

В.П. Михеев рекомендует также использовать агаризированный корм. Его изготавливают так:

- вначале из отжатых на капроновом сите рачков изготавливают комки массой 50–100 г, которые осторожно, чтобы сохранить рачков, опускают на дно бассейнов. Такой корм дают 5–6 дней по 8–10 раз в день;
- рачков начинают связывать агаром (0,45–0,5% агара к массе корма);
- постепенно количество агара увеличивают до 0,7% с одновременным добавлением рыбного и дрейсенового фарша.

Состав корма (%): рачки — 33, фарш рыбный и из дрейсены — 33, рыбный бульон — 33,3, агар — 0,7.

Технология приготовления агаризированного корма предусматривает сохранение высоких кормовых свойств зоопланктона. В кипящем рыбном бульоне расплавляют агар, добавляют фарш из варёной рыбы и дрейсену. Полученную массу охлаждают до 45–60° и смешивают с отцеженным от воды зоопланктоном. Агаризация корма (превращение в желобразную массу) происходит при температуре ниже 38–30°C. Корм, приготовленный таким образом, высокопитателен, не расплывается в воде в течение нескольких суток. Застывший корм помещают на дно бассейнов.

Ежедневная норма агаризированного корма для молоди стерляди в бассейнах должна составлять до 100% от её массы. Индекс наполне-

ния желудков и кишечника в этот период может достигать 5000/000. В связи с высокой влажностью агаризированного корма его затраты составляют 6–10 кг на 1 кг прироста молоди рыб.

Через 10–12 дней мальки стерляди привыкают к агаризированному корму и хорошо его поедают. В это время их можно пересаживать из бассейнов в плавучие садки.

При выращивании молоди стерляди в бассейнах необходима ежедневная чистка их от экскрементов и остатков корма. Особую опасность представляет испорченный агаризированный корм. У мальков, питающихся на дне бассейнов остаткам и такого корма, может наступить отравление. Первые признаки отравления проявляются в том, что вначале мальки перестают питаться и вяло плавают в толще воды, брюшная полость вздута и заполнена жидкостью. Через несколько дней мальки погибают. Гибель может принимать массовый характер.

Ежедневная чистка дна бассейна от остатков корма является обязательной при выращивании мальков стерляди.

В качестве сухих комбикормов в настоящее время применяют отечественные гранулированные (экспандированно-экструдированные корма) рецептов ОСТ-4, ОСТ-6, ОСТ-7, ОСТ-8, ОТ-6, ОТ-7 (глава IX), или их зарубежные аналоги. Это позволяет избежать сверхнормативный отход молоди.

**Состав влажного гранулированного корма из ресурсов
самых водохранилищ (%)**

Кормовая рыба свежая варёная (вместе с бульоном) или сырая	50
Дрейсена свежая, варёная	20
Отруби, мука ржаная, комбикорм	23
Кормовые дрожжи	5
Зелёная растительность	1
Витаминный премикс	1

Для предупреждения у стерляди авитаминоза В₁ кормовую рыбу и дрейсену варят. В процессе варки энзим тиаминаза инактивируется, отрицательное действие его на витамин В₁ прекращается. Сырую рыбу и дрейсену в составе корма следует употреблять не чаще двух раз в неделю, причём чередовать с варёной рыбой и дрейсеной.

Приготовление корма производится следующим образом:

- свежую кормовую рыбу в сыром или варёном виде вместе с чешуёй, костями и внутренностями пропускают через мясорубку;
- на мелотёрке превращают в фарш дрейсену;
- фарш из рыбы и дрейсены смешивают с комбикормом, кормовыми дрожжами, бульоном и растительностью в кормосмесителе, после чего пропускают через мясорубку с диаметром отверстий решётки 1–2 мм;
- кормление мальков стерляди производят свежими гранулами без предварительного их просушивания.

Частота внесения порций корма регулируется расчётом, чтобы корм полностью поедался молодью. Суточная дача корма молоди стерляди в зависимости от возраста и температуры воды колеблется от 12 до 2% к массе рыбы. В августе и первой половине сентября – начале октября – 4–6%, во второй половине октября – ноябре – 2–3%.

Выращивание мальков стерляди в плавучих садках. Из бассейнов мальков стерляди пересаживают в садки в конце июня – первой половине июля. Их масса при этом составляет 2–4 г. В садках, несмотря на отсутствие течения, мальки стерляди оказываются в лучших условиях, чем в бассейнах. Тут имеет место волновое движение воды, содержание кислорода выше, имеется естественная пища в виде организмов, заходящих из водоёма.

Стерлядь выращивают в больших по объёму садках, где её содержат до поздней осени. Выращивание сеголетков стерляди ведётся при плотных посадках — 300–400 шт./м² или 10–15 тыс. шт. на садок.

Первое время мальков стерляди продолжают кормить агаризированным кормом из расчёта 70–80% корма от массы рыбы. Корм вносят в садки 4–5 раз в день. В дальнейшем наряду с агаром малькам выдают фарш из варёной рыбы из расчёта 5–8% к массе рыбы ежедневно. Когда мальки стерляди достигают массы 8–10 г, что обычно приходится на середину – конец августа, их начинают приучать к гранулированному корму. Для этого в течение нескольких дней дают изменённый агаризированный корм, в состав которого дополнительно вводят комбикорм и гидролизные дрожжи в количестве 5–6%. После этого молодь стерляди можно кормить гранулированным кормом на основе одной малоценной рыбы или в смеси с дрейсеной.

Бионормативы выращивания стерляди в бассейнах (в т.ч. в УЗВ) даны в таблице 77 (по результатам работы Е.И. Хрусталёва).

Таблица 77

**Биотехнические нормативы выращивания
посадочного материала стерляди**

Показатель	Норма
1	2
<i>Выдерживание предличинок</i>	
Температура воды, °C	12-15
Концентрация растворённого в воде кислорода, мг/л	6-9
pH	6,5-7,5
Плотность посадки, тыс. шт./м²	5,0
Выживаемость, %	80,0
Продолжительность этапа, сут	8-12
<i>Подращивание молоди до массы 1 г</i>	
Температура воды, °C	16-18
Концентрация растворённого в воде кислорода, мг/л	6-9
pH	6,5-7,5
Плотность посадки, тыс. шт./м²	3,0
Выживаемость, %	50,0
Продолжительность этапа, сут	30
<i>Выращивание молоди до массы 3 г</i>	
Температура воды, °C	16-18
Концентрация растворённого в воде кислорода, мг/л	6-9
pH	6,5-7,5
Плотность посадки, тыс. шт./м²	1,2
Выживаемость, %	80,0
Продолжительность этапа, сут	20
<i>Выращивание сеголетков до массы 10 г</i>	
Температура воды, °C	18-23
Концентрация растворённого в воде кислорода, мг/л	6-9
pH	6,5-8,0
Плотность посадки, тыс. шт./м²	1,0
Выживаемость, %	90,0
Продолжительность этапа, сут	80-120

Продолжение таблицы 77

1	2
Водообмен воды в бассейнах (раз/ч) при: выдерживании предличинок;	1-2
подращивании личинок до 1 г;	2
выращивании молоди до 3-10 г	2-3
Уровень воды в бассейнах (м): при выдерживании предличинок;	0,2
подращивании личинок до 1 г;	0,3
выращивании молоди до 3-10 г	0,3-0,4
Суточная доза кормления (%) от массы тела	
Живые корма: первые 5-7 сут;	100,0
последующие 5 сут	80-60-40-20-0
Искусственные стартовые корма:	
первые 5-7 сут;	3-6-9-12-15
последующие 20 сут;	15-10
при выращивании молоди до 3 г;	10-8
при выращивании молоди до 10 г	8-6
Промысловый возврат от 10 г молоди, %	4,6
<i>Выращивание сеголетков до массы 50-50 г в УЗВ</i>	
Температура воды, °C	20-25
Концентрация растворённого в воде кислорода, мг/л	8-10
pH	6,5-7,5
Плотность посадки, тыс. шт./м²	0,5
Выживаемость, %	90,0
Продолжительность этапа, сут	45-60
Водообмен воды в бассейнах, раз/ч	2-3
Уровень воды в бассейнах, м	0,4-0,5
Суточная доза кормления (%) от массы тела	5
Емкость кормления, раз/сут	5-6
Размер гранул, мм	1,5-2,0
<i>Выращивание сеголетков до массы 50-100 г (средняя 75 г) в УЗВ</i>	
Температура воды, °C	20-25
Концентрация растворённого в воде кислорода, мг/л	8-10
pH	6,5-7,5

Продолжение таблицы 77

1	2
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	0,3
Выживаемость, %	90,0
Продолжительность этапа, сут	60-90
Водообмен воды в бассейнах, раз/ч	2
Уровень воды в бассейнах, м	0,5-0,6
Суточная доза кормления (%) от массы тела	4-4,5

Борьба с паразитарными заболеваниями при выращивании в садках. В условиях водохранилищ мальки стерляди чаще всего подвергаются заболеванию диплостамозом, аргулезом, триходиниозом, ихтиофтириозом. В борьбе с паразитарными заболеваниями стерляди в садках основными являются профилактические мероприятия, лишь в крайних случаях производится лечение рыбы.

Диплостамоз. Паразит попадает в хрусталик глаза стерляди, вызывая помутнение его и слепоту рыбы. Особенно сильное заражение стерляди диплостамозом происходит в садках, установленных в прибрежье водохранилища или озера, где обитают промежуточные хозяева паразита — моллюски прудовики.

Для предупреждения заболевания садки со стерлядью следует установить вне зоны обитания прудовиков на плесе заливов, в 80-100 м от прибрежной растительности. Личинки паразита, продуцируемые моллюсками-прудовиками, обитающими в прибрежье, плохо плавают, поэтому на плесовые участки водоёма их попадает мало, и стерлядь слабо поражается этим паразитом.

Аргулез. Это заболевание отмечается у мальков стерляди в садках как в прибрежье, так и в области свободной воды. Возбудителем его является крупный (5-6 мм), свободно живущий рачок, прикрепляющийся к рыбе с помощью присосок. Размножается он в жаркий период лета, откладывая яйца на субстратах в поверхностных слоях воды. Кладки яиц этого паразита отмечаются на рамках плавучих садков. Выходящая из яиц молодь паразита в первую очередь поражает рыбу, содержащуюся в садках, вызывая её заболевание и при массовом развитии гибель.

Для борьбы с массовыми вспышками аргулеза стерляди в садках следует применять профилактический способ просушивания рам садков на воздухе (1 раз в неделю при температуре воды свыше 17-18°C), при котором погибают яйца паразита в кладках.

Для проведения лечебных ванн раствор марганцево-кислого калия (1:150000) заливают в глубокую просторную ёмкость. Мальков (50-150 шт.) размещают в плоском крупноячейном сачке и на 0,5 мин погружают в раствор, а затем поднимают на воздух на 10-25 с. Таковую операцию повторяют не менее 5-10 раз. Аргулюсы покидают мальков стерляди и проваливаются через дель сачка в раствор марганцовки. Освобождённую от аргулюса рыбу помещают в чистый садок. Находящихся в растворе аргулюсов с помощью ракетки из капронового сита вылавливают и уничтожают после каждых 2-3 порций обработки рыбы.

Другой способ — кратковременное помещение рыб в охлаждённую воду, закачиваемую насосом из зоны термоклина озёр аргулюсы также покидают жертву.

Сочетание периодического осушения садков с обработкой стерляди в воздушно-марганцевых, контрастных по температуре ваннах позволяет достаточно эффективно бороться с этим опасным для молоди заболеванием.

Триходиниоз. Уничтожение триходин проводят путём обработки стерляди 2,5-5% раствором поваренной соли. После обработки рыбу пересаживают в чистые садки. Улучшают рацион и усиливают кормление, так как триходины развиваются в первую очередь на истощённых и ослабленных особях.

Структура стерляжьего садкового питомника на водохранилищах. Разработанные на Пяловской базе ВНИИПРХ биотехника и рыбноводное оборудование для выращивания стерляди позволяют рекомендовать два типа стерляжьих садковых питомников на водохранилищах.

1. Садковый питомник с береговыми сооружениями.

2. Садковый питомник без береговых сооружений.

Второй тип питомников более прост в эксплуатации, он требует значительно меньше капитальных затрат на строительство.

Структура стерляжьего садкового питомника с береговыми сооружениями. К береговым рыбноводным сооружениям относятся инкубационный и мальковый цехи.

Инкубационный цех оборудуется аппаратами Ющенко, мальковый — пластмассовыми бассейнами ИЦА (фото 35, цв. вкл.). Волокна в бассейнах должны быть закрыты фильтрами, удерживающими

ми личинок стерляди. Водоснабжение инкубационного и малькового цехов принудительное, забор воды осуществляется из водохранилища через гравийный фильтр, очищающий воду от посторонних примесей. Помимо фильтра водопроводящая система включает в себя дегазатор и оксигенатор. В том случае, когда работа проводится с завезёнными с юга страны икрой или личинками стерляди, необходимо предусмотреть подогрев воды, поступающей в аппараты или бассейны.

Основным рыбоводным оборудованием являются бассейны диаметром от 1 до 1,5 м с кормораздатчиками. Зимовку производителей и посадочного материала стерляди проводят в зимних садках.

Вспомогательные сооружения включают:

- кормоцех, оборудованный мясорубками, пищеварочными котлами, кормосмесителями, мелотёрками, транспортёрами и др.;
- холодильник для сохранения резервного запаса кормовой рыбы, зоопланктона, других скоропортящихся продуктов и приготовленных кормов;
- компрессор для работы кормораздатчиков на садках;
- склад рыбоводного инвентаря и оборудования, где хранятся в разобранном виде бассейны садки, рамы, рыбоводные аппараты и пр.;
- пирс для сборки и разборки плавучих садков, который по своим размерам должен позволять производить работу с несколькими садками одновременно. Для облегчения спуска садков в воду, он располагается над водой;
- рыбоводный причал, оборудованный кранами, лебёдками, у которого производится зарыбление и облов садков;
- причал для весельных и моторных лодок, который строят отдельно от рыбоводного пирса.

Кроме того, в питомнике должны быть лодки весельные, моторные, лодки-кормораздатчики, буи ограждения, прожекторы, неводы, планктонные сети, драги для дрейсены и другое оборудование.

Содержание производителей из завозной разновозрастной стерляди в садках. Завезённую разновозрастную стерлядь в плавучих садках трудно приучить потреблять комбинированный корм. В результате этого от истощения погибает 60–80% посаженных в

садки рыб. Особи, привыкшие к комбинированному корму, в садках хорошо растут и достигают половой зрелости.

В ЮНЦ РАН (Матишов, Пономарёва и др., 2008) успешно проведена работа по формированию ремонтно-маточного стада стерляди донской и волжской популяций, что позволяет организовать товарное выращивание этого вида в индустриальных фермерских хозяйствах и на фермах по искусственному воспроизводству в установках замкнутого водообеспечения. Однако такие технологии интенсивного типа требуют применения высокоэффективных комбинированных кормов. Авторами этой технологии в ЮНЦ РАН получены высокие результаты.

Опыт формирования ремонтно-маточного стада стерляди. Широко известны работы по выращиванию стерляди в прудах как замкнутого объекта к карпу, однако технологические разработки по выращиванию стерляди в индустриальных условиях являются новыми, как в отечественном, так и в зарубежном рыбоводстве.

В нашей стране во ВНИИПРХе разработана технология выращивания стерляди в садках. Производителей стерляди для садковых хозяйств получают в местах её промысла. Для дальнейшего выращивания производителей стерляди в садках следует отбирать здоровых особей без травм и повреждений. После перевозки стерлядь сразу помещают в садки.

В первое время стерлядь, завезённая из маточных водоёмов, обычно не потребляет искусственные корма, а питается личинками насекомых, червями и другими живыми кормами, к которым она привыкла в естественных условиях. Однако в связи с трудностью обеспечения живым кормом стерлядь приходится кормить комбинированными кормами. Поэтому в последние годы используют методику её приучения к этим кормам.

В течение всего года производителей стерляди содержат в садках. Плотность посадки летом должна составлять 1,5–3 кг/м². Рыбу кормят 1–3 раза в сутки из расчёта 3–5% к её массе. Наиболее охотно стерлядь потребляет влажные гранулированные корма на основе маляшней рыбы. Производители стерляди, хорошо поедающие в садках комбинированный корм, отличаются высокой выживаемостью: летом она составляет 90–100%.

Производители в садках обычно растут медленно: относительные годовые приросты составляют 10–20%. Созревание в садках

взрослой рыбы, завезённой из маточных водоёмов, обычно начинается не более чем через 2–3 года после завоза, за этот период происходит адаптация к новым условиям содержания. Самцы хорошо и одновременно дружно созревают. Созревание самок происходит не ежегодно.

Плотность посадки ремонтного и производителей стерляди в летних садках не должна превышать 9–10 кг/м², в зимних — 10–20 кг/м². Обычно за летний период индивидуальная масса производителей увеличивается на 20–30%. В течение зимы и весны происходит уменьшение массы тела на 12–17%.

Абсолютная плодовитость садковой стерляди массой 600–1000 г составляет 15–30 тыс. икринок, относительная плодовитость — 20–30 икринок на 1 г массы.

Работы с донской стерлядью сотрудники Азоврыбвода начали проводить на Донском осетровом рыбноводном заводе в конце 90-х годов прошлого века. Для восстановления популяции донской стерляди необходимо было сформировать маточное стадо. В настоящее время сформировано небольшое маточное стадо донской стерляди, которое содержится в условиях этого осетрового рыбноводного завода. Его выращивание проводилось в бассейнах на комбинированных комбикормах.

На Волгоградском осетровом рыбноводном заводе за период 2003–2007 г. также проведены успешные работы по формированию ремонтно-маточного стада волжской стерляди, заготовленной в естественных условиях. Специалистами завода совместно с АГТУ разработаны технологические методы выращивания стерляди в проточном и замкнутом режиме, разработаны специальные влажные комбикорма для ремонтно-маточного стада (Сырбулов и др., 2005).

В ЮНЦ РАН работы по формированию ремонтно-маточного стада стерляди были проведены с 2005 по 2008 гг. на научно-экспериментальной базе «Кагальник» в условиях УЗВ. Для создания ремонтно-маточного стада использовали молодь стерляди волжской популяции, завезённую с хозяйств Нижней Волги.

В этих исследованиях были выполнены работы по формированию ремонтно-маточной группы рыб. Стерлядь, один из самых тугорослых видов среди осетровых рыб, показала высокие потенции роста в зимний период при стабильном температурном режиме (приводится как пример формирования РМС).

Работа по выращиванию волжской стерляди выполнялась в системе замкнутого водообеспечения при регулируемом температурном режиме.

Первую партию производителей волжской стерляди в количестве 10 экземпляров (3 самки и 7 самцов) завезли в ноябре с Волгоградского осетрового завода, которые были выловлены из естественных условий (р. Волга) при осенней заготовке. Производителей содержали в бассейнах 2 × 2 м при температуре 9,5–10,4°C без кормления. Содержание кислорода в воде находилось в пределах нормы и составило 7,7–8,5 г/л. В декабре самки были протестированы для определения степени зрелости половых продуктов (табл. 78).

Таблица 78

Результаты тестирования самок стерляди перед нерестом

№ самки	Длина, см	Масса, кг	Размер икры, мм		Коэффициент поляризации ооцитов, %
			вертикальный	горизонтальный	
1	64	1,430	2,42	2,28	13,40
2	63	1,320	2,43	2,18	8,25
3	75	2,125	2,46	2,19	9,00

Производителей продолжали содержать в бассейнах до февраля при средней температуре 7–8°C. За две недели до нереста начали поднимать температуру воды на один градус в сутки, и довели её до 15°C. При такой температуре рыбу содержали в течение недели. Перед нерестом самок повторно протестировали, коэффициент поляризации ооцитов составил 7,5–8,0%, что свидетельствовало о начале перехода яичников в VII стадию зрелости (стадия текущих половых продуктов).

Дополнительно для подготовки производителей стерляди к нересту использовали биологически активные вещества, аскорбиновую кислоту, α-токоферол и В₁₂, которые вводили в виде инъекции по специальной схеме за месяц до нереста (Пономарёв и др., 2003). В работах по подготовке стерляди к нересту с применением комплекса витаминов С, Е и В₁₂ использовали фармацевтические препараты раствора 10%-ной аскорбиновой кислоты (100 мг/мл), 10%-ного α-токоферол-ацетата (300 мг/мл) и цианокобаламина (300 мкг/мл).

Витамины вводили медицинским шприцем объёмом 5 см³ в спинную мышцу на уровне третьей жучки. Для каждого препарата использовали индивидуальный шприц. Дозы инъекций составили: витамин С — 10 мг/кг, витамин Е — 15 мг/кг, витамин В₁₂ — 50 мкг/кг массы тела рыбы. Контрольной группой служили производители, инъекцированные витаминами С и Е. Обработку икры русского осетра цианокобаламином проводили в период обесклеивания в аппаратах АОИ в течение 45 минут, перед размещением на инкубацию.

Влияние витаминных инъекций и обработки икры цианокобаламином определяли на основании данных созревания производителей, процента оплодотворения икры, а также выживаемости эмбрионов, личинок и выхода молоди.

Для стимулирования самок и самцов стерляди использовали глицириновую гипофизарную вытяжку, которую вводили из расчёта на массу рыбы (табл. 79). Самцам гипофизарную инъекцию делали раньше, чем самкам. После инъекции самок размещали в бассейнах с проточной водой, имеющих светлое дно.

Таблица 79

Расчётные дозы гипофизарного препарата для производителей стерляди в зависимости от массы тела

Масса производителей, кг	Активность гипофизарного препарата, ЛЕ	Доза гипофизарного препарата, ЛЕ/кг	Доза гипофизарного препарата в мл на особь
0,5	65	13	0,1
1,0	65	13	0,2
1,5	65	13	0,3
2,0	65	13	0,4
2,5	65	13	0,5
3,0	65	13	0,6

Самцы стерляди созрели через 24 часа. Активность отцеженной спермы составила 4–5 баллов по шкале Персова, у самок в это время отмечено покраснение анального отверстия. Самки начали созревать через 28 часов, что было установлено визуально по отдельным икринкам, рассеянным по дну бассейна или путём осторожного от-

цеживания малых порций икры, для чего самок просматривали через каждые 1,5–2 ч.

К отбору икры у самок стерляди приступали лишь после того, как установили, что при лёгком нажатии на брюшко икра свободно вытекает. Самку извлекали из воды, насухо вытирали полотенцем, затем заворачивали в него и брюшком кверху помещали в подставку на столе. Во время отбора икры жабры рыб через каждые 1–1,5 минут смачивали водой.

Получение икры осуществляли методом подрезания яйцевода. В среднем от каждой самки было получено 155–250 г икры, что характерно для впервые нерестующих самок (табл. 80). Средняя масса икринки колебалась от 6,4 до 8,2 мг, диаметр 2,3 мм. После взятия икры самкам были введены антибиотики (гентамицин), для исключения попадания инфекции после операции.

Таблица 80

Рыбоводно-биологические показатели самок волжской стерляди, созревших при управляемом температурном режиме в УЗВ

№ самки	Длина, см	Масса, кг	Количество икры		% оплодотворения
			г	тыс. шт.	
1	64	1,430	201	31,3	90
2	63	1,320	155	18,7	82
3	75	2,125	250	28,7	85

После осеменения икру отмывали от клейкости при использовании талька в течение 45 минут, а затем закладывали на инкубацию. Инкубацию проводили в аппаратах «Осётр», вкладыши которых были установлены непосредственно в бассейн. Температура воды во время инкубации составила 17°C. Процент оплодотворения составил 90%. Инкубация длилась пять суток. В период инкубации проводили обработку икры фиолетовым К из расчёта 0,2 мг/л.

Вторая партия производителей волжской стерляди была подготовлена к нересту при естественной температуре. Самок протестировали при температуре воды 12°C. Коэффициент поляризации составил 12–13%, зрелость яичников соответствовала стадии IV. Через две недели после поднятия температуры воды до 15°C, у самок повторно взяли пробы для определения стадии зрелости и готовности к нересту. Затем самкам и самцам сделали гипофизарные

инъекции для стимулирования нереста и созревание производителей наступило через 24–28 часов (табл. 81).

Таблица 81

Рыбоводно-биологические показатели самок волжской стерляди, созревших при естественной температуре воды

№ самки	Длина, см	Масса, кг	Количество икры		% оплодотворения
			г	тыс. шт.	
1	61	0,987	77	9,6	80
2	62	1,000	76	9,5	78
3	70	1,120	90	11,2	82

Аналогичная работа проведена и со стерлядью донской популяции.

Выращивание стерляди в установке замкнутого водообеспечения (по результатам работ А.Ю. Киселёва, В.И. Филатова, А.В. Ширяева, В.А. Слепнёва из ВНИИПРХа, С.В. Пономарёва, Е.Н. Пономарёвой из АГТУ и ЮНЦ РАН). Перечень оборудования установки замкнутого водообеспечения ВНИИПРХ включает необходимый набор бассейнов, а также систему очистки воды:

- блок биологической очистки (биофильтр);
- блок механической очистки;
- рыбоводные бассейны;
- насосную станцию;
- систему трубопроводов;
- оксигенатор.

