

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ

Т. Ю. КУЧКО



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т. Ю. Кучко

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ

*Учебное пособие
для студентов эколого-биологического
и агротехнического факультетов*

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2015

УДК 639.2
ББК 47.28
К959

639.2
К 95

Издается в рамках реализации комплекса мероприятий
Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 гг.

Разработано в Лаборатории экологических проблем Севера
Петрозаводского государственного университета

Рецензенты:

Н. В. Ильмаст, доктор биологических наук, профессор;

Ю. А. Шустов, доктор биологических наук, профессор

Кучко, Тамара Юрьевна.

К959 Методы получения половых продуктов от производителей
рыб: учебное пособие для студентов эколого-биологического и аг-
ротехнического факультетов / Т. Ю. Кучко; М-во науки и образо-
вания Рос. Федерации, федер. гос. бюджет. образоват. учреждение
высш. проф. образования Петрозавод. гос. ун-т. – Петрозаводск:
Издательство ПетрГУ, 2015. – 63 с.

ISBN 978-5-8021-2757-5

Настоящее учебное пособие обобщает новейшие достижения науки
и накопленный рыбоводами опыт получения половых продуктов произ-
водителей рыб с учетом материалов, представленных в ранее изданных
нормативно-методических документах и пособиях, указанных в списке
литературы.

Подробно освещены способы заготовки и выдерживания производи-
телей лососевых, осетровых, сиговых и карповых видов рыб. Описыва-
ются методы стимулирования полового созревания производителей, спо-
собы отбора половых продуктов, определения качества икры и спермы,
а также методы обесклеивания и осеменения икры.

Издание адресовано студентам эколого-биологического и агротехни-
ческого факультетов, изучающим основы рыбоводства, а также специа-
листам, работающим в рыбохозяйственной отрасли.

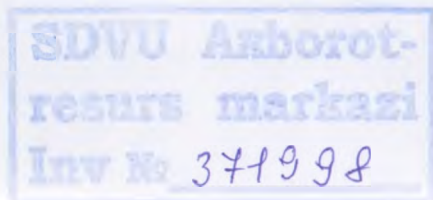
УДК 639.2

ББК 47.28

ISBN 978-5-8021-2757-5

© Кучко Т. Ю., 2015
© Петрозаводский государственный университет, 2015

✓



СОДЕРЖАНИЕ

1. Заготовка производителей	4
2. Выдерживание производителей	6
2.1. Выдерживание производителей в естественных условиях . . .	6
2.2. Выдерживание производителей в искусственных условиях . .	9
3. Общая характеристика производителей	15
4. Методы стимулирования полового созревания рыб	21
4.1. Экологический метод	21
4.2. Физиологический метод	22
4.3. Комбинированный метод	35
5. Оценка готовности производителей к нересту	36
6. Способы отбора половых продуктов	41
6.1. Получение икры	41
6.2. Получение спермы	47
7. Анестезия производителей	49
8. Оценка качества половых продуктов	51
9. Осеменение икры	55
10. Подготовка икры к инкубации	59
Список литературы	63

Автор выражает искреннюю признательность своему учителю и коллеге, руководителю Лаборатории экологических проблем Севера Петрозаводского государственного университета профессору Леониду Павловичу Рыжкову за многолетнее сотрудничество и помощь в научной и практической работе.

1. ЗАГОТОВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Получение зрелых производителей, у которых икра и сперма пригодны для оплодотворения, – важнейший элемент работы по искусственному разведению рыб.

В настоящее время для получения качественных половых продуктов ценных видов рыб используют племенных производителей, которых выращивают в специальных питомниках и племенных хозяйствах.

При разведении проходных (осетровые – осетр, севрюга, белуга, шип; лососевые – тихоокеанские лососи, семга; карповые – рыбец, кутум) или полупроходных (сиговые – муксун, пыжьян, чир) промысловых видов рыб используют производителей, выловленных в естественных водоемах. Сроки заготовки приурочивают к массовому нерестовому ходу рыб из морей в реки, где расположены их нерестилища. Производителей отлавливают при помощи сетей, неводов или специальных необъячеивающих орудий промысла (ставные невода, мережи, мерды, заколы и т. д.).

Как правило, рыболовные заводы заготавливают производителей промысловых видов рыб с незрелыми половыми продуктами (осетровых и карповых – за одну или две недели до нереста, сиговых – за 10–15 дней, лососевых – за 50–120 дней), после чего выдерживают их в естественных или искусственных садках в условиях реки или рыболовного завода до окончания созревания.

Для сохранения естественного генофонда популяций заготовка производителей охватывает весь период нерестовой миграции рыб и включает все внутривидовые группы (осенние, яровые и т. д.).

Отловленных производителей метят внутренними или внешними метками. Данные мечения по местам и срокам заготовки фиксируются в журнале. Соответствующая информация должна включать: место (река / море) и сроки заготовки. Отсутствие данных по срокам заготовки может привести к неправильному выбору режима преднерестового выдерживания и, как следствие, к снижению числа созревших самок, высокой смертности полученных личинок и молоди.

Отлов производителей *осетровых* производят в предустьевых или устьевых участках моря с помощью ставных неводов, а также в реках при помощи закидных неводов в период анадромных миграций рыб. Сроки отлова зависят от расы рыб. Как правило, производителей озимых рас заготавливают в октябре – ноябре, яровых – в апреле – мае.

Для заготовки производителей *лососевых* на реках, примерно за неделю до известных сроков самого раннего подхода рыбы к нерестилищам, устанавливают рыбоводные заграждения («забойки») с лопушками. Производителей атлантического лосося (семги) заготавливают с июня по сентябрь, балтийского лосося – с октября по ноябрь, каспийского лосося – в ноябре. Тихоокеанских лососей отлавливают ставными неводами в морском прибрежье перед заходом их в нерестовые реки с августа по ноябрь.