Объём и количество структурных единиц установок определяются конкретными требованиями к созданию комплекса по воспроизводству стерляди и его целевому назначению (получение половых продуктов, инкубация, подращивание молоди, производство посадочного материала для целей зарыбления естественных водоёмов и др.). Примеры расчёта оборудования участка по выращиванию и содержанию маточного стада стерляди, исходя из производственных объёмов в 1200 тыс. однодневных личинок и последующего производства качественного посадочного материала, представлены ниже.

Требования к качеству воды в рыбоводных ёмкостях. Оптимальная температура выращивания и нагула стерляди в УЗВ составляет 18–22°C. Температура выше 24°C может привести к лишним

группам корма, нарушениям в формировании гонад и поэтому нежелательна. Показатели качества воды даны в таблице 82. Содержание кислорода определяют с помощью оксиметра (фото 36, цв. вкл.).

Таблица 82

Показатели качества воды в рыбоводных ёмкостях

Показатели	Норма
pH	6,5–7,6
кислород на выходе, мгО ₂ /л	не менее 6,5
температура воды, °C	22–26
общий аммиачный азот, мгN/л	до 1,5
нитритный азот, мгN/л	до 0,2
нитратный азот, мгN/л	до 60

На этапе выращивания молоди от стадии личинки используются декапсулированные яйца (или науплиусы) артемии салины, а также стартовые комбинированные корма для осетровых рыб отечественного и импортного производства следующих размеров в зависимости от массы рыб и размеров глотки:

Масса молоди, г	Размер крупки, мм
0,02–0,5	0,3–0,6
0,6–1,0	0,6–1,0
1,0–5,0	1,0–2,5
Размер гранул, мм	
5,0–20,0	2,0–2,5
20,0–50,0	2,5–3,0
50,0–500,0	3,5–4,5
Свыше 500,0	6,0–8,0

Для кормления производителей используют отечественные и импортные комбикорма с высоким уровнем протеина — 48–55%, жира — до 15%. Является обязательным применение специального поливитаминного осетрового премикса, например, ВМП 110-5, разработанного АГТУ (патент № 2300495, зарегистрирован 30.08.2007 г.).

Нормы кормления зависят от массы рыб и температуры воды и составляют при оптимальных значениях температуры воды 18–22°C:

Для рыб массой:	
— 0,1–0,5 г;	10–20%
— 0,5–3,0 г;	6–8%
— 3,0–10,0 г;	5–6%
— 10,0–50,0 г;	4–5%
— 50,0–100,0 г;	3–4%
— 100,0–500,0 г;	2,5–3%
Для рыб более 500,0 г	1,5–2%

В течение первого месяца выращивания личинок кормят 24 раза в сутки, далее — через 2 часа. Для кормления используют автоматические кормораздатчики любого типа или ленточные кормушки. В зимний период, или при низких температурах воды, норма кормления составляет 0,5–1,0% от массы рыб, кратность кормления — 2–3 раза в сутки.

Схема выращивания ремонтной группы дана в таблице 83.

Таблица 83

Схема выращивания ремонта старшей группы стерляди
(в расчёте на получение 200 тыс. шт. икры)

Масса группы ремонта, г	Продолжительность выращивания, сут	Количество, шт.	Общая масса, кг
0,02–3,0	40–60	500	15,0
3,0–20,0	80–120	150	30,0
20,0–200,0	200–280	100	20,0
200,0–450,0	320–440	50	22,5
450,0–1500	460–720	30	30–450

Весь цикл выращивания старшего ремонта от личинок составляет 2–2,5 года. После этого наблюдается созревание самцов, что служит началом работ по проверке созревания самок. Зрелость самок может наступить в возрасте 2,5–3 года, и её наступление может стимулироваться изменением режима содержания и кормления рыб. Отбраковка и окончательное определение ремонта, оставленного для маточного стада, производится по результатам первого нереста.

Ежегодная обновляемость стада составляет 15%, возраст рабочего стада — 4–10 лет.

Температура воды в процессе выращивания и межнерестового периода рыбы поддерживается в пределах 18–22°C (табл. 84).

Таблица 84

Температурный режим эксплуатации маточного стада

Рыбоводный процесс	Длительность этапа, сут	Температура воды, °C
Выращивание	120–150	18–22
Адаптация	5	10–12
Воспроизводство	30–40	10–12
Адаптация	3	14
Инъекции и получение икры	1–2	14

Длительность одного цикла составляет 150–200 суток. Таким образом, в течение года возможно двухкратное получение икры от одной самки стерляди, а количество икринок, получаемое от самки в год, может составлять до 40 тыс. шт.

Во время бонитировки устанавливают соотношение полов рыб, определяют степень зрелости и отбраковывают рыбу. Самцы стерляди созревают раньше, в возрасте 1,5–2 лет, и имеют характерную беловатую окраску половых. Брачный наряд самки проявляется позднее. Для стимулирования появления брачного наряда молодых особей выдерживают при пониженных температурах воды (8–12°C) в течение 2–4 недель. Более точное определение зрелости и пола проводится шупом согласно общепринятым методам работы со стерлядью и другими видами осетровых рыб.

В условиях УЗВ возможно использование производителей стерляди для получения икры. Температурный режим содержания зрелых рыб представлен выше. Регламент нереста и перечень оборудования включает в себя стандартный набор и перечень, необходимый для получения половых продуктов осетровых рыб.

Инъекции самок и самцов проводят из расчёта 4,5 мг осетрового гипофиза на 1 кг живой массы производителей. Предварительная инъекция делается самкам в расчёте 1/10 часть от разрешающей дозы. Ожидаемые сроки овуляции при температуре 14°C составляют 24–32 ч.

Наступление овуляции определяют внешним осмотром по наличию икринок на дне бассейнов.

Не всегда икра стерляди сцеживается свободно при надавливании на брюшко самок. При этом не следует затягивать получение, икру нужно сцедить путём надреза брюшка или разделительной плёнки в генитальном отверстии. В противном случае овуляция в полости самок и задержка овулировавшей икры могут существенно снизить процент её оплодотворения. Вместо гипофиза в современный период можно применять глицириновую гипофизарную вытяжку и синтетический гонадотропный препарат сурфагон.

Инкубация икры и вылупление эмбрионов происходят при температуре 14–16°C. При этой же температуре осуществляется выдерживание личинок до начала активного питания. После этого температуру воды повышают до 18°C и личинок кормят науплиями артемии салина в течение 3–5 суток, далее приступают к подкормке молоди сухими комбинированными кормами (крупкой).

Рыбоводно-биологические нормативы (ВНИИПРХ) для выращивания молоди, товарной рыбы, производителей

Наименование показателей	Норма
1	2
Возраст достижения половозрелости, лет:	
– самцы	2–3
– самки	3
Длительность повторного созревания, мес.	6–8
Нерестовые температуры, °C	12–18
Соотношение полов:	
– самки	3
– самцы	1
Рабочая плодовитость самок, тыс. икринок	18–20
Длительность инкубации, сут	6–8
Оплодотворяемость, %	85
Выход свободных эмбрионов от количества оплодотворенной икры, %	70
Ежегодное обновление маточного стада, %	15
Резерв производителей, %:	
– самцов	30
– самок	10
Норма загрузки инкубационного аппарата «Осётр»:	
– вкладышей, шт.	8–10
Загрузка аппарата системы Ющенко, тыс. шт.	200–250
<i>Выращивание личинок и молоди</i>	
Площадь личиночных ёмкостей, м²	1–4

1	2
Глубина слоя воды, м	0,2–0,5
Температура воды, °C	14–18
Плотность посадки свободных эмбрионов, тыс. шт./м²	12–5
Выход личинок, перешедших на активное питание от свободных эмбрионов, %	50
Средняя масса личинок при переходе на активное питание, мг	20
Длительность интервала от вылупления до начала активного питания, сут	4–10
Выход личинок массой 3 г от перешедших на активное питание личинок, %	80
Плотность посадки, тыс. шт./м²	3–5
Продолжительность выращивания до 3 г, сут	40
Затраты корма	1,7–1,0
<i>Выращивание до массы 20 г</i>	
Объём бассейнов, м³	0,3–2,0
Плотность посадки, тыс. шт./м²	1
Температура воды, °C	18–22
Выход, %	80
Скобур ремонта, %	20
Продолжительность, сут	40–60
Затраты корма	1,0–1,5
<i>Выращивание до массы 200 г</i>	
Объём бассейнов, м³	0,5–5
Плотность посадки, шт./м²	100–200
Температура воды, °C	20–22
Выход, %	90
Скобур ремонта, %	20
Продолжительность, сут	120–160
Затраты корма	1,5–2,0
<i>Выращивание до массы 400–500 г</i>	
Объём бассейнов, м³	0,5–5
Плотность посадки, шт./м²	100–200
Температура воды, °C	20–22
Выход, %	95
Скобур ремонта, %	80
Продолжительность, сут	120–160
Затраты корма	1,2–2,0

1	2
<i>Выращивание до массы 1 кг и выше (режим нагула между получением икры)</i>	
Объем бассейнов, м³	0,5–5
Плотность посадки, шт./м²	20–30
Температура воды, °C	20–22
Выход, %	95
Отбор ремонта, %	80
Продолжительность, сут	140–260
Затраты корма	1,5–2,0

Технологическое оборудование УЗВ по выращиванию и содержанию маточного стада стерляди. Система УЗВ должна отвечать требованиям организма стерляди при её выращивании в искусственных условиях среды, в связи с чем выполнен расчёт производительности установки, затрат воды, кислорода, рыбоводных ёмкостей и блоков биологической очистки (фото 37, цв. вкл.).

Установка должна обеспечить круглогодичное выращивание маточного стада в количестве 200 шт. массой 2,5–4 кг (приводится в качестве примера).

<i>Участок выращивания ремонта и производителей</i>	
1	2
Мощность установки	950–1000 кг
Площадь застройки	450 м²
Основное оборудование:	
– рыбоводные ёмкости;	30 шт.
– глубина воды;	до 1 м
– размер	4 м²
Блок очистки (биофильтр)	
– производительность;	30 м³/ч
– ёмкость по воде	30 м³/ч
Насосная станция:	
производительность	30 м³/ч
Блок стерилизации воды (озонаторы, бактерицидная установка)	1 компл.
Оксигенатор	1 шт.
Водоснабжение:	
– расчётный циркуляционный расход;	30 м³/ч
– подпитка свежей воды	0,25 м³/ч

1	2
Производство:	
производственные стоки, близкие к фекальным	0,25 м³/ч
Ресурсы:	
годовое водоснабжение на технологические нужды;	5800 м³/год
в том числе на подпитку;	2160 м³/год
годовое потребление тепла (с учетом здания);	535 Гкал/год
расход кислорода	2300 кгО₂/год
<i>Участок выращивания молоди стерляди</i>	
Нормативы:	
мощность линии 800 тыс. шт.;	до 50 мг
мощность линии 800 тыс. шт.;	до 1500 мг
мощность линии 30 тыс. шт.;	до 25 г
площадь застройки	450 м²
Основное оборудование:	
рыбоводные ёмкости;	39 шт.
глубина воды;	до 1 м
размер:	
2 × 2 м;	30 шт.
1 × 1 м	9 шт.
Блок очистки (биофильтр):	
производительность	30 м³/ч
ёмкость по воде	30 м³
Насосная станция:	
Производительность	30 м³/ч
Блок стерилизации воды (озонаторы, бактерицидная установка)	1 шт.
Оксигенатор	1 шт.
Производство:	
стоки	0,25 м³/ч
Ресурсы:	
годовое водоснабжение на технические нужды;	5800 м³/год
в том числе на подпитку;	2160 м³/год
годовое потребление тепла (с учётом здания);	535 Гкал/год
расход кислорода	1204 кг/год

1	2
Инкубационный цех	
Оснащение для инкубации и выдерживания икры:	
– площадь застройки;	215 м²
– стойка – 10 аппаратов Вейса;	2 шт.
– лоток для сбора личинок;	2 шт.
– аппарат «Осётр»	1 шт.
Устройство для подготовки производителей к нересту:	
– ёмкости размером 2 × 2 м;	5 шт.
– фильтр биологической очистки БО-4 (объём фильра 4 м³)	1 шт.

10.6. Технология выращивания товарной рыбы в речных садках

В настоящее время на юге России (Астраханская обл.) получили распространение садковые хозяйства для выращивания товарных осетровых и содержания ремонтно-маточных стад. У этих садковых хозяйств имеется береговая база, где сосредоточены такие участки как: бассейновые, инкубационные цехи, садки-пруды для работы с производителями, цехи живых кормов, лаборатория и др.

На речных водотоках используют глубокие удобные места, имеющее обратное течение, садки размещают возле регулирующих водотоки гидроузлов (шлюзов). Применяют стационарные и передвижные садки (понтонные линии). Такие садки кроме понтонов, собственно садков, переходных мостиков, имеют также рыбоводные помещения (лабораторию) для работы с рыбой, кормоцех, инкубационный цех с инкубационными аппаратами и аппаратами для обесклеивания икры, кормораздатчики и транспортные линии для перевозки кормов, рыбы, садков.

Садки для выращивания осетровых рыб мало отличаются от садков для выращивания форели, атлантического лосося и другой рыбы. Наличие в воде планктона и бентоса значения для этих рыб не имеет, но осетровые охотно потребляют заходящую в садки мелкую рыбу. В речных водотоках, в отличие от озёр и водохранилищ, отсутствует зона с более холодной водой (зона термоклина), это следует учитывать при создании садковых комплексов. Основные требования к месту установки садков даны в таблице 85.

Стационарные садки устанавливаются с помощью свайных устройств, передвижные — с помощью якорей. Центральная часть садка имеет гнезда для размещения садков. В каждое гнездо устанавливают садок, имеющий форму параллелепипеда. Стеки и дно садка (весь садок) изготовлены из капроновой безузловой дели. При необходимости садки закрывают сетчатой крышкой.

Таблица 85

Основные требования к садкам, установленным в речных водотоках

Показатели	Ед. измерения	Норма
Глубина воды в месте установки садков	м	более 5
Донные грунты		песок, глина, галька
Защита от преобладающих ветров		подветренная сторона
Удалённость садка от дна	м	> 1,5
Удалённость садка от высшей водной растительности	м	15–30
Наличие затопленных подводных предметов		полное отсутствие
Размещение в водоёме без течения		недопустимо, возможно при использовании потокообразователя-азуратора
Скорость течения в районе установки садков	м/сек	0,1–0,7 (оптимум 0,3–0,40)
Температура воды	°С	0–26
рН воды		6,5–7,5
Содержание кислорода в воде	мг/л	6,5 (опт. 8–10)
Углекислота	мг-экв/л	1,6–2,0
Сероводород	мг/л	0
Солёность	‰	5–12
Прозрачность	см	от 20 и более

При выращивании рыбы в зимний период садки сверху накрывают листами фанеры, что при плотных посадках исключает замерзание воды внутри садка.

Плавучие садки устанавливаются в водоёмах с переменным уровнем воды, в том числе и в прибрежной зоне морей с приливами и отливами. Такие садки не обсыхают и легко перемещаются с места на место.

Плавучие садки бывают трёх типов: на понтонах, секционные и плавучие автономные разборные садки.

Фермерские хозяйства используют стационарные и плавучие (передвижные садки).

Стационарные садки применяют в озёрно-речных системах с постоянным уровнем воды. В водоёме устанавливают свайную эстакаду с деревянными мостиками вдоль боковых сторон. Центральная часть эстакады имеет гнёзда для размещения садков (рис. 56). В каждое гнездо поперёк эстакады устанавливают садок, имеющий форму параллелепипеда. Стенки и дно садка могут быть выполнены преимущественно из капроновой дели. Садок, закрывают сверху сетчатой крышкой. Такие садки эксплуатируют преимущественно в период открытой воды.

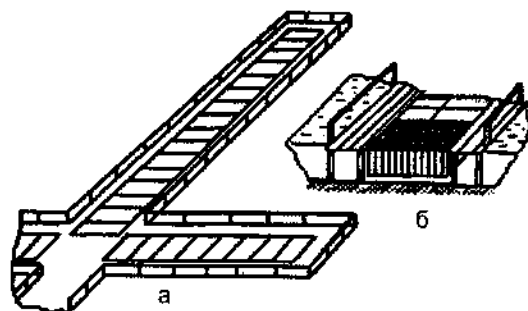


Рис. 56. Стационарные садки: а — общий вид; б — установка передвижных садков на сваях

Использование садков на понтонах обеспечивает постоянную связь с берегом, предотвращает их обсыхание, позволяет перемещать их в любое место водоёма. По понтонам проходят дорожки, с которых осуществляется обслуживание садков. Понтонные садки, как правило, мало приспособлены для эксплуатации в замерзающих водоёмах, так как вмерзание понтонов и сетчатого материала в лёд может привести к их разрушению.

Садки могут быть изготовлены из полимерных материалов — дели, пластмассовых сеток. В конструировании понтонных садков отмечается тенденция к переходу на облегчённые конструкции; понтоны используются для центральных дорожек, а рамы самих садков делают из металлических труб. При этом увеличиваются размеры садков и уменьшаются размеры секций.

Понтон, предназначенный для одной секции садков из шести штук, состоит из трёх герметичных стальных труб большого диаметра, соединённых между собой металлическими конструкциями. К трубам и конструкциям приварена металлическая рама садка. Вдоль всех труб проходят мостики (рис. 57).

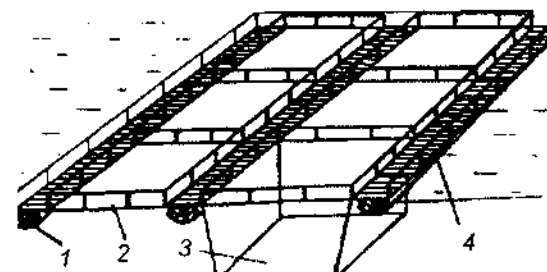


Рис. 57. Понтонные садки: 1 — стальная труба; 2 — металлическая рама; 3 — садок; 4 — мостик

Зарыбление и облов **секционных садков** производят непосредственно у берега или на рыбоводном причале. Кормление рыбы осуществляют с лодок, или с переходных дорожек.

Секционные разборные садки из пластиковых труб с мостиками и без мостиков (рис. 58) представляют собой переходную модель между понтонными и плавучими автономными разборными садками. Плавучесть секции, состоящей из шести садков, создаётся за счёт пластиковых труб диаметром 1500–2000 мм. Между двумя параллельными секциями устанавливают настил для обслуживания садков.

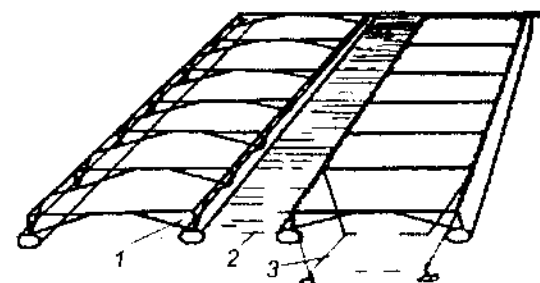


Рис. 58. Секционные садки: 1 — рама; 2 — мостик; 3 — садок

Плавучие автономные разборные садки (ПАРС) состоят из облегчённой рамы (деревянной, пластмассовой, металлической) и

собственно садка. Процесс выращивания рыбы в них не зависит от колебаний уровня воды в водоёме, садки не обсыхают и легко перемещаются с места на место. К недостаткам таких садков следует отнести то, что их обслуживание производится с лодок, а это затрудняет доступ к ним во время плохой погоды. Кроме того, невозможно обслуживание ПАРС осенью во время ледостава и весной во время распада льда.

ПАРС с облегчённой рамой эксплуатируют в водоёмах с любой ледовой обстановкой. При этом в период открытой воды применяют летний тип садков. На зимовку рыбу пересаживают в специальные зимние садки, погружаемые под лёд.

По целевому назначению рыбоводные садки можно разделить на: нагульные, выростные, мальковые, личиночные, нерестовые и зимние. Конструктивные их особенности обусловлены спецификой выращиваемых рыб и условий среды. В различных садковых хозяйствах, кроме однолетних товарных, обычно используют садки нескольких категорий.

Нагульные садки предназначены для выращивания товарной рыбы, ремонта и производителей, а также сеголетков.

Наиболее экономичными в смысле расхода дели и удобными в обслуживании являются нагульные садки для рыб, поедающих корм в толще воды, размером $6,0 \times 6,0$ м глубиной 3 м. В толще воды форма садка (параллелепипед) достигается путём подвешивания четырёх грузов на углах дна садка (рис. 59).

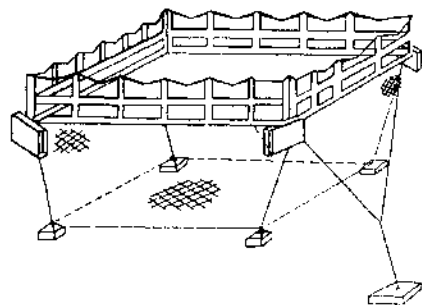


Рис. 59. Нагульный садок для рыб, поедающих корм в толще воды

Выростные садки по размерам и конструкции сходны с нагульными, отличаются лишь мелкой ячейкой дели — 3,6–4 мм.

Мальковые садки изготавливают из капроновой дели с ячейкой 3,6–4,0 мм. Они предназначены для подращивания молоди массой 200–500 мг до пересадки в выростные садки (масса 4–5 г). В таких садках молодь выращивают в жаркий летний период. Мальковые садки должны быть небольшими по размеру, так как наиболее эффективным способом профилактики паразитарных заболеваний является периодическое осушение садков (без пересадки рыбы), а это проще проводить в небольших садках.

По конструкции мальковые садки мало отличаются от нагульных, садкам на деревянных и металлических рамах, целесообразно придавать форму прямоугольника со сторонами размером 2×6 м. В садках с периодическим осушением рама не касается воды, так как размещена на двух полиэтиленовых трубах. Трубы герметично закрывают и подвижно закрепляют, чтобы они могли вращаться вокруг своей оси. Сетную часть садка осушают по частям без пересадки рыбы.

Круглые мальковые садки с рамой из полиэтиленовых труб должны иметь диаметр не более 3–4 м. Раму осушают путём подкладывания под неё на воду листов пенопласта, садок — вытаскиванием полотна на стойки.

Личиночные садки предназначены для личинок до массы 200–500 мг, которые удерживаются капроновой делью с ячейкой 3,6–4 мм. Личиночные садки изготавливают из капронового сита № 7–17. Рекомендуемый размер прямоугольных рам 2–6 м. Они могут быть как с принудительным водообменом, так и без него. В садках без принудительного водообмена личинок и мальков рыб выращивают при разреженной посадке — 100–200 шт./м. Связано это с тем, что капроновое сито в условиях водоёма быстро заилается и покрывается биологическими обрастаниями, что приводит к уменьшению водообмена между садком и водоёмом. В таких садках наиболее вероятно поражение рыб эктопаразитами.

Садки с принудительным водообменом могут иметь меньшие размеры (рама 2×2 м). Плотность посадки личинок и мальков может достигать 20 тыс. шт./м². Принудительный водообмен создаётся за счёт эрлифта.

Подлёдные садки имеют рукав из капроновой дели, через который их зарыбляют, облавливают и при необходимости и по возможности проводят кормление рыбы. Садки могут быть с квадратными

деревянными или круглыми пластмассовыми фонарями. Рама садка также может быть круглой или квадратной. Квадратная рама в свою очередь может быть плоской или объёмной (рис. 60). В фонарях, закрытых сверху крышками, при постоянном движении рыбы вода обычно не замерзает. Примечательно, что осетровые рыбы способны питаться при низких температурах воды, в этом случае потеря массы тела рыб в зимний период не происходит (наблюдается её прирост). Технология кормления разработана в АГТУ (Пономарёв и др., 2005).

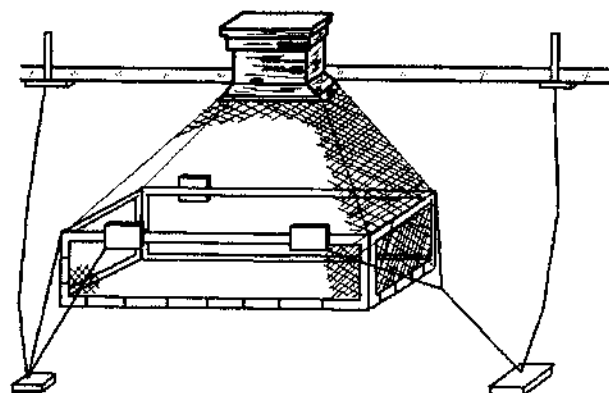


Рис. 60. Зимний садок с фонарём

Стационарные и понтонные садки не требуют ежегодного монтажа и разборки, так как они находятся в водоёме круглогодично. Секционные садки могут либо находиться в водоёме постоянно, либо после периода эксплуатации демонтироваться по секциям. Плавающие автономные разборные садки собирают на период рыбоводных работ и демонтируют после их завершения на рыбоводном причале.

Садки разных типов зарыбляют разными методами. На стационарных, понтонных и секционных садках посадочный материал обычно переносят вручную, используя живорыбную тару, или перевозят на тележках. Для зарыбления ПАРС садок устанавливают у рыбоводного причала, полностью его зарыбляют и затем с помощью моторных или весельных лодок транспортируют к месту установки. Облов ПАРС осуществляют в обратном порядке. При облове стационарных садков рыбу концентрируют путём подъёма садка из воды, после чего его вручную транспортируют на берег. Такой же



Рис. 61. Лёгкий сборный садок

способ облова применяют на понтонных садках. Кроме этого, используют специальный плавающий садок, в который перегружают рыбу из нагульного садка и затем подвозят к берегу. Для этих целей используют прорези.

Фирмы-изготовители рыбоводного оборудования предлагают покупателям разнообразные конструкции садковых сооружений: от лёгких и дешёвых садковых устройств, обслуживание которых в течение всего технологического цикла выращивания рыбы осуществляется посредством вспомогательного технического средства, до автономных, полностью механизированных садковых комплексов с различной степенью штормоустойчивости.

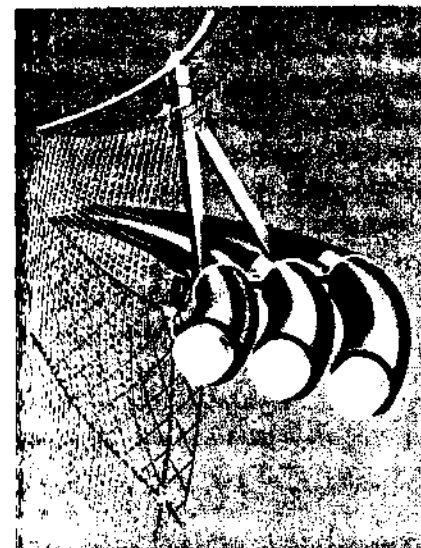


Рис. 62. Конструкция сборного садка

В современный период за рубежом изготавливаются лёгкие сборные крупные садки, с использованием исключительно синтетических материалов (рис. 61, 62).

В конструкцию входят гнутые пластиковые (с пенопропиленом, др. пористыми материалами) трубы, являющиеся понлавками и, одновременно, обслуживающими переходными мостиками.

Для осетровых рыб обычно используют садки из дели с ячейей 10–16 мм, площадью до 50–150 м² с содержанием от 0,5 до 1,5 т рыбы. Площадь пере-

стового садка, где содержатся производители перед нерестом равна 10–60 м². Зимовальный садок имеет площадь до 30 м², оборудован крышкой, может в зимний период заглубляться ниже промерзающего слоя воды. На хозяйстве также должны быть карантинные садки площадью от 10 до 50 м². Глубина садков равна от 2,5 и более метров. Дно садков должно быть удалено от дна реки на 1–2 м.

Ремонтно-маточное стадо формируется из выращенной на хозяйстве рыбы или domestцированных производителей. До наступления зимних температур рыбу кормят и содержат в нагульных садках при плотности посадки 20–30 кг/м². В условиях тёплых сбросных вод рыбу кормят и в зимний период, зимовальные садки не используют.

Самок и самцов содержат раздельно, при IV-ой завершающей стадии зрелости половых продуктов развитие гонад в зимний период задерживается до наступления нерестовых температур.

На садковых хозяйствах при дефиците производителей самок используют многократно, выполняя послереабилитационную операцию. При операционном получении икры применяют анестетики (прописцин, хинальдин). При прижизненном методе получения икры от самки выход составляет 10–20%, оплодотворяемость — до 90%.

В послеоперационный реабилитационный период у domestцированных самок происходит потеря массы до 10%, в последующие периоды (годы) приросты составляют от 10 до 30%. Перед созреванием они снижаются до 6–9%. Смертность в первый послеоперационный период равна 10–15%, в последующие годы от 5 до 8%. В зимний период отход не превышает 5–7%.

При отборе в стадо рыб «от икры до икры» избегают использовать рыб с дефектами в развитии, применяют массовый отбор на основе показателей упитанности массы тела, длины тела (до развилки хвостового плавика), длины хвостового стебля, данных скорости роста, коэффициента массонакопления тела. В возрасте 3–6 лет различают самок и самцов. Русский, сибирский осётр созревают раньше (3–5 лет), белуга, калуга позже (6–8 лет). Созревание связано с приобретённым теплозапасом, естественно, что раньше рыбы созревают в условиях тёплых вод без выраженной зимовки.

Кроме производителей близких к IV-ой завершающей стадии гонад в садках, прудах, бассейнах содержат рыб из группы РМС. Ежегодно группа производителей, близких к созреванию, формируется,

готовится из особей вновь вводимых в рыбоводный процесс. Племенные особи потребляют как комбинированные высокобелковые (продукционные, специальные) корма, так и влажные гранулы с чередованием дачи тех и других кормов. Рецепты, норма кормления даны в предыдущих материалах (глава III). Суточная норма дачи кормов при температуре 12–24°C колеблется от 3,5 до 4%. Выше, или ниже этого интервала норма кормления снижается. При кормлении влажными гранулами норма кормления увеличивается в два раза.

За полгода, или за два месяца до наступления нерестовых температур созревающих производителей инъецируют витаминами Е и С, стимулирующих генеративные процессы и повышающие (витамин С) иммунный статус рыб, способность к регенерации повреждённых коллагеновых тканей.

Рыбу из РМС следует метить. Ранее, как и сейчас, осетровых метили методом подрезания усиков, части плавиков. В настоящее время применяются электронные метки, которые вводятся под кожу спинной части. Данные меток считываются сканером. До сих пор применяются подкожные красители. Метки позволяют структурировать РМС и более эффективно проводить бонитировки.

Перед нерестом при весенней бонитировке определяют зрелость самок по степени поляризации ооцитов. Зрелые самки имеют Кп от 0,1 до 0,12, незрелые — Кп < 0,05, близкие к созреванию — Кп — 0,12–0,15, способные к созреванию — Кп — 0,12–0,15, незрелые самки — Кп > 0,18. Используют метод УЗИ. Проводится паспортизация стада. Технологию УЗИ-диагностики, определения зрелости самок и отбора гонадотропного препарата следует проводить по рекомендациям М.С. Чебанова и др. (2004).

В ремонтно-маточном стаде садковых речных хозяйств содержат рыб в возрасте от сеголеток до двадцатилеток, напряжённость корректирующего отбора равна 5–10%, прирост рыб из ремонтной группы равен 0,5–2 кг/год (младшая группа), для старшей группы принимаем значение 0,8–1,8 кг/год. Соотношение полов в ремонтном стаде равно 1:1,5, в маточном стаде 1:1,5 при ежегодной замене рыб маточного стада 5–12%. Средняя повторность использования самок равна 3–4, самцов — 6–8. Рыбы сезонных рас не смешиваются, а содержатся отдельно. Гибридные формы не используются во избежание генетического загрязнения естественных популяций.

10.7. Технология выращивания веслоноса

(по работам В.К. Виноградова, Е.А. Мельченкова и др.,
(1996) из ВНИИПРХа)

Веслонос является единственным представителем отряда осетрообразных, питающийся планктоном. Высокие вкусовые качества этой рыбы, и деликатесная чёрная икра, ставят её в ряд наиболее ценных объектов аквакультуры. Россия обладает уникальным набором видов осетровых рыб, однако все они бентофаги и хищники. В связи с этим вполне понятен интерес к веслоносу как объекту пастбищной прудовой аквакультуры (фото 38, цв. вкл.).

В 1974, 1976 и 1977 гг. в СССР из США сотрудниками ВНИИПРХ были доставлены три небольшие партии личинок веслоноса. Часть личинок перевезли в рыборазводный завод «Горячий ключ» (Краснодарский край), где были выполнены первые этапы работ по изучению особенностей биологии. В 1984–1995 гг. проведены успешные эксперименты по искусственному воспроизводству веслоноса. Тогда впервые в практике рыбоводства было получено потомство этого вида от производителей, выращенных в прудах, сформированы маточные стада и получено потомство от производителей местного происхождения. Освоение методов разведения и выращивания веслоноса по сути к началу XXI века позволило создать новое направление товарного осетроводства.

Веслоноса выращивают не только в прудах, его зарыбляют в водоёмы — охладители тепловых станций, водохранилища и озёра южной и средней зон страны, где он демонстрирует рекордный рост. Для естественного воспроизводства веслоноса в большинстве подобных водоёмов условия отсутствуют, поэтому необходимо обеспечивать периодическое зарыбление и эксплуатацию их по типу пастбищных пагульных хозяйств. Выращивают веслоноса в таких водоёмах в поликультуре совместно с белым толстолобиком.

Для организации масштабного искусственного воспроизводства следует сформировать крупные маточные стада веслоноса. В современное время веслонос прочно вошёл в аквакультуру России как объект пастбищной, прудовой аквакультуры.

В аквакультуре использование веслоноса впервые было начато в США. Промышленный лов веслоноса в США известен с конца XIX в.

и его колебания отражают спрос на икру и копчёную рыбу. Максимальный вылов веслоноса пришёлся на 1990 г, тогда наблюдалось истощение запасов популяций озёрного (*Acipenser fulvescens*) и атлантического (*A. oxyrinchus*) осетров, поэтому объём вылова веслоноса по основным регионам Среднего Запада США составил 1105 т, в том числе в р. Миссисипи — 853 т, или 77%. Перелов, загрязнение среды обитания и гидростроительство, в совокупности, нарушившие естественное воспроизводство веслоноса, существенно сократили размер промыслового стада в природном ареале. В США из 22 штатов, где обитает веслонос, его промысел разрешён в 11-ти, в 7-ми штатах он считается объектом спортивного рыболовства и в 4-х — полностью охраняется. Наибольший промышленный лов веслоноса развит в штатах Миссисипи, Арканзас и др. В США ведутся работы по искусственному воспроизводству веслоноса, при этом используют производителей, отловленных в реках и водохранилищах.

Основные особенности биологии веслоноса. Веслонос (*Polyodon spathula* Walbaum), семейство *Polyodontidae*, отряд *Acipenseriformes*. Имеет следующие отличительные особенности: тело удлинённое, прогонистое, суживающееся к хвосту, хвост гетероцеркальный, окраска спины тёмно-серая, боков и брюха — светлая, встречаются особи с чёрной окраской. Отличается от других осетровых наличием на голове роострума веслообразной формы. Длина роострума составляет около 1/3 общей длины тела. Он играет роль активного сонара. Травмирование поверхности роострума во время облова веслоноса приводит к утрате способности к ориентации. Веслонос имеет голое тело, небольшие удлинённые ромбовидные чешуйки, покрывающие часть спины и переходящие на верхнюю лопасть хвостового плавника. По внешнему строению плавники сходны с плавниками осетровых рыб, глаза небольшие, зрение развито слабо. На верхней поверхности роострума расположены два усика длиной 3–4 мм, рот неподвижный, у взрослых особей зубы отсутствуют. Молодые особи имеют очень много мелких зубов, откуда родовое название *polyodon* — многозуб.

Естественный ареал веслоноса — бассейн р. Миссисипи (США) и ее притоки (штаты Арканзас, Теннесси, Огайо, Иллинойс, Миссури), окфра, связанные с Миссисипи, а также другие реки, впадающие в Мексиканский залив.

Распространение веслоноса в США с севера на юг составляет около 2000 км, поэтому условия обитания весьма разнообразны. На севере климат резко континентальный с холодной, сухой зимой и коротким летом. Среднемесячная температура января равна 10°C, июля — + 20°C. На юге климат субтропический с мягкой зимой и жарким летом, температура января +10°C, июля — +25°C.

Водится веслонос в различных водоёмах: реках, озёрах, водохранилищах, держится на глубине, но весной и летом часто у поверхности, нередко выпрыгивая из воды. В половодье воды веслоносы проходят из рек в озёра, при межени — совершают обратную миграцию. В реках веслоносы весной мигрируют вверх по течению.

К местам нереста миграция производителей наблюдаются при наступлении температуры воды 10–11°C. Икрометание происходит в апреле–мае на участках рек с сильным течением с галечным грунтом на глубинах 2–12 м при температуре воды 13–16°C, однако самки веслоноса нерестятся не ежегодно. Эмбриогенез веслоноса сходен с развитием осетровых рыб. Внешне личинки веслоноса сходны с осетровыми.

Веслонос считается весьма крупной быстрорастущей рыбой. В бассейне р. Миссисипи веслонос достигает массы 83 кг и длины более 2 м. В России, в прудах юга России масса сеголеток составляла 1300 г. Двухлетки имели массу 3–4 кг, пятилетки — 7–8 кг. Отсутствие конкуренции в питании и хорошая кормовая база (по зоопланктону 6,4 мг/л) позволяет достигать прироста ремонтной группы веслоноса за сезон 6,8 кг (средняя масса рыбы весной 8,5 кг, осенью 15,3 кг). В пруду, где средняя биомасса зоопланктона была 2,4 мг/л, прирост веслоноса составил всего 3 кг. Веслоносы хорошо переносят зимовку и хорошо растут в условиях средней полосы. При выращивании в Московской области (ЦЭБ ВНИИПРХа «Якоть») веслоносы имели массу: 0+ — 0,96; 2+ — 1,8; 3+ — 2,8; 4+ — 3,3; 5+ — 5,5; 6+ — 6,5 кг.

У мальков массой 1 г фильтрационный аппарат представлен хрящевой пластинкой, покрытой как в средней, так и в боковых частях мелкими зубчиками высотой 0,05–0,1 мм. Фильтровальный аппарат позволяет не только захватывать, но и удерживать добычу. Наличие большого ротового отверстия позволяет веслоносу уже на первых этапах развития захватывать довольно крупные формы зоопланктона (хидорус, мойна).

По мере развития роста массы тела происходит усложнение фильтрационного аппарата, что характеризуется появлением новых рядов зубчиков, но уже при достижении массы 2–3 г в средней части жаберной дужки у основания хрящевой пластинки образуется площадка, на которой появляется большое количество очень мелких зубчиков (сосочков). В дальнейшем развитии (масса 4 г) на этом месте образуются тычинки в виде очень мелких бугорков (высота 0,03 мм). Уже при массе тела мальков 8 г их общее число превышает 400.

С развитием у веслоноса количество тычинок увеличивается, они становятся грубее, длиннее. При достижении рыбой массы 30–40 г и длины 190–220 мм длина жаберных тычинок достигает 50% высоты хрящевой пластинки. В дальнейшем при длине 250–450 мм (масса 80–100 г) длина жаберных тычинок в средней части жаберной дужки составляет уже более 100% высоты хрящевой пластинки. Величина межтычиночных промежутков у основания и концов тычинок меняется в широком диапазоне, что позволяет веслоносу отцеживать как микроскопические водоросли, так и крупные формы зоопланктона.

Достаточно сформированный фильтрационный аппарат в сочетании с мелкими зубами, покрывающими челюсти на первом году жизни, указывает на способность веслоноса не только отфильтровывать микроскопические водоросли, крупные формы зоопланктона, но и захватывать, удерживать более крупные объекты, сочетать фильтрационный способ питания с захватыванием отдельных организмов (крупные личинки стрекоз и т.д.).

В составе пищи веслоноса встречаются в основном ракообразные, входящие в состав планктона пруда, небольшое количество водных насекомых, остатки растений, личинки хирономид, а также присутствие большого количества детрита. Размеры потребляемых организмов по мере роста колеблются в широких пределах и зависят от наличия размерных групп данных форм в планктоне водоёмов. В общем объёме потребляемой веслоносом пищи фитопланктон составляет незначительную часть (от 0,04 до 1,3% пищевого комка).

За весенний, летний и осенний периоды в желудке веслоносов присутствуют одни и те же основные элементы корма: кладоцеры составляют более 50%, копеподы — от 8 до 40% пищевого комка. Организмы мелкого зоопланктона встречаются в небольшом количестве. В условиях массового развития зоопланктона детрит в питании

играет незначительную роль. При низкой биомассе зоопланктона значение в пище детрита увеличивается и содержание его достигает 70-80%. Одновременно возрастает роль в питании личинок стрекоз, планктонных хирономид.

Веслонос избирает виды водорослей большей частью удлинённой или веретенообразной формы, что имеет место и у пёстрого толстолобика. Это объясняется значительным сходством в строении их фильтрационного жаберного аппарата (табл. 86). Доступность организмов при питании веслоноса находится в прямой зависимости от размера ротовой щели на первых этапах развития и формирования фильтрационно-жаберного аппарата в дальнейшем.

Таблица 86

Строение фильтрационного аппарата веслоноса (В) и пёстрого толстолобика (ПТ)

Весовые группы рыб, г	Общее число тычинок на жаберной дужке		Число тычинок на 1 мм жаберной дужки		Расстояние между тычинками, мм		Высота тычинок, мм		Толщина тычинок, мм	
	ПТ	В	ПТ	В	ПТ	В	ПТ	В	ПТ	В
8-10	210	424	8-10	11-13	10-70	42-56	3,2	1,6	60	56
16-20	235	432	7,5	10	20-75	28-42	3,9	2,0	60-85	56-60
81-90	312	454	5-6	5-6	30-90	28-100	5,5	8,4	100	100-112
91-100	328	494	5-6	4-6	35-90	28-100	6,0	12,1	110	100-140

Темп роста массы веслоноса непосредственно зависит от уровня развития зоопланктона в прудах. Оптимальной концентрацией зоопланктона, обеспечивающей нормальный рост веслоноса, следует считать биомассу выше 5 г/м³.

Благоприятная температура воды при выращивании веслоноса в прудах на втором и последующих годах жизни равна 22-25°C. Веслонос хорошо переносит повышение температуры воды до 30°C, но при этом впадает в угнетённое состояние, интенсивность потребления пищи снижается. В отношении к кислороду веслонос ближе к карповым рыбам, поэтому его можно успешно выращивать в составе прудовой поликультуры. Веслонос довольно эвригалинен, молодь

продолжает питаться и растёт при быстром повышении солёности до 1‰, при предварительной адаптации — до 6‰.

Самки веслоноса созревают на шестом-десятом году, самцы — на пятом-седьмом. Ниже приведены сведения о гаметогенезе и половых циклах веслоноса при выращивании в прудах Краснодарского края. Самки веслоноса здесь достигали половой зрелости в возрасте десятигодовиков. Половозрелые рыбы пригодны для искусственного воспроизводства.

Особенности длительного созревания самок веслоноса обусловлены продолжительностью II-ой стадии зрелости яичников, которая длится до пяти-семи лет. В ходе полового развития также отмечена равнокачественность по скорости созревания, что может быть использовано в селекционно-племенной работе. В целом созревание производителей связано с накоплением тепла за период выращивания (градусо-дни).

Веслонос относится к рыбам с единовременным типом икрометания. Половой цикл длится два года. Для искусственного воспроизводства самок можно использовать через один нерестовый сезон. Критерием готовности самок для воспроизводства может служить показатель поляризации ооцитов, оптимальное значение которого лежит в пределах 0,05-0,07.

Самцы веслоноса в Краснодарском крае созревают в возрасте 6 лет. Отклонений от нормы в ходе развития при выращивании в

прудах не обнаружено. Половой цикл у самцов веслоноса длится один год. Для получения потомства самцов можно использовать ежегодно.

Физиологический ответ самок на инъекцию гипофизарного гонадотропина зависит от зрелости ооцитов. Показателем пригодности самок к искусственному воспроизводству является положение ядра в ооците, измеряемое показателем поляризации. Степень поляризации ооцита L устанавливают при делении величины A на величину B , $L = A/B$ (рис. 63). Чем меньше зна-

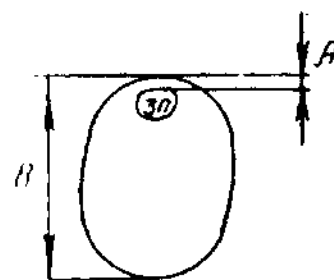


Рис. 63. Схематический разрез ооцита IV-ой стадии зрелости:

- 30 — зародышевый пузырёк;
- A — расстояние от ЗП до оболочки;
- B — вертикальный диаметр поляризованного ооцита

чение L , тем более поляризован ооцит и тем ближе к завершению IV-ой стадии зрелости гонад. В преднерестовый период показатель поляризации в ооцитах у разных самок может иметь значения от 0,33 до 0,01. Оптимальное (для воспроизводства) состояние икры в яичниках самок веслоноса отмечено при коэффициенте поляризации 0,05–0,07. Показатель поляризации 0,01–0,02 свидетельствует о начале перезревания икры в яичнике. При инъектировании рыб, икра которых находится в такой фазе развития, следует избегать завышенных дозировок гормонального препарата.

Способность самок к заводскому способу воспроизводства следует прогнозировать на основе гистологических характеристик структуры ооцитов по показателю поляризации, морфологической картине ядра.

После разрешающей инъекции самки созревают через 20–22 ч. В это время происходят первое и начало второго мейотического деления созревания и овуляция ооцитов в полость тела самок, что соответствует V-ой стадии зрелости яичника. В таблице 87 приведены наиболее типичные картины состояния личинок и даны рекомендации по коэффициенту поляризации ооцитов.

Таблица 87

Коэффициент поляризации и состояние зрелости ооцитов

Коэффициент поляризации	Состояние зрелости ооцитов
0,30–0,35	Ооциты IV-ой незавершенной стадии зрелости. Икра незрелая. Самки не способны к овуляции икры при искусственной стимуляции
0,15–0,20	Ооциты IV-ой завершенной стадии зрелости. Икра незрелая. Самки способны к овуляции икры при увеличении интервала между предварительной и разрешающей инъекциями гипофиза или при трехступенчатой схеме инъекции
0,05–0,07	Ооциты IV-ой завершенной стадии зрелости. Оптимальное состояние яичников для искусственной стимуляции по двухступенчатой схеме с интервалом между предварительной и разрешающей инъекциями в один сутки
0,01–0,02	Ооциты IV-ой завершенной стадии зрелости. Наступают начальные этапы резорбции, перезревание икры. Самки способны к овуляции, но при пониженной дозе гипофиза и однократной инъекции
Ядро разрушено	Перезревшие самки. Деструкция икры. Самки не способны дать полноценную икру

Осмотр яичников после отбора икры и их гистологический анализ показали, что в это время для состояния яичников характерна IV стадия зрелости. Яичники воспалены, дряблой консистенции, они про-

питаны сетью крупных и мелких кровеносных сосудов. Видно множество пустых фолликулов, тем не менее в яичниках присутствуют ооциты протоплазматического роста. После завершения нереста яичники самок веслоноса переходят в VI-II-ой стадии зрелости. Дальнейший ход развития яичников включает два прямо противоположных процесса: 1) резорбция пустых фолликулов, единичных невыметавших икринок; 2) рост ооцитов периода протоплазматического роста — формирование новой генерации ооцитов.

Половой цикл веслоноса охватывает период времени между двумя нерестовыми сезонами. Цикличность воспроизводства зависит от типа икрометания (единовременный или порционный). Веслонос относится к видам рыб с синхронным ростом ооцитов (асинхронность в незначительной мере наблюдается у ооцитов протоплазматического роста) и единовременным икрометанием. Половозрелые самки, яичники которых находятся в IV-ой завершенной стадии зрелости, в нерестовый сезон отдают всю икру.

Через 6 месяцев после нереста яичники находятся в III-ей стадии зрелости, ооциты в фазе вакуолизации цитоплазмы. В таком состоянии самки зимуют. Весной в яичниках начинается интенсивный процесс желткообразования, который длится все лето. Через 1,5 года после нереста (осенью) яичники этих самок находятся в IV-ой незавершенной стадии зрелости. Икринки имеют диаметр 1,8–2,2 мм. Самки вновь уходят на зимовку уже со зрелыми половыми продуктами. Основное, что характеризует ооциты в этот период, — это поляризация ядра. Весной самки, имеющие показатель поляризации в пределах 0,05–0,07, готовы к новому нересту. На практике от самок, созревших вторично, получали икру через два года. Таким образом, самки веслоноса могут быть использованы в нерестовых кампаниях через один нерестовый сезон.

Цикл развития половых клеток у самцов веслоноса короче, чем у самок. После выбоя семенники самцов переходят в VI-II-ю стадии зрелости. В первую половину лета происходит резорбция остаточных сперматозоидов и идет новый процесс развития сперматогоний. В августе–сентябре семенники переходят в III-ю стадию зрелости, начинается новая волна сперматогенеза и в октябре самцы веслоноса находятся на III-IV-ой и IV-ой стадиях зрелости. Зимуют самцы со зрелыми половыми продуктами.

Весной, при наступлении нерестовых температур семенники переходят в V-ю стадию зрелости. В гонадах самцов имеются цисты с половыми клетками на разных этапах сперматогенеза. Веслонос относится к группе единовременно нерестующих рыб, для которых характерна одна волна сперматогенеза. Однако характер развития половых клеток асинхронный. В связи с этим самцы веслоноса могут участвовать в нересте неоднократно, но в сжатый период — не более нескольких дней. Половой цикл у самцов веслоноса завершается в течение одного года, поэтому они могут быть использованы для воспроизводства ежегодно.

Особенности разведения и выращивания веслоноса. Опыт выращивания веслоноса в прудах свидетельствует о том, что за счёт этого объекта в условиях сложившейся поликультуры (карп, растительноядные рыбы; пёстрый толстолобик как главный конкурент в питании из состава поликультуры исключается) возможно получение до 3 ц/га деликатесной продукции.

Веслонос — ценный объект для водоёмов-охладителей, водохранилищ и озёр южной и средней зон страны. Условия для воспроизводства веслоноса в большинстве подобных водоёмов отсутствуют, поэтому необходимо обеспечить периодическое зарыбление их молодь и эксплуатацию по типу пастбищных хозяйств. Выращивание веслоноса целесообразно проводить в поликультуре с белым толстолобиком.

При организации крупномасштабного искусственного воспроизводства необходимо сформировать крупные маточные стада веслоноса. Выращивание производителей (наряду с прудовыми хозяйствами) целесообразно осуществлять в специально выделенных для этой цели малых водохранилищах-заказниках.

Особое строение тела веслоноса влияет на соотношение съедобных и несъедобных частей и пищевую ценность мяса рыбы. В таблицах 88, 89 и на рисунке 64 приведены данные, характеризующие товарную



Рис. 64. Распределение весового состава частей тела у веслоноса (масса 4625 г)



Фото 1. Белуга



Фото 2. Калуга

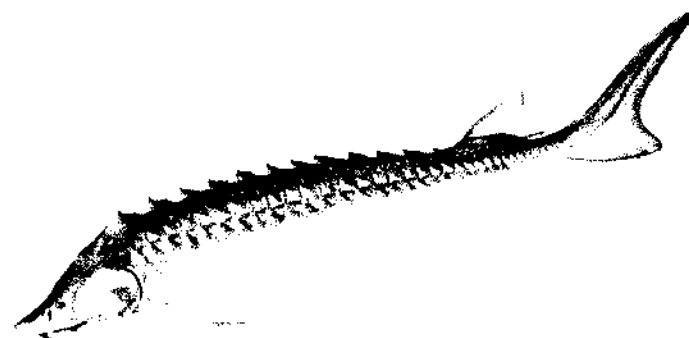


Фото 3. Русский осётр

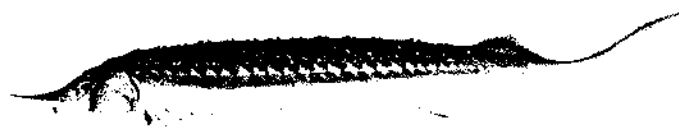


Фото 4. Севрюга



Фото 5. Шип



Фото 6. Стерлядь



Фото 7. Сибирский осётр

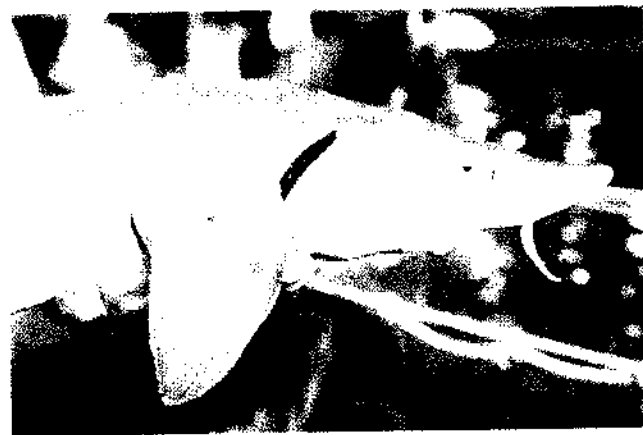


Фото 8. Байкальский осётр



Фото 9. Амурский осётр



Фото 10. Сахалинский осётр



Фото 11. Корейский осётр



Фото 12. Китайский осётр



Фото 13. Зелёный осётр



Фото 14. Белый осётр



Фото 15. Озёрный осётр

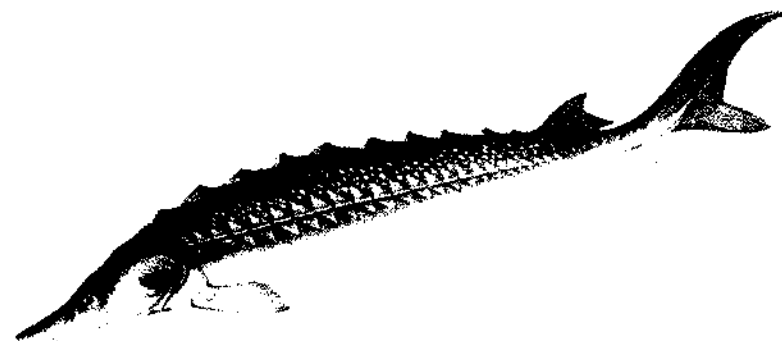


Фото 16. Атлантический осётр

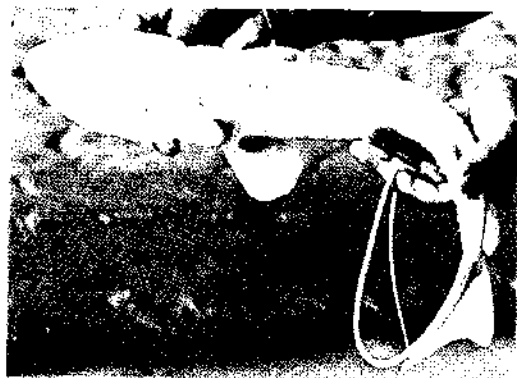


Фото 17. Попатонос

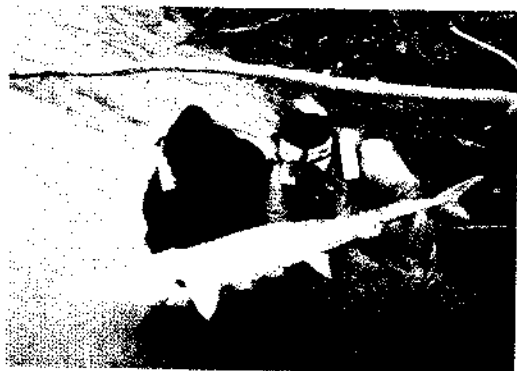


Фото 18. Попатонос албус



Фото 19. Веслонос

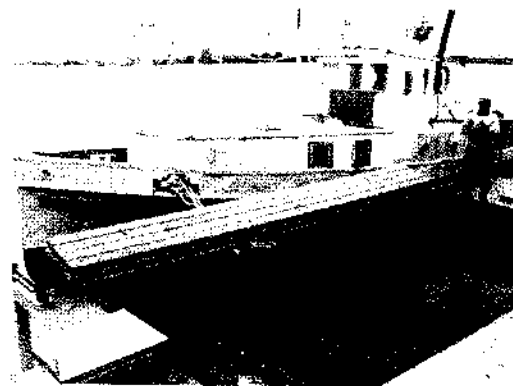


Фото 20. Судно-прорезь для доставки производителей на завод

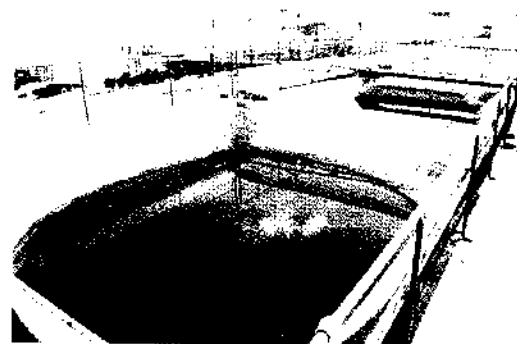


Фото 21. Садковая линия для выращивания осетровых

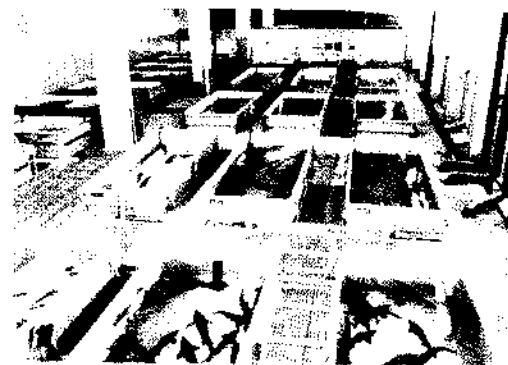


Фото 22. Бассейны для содержания производителей



Фото 23. Мясорубка для приготовления влажных кормов

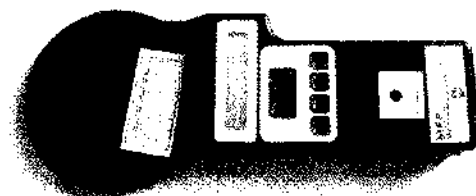


Фото 24. Аппарат ультразвукового сканирования

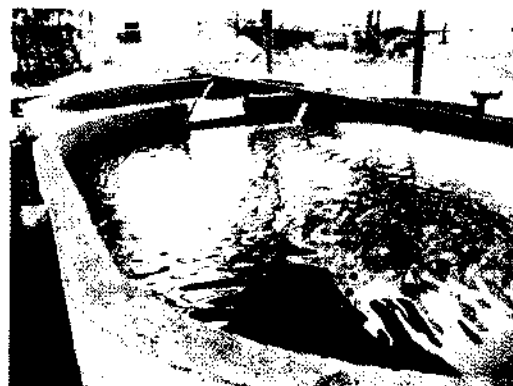


Фото 25. Бетонные садки для выдерживания производителей



Фото 26. Определение степени готовности самки к получению половых продуктов с помощью щупа



Фото 27. Зашивание надреза после получения икры



Фото 28. Получение половых продуктов от самки методом сцеживания



Фото 29. Оплодотворение икры



Фото 30. Инкубационный аппарат «Осетр»

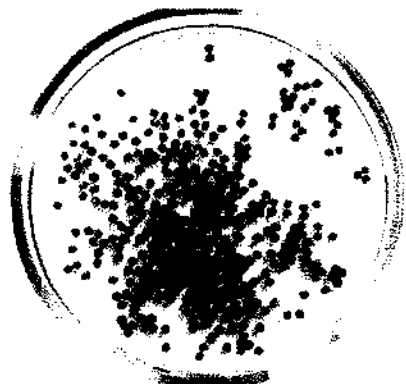


Фото 31. Икра в чашке Петри для оценки оплодотворения



Фото 32. Ремонтная группа осетровых рыб в пластиковом бассейне



Фото 33. Калифорнийский червь — живой корм для осетровых

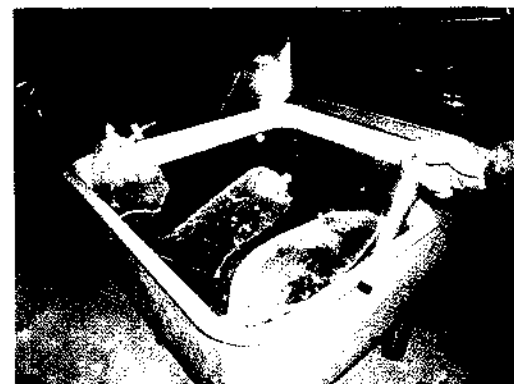


Фото 34. Адаптация перевезённой молоди к температуре воды в бассейнах



Фото 35. Бассейны ИЦА и дополнительный фильтр очистки сбрасываемой воды



Фото 36. Оксиметр — прибор для измерения основных параметров среды

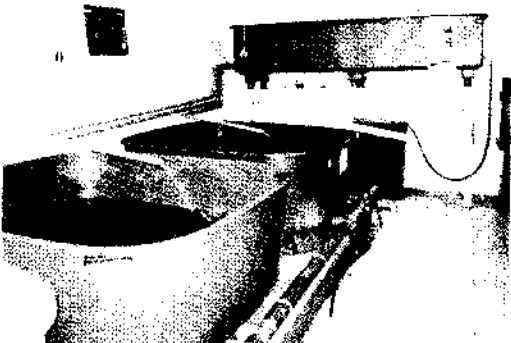


Фото 37. Замкнутая система для выращивания осетровых (п. Кагальник, ЮНЦ РАН)



Фото 38. Веслонос

ценность веслоноса и сравнение с другими видами рыб. Выход мяса веслоноса в зависимости от условий нагула составляет от 49 до 61%. В целом процент выхода мяса у веслоноса оказался выше, чем у осетра, севрюги. С возрастом по мере увеличения массы тела наблюдается закономерное снижение влаги, увеличение сухого вещества, жира, белка. Возрастает энергетическая ценность мяса. Полученные данные позволяют сделать вывод, что при товарном выращивании рационально использовать веслоноса в пищу массой не менее 2 кг.

Таблица 88

Масса отдельных частей тела веслоноса и других видов рыб

Вид	Возраст	Масса рыбы, кг	% к общей массе				
			мясо с кожей	внутренние органы	голова	роstrum	жир с гонад
Веслонос	0+	0,09	36,5	4,8	43,8	11,6	—
	1+	1,0	54,5	5,5	33,2	7,4	—
	2+	2,2	57,5	5,0	30,5	7,0	—
	3+	4,3	54,3	6,3	25,8	4,7	3,8
	11+	17,5	59,9	3,9	22,3	2,8	15,7
Белуга	12+	300,5	63,5	15,5	20,0	—	—
Осетр	8+	65,4	49,0	15,0	18,0	—	—
Севрюга	5+	5,6	50,0	13,5	16,0	—	—
Сазан	6+	4,8	40,0	8,5	40,5	—	—
Белый амур	3+	2,6	60,3	12,1	14,6	—	—
Белый толстолобик	3+	1,6	55,9	13,1	17,8	—	—
Черный толстолобик	3+	4,0	52,9	7,0	27,6	—	—

Описание технологического процесса разведения веслоноса.

Самым благоприятными в климатическом отношении районами для выращивания производителей веслоноса являются юг России (V-VI юны рыбоводства). В средней полосе для выращивания производителей веслоноса целесообразно использовать водоёмы-охладители тепловых и атомных электростанций.

Считается, что племенной материал веслоноса можно выращивать в обычных карповых прудах. Обязательное требование к прудам

Таблица 89

**Общий химический состав и калорийность мяса веслоноса
и других видов рыб, % сырого вещества**

Вид рыб	Масса, кг	Влага	Сухое вещество	Жир	Белок	Минеральные вещества	Углеводы	Энергетическая ценность мяса, ккал/100 г
<i>Веслонос</i>								
1+	1,0	78,0	22,0	2,3	17,5	1,4	0,8	93,9
2+	2,2	77,7	22,3	2,9	18,1	0,8	0,6	100,9
3+	3,5	74,4	25,7	4,1	20,0	1,0	0,6	118,8
10+	17,5	71,4	28,6	7,7	19,0	1,2	0,8	148,1
<i>Рыбы Азовско-Черноморского района</i>								
Карп	3,5	79,7	—	2,0	14,8	2,8	—	—
Белуга	80,5	75,2	—	5,8	16,7	1,0	—	122,4
Осетр	32,4	67,0	—	13,0	16,0	1,0	—	185,5
Рыбец	0,8	72,7	—	7,7–8,1	18,5	1,2	—	148,5
Сазан	5,6	75,0	—	5,5	18,0	1,1	—	125,0
Сом	7,4	69,0	—	11,5	16,1	—	—	172,0
Щука	3,5	80,0	—	0,5	18,0	1,1	—	78,5
Белый амур	2,5	77,6	—	3,5	15,8	2,2	—	—
Белый толстолобик	1,5	74,2	—	7,6	16,4	2,8	—	—

всех категорий: хорошая планировка ложа, обеспечивающая полную осушаемость, независимые подача и сброс воды.

Для выращивания ремонтной группы и летнего содержания производителей предусматриваются отдельные пруды. Совместное выращивание разновозрастных групп веслоноса не рекомендуется ввиду ухудшения роста и развития более требовательных к условиям питания рыб старшего возраста. Выращивание веслоноса в монокультуре нецелесообразно. Ремонтную группу и производителей веслоноса можно выращивать вместе с племенным материалом растительноядных рыб, чёрным и малоротым буффало, чёрным амуром, карпом и канальным сомом.

Веслонос более требователен к кислородному режиму, чем карп и растительноядные рыбы. Содержание кислорода в воде при выра-

щивании веслоноса должно быть не менее 5 мг/л, в то же время он может переносить снижение кислорода до 1,5–2,0 мг/л.

Веслонос благополучно зимует в обычных карповых зимовалах. Зимовку его лучше проводить отдельно от других видов. При осеннем облове выростных прудов можно применять делевые рыбоуловители при условии постоянного отбора веслоноса. Веслонос скатывается в рыбоуловитель раньше белого толстолобика.

В прудах, где выращивается ремонт и содержатся производители веслоноса, важно тщательно заботиться о состоянии кормовой базы. Удобрение прудов следует проводить в соответствии с рекомендациями, разработанными для данного района, с учётом необходимости направленного формирования предпочитаемых веслоносом видов зоопланктона. Органические удобрения вносят по ложу пруда (в зависимости от обеспеченности почвы биогенами) до 10 т/га. При этом производится рыхление почвы на глубину 5–7 см. Минеральные удобрения вносят только в хорошо растворённом виде. На это необходимо обращать особое внимание, так как веслонос способен отфильтровывать нерастворённые частицы удобрений и заглатывать их, что может привести к гибели рыбы. Факты массовой гибели различных возрастных групп веслоноса в прудах связывают с возможностью резкого изменения активной реакции среды (pH).

Веслонос рыба спокойная, легко отлавливается сетными орудиями лова. При концентрации в небольших прудах младшие возрастные группы (сеголетки, годовики) могут выседаться рыбацкими птицами, выдрами, змеями и т.д. Над небольшими прудами, где ведётся выращивание молоди веслоноса, в качестве защиты от рыбацких птиц целесообразно натягивать сетку, капроновые нити и т.д.

Для водоёмов комплексного назначения определены следующие предварительные требования: для маточных стад веслоноса площадь составляет от 100 до 2000 га, глубина незамерзающего слоя воды не менее 1,5 м, отсутствие загрязнения промышленными, сельскохозяйственными и иными стоками. Во II–IV-ой зонах рыбоводства целесообразно использование водоёмов-охладителей ГРЭС и АЭС, в V–VI-ой зонах производителей рационально выращивать в водоёмах с естественным температурным режимом.

При создании условий для нормального роста и развития рыбы средняя биомасса зоопланктона должна быть на уровне 3–5 г/м³.

Площадь, занятая макрофитами, не должна превышать 15–20% акватории. Выращивание веслоноса целесообразно проводить совместно с белым толстолобиком. Плотность посадки в прудах определяется кормностью водоёма. Срок выращивания производителей веслоноса составляет пять–десять лет, что обусловлено временем, необходимым для достижения половой зрелости. Веслонос легко облавливаются сетными орудиями лова, поэтому промысел рыбы в маточных водоёмах на период выращивания должен быть полностью прекращён.

Бонитировку ремонта и производителей проводят ежегодно весной (в Краснодарском крае — во второй половине марта — начале апреля). Отлов веслоноса из зимовальных прудов проводят по воде хамсеросовым неводом. Веслонос легко отлавливается, поэтому при содержании с другими видами рыб выбирается первыми притонениями. Из невода рыбу отбирают с помощью матерчатых рукавов длиной 1,3–1,5 м, посаженных с одной стороны на металлический обруч диаметром 35–45 см (при переноске производителей массой более 15 кг используют рукава большего диаметра).

Отловленную рыбу осматривают, взвешивают, делают необходимые измерения (рис. 65). К числу индивидуальных показателей,

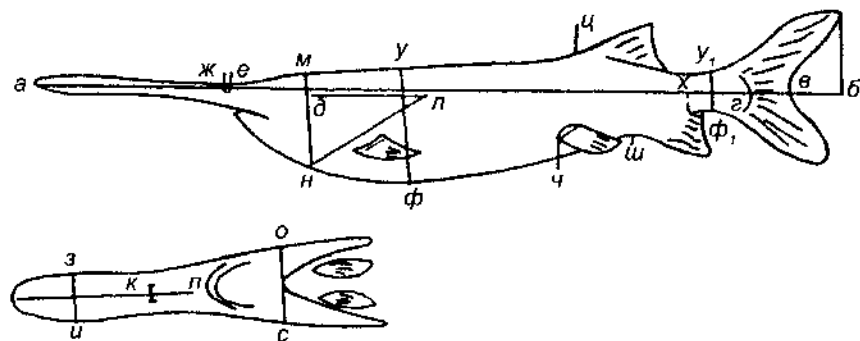


Рис. 65. Схема измерений веслоноса: а-б — длина всей рыбы; а-в — длина рыбы до конца средних лучей; а-г — длина рыбы до корней средних лучей; д-г — длина туловища; а-ж — длина рострума; з-и — ширина рострума; а-п — расстояние от конца рострума до губы; а-к — расстояние от конца рострума до усиков; к-п — расстояние от основания усиков до хрящевого свода рта; ж-е — диаметр глаза (горизонтальный); е-п — заглазничный отдел головы; а-д — длина головы; м-н — высота головы у затылка; о-с — ширина головы; у-ф — наибольшая высота тела; у1-ф1 — наименьшая высота тела; х-г — длина хвостового стебля; а-ц — антедорсальное расстояние; а-ч — антеанальное расстояние; аш — антеанальное расстояние

которые учитывают при бонитировке и используют для дальнейшей племенной работы, относятся пол, возраст, группа, метка (индивидуальная или групповая), степень выраженности признаков пола и подготовленности к нересту, масса и данные измерений, необходимых для определения экстерьерных признаков.

Признаком, свидетельствующим о готовности самок к нересту, является наличие выпуклого, отвислого мягкого брюшка. Самцы в преднерестовый период имеют хорошо выраженный брачный наряд в виде «жемчужной» сыпи, в основном на голове и роструме. Часть самцов бывают текущими. Для оценки готовности самок к нересту применяют биопсию. Для этого шупом под острым углом к поверхности тела делают прокол в брюшной полости на глубину 6–8 см и извлекают несколько ооцитов. Рыбе это не причиняет существенного вреда, ранка быстро заживает. Полученные таким образом ооциты опускают на 1–2 минуты в кипящую воду или жидкость Серра. Затем извлечённую из кипятка (или жидкости Серра) икринку разрезают лезвием безопасной бритвы по анимально-вегетативной оси.

При отборе самцов отдают предпочтение особям, имеющим хорошо выраженный брачный наряд и текущие половые продукты. Следует учитывать, что многие самцы имеют молоки с низкой концентрацией спермы, однако они также могут использоваться для целей воспроизводства. Нетекущих самцов используют в качестве резерва или отправляют в нагул.

Для преднерестового содержания производителей веслоноса используют небольшие легко облавливаемые пруды (площадь 0,1–0,2 га, глубина 1,5–2,0 м). Пруды должны быть хорошо спланированы, быстро осушаться и наполняться водой. Обязательным условием является хороший кислородный режим, падение содержания кислорода ниже 5 мг/л недопустимо. Плотность посадки производителей составляет до 500 шт./га.

Для содержания производителей после инъекции целесообразно использовать земляные садки-нерестовики, применяющиеся для работы с растительноядными рыбами. Площадь таких садков равна 15–20 м², глубина 1,0–2,5 м. Можно также использовать бетонные бассейны и деревянные садки, установленные в прудах и других водоёмах (площадь садков и бассейнов не менее 15–20 м², глубина 1,5–2,0 м).

В садках и бассейнах обеспечивают благоприятный кислородный режим. Плотность посадки производителей 1 экз./4 м².

К работе по искусственному разведению веслоноса приступают при наступлении устойчивой температуры воды 13–14°C. Для стимуляции созревания производителей используют гипофизы осетровых рыб. С целью снижения интенсивности воспалительных процессов применяют пенициллин (50 тыс. м.е. на одну рыбу). Техника приготовления суспензии ацетонированных гипофизов обычная.

В практике осетроводства наиболее широко принят метод однократной инъекции при гормональной стимуляции созревания самок. Это относится к самкам, половые продукты которых находятся в IV-ой завершённой стадии зрелости. Установлено, что нормальная реакция фолликулов осетра на гипофизарную инъекцию наступает в случае, если поляризация ядра составляет 0,07. Чтобы получить икру от самок с гонадами, находящимися в IV незавершённой стадии зрелости или имеющих коэффициент поляризации ооцитов более 0,07, применяют повторные, «градуальные» инъекции.

При применении метода дробных инъекций сначала вводят очень небольшие дозы гипофиза, ускоряющие поляризацию ооцитов и переход гонад в IV-ой завершённую стадию зрелости, а спустя 24 ч вводят большую дозу гормона, которая завершает созревание и вызывает овуляцию ооцитов. При двукратной схеме инъектирования наибольшее затруднение вызывает подбор начальной дозы гипофиза, стимулирующей завершение первых фаз развития ооцитов и переход их в фазы созревания: концентрацию ядрышек в ядре, движение ядра в сторону микропиле. Если к моменту введения первой дозы хромосомы и ядрышки уже сконцентрированы в центре ядра, такие ооциты завершают фазы развития, то есть проходят мейотические фазы деления и даже достигают предовуляционного состояния или метафазы второго деления созревания. При этом завышенные дозы при первой инъекции вызывают нарушения в прохождении указанных преобразований ядра в ооцитах, что задерживает созревание икры после второй дозы, либо вовсе делает невозможной её овуляцию.

Правильный выбор дозировки при первой инъекции имеет даже большее значение, чем при второй, что особенно важно для производителей веслоноса, выращиваемых в прудах с различными условия-

ми нагула и имеющих в весенний период половые продукты на разных стадиях зрелости. Коэффициент поляризации у самок веслоноса весной варьирует от 0,04 до 0,14. Применение дозировок гипофиза без учёта коэффициента поляризации не всегда приводит к положительным результатам, величина оплодотворяемости икры колеблется в больших пределах, наблюдается асинхронность в созревании самок после разрешающей инъекции. В процессе работы эмпирически была выявлена закономерность в подборе первой дозы гипофиза в зависимости от коэффициента поляризации ядра (табл. 90).

Таблица 90

Доза гипофиза при предварительной инъекции в зависимости от поляризации ядра ооцита

Коэффициент поляризации ядра ооцита	Доза гипофиза при предварительной инъекции, мг/кг
0,04–0,06	0,4–0,6
0,06–0,08	0,6–0,8
0,08–0,09	0,8–0,9
0,10–0,13	1,0

При отсутствии возможности определения коэффициента поляризации ядра ооцита в начале работы при предварительной инъекции применяют дозировку 0,8 мг/кг (температура воды 13–14°C). По мере повышения температуры воды до 17–18°C, степени готовности самок в конце нерестовой кампании, доза гормонального препарата снижается до 0,2–0,3 мг/кг. Интервал между инъекциями может сокращаться до 12 ч. Некоторое завышение дозировки гипофиза при разрешающей инъекции, как правило, не даёт отрицательных результатов, а способствует более полной овуляции икры. Занижение разрешающей дозы гипофиза приводит к более длительной порционной овуляции икры, снижению её рыбоводных качеств. Наиболее эффективными для веслоноса дозировками гипофиза при разрешающей инъекции следует считать 5–6 мг/кг.

Самцам делают одну инъекцию: суспензия гипофиза (3–4 мг/кг) вводится перед разрешающей инъекцией самкам.

Инъектирование проводят в брезентовых носилках или непосредственно в садках или бассейнах. Самцов и самок в целях предотвращения нерестового поведения после инъекций содержат отдельно. При температуре воды 14–16°C самки созревают через 21–24 ч, при

температуре 17–19°C — через 18–21 ч после разрешающей инъекции. Резкое снижение температуры воды отрицательно сказывается на ходе созревания, задерживает овуляцию.

При наступлении предполагаемого срока созревания самку вынимают из воды. После того как рыба успокоится, массируют заднюю часть её брюшка. У созревшей рыбы при лёгком надавливании в области грудных плавников из генитального отверстия вытекает икра. Качество икры зависит от правильного определения срока её получения. Необходимо выбрать такое состояние, когда часть ооцитов уже овулировала и находится в полости тела, а остальные легко сползают с ястыка.

Отбор икры у веслоноса удобно проводить на специальном столе. Первую порцию икры можно получить отцеживанием, как правило, в количестве 50–100 мл. При дальнейшем периодическом отцеживании (примерно через 1 ч) удаётся получить ещё две–три порции икры по 50–100 мл, но качество её при этом снижается. Значительное количество икры остаётся в полости тела.

Учитывая особую ценность производителей веслоноса, следует применять прижизненный способ отбора икры. Самку помещают на стол и обтирают марлевой салфеткой (или полотенцем). Затем, отступив на 1,5–2,0 см от тёмной полоски, проходящей по брюшной стороне тела, делают разрез длиной 8–10 см (рис. 66).

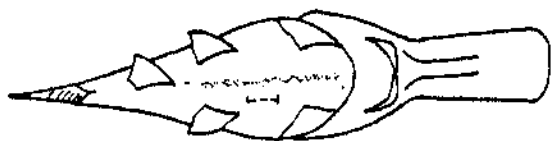


Рис. 66. Общий вид разреза при получении икры у самки веслоноса

После этого самку поворачивают на бок в сторону разреза и рукой осторожно отбирают икру в таз. Рыба обычно ведёт себя спокойно. После отбора икры разрез зашивают кетгутом — хирургическим швом (рис. 67).

Накладку швов производят при помощи хирургической иглы и иглодержателя. По окончании операции самок выпускают в пруд. В садках и бассейнах прооперированную рыбу держать не рекомендуется, так как шов травмируется о дно и стенки и заживление ран

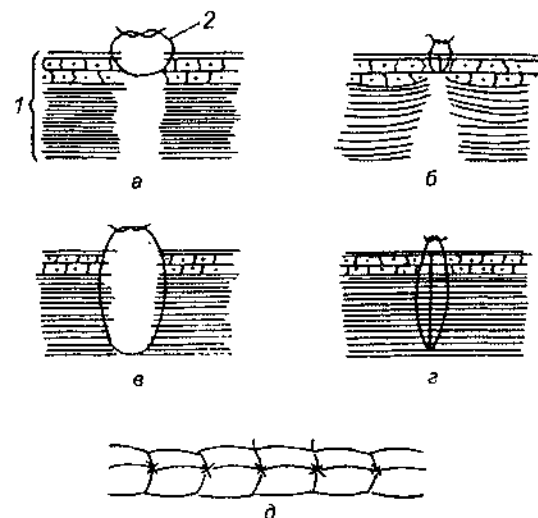


Рис. 67. Порядок наложения шва после отбора икры у самок веслоноса: 1 — поперечный разрез брюшной стенки тела веслоноса; 2 — кетгут или капроновая нить; а, б — швы наложены неправильно, так как ткань брюшины полностью не соединена; в, г — швы наложены правильно, полное соединение всех слоёв ткани; д — общий вид шва

происходит хуже. Обычно самки хорошо переносят операцию — выживаемость их после отбора икры составляет не менее 80%.

Можно также успешно производить достаточно полное прижизненное отцеживание икры при подрезании яйцевода. При этом способе рыбу помещают на наклонный стол, в генитальное отверстие вводят скальпель, делают надрез яйцевода длиной 1,5–2,0 см, в него вставляют расширитель и икру отцеживают обычным способом (рис. 68). В этом случае получают только овулировавшую икру, что положительно сказывается на её качестве. После получения основ-

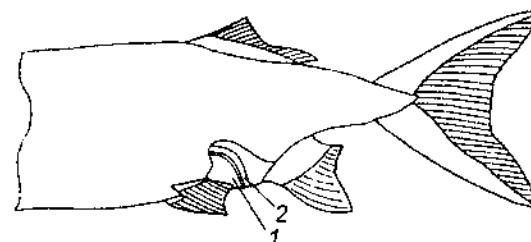


Рис. 68. Схема надреза яйцевода при получении половых продуктов у веслоноса: 1 — кишечник; 2 — место надреза яйцевода

ной порции икры рыбу помещают на созревание. Примерно через 1 ч получают дополнительно 200–300 мл икры хорошего качества.

Плодовитость самок зависит от их размера и условий содержания рыбы. У самок массой 10 кг плодовитость составляет 60–100 тыс. икринок, массой 18 кг — 170–200 тыс. В 1 г икры насчитывается в среднем 110 икринок. Диаметр неоплодотворённых икринок составляет 2,6 (2,2–3,0), мм.

Самки, от которых была получена икра, пропускают от одного до двух нерестовых сезонов, то есть часть самок может быть использована для целей воспроизводства через два года.

Молоки у самцов оттеживают путём легкого массажа. Сперма большей частью водянистая, цвета сыворотки. Концентрация спермиев равна 0,45–0,8 млрд/мм³, реже 0,9 млрд/мм³. Средний объём эякулята 70 мл. Оплодотворяющая способность сперматозоидов при температуре воды 14°C сохраняется в течение 5–8 минут. При хранении в холодильнике сперма сохраняет оплодотворяющую способность более 1 суток.

Икру и сперму собирают в сухие сосуды. Оплодотворение икры производят полусухим способом:

- для оплодотворения из сосуда с икрой сливается полостная жидкость;
- смесь спермы от трёх самцов (в зависимости от её качества от 40 до 100 мл на 10 л воды) выливают в ведро с водой, быстро размешивают и приливают к икре;
- икру тщательно перемешивают гусиными перьями в течение 3–5 минут, после чего воду со спермой сливают и приступают к обесклеиванию икры.

Для обесклеивания икры используют суспензию талька (100 г талька, 9,5 г поваренной соли на 10 л воды), а также другие обесклеивающие средства. Суспензией талька заливают икру и непрерывно перемешивают, периодически добавляя суспензию. Процесс обесклеивания продолжается около 40 минут. После этого икру промывают чистой водой и помещают в инкубационные аппараты.

Инкубация икры и выдерживание свободных эмбрионов. Икру веслоноса инкубируют в тех же аппаратах, что и икру осетровых (аппарат Ющенко, «Осетр» и др.). Диаметр оплодотворённой икры по отношению к неоплодотворённой несколько увеличива-

ется. Для целей доинкубации икры после перевозки возможно использование аппаратов Вейса и других аппаратов аналогичных конструкций. В один аппарат Ющенко помещают до 250 тыс. икринок, в один лоток аппарата «Осетр» — до 200 тыс. икринок, в аппарат Вейса — 40 тыс. икринок.

Содержание кислорода во время инкубации икры не должно опускаться ниже 6 мг/л, оптимальная температура воды лежит в пределах 14–18°C.

Оплодотворяемость икры определяется на стадии четырёх blastomerov (при температуре воды 12°C через 6 ч с момента оплодотворения, при 14°C — через 4 ч, при 18°C — через 3 ч). В процессе инкубации проводят профилактическую обработку икры красителями (фиолетовым К, малахитовым зелёным, метиленовой синью), формалином. Концентрация фиолетового К равна 10 мг/л на 16–17, 26-й стадиях развития, экспозиция — 15–20 минут. Концентрация формалина составляет 1:500–1:1000, экспозиция — 15 минут.

После вылупления эмбрионов их отбирают из аппаратов и помещают в проточные лотки, ванны или бассейны. Плотность посадки при выдерживании равна до 30 шт./л. В зависимости от температуры воды через 8–10 суток после вылупления личинки переходят на смешанное питание.

Эмбриональное развитие веслоноса. Эмбриональное развитие веслоноса сходно с развитием зародышей осетровых рыб (Детлаф и др., 1981).

Неоплодотворённые яйца имеют тёмно-серый цвет, иногда коричневатые, овальные или округлые, диаметром 2,1–3,0 мм, имеют два полюса — анимальный и вегетативный. У анимального полюса чёткий пигментный рисунок: светлое пятно в центре и одно или несколько тёмных концентрических колец. Вегетативный полюс равномерно окрашен в тёмно-серый цвет. Такой же вид имеют икринки и в первый момент после оплодотворения (рис. 33). Снаружи яйцо одето тремя лицевыми оболочками, плотно прилегающими одна к другой. До оплодотворения оболочки очень слабые, легко повреждаются. Это надо учитывать при получении икры от самки.

После оплодотворения (стадия I) происходит активация яйца. Икринка поворачивается внутри оболочек анимальным полюсом вверх, а богатым желтком вегетативным полюсом — вниз. Наблю-

дается перераспределение пигмента: светлое полярное пятно исчезает, в центре анимального полюса широким несимметричным пятном стягивается тёмный пигмент. Оболочки набухают, становятся клейкими, поэтому перед проведением инкубации в искусственных условиях икринки необходимо обесклеить. В то же время между анимальной областью яйца и оболочками образуется перивителлиновое пространство (стадия 2). Значительно повышается прочность оболочек, они становятся упругими. Затем с одной стороны анимального полюса появляется светлая серповидная полоска, так называемый светлый серп, во всех отношениях сходный с серым серпом у амфибий (стадия 3). Перпендикулярно светлomu серпу в дальнейшем будет располагаться ось зародыша (рис. 69).

Через несколько часов после оплодотворения (раньше или позже в зависимости от температуры, при которой идёт инкубация) появляется первая борозда дробления, которая делит анимальный полюс

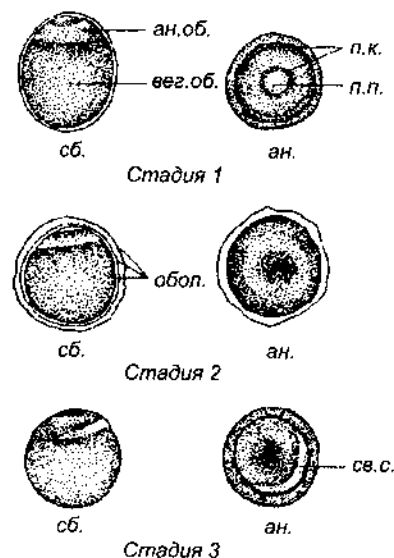


Рис. 69. Неоплодотворённое яйцо веслоноса и яйцо в первые минуты после оплодотворения (стадия 1); активация яйца, перераспределение пигмента, набухание оболочек, появление перивителлинового пространства над анимальным полюсом (стадия 2); появление «светлого серпа» (стадия 3): сб. — вид сбоку; ан. — вид сверху, со стороны анимальной области; п. п. — полярное пятно; п. к. — пигментные кольца; ан. об. — анимальная область; вег. об. — вегетативная область; обол. — оболочки

икринки на два blastomeres (стадия 4) (рис. 70). Дробление у веслоноса, как и у осетра, полное, голобластическое, неравномерное. Появляются вторая и третья борозды, делящие анимальную область соответственно на четыре и восемь blastomeres (стадии 5 и 6).

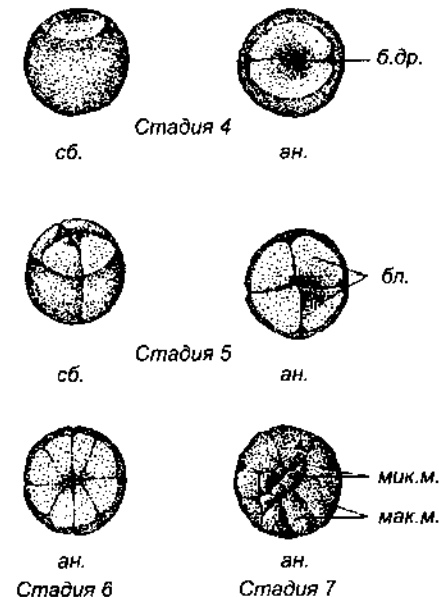


Рис. 70. Анимальная область разделена первой бороздой на два blastomeres (стадия 4); второе деление — анимальная область разделена на четыре blastomeres (стадия 5); стадия восьми blastomeres (стадия 6); начинается разделение на макро- и микромеры; анимальная область разделена на 16 blastomeres (стадия 7): сб. — вид сбоку; ан. — вид сверху, со стороны анимальной области; б. др. — борозда дробления; бл. — blastomeres; мик. м. — микромеры; мак. м. — макромеры

Борозды дробления делят яйцо на blastomeres постепенно: когда в анимальной области появляется вторая борозда, первая ещё не доходит до экватора. На стадии четырёх-восьми blastomeres проводят определение процента оплодотворения икры. Первые три борозды дробления у веслоноса проходят меридионально, а четвёртое деление идёт в горизонтальной плоскости — происходит разделение на микро- и макромеры (стадия 7) (рис. 70).

Следующие три деления соответствуют 8, 9 и 10-й стадиям, описанным для осетровых рыб (Детлаф и др., 1981). В результате этих

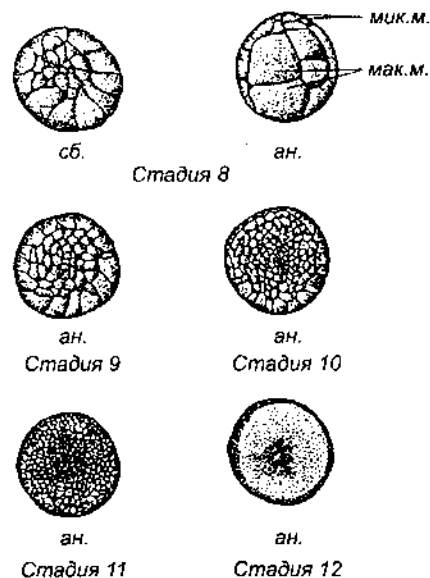


Рис. 71. Последовательные стадии деления клеток и образования бластулы (стадии 8, 9, 10, 11). Поздняя бластула — микромеры так малы, что границы между ними не различимы (стадия 12): сб. — вид сбоку; ан. — вид сверху, со стороны анимальной области; мик. м. — микромеры; мак. м. — макромеры

преобразований икринка становится похожа на мячик, состоящий из клеток разной величины (рис. 71).

С каждым последующим делением микромеры становятся все мельче, а между ними внутри икринки под анимальным полюсом образуется полость — полость бластулы. На стадии ранней бластулы (стадия 11) границы между blastomeres ещё видны (рис. 71). Позднее микромеры становятся так малы, что границы между ними невозможно различить под биноклем — это стадия поздней бластулы (стадия 12).

В краевой зоне — зоне клеток, промежуточных по размеру между макро- и микромерами, наблюдается концентрация пигмента (стадия 13) (рис. 72).

В этом месте клетки краевой зоны начинают погружаться внутрь, появляется короткая борозда инвагинации, икринка переходит в стадию ранней гаструлы (стадия 14). Как показали эксперименты, борозда располагается на будущей спинной стороне зародыша. Верхний слой клеток смещается вниз, достигая бороздки, перегибается и подворачи-

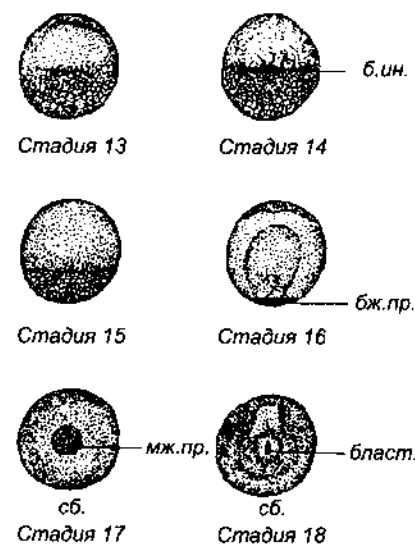


Рис. 72. Концентрация пигмента в краевой зоне (стадия 13); начало гаструляции (стадия 14); blastopore замыкается в кольцо (стадия 15); большая желточная пробка (стадия 16); поздняя гаструла (стадия 17); завершение гаструляции (стадия 18): сб. — вид сбоку; б. ин. — борозда инвагинации; бж. пр. — большая желточная пробка; мж. пр. — маленькая желточная пробка; бласт. — замкнувшийся blastopore

вается внутрь. Эта бороздка носит название blastopore, а её верхний край, через который перегибается клеточный материал, является спинной губой blastopore. Бороздка удлиняется в экваториальном направлении, образуются боковые губы blastopore, наконец, он замыкается в кольцо, появляется брюшная губа blastopore (стадия 15). Верхний светлый слой клеток одновременно с инвагинацией начинает «обращать» поверхность тёмной нижней части икринки, которая получает название желточной пробки, так как её составляют вегетативные клетки, заполненные зёрнами желтка. Граница вворачивания — blastopore — опускается всё ниже, пока диаметр желточной пробки не становится равен половине диаметра всего эмбриона (стадия 16).

Крупные вегетативные клетки входят под губу blastopore и формируют дно первичной кишки. Анимальные клетки движутся через губу и, подстилая снизу белую поверхность клеток, образуют верхнюю стенку первичной кишки. Внутри между слоями клеток образуется первичная полость тела зародыша — будущая кишечная трубка, которая постепенно растёт, что приводит к повороту эмбриона

внутри оболочек. Спинная сторона оказывается сверху, а желточная пробка — на экваторе. Снаружи икринки полость первичной кишки просвечивает как тёмно-серая тень под белой поверхностью клеток. Диаметр желточной пробки уменьшается до 1/4 диаметра икринки (стадия 17). Гастрюляция заканчивается, когда бластопор полностью замыкается, приобретая вид короткой щели (стадия 18). Тогда же начинается формирование нервной бороздки. В области замкнувшегося бластопора в дальнейшем образуется хвостовой отдел.

Нервная бороздка вытягивается в область головы от бластопора, становится заметной нервная пластинка. Это стадия ранней нейрулы (стадия 19) (рис. 37). По краям формирующейся нервной пластинки хорошо различимы выпуклые нервные валики. Нервная пластинка широкая (стадии 20–21). Постепенно пластинка сужается и вытягивается, средняя часть её углубляется, а нервные валики сближаются, но пока ещё не смыкаются (стадия 21). Нервная пластинка, сужаясь, постепенно погружается в глубь зародыша. На стадии 22 валики смыкаются в туловищном отделе, таким образом, начинается формирование нервной трубки. В области головы валики ещё не сомкнулись. В это время появляются зачатки будущей выделительной системы. Они находятся с боков от нервной трубки и имеют вид двух светлых складочек, просвечивающих через покровы. Ось зародыша при этом огибает желточную массу дугой в 150°. Постепенно нервная трубка полностью замыкается, нейруляция заканчивается (стадия 23). Видны первые три пары туловищных сомитов. Зачатки выделительной системы удлиняются (рис. 73).

Головной отдел подразделяется на: передний, средний и задний мозговые пузыри. Появляются крошечные глазные выросты, в передней части головы имеется небольшой бугорок — будущая железа вылупления. В заднем мозговом пузыре образуется полость. Хвостовая почка имеет вид широкой пластинки, не отделяющейся от поверхности желточного мешка. Зачатки выделительной системы начинают вытягиваться в сторону, в их передней части появляется утолщение (стадия 24) (рис. 73).

Становятся различимы почечные каналцы, изгиб выделительной системы выдаётся немного вверх, в сторону головы. Увеличивается число сомитов. По бокам от головного отдела видны боковые пластинки, их суженные концы сближаются впереди зачатка железы вы-

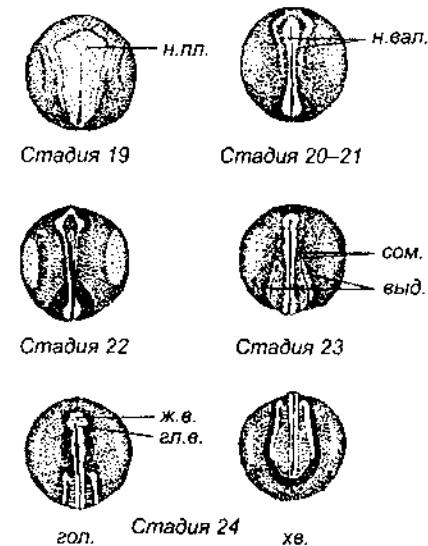


Рис. 73. Широкая нервная пластинка (стадия 19); образование нервных валиков (стадии 20–21); сближение нервных валиков (стадия 22); нейруляция закончена — нервная трубка замкнута (стадия 23); начало формирования головного отдела (стадия 24): гол. — вид со стороны головы; хв. — вид со стороны хвостового отдела; н. пл. — нервная пластинка; н. вал. — нервные валики; сом. — сомиты; выд. — зачатки выделительной системы; ж. в. — зачаток железы вылупления; гл. в. — глазные выросты

лупления. Хвостовая почка утолщается, становится немного уже и начинает отделяться от желточного мешка. В передней части переднего мозгового пузыря, перед зачатком железы вылупления, появляется глубокая ниша в месте образования зачатка гипофиза. По бокам от головного отдела видны две пары светлых дуг — это зачатки челюстного скелета. Полость в заднем мозговом пузыре постепенно расширяется (стадия 25) (рис. 74).

На 26-й стадии в области смыкания боковых пластинок образуется зачаток сердца. Челюстные дуги приобретают форму крыла, вытянутого вперёд. Начинается формирование жаберных дуг, расположенных за челюстными. Головной отдел становится более выпуклым и приподнимается. В передней части переднего мозга уже можно различить зачатки обонятельных плакоид. По бокам от заднего мозга образуются впячивания — будущие слуховые пузырьки. Почечные каналцы одним концом открываются в полость тела,

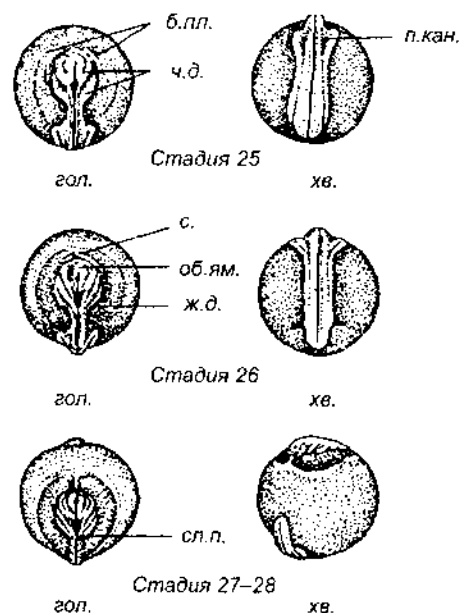


Рис. 74. Образование челюстных дуг, боковые пластинки сближаются, появляются почечные канальцы (стадия 25); образование зачатка сердца, зачатков жаберных дуг, обонятельных ямок (стадия 26); голова приподнимается, хвост становится выпуклым, сердце имеет вид удлинённой трубки (стадия 27–28): гол. — вид со стороны головы; хв. — вид со стороны хвостового отдела; б. пл. — боковые пластинки; ч. д. — зачатки челюстных дуг; п. кан. — почечные канальцы; с. — зачаток сердца; об. ям. — обонятельные ямки; ж. д. — зачатки жаберных дуг; сл. п. — слуховые плакоды

а другим — в общий собирательный канал, который переходит в выводной проток, имеющий форму шпильки.

Постепенно передняя часть головного отдела всё более приподнимается, одновременно происходит подворачивание челюстных и жаберных дуг. Сегментация туловищного отдела продолжается, позади уже выделившихся сомитов образуются новые. Зачатки выделительной системы постепенно удлиняются. Хвостовой отдел всё больше отделяется от поверхности желточного мешка и становится более выпуклым. Сердце принимает вид короткой трубочки, которая быстро удлиняется (стадии 27–28). В конце описываемого периода начинается слабая и редкая пульсация сердца, пульс 20–30 ударов/мин. Одновременно возникает кровообращение в сети кровеносных сосудов желточного мешка (рис. 74).

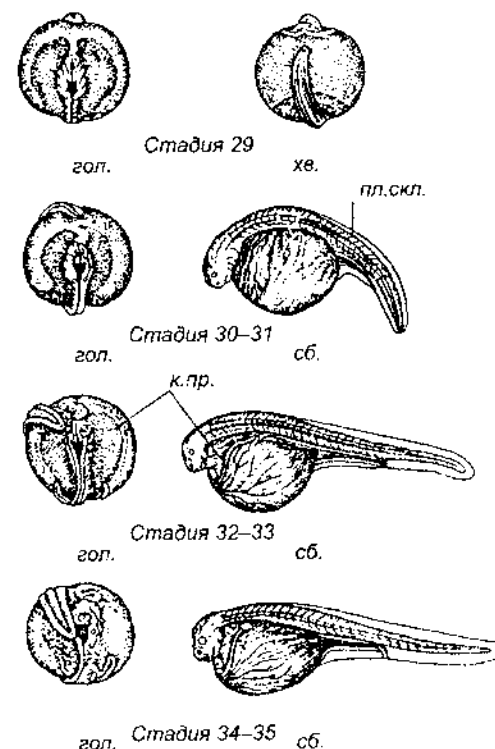


Рис. 75. Сердце имеет вид изогнутой трубки, появляется плавниковая складка (стадия 29); хвост достигает уровня сердца, эмбрион начинает распрямляться после освобождения от оболочек (стадии 30–31); хвост достаёт до головы, плавниковая складка широкая (стадии 32–33); стадия подвижного эмбриона, хвост на уровне слуховых пузырьков (стадии 34–35): сб. — вид сбоку; гол. — вид со стороны головного отдела; хв. — вид со стороны хвоста; пл. скл. — плавниковая складка; к. пр. — кювьеровы протоки

Сердце приобретает вид изогнутой трубки (стадия 29), сердцебиение становится ритмичным и более интенсивным. За одну минуту происходит 30–40 сокращений. Голова начинает отделяться от желточного мешка. Железа вылупления, располагавшаяся перед головным отделом, теперь находится под ним. Челюстные и жаберные дуги подворачиваются вниз, голова при этом приподнимается. Тупой пальцеобразно изогнутый хвост становится ещё длиннее, он всё более отделяется от желточного мешка. Начинает формироваться узкая плавниковая складка. Зародыш реагирует на внешнее раздражение сокращением мышц, как бы поёживается (рис. 75).

На 30–31-й стадиях продолжается обособление головы, формирование основных органов чувств: глазных выростов, обонятельных ямок, слуховых плакод. Частота сердечных сокращений увеличивается и составляет около 60 ударов/мин. Выделительная система удлиняется, выводящий почечный проток открывается в клоаку — небольшое углубление сзади желточного мешка (будущее анальное отверстие).

Заднетуловищный и хвостовой отделы начинают постепенно уплощаться и ложиться набок, сильно удлиняются и охватывают 1/3 желточного мешка. Кончик хвоста достигает уровня сердца. Если эмбрион освободить от оболочек, можно заметить, что он всё более распрямляется. Узкая срединная плавниковая складка хорошо развита. Сегментация туловища продолжается за уровень желточного мешка, по направлению к кончику хвоста. В это время эмбрион уже совершает редкие движения головой, туловищем.

Стадии 32–33. Плавниковая складка достигла кончика хвоста и начинает расширяться. Заднетуловищный и хвостовой отделы всё более удлиняются, кончик хвоста располагается на уровне переднего края головы или немного дальше. Тело зародыша как бы лежит на желточном мешке, оно свёрнуто «клубочком» внутри оболочек. Эмбрион часто шевелится, после освобождения от оболочек совершает слабые колебательные движения, как бы извиваясь. Ось зародыша продолжает распрямляться. Пульс — 80–90 ударов/мин (рис. 75).

Туловищно-хвостовой отдел зародыша уже почти полностью распрямляется. Голова отделена от желточного мешка, но пока ещё подогнута книзу. Край будущей жаберной крышки выпячивается. Сегментация распространяется далее к кончику хвоста, насчитывается около 50 мышечных сегментов. Становятся хорошо видны кювьеровы протоки, обширная сеть кровеносных сосудов. Слуховые пузырьки из круглых становятся продолговатыми. Это стадия вылупления единичных предличинки (рис. 75). Кровь у эмбрионов ещё не окрашена, не видны зачатки грудных плавников, глаз не пигментированы. Длина свободных эмбрионов 6,7–7,4 мм.

При массовом вылуплении (стадия 36) у предличинки кровь приобретает розовую окраску, в сердце образуется камера, глаза пигментированы, появляются зачатки грудных плавников в виде едва заметных складочек, широкая плавниковая складка не дифференцирована

на зачатки плавников. Ротовое отверстие отсутствует, обонятельные ямки округлые. Эмбрион полностью распрямляется, активно делает «свечки». С этого момента начинается предличиночный период развития (рис. 76). Длина предличинки 7,2–8,7 мм.

Изменяется форма желточного мешка: из округлого он становится удлинённо-яйцевидным (стадия 37). У предличинки появляется прорезыв рта, но он ещё не открыт, впереди него обозначаются два крошечных бугорка — зачатки усиков. Прорывается первая жаберная щель. Пока ещё, сохраняется железа выплывания. Пульс — 80–90 ударов/мин.

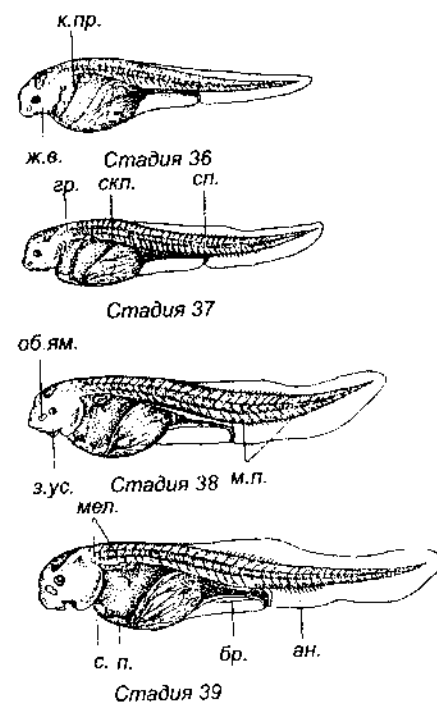


Рис. 76. Предличинка сразу после вылупления (стадия 36); началось формирование спинного плавника, прорезается рот (стадия 37); появились зачатки усиков, грудных плавников, началось разделение пищеварительной системы, обонятельные ямки овальные, началась пигментация предличинки (стадия 38); желудок и кишечник разделены, формируется анальный плавник, появились зачатки брюшных плавников (стадия 39): к. пр. — кювьеровы протоки; ж. в. — железа выплывания; гр., ан., бр. — грудные, спинной, анальный и брюшные плавники; скл. — складка, разделяющая желудок и кишечник; об. ям. — обонятельные ямки; з. ус. — зачатки усиков; м. п. — мышечные плавники; с. — сердце; п. — печень; мел. — меланоциты

В сплошной плавниковой складке намечается место появления спинного плавника. Появляется короткая складка, направленная вниз и наискосок, которая разделяет желудочную и кишечную части желточного мешка. Продолжается сегментация туловища и хвоста, всего насчитывается 60–64 мышечных сегмента. Длина предличинки равна 8,8–10,0 мм.

На 38-й стадии изменяется поведение предличинок: они перестают делать «свечки», становятся на плав, стремятся противостоять течению. На плавниковой складке продолжается формирование будущего спинного плавника, видны мускульные почки на месте образования лучей будущих спинного и анального плавников. Грудные плавники выделяются в виде маленьких складочек; ни брюшных, ни анального плавников ещё нет. Обонятельные отверстия становятся свальными. На первой жаберной дуге появляются крошечные бугорки — зачатки жаберных лепестков, в это же время начинается жаберное дыхание. На спинной стороне предличинки, сразу за головой появляются отдельные ещё бледные меланобласты. Левая и правая части складки, разделяющей желудочную и кишечную части желточного мешка, доходят до печени, но они ещё не отделяют друг от друга будущие желудок и кишечник. Угол между правой и левой частями складки составляет 180°. Предличинки имеют длину 9,8–11,0 мм.

Стадия 39 — рот открыт, усики увеличиваются, слуховые пузырьки дифференцируются на отсеки. Нижняя челюсть пока неподвижна. На плавниковой складке начинает обособляться анальный плавник; выемки на плавниковой складке отделяют зачаток хвостового плавника от анального и спинного. Появляются крошечные зачатки брюшных плавников. Зачатки грудных плавников увеличились и опустились чуть ниже. Левая и правая части складки, полностью разделяющей желудок и кишечник, образуют между собой угол 150°. Прорезалась вторая жаберная щель, появилась коротенькая вторая жаберная дужка. На первой дужке хорошо различимы жаберные лепестки и появились зачатки второго ряда жаберных лепестков. Удлинились обонятельные отверстия. Внутри будущей спиральной кишки собирается тёмный пигмент. В мускулатуре туловища и хвоста насчитывается 66–70 мышечных сегментов. Количество меланоцитов увеличилось, она стала ярче и темнее. Длина предличинок 11,0–12,1 мм (рис. 76).

На следующей 40-й стадии предличинки уже имеют длину 12,0–13,2 мм. Расширяются зачатки спинного, анального и нижней лопасти хвостового плавников (рис. 77), зачатки брюшных плавников удлиняются и расширяются. Угол линий раздела между желудком и кишечником уменьшается до 90°. Печень подразделяется на две доли, справа появляется зачаток желчного пузыря. Удлиняются жаберные лепестки на первой жаберной дуге и появляются на второй. Прорезается третья жаберная щель. Пигментация предличинок усиливается, распространяясь по направлению к хвосту. Обонятельные ямки постепенно меняют форму: с верхнего и нижнего краёв начинают расти лопасти, перегораживающие обонятельное отверстие. Во рту появляются зачатки зубов. Начинаются редкие дыхательные движения нижней челюсти — предличинки переходят на жаберное дыхание.

На 41-й стадии движения нижней челюсти становятся ритмичными. Появились мускульные почки в грудных и брюшных плавниках (рис. 77). Основания грудных плавников сужаются и располагаются

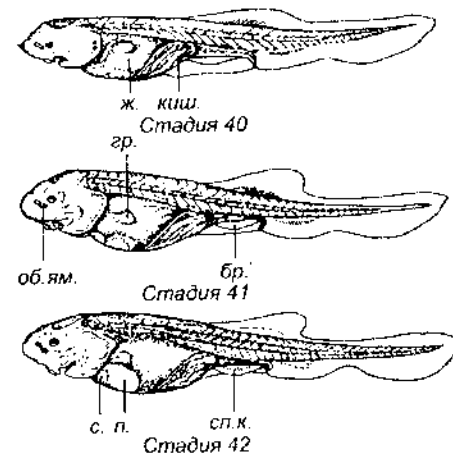


Рис. 77. Обонятельные ямки меняют форму, расширяются зачатки спинного, анального и хвостового плавников, печень разделяется на две доли, удлиняются зачатки жаберных лепестков, грудные плавники увеличиваются, начинается жаберное дыхание (стадия 40); жаберная крышка образует выступ, исчезают кювьеровы протоки, основания грудных плавников располагаются косо, в грудных и брюшных плавниках появляются мускульные почки (стадия 41); обонятельные отверстия приобретают форму гантели, брюшные плавники увеличиваются, кишечник сокращается, отчетливо видна спиральная кишка (стадия 42); ж. — желудок; киш. — кишечник; гр. — грудные плавники; бр. — брюшные плавники; об. ям. — обонятельные ямки; с. — сердце; п. — печень; сп. к. — спиральная кишка

теперь наискосок. С нижней стороны головы хорошо видно соединение подчелюстных каналов, образующих переднюю поперечную комиссуру, которая постепенно выдвигается вперёд. На второй жаберной дуге появился второй ряд жаберных лепестков, на третьей — бугорки — зачатки лепестков первого ряда. Жаберная крышка заметно увеличивается и образует характерный выступ. На усиках появляются крошечные вкусовые почки. Лопasti обонятельного отверстия сближаются. Предличинки имеют длину 13,2–14,1 мм.

Стадия 42. Передняя поперечная комиссура доходит до переднего края головы. Усики заметно удлинились, на них и на губах отчетливо видны многочисленные вкусовые почки. Брюшные плавники достигли края прианальной плавниковой складки, зачатки всех плавников почти полностью сформированы. Обонятельное отверстие принимает форму гантели, лопасти почти соединились. Кишечник сжимается, становится меньше печени по объёму. Появляется пилорический придаток кишечника, ещё не разделённый на доли. Хорошо видна спиральная кишка. Туловище сильно пигментировано. На этой стадии личинки опускаются на дно. Длина их равна 13,9–14,9 мм.

На 43-й стадии (рис. 78) предличинки имеют длину 14,6–15,5 мм. Заметно выдвижение передней части головы — начало образования рострума. Лопasti обонятельного отверстия соединяются, но не срастаются. Прорезается четвёртая жаберная щель, на третьей жаберной дужке появляется второй ряд лепестков, а на первой дуге — зачатки вторичных жаберных лепестков. Жаберная крышка и её килевидный выступ увеличиваются, полностью прикрывая жаберные лепестки. На поверхности жаберной крышки появляется «сыпь» — сенсорные пузырьки. Пилорический придаток разделён на доли (чётко различимы три доли). Полностью сформировался зачаток спинного плавника, грудные плавники продвинулись вперёд и вниз, они располагаются на уровне края жаберной крышки. Движения висцерального аппарата ритмичны.

Длина предличинки на 44-й стадии составляет 15,3–16,2 мм. Срастаются лопасти обонятельного отверстия, теперь вместо одного отверстия в форме гантели присутствуют переднее и заднее обонятельные отверстия. Полностью сформированы зачатки всех плавников, прианальная плавниковая складка сильно сужается. Удлиняется ро-

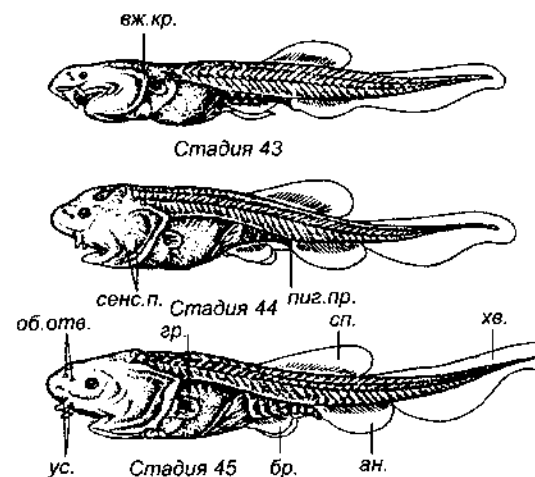


Рис. 78. Лопasti обонятельного отверстия соединяются, обособляется спинной плавник, жаберная крышка увеличивается, полностью прикрывая жаберные лепестки, брюшные плавники выступают за край прианальной плавниковой складки (стадия 43); лопasti обонятельного отверстия срослись, усики располагаются вертикально, на жаберной крышке видны сенсорные пузырьки, начинает расти рострум, полностью сформированы зачатки всех плавников, происходит выброс пигментных пробок (стадия 44); концы усиков выдаются вперёд, обонятельное отверстие разделено на два, прианальная складка редуцировалась, предличинки переходят на смешанное питание (стадия 45): вж. кр. — выступ жаберной крышки; сенс. п. — сенсорные пузырьки; пиг. пр. — пигментная пробка; гр., сп., хв., бр., ан. — грудные, спинной, хвостовой, брюшные и анальный плавники; об. отв. — обонятельные отверстия; ус. — усики

струм. Усики располагаются вертикально. В желудке пока ещё находится только желток, пигментные пробки выбрасываются у большинства личинок. Конец хвоста становится тоньше и плавно изгибается книзу. Значительно усилилась пигментация туловища и хвоста. Предличинки реагируют на присутствие корма в воде, они как бы «принюхиваются».

На 45-й стадии происходит переход предличинки на активное питание, предличинки становятся личинками. Многие из них начинают питаться ещё при наличии пигментных пробок, в желудке уже можно обнаружить корм наряду с остатками зерен желтка. Рострум имеет длину 1,0 мм. Концы усиков выдаются чуть вперёд. Появляется четвёртая жаберная дужка. Грудные плавники опускаются ещё ниже. Прианальная складка почти полностью редуцировалась

(рис. 18). Личинки ведут себя очень активно, захватывая корм, находящийся в толще воды. Длина личинок равна 15,8–16,5 мм.

Продолжительность зародышевого развития зависит от температуры. График этой зависимости представлен на рис. 79. Наиболее благоприятная температура для инкубации икры — 14–18°C. В этом диапазоне температур продолжительность зародышевого развития составляет 120–190 ч.

При низкой температуре (10–11°C) развитие зародышей заметно замедляется (300 ч и более), вылупление свободных эмбрионов растягивается до нескольких суток, значительная часть их погибает, так и не освободившись от оболочек. Наблюдается десинхронизация развития зародышей (замедляется процесс гастрюляции, раньше начинается образование нервной трубки), нарушается нервно-мышечная реакция на механическое воздействие. Свободные эмбрионы находятся на более поздних стадиях развития (стадии 39–40, перед началом активного жаберного дыхания). Температуру 11°C можно считать пороговой для зародышевого развития веслоноса.

При высокой температуре (20–21°C) эмбрионы появляются на свет менее сформированными: они меньших размеров, кровь у них неокрашенная, не развиты зачатки грудных плавников, плохо выражен спиральный клапан. Продолжительность периода инкубации составляет 113–120 ч. Температура 21°C также является пороговой для веслоноса, так как при этом её значении увеличивается число уродливых эмбрионов, значительная часть их (более 50%) погибает ещё до вылупления. При высоких температурах наблюдается нарушение процесса гастрюляции, часть желтка не полностью обрастает бластодермой, отторгается, что приводит впоследствии к уродливому развитию и гибели зародышей. У многих эмбрионов наблюдается

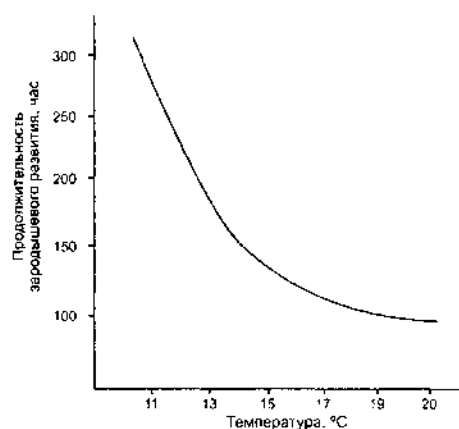


Рис. 79. Продолжительность зародышевого развития веслоноса в зависимости от температуры воды

развитие узкой и удлинённой сердечной трубки, искривление хвостового отдела, водянка окологерцевой области.

Температуру выше 25°C можно считать летальной для зародышей веслоноса, так как развитие икры прекращается ещё до начала гастрюляции.

Аналогично проявляется влияние температуры на развитие предличинки, но диапазон температур расширяется. Наиболее благоприятными для веслоноса являются значения температуры от 18 до 22°C. Период выдерживания до перехода на смешанное питание составляет 100–220 ч.

При более низкой температуре (15–17°C) происходит значительное замедление развития (период выдерживания составляет 240–310 ч), особенно растянуты стадии перед переходом на смешанное питание. При температуре 13–14°C наблюдается массовый отход предличинки на стадиях перехода на активное жаберное дыхание и оседания на дно.

Температуру выше 25°C можно считать пороговой, так как при этом наблюдается повышенный отход предличинки, особенно перед переходом на смешанное питание.

Время прохождения некоторых стадий развития при различной температуре указано в таблицах 91, 92.

Таблица 91

Продолжительность эмбрионального развития веслоноса в зависимости от температуры воды

Стадия развития	Период инкубации			
	12°C	14,5°C	17,5°C	20°C
4	5 ч 10 мин	4 ч 20 мин	3 ч 00 мин	2 ч 30 мин
5	6 ч 50 мин	5 ч 20 мин	4 ч 00 мин	3 ч 20 мин
13	36 ч 40 мин	30 ч 00 мин	22 ч 30 мин	21 ч 00 мин
18	68 ч 20 мин	55 ч 20 мин	—	—
22	—	66 ч 20 мин	—	—
28	133 ч 00 мин	105 ч 20 мин	80 ч 00 мин	—
29	148 ч 00 мин	117 ч 20 мин	88 ч 00 мин	71 ч 10 мин
32	240 ч 20 мин	120 ч 00 мин	105 ч 30 мин	—
35	—	176 ч 20 мин	138 ч 00 мин	120 ч 00 мин

Таблица 92

Продолжительность развития предличинок веслоноса
в зависимости от температуры воды

Стадия	Период предличиночного развития		
	14,5°C	16°C	19°C
36	0	0	0
37	2 сут	1 сут	0 сут 22 ч
38	3 сут 5 ч	2 сут	1 сут 19 ч
39	4 сут 11 ч	3 сут 18 ч	2 сут 7 ч
40	5 сут 6 ч	5 сут	2 сут 19 ч
41	6 сут 4 ч	6 сут	3 сут 19 ч
42	8 сут	7 сут 2 ч	4 сут 19 ч
43	10 сут	9 сут 13 ч	5 сут 19 ч
44	12 сут 2 ч	10 сут 16 ч	6 сут 19 ч
45	14 сут 4 ч	11 сут 16 ч	7 сут 19 ч

Потребность икры и предличинок в кислороде, растворённом в воде, обусловлена интенсивностью их дыхания.

При средней температуре воды 16°C интенсивность дыхания оплодотворённой икры постепенно возрастает от 0,00013 мг O_2 /шт*ч сразу после оплодотворения до 0,0052 мг O_2 /шт*ч при вылуплении свободных эмбрионов, то есть потребность в кислороде возрастает в 40 раз. На некоторое время интенсивность дыхания чуть-чуть снижается или остаётся на прежнем уровне (это наблюдается перед началом биения сердца), затем она резко увеличивается (от начала сердцебиения до вылупления предличинок). Сразу после вылупления интенсивность дыхания возрастает в 2,5–3 раза и затем постепенно увеличивается, составляя к моменту перехода на экзотенное питание 0,025 мг O_2 /шт*ч.

Для того чтобы икра и предличинки получали необходимое для дыхания количество кислорода, его концентрация в воде должна составлять 8–10 мг/л, при снижении её до 5 мг/л развивающаяся икра и предличинки испытывают кислородное голодание, что может привести к нарушению процессов формирования систем и органов, появлению большого числа уродливых особей и их гибели.

Содержание кислорода в воде ниже 5 мг/л губительно для икры и предличинок.

Подращивание личинок и выращивание посадочного материала. Как показывает отечественная практика, выращивание молоди целесообразно проводить в три этапа.

Первый этап. Выдерживание, перевод личинок на смешанное питание, подращивание до массы 200–300 мг, осуществляемое в бассейнах, лотках, аппаратах «Амур» и т.д., установках замкнутого водообеспечения.

Второй этап. Выращивание молоди до массы 1–3 г в бассейнах, садках, прудах площадью 0,5–1 га; при этом предусматривается защита, в первую очередь от рыбоядных птиц (чайки, цапли и т.п.).

Третий этап. Выращивание посадочного материала (сеголетки) веслоноса в поликультуре с другими видами рыб (кара, буффало, белый толстолобик, осетровые и др.) до массы не менее 100 г.

Проводить подращивание неподрощенной молоди в прудах из-за ненадёжных результатов нецелесообразно. Поэтому используют заводской способ подращивания молоди веслоноса. В большинстве хозяйств наиболее распространёнными ёмкостями, пригодными для подращивания личинок веслоноса, являются пластиковые бассейны объёмом воды 0,7–1,2 м³. На первых этапах подращивания от 20 до 300 мг желательно использовать инкубационные аппараты типа «Амур» или ВНИИПРХ, имеющие нижнюю водоподачу, минимум застойных зон. Оптимальная температура при подращивании на сухих комбикормах равна 22–24°C. На первых этапах подращивания при переходе на активное питание температуру воды поддерживают на уровне 19–22°C, затем постепенно повышают до оптимальной. Положительная реак-

Таблица 93

Расход, уровень воды и плотность посадки личинок веслоноса
в зависимости от их массы

Масса молоди, мг	Плотность посадки, тыс. шт./м³	Расход воды, л/мин		Уровень воды в бассейне, см
		бассейны	аппараты	
20–50	30–35	12–15	17–20	0,2
51–100	20–25	12–15	17–20	0,2
101–500	10–12	15–17	23–25	0,35
501–2000	2–3	20–25	25–30	0,5

ция на корм у личинок веслоноса наступает при температуре воды 16–18°C, а при 27–30°C пищевая активность рыб снижается.

Обмен воды в процессе подращивания в производственных условиях в зависимости от плотности посадки, объема ёмкости устанавливается из расчёта выноса продуктов метаболизма и поддержания уровня растворённого в воде кислорода не менее 5 мг/л (табл. 93).

Мелкие формы зоопланктона вносят в бассейны за два дня до предполагаемого перехода личинок на смешанное питание, так как часть личинок начинает потреблять корм до выпадения желточной пробки. В начале подращивания обычный, отловленный в прудах зоопланктон в первые два три дня процеживают через сито № 7, в дальнейшем — через рашель 3–5 мм для удаления мусора, водяных клопов и т.д. При наличии цеха живых кормов (осетровые заводы) в первый период вносят мелкие формы *Daphnia*, *Moina*, науплий артемии, но во всех случаях веслонос отдаёт предпочтение *Streptocephalus*, взрослым формам *Artemia salina*. При недоступности этих форм из-за размера веслонос хорошо потребляет их в измельчённом виде. Кормовой коэффициент при кормлении названными формами зоопланктона с учётом потерь при кормлении составляет 6–7 ед. Кормление веслоноса олигохетами — белыми почвенными червями — нецелесообразно, так как при кормлении живыми олигохетами наблюдается повышенный отход веслоноса, а измельчённых олигохет веслонос берёт неохотно.

В первое время веслонос может брать пищу со дна, а по мере увеличения рострума переходит на питание в толще воды. В случае концентрации пищи у дна мальки делают спиралеобразные движения и, таким образом, поднимают корм (зоопланктон) в толщу воды. У личинок в течение суток наблюдаются три минимума (в 14, 22 и 4 ч) и три максимума

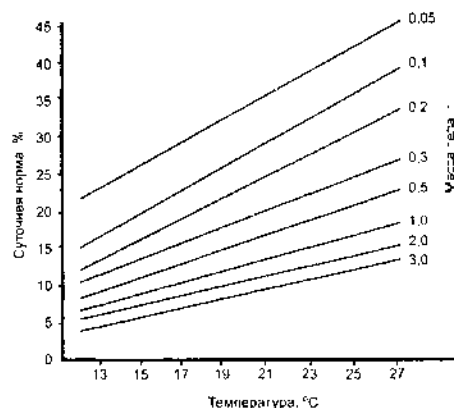


Рис. 80. Графическое изображение суточных норм кормления ранней молоди веслоноса в зависимости от массы тела и температуры воды

(в 10–12, 18–20 и 24–2 ч). Корм в бассейнах должен находиться постоянно, концентрацию зоопланктона в период подращивания необходимо поддерживать на уровне 3–5 мг/л. При отсутствии корма у веслоноса наблюдается каннибализм, что ведёт к большим потерям. В качестве вынужденного корма можно применять мелко нарубленный, протёртый рыбный фарш, крупку высокобелковых стартовых кормов для осетровых, лососевых рыб (рис. 80).

Подращивание молоди веслоноса при температуре воды 16–19°C целесообразно проводить на стартовом корме ОСТ-6, ОСТ-7 для осетровых рыб (табл. 94).

Таблица 94

Суточные нормы кормления личинок и мальков веслоноса, % от массы тела

Температура воды, °C	Масса тела, г							
	До 0,05	0,05–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–3,0
16	24,0	18,0	14,3	12,1	10,1	8,3	6,5	5,0
17	26,0	19,5	15,6	13,0	11,2	9,0	7,5	5,9
18	27,4	21,0	17,0	14,4	12,4	10,1	8,2	6,8
19	29,0	22,5	18,0	15,7	13,1	11,2	9,2	7,5
20	30,7	23,7	19,4	17,0	14,0	12,0	10,0	8,1
21	32,0	25,0	21,0	18,2	15,2	13,1	10,9	8,7
22	33,5	26,5	22,2	19,5	16,5	14,0	11,8	9,2
23	35,3	27,7	23,5	20,2	17,5	15,0	12,5	10,0
24	37,0	28,9	24,6	21,5	18,6	16,0	13,3	10,8
25	38,5	30,5	25,8	22,5	19,4	17,0	14,0	11,6

При использовании механических кормораздатчиков личинок и мальков веслоноса массой до 100 мг следует кормить через каждые 10 минут, что обеспечивает почти постоянное наличие корма на акварионии бассейна и постоянную доступность его молоди.

Молодь, подращенная на искусственных кормах, перед посадкой в садок или пруд переводится на питание живыми кормами. Учитывая, что основным кормом для веслоноса в прудах является зоопланктон, особое внимание уделяется развитию естественной кормовой базы в водоёме.

Выращенный материал целесообразно использовать для зарыбления прудов, малых водохранилищ III–IV зон рыбоводства, водоёмов-охладителей. Поскольку веслонос хорошо питается и растёт при солёности до 4‰, перспективно использование для товарного выращивания веслоноса в солёных ильменях (озёрах), лиманах.

Товарное выращивание веслоноса. Для товарного выращивания веслоноса возможно использование прудов, ильменей, водоёмов комплексного назначения III–IV-ой зон прудового рыбоводства. В I–II-ой зонах для этих целей пригодны водоёмы-охладители энергообъектов. Весьма перспективно организовать икорно-балычное производство.

Учитывая большую степень сходства в спектре питания веслоноса и пёстрого толстолобика, при выращивании веслоноса в поликультуре с другими видами рыб, плотность посадки следует определять, руководствуясь нормативными документами по выращиванию пёстрого толстолобика для данной зоны прудового рыбоводства или конкретного опыта хозяйства по выращиванию этого объекта. Так как посадочный материал веслоноса (годовики), как правило, бывает не менее 100 г, плотность посадки, по сравнению с нормативными по пёструму толстолобику, снижается на 30%.

Транспортировка. До начала 90-х прошлого века годов перевозку оплодотворённой икры веслоноса не проводили. В 1991 г. были осуществлены её первые опытные перевозки в изотермических контейнерах, а к 1993 г. была отработана технология транспортировки: определены стадии развития, при которых отход оплодотворённой икры после перевозки составляет менее 1%, подобраны терморежимы, а также разработана общая схема адаптации икры. Выяснено, что оплодотворённая икра веслоноса переносит «сухую» перевозку в контейнере в течение 24 ч гораздо лучше и практически безотходно, чем в полиэтиленовом пакете с водой и кислородом при условии высокого исходного качества икры. Выход живых эмбрионов при соблюдении режимов перевозки и адаптации составляет почти 100%, в то время как при перевозке в пакете — не более 85%.

Использование изотермических контейнеров специальной конструкции (рис. 81) позволяет эффективно транспортировать живую икру веслоноса. Общее время возможной транспортировки оплодотворённой икры веслоноса в изотермическом контейнере, а соответственно и норматив загрузки при одинаковой температуре при пере-

возке в течение 24 ч почти в два раза выше, чем при перевозке в полиэтиленовом пакете.

Свободный объём воздуха, содержащийся в контейнере при полной загрузке, колеблется от 40 до 60%. Оптимальный диапазон температуры при транспортировке икры веслоноса составляет от +8 до 1–14°C. Субкритические температуры, при которых наблюдается высокий отход: верхняя — +20°C, нижняя — +6°C. Пороговые температуры, при которых может наступить массовая гибель икры: верхняя — +2°C, нижняя — +5°C. Терморегим, устанавливаемый в изотермическом контейнере с помощью пластин льда, упакованных в герметичные пакеты, составляет величину меньшую, чем температура инкубации (на момент взятия икры), на 4–6°C, но должна быть выше нижней субпороговой температуры на 0,5–1°C.

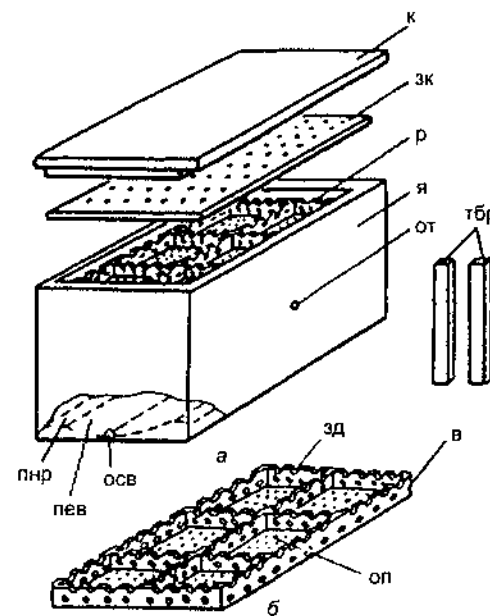


Рис. 81. Изотермический контейнер для перевозки развивающейся икры веслоноса: а — контейнер в сборе, б — отдельная рамка: к. — крышка; зк. — защитная крышка; р. — рамка для укладки икры; я. — ящик; тбр. — торцевые бруски для крепления рамок; от. — отверстие для термометра; пнр. — поверхность для укладки нижней рамки; псв. — наклонная поверхность для слива воды; осв. — сливное отверстие; зд. — зубцы-держатели марлевой салфетки; в. — воздуховоды; оп. — отверстие для укладки пакетов со льдом

Возможное время транспортировки икры веслоноса в изотермическом контейнере не превышает 48 ч. После 24 ч транспортировки необходимо провести душование икры. При загрузке количество слоёв оплодотворённой икры на рамке должно быть не более двух. Норма загрузки икры в контейнер рассчитывается по формуле:

$$M = K \times S \times P \times N \times C,$$

где K — количество икринок в 1 см²;

S — площадь ячейки;

P — количество ячеек в рамке;

N — количество рамок;

C — количество слоёв икры.

Количество икринок в 1 см² определяется в зависимости от их диаметра:

Диаметр икры, мм	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
Количество икринок	25,0	23,7	20,6	18,9	17,3	16,0	14,8
Диаметр икры, мм	2,7	2,8	2,9	3,0	—	—	—
Количество икринок	13,7	12,7	11,9	11,1	—	—	—

Наименьший отход при транспортировке икры наблюдается между 21-ой и 32-й стадиями её развития. Непосредственно перед загрузкой икра проходит профилактическую обработку фиолетовым K , формалином или метиленовым синим. Контейнер и рамки стерилизуются марганцовкой ($KMnO_4$).

Икра загружается на рамки (рис. 46) с помощью резинового шланга. Предварительно на рамки кладутся мокрые салфетки, на которых и размещается икра. После загрузки рамки поверх икры кладётся марлевая салфетка. Подготовленные рамки укладываются в контейнер. Сюда же в герметичных пакетах опускается лёд. Для льда контейнер должен иметь специальное отделение, либо лёд помещается на верхнюю и нижнюю пустые рамки. Контейнер герметизируется с помощью клейкой ленты и устанавливается в картонный короб. Короб обклеивается предупреждающими надписями, обвязывается верёвкой и в таком виде транспортируется. При перевозке контейнер находится в горизонтальном положении, при этом его необходимо оберегать от ударов.

После прибытия на хозяйство-получатель оплодотворённая икра должна обязательно пройти адаптацию. Для этого её подвергают ду-

шеванию смесью воды из контейнера и местной воды, постепенно наращивая концентрацию воды из инкубационных аппаратов, пока она не достигнет 100%. Во время душевания необходимо делать паузы в течение 5–10 минут, чтобы икра постепенно адаптировалась к изменениям гидрохимического и температурного режима. Адаптация икры при разнице температуры воды в контейнере и инкубационном аппарате в 5–8°C должна проводиться не менее 1,5–2,0 ч, при 3–5°C — в течение 1 ч, при 0–2°C — 30 минут.

Транспортировка в двухслойных полиэтиленовых пакетах с водой и кислородом проводится тогда, когда оплодотворённую икру необходимо перевезти на ранних стадиях развития — в это время она наиболее чувствительна к механическим воздействиям, или на поздних стадиях (после 32-й), когда есть опасность вылупления предличинки прямо во время перевозки. Температура воды в пакете должна быть равна той температуре, при которой икра инкубировалась. Ориентировочные нормы загрузки икры на 20 л воды и 20 л кислорода из расчёта 24 ч перевозки следующие:

Температура, °C	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Масса, кг	3,0	3,0	2,5	2,3	2,1	2,0	1,7	1,5	1,5	1,2	1,0	1,0

В процессе перевозки пакеты необходимо периодически встряхивать в течение нескольких минут для увеличения насыщения воды кислородом. Категорически запрещается использовать чистый кислород из баллонов. При зарядке пакетов объём обычного воздуха должен составлять не менее 20 и не более 40%. Суммарное время транспортировки, включая загрузку и адаптацию, не должно превышать 24 ч. При выгрузке икры из контейнера, перед загрузкой в аппарат икра помещается в ёмкость (таз) с водой. Температура воды в ёмкости должна соответствовать температуре в контейнере. Икра тщательно перемешивается (разбирается), проводится профилактическая обработка икры органическими красителями.

При транспортировке личинок и молоди веслоноса следует помнить, что они в отличие от других осетровых очень плохо переносят перевозки. Это связано с физиологией дыхания. Для нормального дыхания личинки и молодь веслоноса должны непрерывно двигаться. Поэтому плотность посадки в пакеты должна быть ниже в два раза для личинок и в три раза для молоди, чем плотность посадки

других осетровых. При перевозке личинок и молоди в пакете при зарядке кислородом оставляют примерно 20–30% воздуха, перевозить их следует при достаточно низкой температуре. Пакеты необходимо периодически встряхивать. Общее время транспортировки не должно превышать 24 ч. Диапазон оптимальной температуры при перевозке от 10 до 18°C. Нормы загрузки на пакет для личинок: на 12 ч — 150 г, на 24 ч — 75 г; для молоди массой 1–3 г: на 12 ч — 250 г, на 24 ч — 175 г. Пакеты с рыбопосадочным материалом укладываются в изотермические контейнеры и обкладываются пакетиками льда для достижения оптимальной температуры из расчёта 300 г льда для понижения температуры на 1°C на 20 л воды. Перевозку племенного материала целесообразно осуществлять при температуре воды не выше 15°C. Отход личинок в пакетах может достигать 20%, молоди — 10–15%.

Продолжительность содержания веслоноса в брезентовых мешках составляет не более 5 минут. Перевозку до 1 ч осуществляют в брезентовых чанах. В 1,0–1,5 м³ воды помещают до 100 кг рыбы. При транспортировке продолжительностью более 1 ч используют живорыбные машины, брезентовые чаны и другие ёмкости при условии принудительного обогащения воды кислородом. В живорыбную машину загружают до 120 кг рыбы. При перевозке веслоноса следует учитывать, что интенсивность дыхания у него зависит от передвижения в воде, поэтому существенное влияние на исход перевозки оказывает фактор пространства.

Веслонос как объект рыбного хозяйства и акклиматизации. Имеет место несколько направлений использования веслоноса в рыбном хозяйстве внутренних водоёмов.

Опыт выращивания веслоноса в прудах Северного Кавказа показал, что за счёт него в условиях сложившейся поликультуры (карп, растительноядные рыбы) возможно получение до 0,3 т/га деликатесной продукции. Рационально использовать в качестве товарной продукции рыбу массой не менее 2 кг. Веслонос — ценный объект для зарыбления водохранилищ, озёр, лиманов южной и средней полосы, водоёмов-охладителей. Условия для воспроизводства веслоноса в большинстве водоёмов отсутствуют, поэтому необходимо обеспечить периодическое зарыбление их и эксплуатацию по типу пастбищных хозяйств. В зависимости от расположения водоёмов целесообразно

применять разные типы поликультуры, включающие, помимо веслоноса и аборигенов, белого толстолобика, чёрного амура, осетровых, буффало, нилгаса и т.д.

Возможность прижизненного отбора икры создаёт предпосылки организации в рыбхозах икрного производства пищевой икры. По потребительским свойствам икра веслоноса сходна с икрой севрюги. Половозрелые самки веслоноса могут давать раз в два года в среднем около 2 кг чёрной икры. Каждую самку можно эксплуатировать не менее пяти раз. При содержании на 1 га водоёма 20–30 половозрелых самок веслоноса предполагается получение 40–60 кг/га икры.

И, наконец, желательно осуществить акклиматизацию веслоноса в подходящих естественных водоёмах в целях создания самовоспроизводящихся популяций.

Санитарно-профилактические мероприятия при культивировании веслоноса. При выращивании осетровых рыб отмечаются заболевания различной этиологии: инфекционные, инвазионные, алиментарные и заболевания, связанные с нарушением газового режима воды.

Значительную гибель икры и молоди веслоноса на первых этапах подращивания вызывает сапролегниоз. Сапролегниоз — наиболее часто наблюдаемое инфекционное заболевание, вызывающее значительную гибель икры осетровых. В первую очередь повреждаются мёртвые и неоплодотворённые икринки. Если не проводить своевременную обработку, воздействию подвергается и нормально развивающаяся икра. Кроме непосредственного поражения, сапролегниоз значительно ухудшает газовый режим в инкубационных аппаратах. Для профилактики и борьбы с сапролегниозом проводят обработку икры органическими красителями: малахитовым зелёным в концентрации 1:100000 и 1:20000 (10 мг/л и 5 мг/л) при экспозиции 15 мин; фиолетовым — 1:200000 (5 мг/л) при экспозиции 30 мин; формальдегидом в концентрации 15 мл/л воды 40%-ного формалина и 5 г поваренной соли при экспозиции 15 мин.

Обработку выполняют не менее 2-х раз: на стадии щелевидного бластопора (стадии 18–19) и на стадии прямой сердечной трубки (стадия 28). Для отбора мёртвой икры и икры поражённой грибом сапролегнией, используют сифон из резинового шланга различного диаметра в зависимости от вида осетровых рыб.

Среди инвазионных заболеваний для рыб массой до 1–2 г наиболее опасен триходиноз, вызываемый эктопаразитическими простейшими — триходинами. В результате заболевания у рыб наблюдается повышенное слизеотделение, тело заражённых рыб становится матовым. При интенсивной заражённости рыбы не питаются, двигательная активность снижается, отмечается угнетённое состояние. Наиболее эффективными мерами борьбы с заболеванием являются ванны с различной концентрацией поваренной соли в зависимости от продолжительности обработки: 5% в течение 5 минут и 20% в течение 1 минуты, 40%-ный формалин из расчёта 20 мг на 100 л воды, марганцовокислый калий — 1 г на 10 л воды.

Алиментарные заболевания отмечаются, как правило, в результате кормления молоди осетровых недостаточно сбалансированными кормами или кормами, предназначенными для других видов (например, форелевые), а также кормами с истекшими сроками хранения. Алиментарные токсикозы проявляются в виде осветления покровов тела, бледной окраски жабр и изменением цвета и структуры печени. Рекомендуется замена корма, введение в корм витамина С из расчёта 1–3 г на 1 кг корма (орошение корма раствором витамина в воде с последующей сушкой), метиленового синего (1–5 г/кг в течение пяти дней) или антидотных препаратов.

Газопузырьковая болезнь (ГПЗ) — газовая эмболия возникает из-за избытка растворённого в воде молекулярного азота и кислорода. Предельно допустимый уровень насыщения воды для личинок и молоди осетровых молекулярным азотом составляет до 104%, для сеголетков и рыб более старшего возраста до 110%. Насыщение воды растворённым в воде кислородом не должно превышать 250–350%. В результате ГПЗ возникают механические повреждения кровеносных сосудов и внутренних органов, приводящие к гибели молоди. У предличинок до перехода на активное питание пузырёк газа образуется в ротовой полости, что усложняет переход на активное питание и, как следствие, их гибель. С целью устранения избытка растворённых в воде газов необходимо проводить дегазацию воды её разбрызгивание пропускание через систему ступенек или низконапорную аэрацию воздухом, обеспечивающую выход избытка газов. При напорной водоподаче устанавливается дегазатор, при самотёчном водообеспечении ГПЗ не наблюдается.

10.8. Технология содержания и кормления осетровых рыб при низкой температуре воды

(по работам С.В. Пономарёва, В.Г. Чипинова, Е.Н. Пономарёвой и др., 2005)

В существующих технологиях выращивания различных видов рыб при естественном ходе температур, одним из наиболее сложных биотехнических процессов является проведение зимовки.

Изменения и управление основными показателями водной среды при выращивании рыбы в зимний период, с использованием земляных прудов, являются сложными и неэффективными. Поэтому в практике аквакультуры постоянно предпринимались попытки превратить зимовку рыбы в максимально контролируемый и управляемый процесс. На практике вместо использования обычных зимовальных прудов используют для зимнего содержания бассейны с различными технологическими решениями. Так в 1974–1975 гг. А. Гаринным из ВНИИПРХа были проведены научно-исследовательские эксперименты по зимнему содержанию молоди рыб в бассейнах, показавшие возможность активного вмешательства в процесс зимовки. По сравнению с зимовкой в обыкновенных зимовальных прудах, выход молоди превысил нормативные требования на 16%. Кроме методов прямоточного водоснабжения зимовальных бассейнов для содержания рыбы путём подачи воды от источника водоснабжения и стока в естественные водоёмы или близлежащие пруды хозяйства, без очистки и обеззараживания, был предложен метод оборотного водоснабжения с замкнутым циклом. При использовании системы оборотного водоснабжения для зимовки потеря массы тела у сеголеток карпа была ниже, чем при прямоточном. Коэффициент упитанности рыбы в прямоточных бассейнах снижался в большей степени, и во многих случаях достигал минимальных величин. В бассейнах с оборотным водоснабжением к концу зимовки отмечается более высокое содержание белка и жира в теле рыб.

Особое место при зимнем содержании объектов аквакультуры занимают вопросы, связанные с изучением влияния голода на организм рыб. В ряде работ показано, что обеспеченность кормом рыб на протяжении летнего выращивания способна отразиться на результатах зимовки.

Практически для предупреждения преждевременного голодания и отхода молоди в осенний и зимний периоды предлагается продолжать умеренное кормление карпа комбикормом непосредственно до пересадки в зимовальные пруды.

Оптимизация зимнего содержания рыб велась не только по пути улучшения гидрохимических и температурных условий. Были получены важные результаты по проведению кормления различных видов рыб в условиях низких температур.

Физиолого-биохимические показатели у питающихся рыб значительно выше (коэффициент упитанности — на 0,3%, содержание белка в теле — на 1,0%, жира — на 0,6%, гликогена в печени — на 3,7%, белка в сыворотке крови — на 0,4%). За счёт проведения кормления в зимний период были получены высокие выходы годовиков карпа (свыше 90%).

Для успешного развития осетрового хозяйства необходимо разрабатывать и совершенствовать биотехнику зимнего содержания разновозрастных осетровых, особенно производителей, с целью сближения численности и биомассы рыб.

По данным В.П. Михеева (1982) при содержании производителей стерляди в садках в течение зимы и весны происходит уменьшение массы тела на 12–17%. Для ускорения темпа роста и устранения негативных последствий зимовки возможно использование зимнего подращивания в садках на подогретой воде электростанций.

При выращивании сеголеток сибирского осетра в северо-восточной Польше, в условиях форелевых прудов, при естественном ходе температур с проведением кормления гранулированными кормами после зимовки продолжительностью 5 месяцев, наблюдались потери средней массы только на 12%, при хорошей выживаемости.

На наш взгляд весьма показательны факты, касающиеся питания осетровых в естественной среде обитания в условиях пониженных температур. Так, Л.Н. Кашенцевой проводились исследования характера и интенсивности питания севрюги в зимний период. Показано, что при температуре воды от +1,8 до +6,1°C питание севрюги было весьма интенсивным.

Проблема кормления осетровых в аквакультуре при зимнем выращивании с естественным ходом температур является весьма важной в оптимизации биотехники выращивания.

Исследования вопросов кормления осетровых в зимний период выращивания, имевшие место в 60–70-х годах прошлого века, в основном проводились на бестере, выращиваемом в условиях прудов, при естественном ходе температур.

Были получены данные показывающие, что даже слабая подкормка осетровых при зимнем содержании, положительно влияет на рыбопродуктивные результаты. Однако обязательным условием проведения работ по зимнему кормлению осетровых принималось хорошее гидрохимическое состояние водоёма, в частности оптимальный кислородный режим.

По наблюдениям А.И. Черномашенцева осетровые способны к потреблению корма в прудовых условиях при снижении температуры воды до +1,3°C, а по нашим наблюдениям и ниже.

В современной практике отечественного и зарубежного осетрового хозяйства формирование ремонтно-маточных стад (РМС) на предприятиях аквакультуры производится с использованием воды, как без предварительной термической обработки, так и с подогревом в холодное время года.

Именно с организацией рыбоводных предприятий такого типа связано дальнейшее направление развития осетрового хозяйства.

Действительно, хозяйства с возможностью подогревать воду в зимний период имеют значительные преимущества за счёт создания круглогодичного температурного оптимума. В таких условиях происходит интенсивный рост выращиваемой рыбы на протяжении всего года, быстрее наступает формирование гонад, что в конечном итоге приводит к ускоренному половому созреванию, а затем и к значительному сокращению межнерестовых интервалов по сравнению с особями, обитающими в естественных водоёмах и культивируемых на рыбоводных хозяйствах с нерегулируемым термическим режимом.

Вместе с тем, имеются некоторые негативные моменты в технологии содержания РМС при высоких круглогодичных температурах. Имеются данные о жировом перерождении гонад у производителей, содержащихся на тепловодных хозяйствах. Кроме того, из-за большой разницы в температурных условиях промышленных хозяйств и естественного ареала процесс реакклиматизации может идти тем сложнее, чем большее количество поколений жило в тепловодных

хозяйствах, что имеет существенное значение при использовании продукционных маточных стад для целей воспроизводства.

Отклонения от оптимального температурного режима, случающиеся на тепловодных хозяйствах могут приводить к нарушению половых циклов и асинхронности развития ооцитов, что негативно сказывается на качестве половых продуктов, получаемых при повторном созревании самок в условиях рыбоводного хозяйства.

В виду того, что выращивание маточных стад осетровых в условиях тепловодных хозяйств, по интенсивной технологии с последующим использованием полученной продукции для целей воспроизводства естественных популяций, не имеет в настоящее время широкого распространения, показана необходимость применения большого объема рыбоводно-биологических исследований, включающих: изучение гаметогенеза и половых циклов осетровых в условиях тепловодных хозяйств, биологического полиморфизма, как показателя уровня гетерогенности маточных стад, оценку производителей по потомству. Особое внимание необходимо уделять разработке критериев жизнестойкости молоди выпускаемой в естественные водоёмы, полученной от маточного стада содержащегося на тёплых водах, следует проводить работы по выявлению изменения морфотипа в зависимости от условий содержания.

Несомненным фактором является то, что успех в формировании и эксплуатации РМС напрямую зависит от условий содержания стада. В связи с этим В.Н. Шевченко показывает, что на ОРЗ дельты Волги содержание domesticированных самок маточного стада, в период от получения икры до повторного созревания, проходит в температурных условиях, максимально приближенных к естественным.

Кроме того, сравнивая достоинства и недостатки тепловодных хозяйств и хозяйств с естественным температурным режимом, следует исходить из реалий современного состояния рыбоводных предприятий России. Большое число хозяйств пока не располагает специальным оборудованием для регулирования гидрохимических и температурных параметров среды, они являются зависимыми от условий водоёмов, из которых осуществляется водозабор.

Действующие в настоящее время технологии выращивания товарных осетровых рыб, формирования их репродуктивных стад не предусматривают кормление рыбы при снижении температуры ниже 12°C.

Таким образом, при формировании ремонтного стада в условиях юга России, при соблюдении традиционной технологии, рыба не получала бы корма практически в течение полугодия. При этом снижается масса и ухудшается физиологическое состояние рыб. При возобновлении кормления период ремиссии достигает нескольких недель, на протяжении которых набирается утраченная за зиму масса.

Скорость полового созревания осетровых имеет связь не только с возрастом, но и с весовыми и линейными показателями рыб. В установках с контролируемыми температурными условиями удавалось получить половозрелых особей осетровых рыб в несколько раз быстрее, чем в природе за счёт проведения кормления ремонта при естественных зимних температурах.

Показательно, что даже в условиях юга России, температурный режим с октября по май не является благоприятным для выращивания осетровых (табл. 95).

Таблица 95

Среднемесячные показатели температуры водной среды (2000–2007 гг.) на Бергюльском ОРЗ (Астраханская обл.)

Месяц	Река Бахтемир	Пруды Куринского	Зимовальные пруды
Январь	0,9 ± 0,12	—	0,80 ± 0,20
Февраль	1,9 ± 0,37	—	2,0 ± 0,22
Март	5,1 ± 0,39	—	5,3 ± 0,45
Апрель	7,7 ± 1,22	10,7 ± 0,97	—
Май	14,3 ± 0,75	15,3 ± 1,30	—
Июнь	19,7 ± 1,40	19,8 ± 0,15	—
Июль	24,3 ± 2,12	24,5 ± 0,22	—
Август	24,3 ± 1,93	24,6 ± 0,58	—
Сентябрь	19,5 ± 2,24	19,3 ± 1,14	—
Октябрь	10,6 ± 0,78	—	11,2 ± 0,76
Ноябрь	7,8 ± 0,34	—	7,9 ± 0,90
Декабрь	1,0 ± 0,10	—	1,0 ± 0,5

Для кормления осетровых рыб при низких температурах следует использовать комбинированные корма, содержащие полиненасыщен-

ные жирные кислоты (ПНЖК) линоленового типа ($\omega 3$) в количестве не менее 2% и ПНЖК линолевого типа ($\omega 6$) в количестве не менее 1–1,5% (табл. 96). Эти кислоты позволяют клеточной мембране регулировать её деятельность и осуществлять транспорт веществ в условиях гипотермии.

Таблица 96

Состав питательных веществ сухого продукционного комбикорма для осетровых рыб ОТ-7

Показатели	Гранулы 2–7 мм
Сырой протеин, %, не менее	40–45
Сырой жир, %, не менее	8–15
Сырые углеводы, %, не более	16–21
ПНЖК $\omega 3$, %	1,5–2,5
ПНЖК $\omega 6$, %	1,6–1,8
Влага, %, не более	11
Общая энергия, МДж, кг, не менее	18

При кормлении сеголетков и двухлетков осетровых рыб на этом комбикорме в зимний период прирост массы составил от 4,8 до 8,1%, выживаемость — 100% (табл. 97, 98).

Таблица 97

Рыбоводно-биологические показатели зимнего выращивания сеголетков белуги и русского осетра (Астраханская обл.)

Показатели	Белуга		Русский осётр	
	начало зимовки	конец зимовки	начало зимовки	конец зимовки
Масса	285,7 ± 15,3	303,2 ± 16,2	107,4 ± 11,2	116,1 ± 12,0
Коэффициент упитанности	0,55 ± 0,04	0,57 ± 0,03	0,69 ± 0,05	0,72 ± 0,05
Абсолютный прирост, г	17,5 ± 3,3		8,7 ± 1,5	
Прирост, %	6,1		8,1	
Выживаемость, %	100		100	
Продолжительность зимовки, сут	167		167	

Таблица 98

Рыбоводно-биологические показатели зимнего выращивания двухлетков белуги и русского осетра (Астраханская обл.)

Показатели	Белуга		Русский осётр	
	начало зимовки	конец зимовки	начало зимовки	конец зимовки
Масса	1907,3 ± 160,9	1998,8 ± 178,9	659,3 ± 72,7	693,6 ± 81,1
Коэффициент упитанности	0,63 ± 0,05	0,63 ± 0,06	0,61 ± 0,03	0,67 ± 0,04
Абсолютный прирост, г	91,5 ± 15,6		34,3 ± 5,8	
Прирост, %	4,8		5,2	
Выживаемость, %	100		100	
Продолжительность зимовки, сут	210		210	

В результате этих исследований было установлено, что белуга и русский осётр питаются в интервале температур от 4 до 0,6°C, пищевая активность осетра выше.

В настоящее время основной трудностью в работе рыбоводных заводов по воспроизводству естественных популяций осетровых рыб является недостаток качественных зрелых производителей. Для определения возникшей кризисной ситуации на многих ОРЗ начаты работы по формированию ремонтно-маточных стад. Весьма перспективным направлением формирования маточных стад осетровых является одомашнивание производителей, отловленных в естественных водоёмах. При использовании этого метода, получившего название — доместикация, возможно повторно получить половые продукты у рыбы в сравнительно короткий срок, в том числе за счёт кормления в зимний период выращивания.

Кроме сухих комбинированных кормов в зимний период выращивания осетровые охотно потребляют влажные гранулы, содержащие оптимальный уровень ПНЖК, а также резаную сырую рыбу (белуга). Норма кормления составляет 0,2–0,5%, в зависимости от температуры воды и индивидуальной массы рыб.

При кормлении маточного стада в зимний период содержания межнерестовые интервалы могут быть более короткими.

Список литературы

1. **Абросимова Н.А., Гамыгин Е.А., Белов Е.Г., Сафонова М.В.** Инструкция по бассейновому выращиванию молоди осетровых на предприятиях Азово-Донского района с использованием стартового комбикорма Ст-4Аз. — Ростов-на-Дону: АзНИРХ, 1989 — 24 с.
2. **Аветисов К.Б. и др.** Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. — М.: ВНИРО, 1986 — 271 с.
3. **Бурцев И.А., Серебрякова Е.В., Николаев А.И.** Временные инструктивные указания по селекционно-племенной работе с гибридами осетровых рыб. — М.: изд. ВНИРО, 1978 — 12 с.
4. **Бурцев И.А., Смольянов И.И., Гершанович А.Д., Николаев А.И.** Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра. — М.: изд. ВНИРО, 1984 — 13 с.
5. **Богутская Н.Г., Насека А.М.** Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. — ЗИН РАН, КМК научных изданий, М., 2004.
6. **Васильева Л.М., Пономарёв С.В., Судакова Н.В.** Технология индустриального выращивания молоди и товарных осетровых рыб в условиях Нижнего Поволжья. — Астрахань: изд. «Волга», 2000 — 23 с.
7. **Виноградов В.К., Кривцов В.Ф., Кушниров В.И., Кушнирова Е.А., Купинский С.Б., Мельченков Е.А., Петрова Т.Г.** Технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра в условиях индустриальных тепловодных хозяйств. — М.: Изд. ВНИРО, 2001. — С. 185–197.
8. **Детлаф Т.А., Гинсбург А.С., Шмальгаузен О.И.** Развитие осетровых рыб (созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинки). — М.: Наука, 1981 — 234 с.
9. **Матишов Г.Г., Пономарёв С.В., Пономарёва Е.Н.** Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве. — ЮНЦ РАН, 2007 — 367 с.
10. **Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Пономарёва Е.Н., Сорокина М.Н., Казарникова А.В., Коваленко М.В.** Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств. ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, 2008 — 110 с.
11. **Мельченков Е.А., Виноградов В.К., Ерохина Л.В., Чертихин В.Г., Ильясова В.А., Бреденко М.В., Ситнова О.В., Хрисанов В.Е., Канидьева Т.А., Бубунец Э.В., Харзин О.Б.** Отечественный опыт разведения и выращивания веслоноса. — М.: ВНИЭРХ, 1996 — 66 с.
12. **Мильштейн В.В.** Осетроводство. — М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982 — 151 с.
13. **Михеев В.П.** Садковое выращивание товарной рыбы. — М.: ВНИИПРХ, 1982 — 214 с.
14. **Никольский Г.В.** Частная ихтиология. — М.: Высшая школа, 1971 — 471 с.
15. **Пономарёв С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарёва Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.** Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. — Астрахань, «Новая Плюс», 2002 — 263 с.
16. **Пономарёва Е.Н., Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю.** Технология выращивания и кормления ранней молоди осетровых рыб для последующего зарыбления выростных прудов заводов юга России. — Астрахань: «Новая линия», 2002 — 8 с.
17. **Пономарёв С.В., Сорокина М.Н., Пономарёва Е.Н., Говорунова В.В., Хаустов А.А., Дубов В.Е., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А., Чипинов В.Г.** Технология применения реабилитационных инъекций для производителей осетровых рыб. — Астрахань: «Новая линия», 2003 — 13 с.
18. **Пономарёв С.В., Чипинов В.Г., Пономарёва Е.Н., Чипинова Г.М., Дубов В.Е., Сырбулов Д.Н.** Технология содержания и кормления разновозрастных осетровых рыб при низкой температуре воды (теоретические и практические основы). — Астрахань: ООО ПКФ «Альфа-Аст», 2005 — 20 с.
19. **Пономарёв С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.** Индустриальное рыбоводство. Учебник. — М.: Колос, 2006 — 318 с.
20. **Рождественский М.И.** Временные нормы технологического проектирования и эксплуатации индустриальных осетровых рыбозаводов по выращиванию сибирского осетра (обская популяция) до товарной массы и формированию маточного стада сибирского осетра с использованием геотермальной воды. — Тюмень: Сибрыб НИИ-проект, 2001 — 6 с.
21. **Руководство по формированию маточного стада методом доместикации (Методические указания).** Чипинов В.Г., Понома-

рёв С.В., Чипинова Г.М., Пономарёва Е.Н. — Астрахань: ООО ПКФ «Альфа-Аст», 2004 — 24 с.

22. Сырбулов Д.Н., Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н., Пономарёва Е.Н., Пономарёв С.В. Технологические аспекты кормления стерляди, заготовленной в естественных водоёмах с целью формирования ремонтно-маточного стада. — Волгоград: ОАО «Альянс Югполиграфиздат», изд. «Панорама», 2006 — 23 с.
23. Хрусталёв Е.И., Хайновский К.Б., Кулапова Т.М., Гончаренко О.Е., Лесникова Е.Г., Величко М.С. Практическое руководство по новым технологиям зарыбления трансграничных водоёмов молодь ценных видов рыб. — Калининград: изд. «Аквариус», 2007 — 95 с.
24. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004 — 136 с.
25. Чижов Н.И., Абрамович Л.С., Козлов В.И. Временные рекомендации по технологии товарного выращивания гибридов осетровых в прудах. — Краснодар: КрасНИРХ, 1977 — 25 с.
26. Шилов В.И., Хазов Ю.К. Искусственное разведение стерляди. — Саратов: СЗВИ, 1982 — 16 с.
27. Ширяев А.В., Киселёв А.Ю., Слепнев В.А., Филатов В.И., Богданова Л.А. Технология выращивания и эксплуатации маточных стад стерляди в УЗВ. — М.: Изд. ВНИРО, 2001. С. 198–205.

ОБ АВТОРАХ

Пономарёв Сергей Владимирович — доктор биологических наук, профессор, работает в Астраханском государственном техническом университете (АГТУ), член-корреспондент Российской академии естественных наук (РАЕН), заслуженный работник рыбного хозяйства России. В настоящее время занимает должность заведующего кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы» АГТУ, которая является базовой кафедрой Российской академии наук (Южного научного центра РАН), директор инновационного центра «Аквабиотехнопарк — НТЦ аквакультуры» АГТУ.



Автор печатных работ в области пресноводной и морской аквакультуры, в том числе девяти монографий, двух учебников, пяти учебных пособий, двух справочников, двенадцати брошюр по разведению объектов аквакультуры и кормлению рыбы, десяти патентов на изобретение. Специалист в области искусственного воспроизводства водных биоресурсов, товарной аквакультуры интенсивного типа, фермерского рыбоводства и кормления рыбы, осетроводства, лососеводства.

Иванов Дмитрий Иванович — кандидат биологических наук, автор научных работ и изобретений в области садкового рыбоводства, кормопроизводства и биотехнологий выращивания рыбы. Специалист в сфере аквакультуры, ихтиологии, искусственного воспроизводства, охраны природы. Награждён знаком «Почётный работник рыбного хозяйства России».



С 2002 г., по приглашению Океанического университета (г. Шеньян, Китай) Д.И. Иванов читает курс лекций по аквакультуре. Ему присвоено звание почётного профессора Океанического университета.

Д.И. Иванов — член редколлегии журнала «Рыбоводство», сборников научных трудов и «Научных тетрадей» ФГНУ «ГосНИОРХ», а также Специализированного Учёного совета по специальностям «Болезни рыб», «Гидробиология», «Ихтиология» и «Экономика».

В настоящее время возглавляет в Санкт-Петербурге Федеральное государственное научное учреждение «ГосНИОРХ».



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2304395

ПОЛИВИТАМИННЫЙ ПРЕМИКС ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Патентообладатель(и): *Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования "Астраханский
государственный технический университет" ФГОУ ВПО "АГТУ"
(RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2005141105

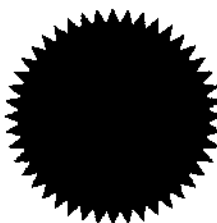
Приоритет изобретения 27 декабря 2005 г.

Зарегистрирована в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 августа 2007 г.

Срок действия патента истекает 27 декабря 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.Н. Симонов



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2297154

СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМА ДЛЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Патентообладатель(и): *Астраханский Государственный
Технический Университет (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2003109945

Приоритет изобретения 07 апреля 2003 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 апреля 2007 г.

Срок действия патента истекает 07 апреля 2023 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.Н. Симонов





ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕЩЕНИЕ

№ 2233083

**СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ОСЕТРОВЫХ К НЕРЕСТУ**

Патентообладатель(ли): *Астраханский государственный
технический университет (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2002121974

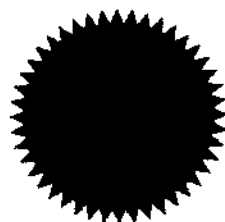
Приоритет изобретения 12 августа 2002 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 27 июля 2004 г.

Срок действия патента истекает 12 августа 2022 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕЩЕНИЕ

№ 2338389

КОМБИКОРМ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего профессионального
образования Астраханский государственный технический
университет (ФГОУ ВПО АГТУ) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2007107992

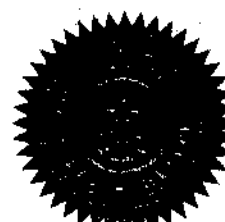
Приоритет изобретения 02 марта 2007 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 ноября 2008 г.

Срок действия патента истекает 02 марта 2027 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. БИОЛОГИЯ ВИДОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ	9
ГЛАВА 2. РАЗВИТИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ОСЕТРОВЫХ РЫБ	26
2.1. Созревание половых продуктов	26
2.2. Эмбриональное развитие	31
2.3. Развитие пищеварительной системы	51
ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД	57
3.1. Заготовка производителей, выловленных из естественных водоёмов	57
3.2. Ёмкости для содержания производителей и ремонта	64
3.2. Отбор будущих производителей в РМС	72
3.3. Формирование половой структуры маточных стад	74
ГЛАВА 4. ПОДГОТОВКА И ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ ...	85
4.1. Подготовка производителей к получению половых продуктов	85
4.2. Получение икры и спермы	94
ГЛАВА 5. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ ИКРЫ	111
ГЛАВА 6. ОБЕСКЛЕИВАНИЕ ИКРЫ	112
ГЛАВА 7. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ	114
ГЛАВА 8. ВЫДЕРЖИВАНИЕ ПРЕДЛИЧИНОК	121
ГЛАВА 9. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ	124
9.1. Переход личинок на экзогенное питание	124
9.2. Технология выращивания молоди	125
9.3. Прудовый метод выращивания молоди	126
9.4. Технология комбинированного выращивания ранней молоди осетровых рыб	135
9.5. Бассейновый метод выращивания, корма и кормление рыбы	139

ГЛАВА 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ВОДОЁМАХ РОССИИ	158
10.1. Получение половых продуктов от производителей с различными сроками нерестового хода	158
10.2. Селекционно-племенная работа с гибридами осетровых рыб ...	172
10.3. Технология интенсивного товарного выращивания гибридов	181
10.4. Технология формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад сибирского осетра	187
10.5. Технология выращивания товарной рыбы и формирования ремонтно-маточных стад стерляди	205
10.6. Технология выращивания товарной рыбы в речных садках	237
10.7. Технология выращивания веслоноса	247
10.8. Технология содержания и кормления осетровых рыб при низкой температуре воды	294
Список литературы	302
Об авторах	305

Учебное издание

ВВ

ГЛ

Пономарёв Сергей Владимирович

ГЛ

Иванов Дмитрий Иванович

Осетроводство на интенсивной основе

ГЛ

Редактор издательства *Е.В. Фёдорова*

Компьютерная вёрстка *А.А. Борисенко*

ГЛ

Подписано в печать 09.02.09. Формат 60х84^{1/16}.

Печать офсетная, бумага офсетная № 1.

Усл. печ. л. 20,00. Уч.-изд. л. 20,00. Тираж 1000 экз.

Г.

Заказ № 138.

Г.

Г.

Г.

Г.

Федеральное государственное унитарное
ордена Трудового Красного Знамени
предприятие «Издательство «Колос»
107996 Москва, ул. Садовая-Спасская, 18
Наш сайт в Интернете: www.kolos.ru

Отпечатано в ГУП «Клинцовская городская типография»
243140, г. Клинцы Брянской области, пер. Богунского полка, 4а
Тел.: (48336) 4-24-56, 4-04-18, 4-35-89

ГосНИОРХ — старейшее научное рыбохозяйственное учреждение России. Институт был основан в 1914 г. как лаборатория специалистов рыбного дела при Департаменте земледелия.

В 1930 г. институт получает название Ленинградский научно-исследовательский ихтиологический институт, а в 1932 г. становится Всесоюзным научно-исследовательским институтом озерного и речного рыбного хозяйства. В 1992 г. переименовывается в Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ). С 2002 г. — Федеральное государственное научное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства».

ГосНИОРХ прошел сквозь тернии десятилетий, вместе со страной переживая ее победы и неудачи, экономические трудности и политическую нестабильность. Сегодня с уверенностью можно сказать, что институт выстоял, сохранил свой статус ведущего научного учреждения в области исследований биоресурсов внутренних водоемов и аквакультуры. В этом огромная заслуга высококвалифицированного коллектива. В настоящее время в ГосНИОРХ его 9 региональных отделений и 12 лабораторий работает 535 человек, в том числе 286 научных сотрудников, 22 доктора и 93 кандидата наук.

За время существования института его возглавляли академики Л.С. Берг, Н.М. Климович и другие известные специалисты в области рыбохозяйственных исследований. Его славу создавали также известные ученые как В.А. Догель, И.Ф. Пrawdин, П.В. Тиорин, В.С. Кирпачников, П.А. Дрягин, Р.В. Казаков, Л.А. Кудерекский и др.

С 2001 г. по настоящее время директором института является кандидат биологических наук Д.И. Иванов.

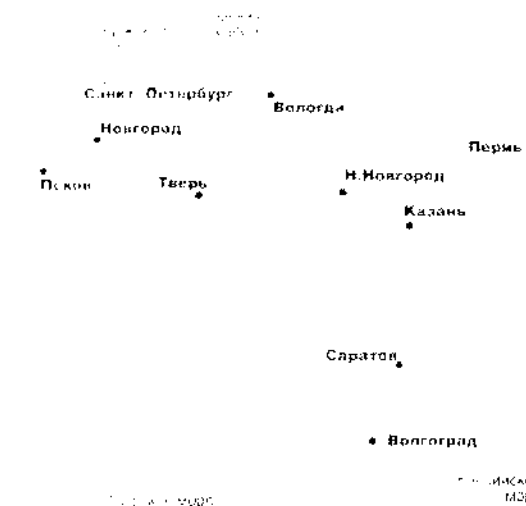
ФГНУ «ГосНИОРХ» проводит научные исследования и экспериментальные работы по следующим направлениям:

- изучение состояния сырьевых ресурсов внутренних водоемов и разработка рекомендаций по их рациональному использованию (ОДУ);
- разработки в области аквакультуры, товарного рыбоводства, разработка рыбохозяйственно-биологических обоснований (РБО);
- экстренно-диагностика и профилактика заболеваний рыб;
- разработка репертуар комбинированных кормов для рыб;
- экологическое регламентирование токсикологической нагрузки на рыбохозяйственные водоемы;
- экологическая рыбохозяйственная экспертиза промышленных объектов, разработка ОБУВ;
- экономика рыбного хозяйства внутренних водоемов.

По состоянию на 1 января 2007 г. ГосНИОРХ обладает 43 охраняемыми документами на объекты интеллектуальной собственности, в числе которых 12 патентов и 29 действующих авторских свидетельств на изобретения, 2 свидетельства на селекционные достижения. Ещё в пяти селекционных достижениях в составе авторов — сотрудники ГосНИОРХ. Институту зарегистрировано 6 баз данных и 2 товарных знака.

Аспирантура ГосНИОРХ пользуется заслуженным авторитетом, её закончили более 600 молодых специалистов практически из всех научных рыбохозяйственных учреждений России и многих зарубежных стран. В настоящее время здесь обучается 18 аспирантов.

При институте действует специализированный Совет, который принимает к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (списания № 16-088). В 2001 г. приказом Высшей аттестационной комиссии он был утвержден по трём специальностям. За время действия Совета защищено более



350 диссертаций. Их высокий научный и практический уровень неоднократно отмечался ВАК.

Библиотека ГосНИОРХ — старейшая и крупнейшая в стране хранилище специальной литературы по ихтиологии и рыбному хозяйству. Она имеет статус Государственной библиотеки-депозитария. Научный фонд библиотеки составляет около 50 000 томов по ихтиологии, гидробиологии и рыбному хозяйству на русском и иностранных языках. Библиотека сохраняет огромное количество книг XIX века, приобретенных ещё Департаментом земледелия. Вниманию специалистов могут быть предложены раритетные издания XXII века! Рукописная архивная часть фонда содержит 3500 описей документов НИИР с 30-х гг. прошлого столетия.

В институте активно осуществляется издательская деятельность: выпито в свет более 660 томов научных трудов, монографий и других печатных изданий по ихтиологии, гидроэкологии, паразитологии, рыбному хозяйству, экономике рыбной промышленности.

Научно-исследовательский фонд ГосНИОРХ включает 11 серий типа СЧС-150, СРБ-90, БМ-74М), работающих в Балтийском море, Каспийском, Черноморском, Пешавском, Умтском, Горьковском, Чесновском, Куйбышевском, Нижнекамском, Саратовском, Волгоградском, Камском, Волжском, Цимлянском водохранилищах, в озерах Ладожском, Волжском, Татоме, Селитер, в Псковско-Чудском озере и озере Ильмень.

Филиалы института

ФГНУ «ГосНИОРХ»

199033, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26
Тел.: (812) 323-77-24, 323-41-16
Факс: (812) 323-60-51

E-mail: moreh@mail.net,
uchsecr@gosniorkh.ru

Волгоградское отделение

400001, Волгоград
ул. Пушечная, 1
Тел./факс: (8442) 97-82-72
E-mail: juck_svr@yandex.ru

Саратовское отделение

410002, г. Саратов
ул. Чернышевского, 152
Тел./факс: (8452) 23-02-39
E-mail: gosniorkh@mail.ru

Псковское отделение

180007, г. Псков, ул. Горького, 13
Тел./факс: (8112) 44-16-00
E-mail: pskovniorkh@list.ru

Татарское отделение

420111, г. Казань, ул. Таткиной, 4
Тел./факс: (8432) 92-01-67
E-mail: tatniorkh@telelib.ru

Верхневолжское отделение

171253, Тверская область,
г. Конаково, ул. Тарарина, 14
Тел./факс: (48242) 43-488
E-mail: konakovo_niorkh@rambler.ru

Пермское отделение

614002, г. Пермь
ул. Чернышевского, 3
Тел./факс: (3422) 16-00-65
E-mail: meimikova_ag@list.ru

Новгородская лаборатория

173000, г. Великий Новгород,
ул. Знаменская, 23
Тел./факс: (8162) 67-69-03

E-mail: gosniorkh@rambler.ru

Вологодская лаборатория

160012, г. Вологда, ул. Ленинская, 5
Тел./факс: (8172) 74-71-58
E-mail: gosniorkh@volgda.ru

Нижегородская лаборатория

603116, г. Нижний Новгород,
Московский пр-д, 31
Тел./факс: (8312) 43-16-09
E-mail: gosniorkh@infonet-nnov.ru