Производителей *сиговых* заготавливают в осенне-зимний период (муксун – с сентября по ноябрь; пыжьян – с сентября по январь; чир – с октября по ноябрь) в приустьевых участках рек при помощи ставных неводов или мережи или непосредственно в реках на нерестилищах с использованием ставных сетей.

Заготовку производителей проходных видов *карповых рыб* также осуществляют при помощи закидных неводов во время их миграции из моря в реку.

2. ВЫДЕРЖИВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Выдерживание производителей промысловых видов рыб может осуществляться как в естественных (русло реки, озеро), так и в искусственных (рыбоводные заводы) условиях. Выдерживание бывает кратковременным (в течение 1–30 суток) и длительным (от нескольких месяцев до года).

2.1. Выдерживание производителей в естественных условиях

Для выдерживания рыбы в естественных условиях применяются деревянные или делевые плавучие садки, а также естественные рудовые садки.

Деревянные решетчатые плавучие садки (рис. 1, а), установленные непосредственно в реке, применяют для кратковременного выдерживания производителей лососевых (балтийский лосось, семга, кета и горбуша) и кутума с половыми продуктами IV–V стадии зрелости.

Садки представляют собой деревянные решетчатые реечные ящики длиной 2–4 м, шириной 1,5–2 м и высотой 1,5–2 м. При их изготовлении первоначально делают каркас из прочных деревянных реек. Каркас обшивают планками с промежутками между ними 2–3 см. На обшитый планками каркас навешивают легкую дощатую крышку. Садки обычно делают с разборными стенками, что облегчает их транспортировку по суше.

Для выдерживания производителей используют несколько садков (не менее 2 для самок и 2 для самцов). Садки устанавливают на плавучих понтонах в зоне реки с хорошим водообменом (0,2–0,5 м/с). Производителей сортируют по полу и зрелости половых желез и сажают в садки. Самок сажают в садки, которые размещаются ниже по течению реки. Норма посадки производителей в плавучих садках зависит от массы рыбы и температуры воды. Плотность посадки лососей

в этих садках может составлять до 50 кг на 1 м³ воды. Плотность посадки кутума допускается до 5 штук на 1 м² площади садка.

Делевые плавучие садки (рис. 1, б) с ячейей полотна 28–36 мм и рабочим объемом 8 м³ (2 × 2 × 2 м) используются для кратковременного выдерживания производителей сиговых видов рыб (пелядь, чудской сиг, сиг-лудога). Дель натягивается на плавучий каркас, садки объединяются в модули из 2, 6 или 8 садков (обычно 4 садка), которые устанавливаются в озере с помощью якорей в районе отлова производителей на глубине не менее 3 м. Плотность посадки рыб может составлять от 30 до 60 производителей. Самок содержат отдельно от самцов.

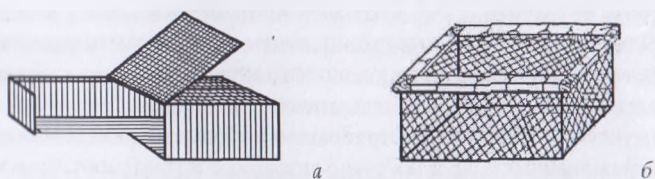


Рис. 1. Садки для выдерживания производителей в естественных условиях: а – деревянный садок, б – делевый садок

Под **естественные русловые садки** используют участки рек, протоков и ручьев. В них осуществляется как кратковременное, так и длительное выдерживание производителей лососевых и сиговых видов рыб.

Русловые садки для выдерживания производителей *лососевых рыб* представляют собой часть отгороженного плетнем, рейками или делью участка реки с чистым незаиленным, желательно гравиевым или песчаным дном, хорошей проточностью воды (0,6–0,8 м/с) и высоким содержанием растворенного кислорода (9–12 мг/л). Температура воды летом в них не должна превышать 10–12 °С. Обязательным условием является отсутствие порогов, водопадов, желателен выход ключевых вод. Участок должен быть очищен от коряг, крутных камней и прочих предметов, затрудняющих облов рыб. Преимущества таких садков заключаются в их приближенности к естественным условиям.

В зависимости от количества выдерживаемых производителей размеры русловых садков могут варьировать: длина – от 20 до 200 м,

ширина — от 1,5 до 30 м, глубина — от 0,3–0,5 до 1,6–3,0 м, высота заграждений над уровнем воды — от 1,5 до 2 м. Плотность посадки производителей зависит от продолжительности выдерживания. При длительном содержании лососей в садках в течение года плотность посадки составляет 2–4 кг массы рыбы на 1 м³ воды. При выдерживании производителей в течение 10–30 суток плотность посадки принимают до 5–16 лососей на 1 м² площади руслового садка.

При снижении температуры воды до 8–7 °С и приближении сроков нереста самок и самцов сортируют по степени зрелости половых продуктов и рассаживают отдельно. Для этих целей внутри садков устанавливаются решетчатые перегородки. На некоторых рыбоводных хозяйствах производителей пересаживают в деревянные решетчатые садки, установленные непосредственно в реке, или в различные бассейны площадью 2–10 м². Русловые садки для длительного выдерживания производителей *проходных сиговых* видов рыб (муксун, пыжьян, чир) устраивают на небольших речках или ручьях, связывающих озера. Их русло расширяют и углубляют, превращая в канал шириной 9 м и глубиной до 1,5 м, длина которого зависит от необходимой площади и количества русловых садков. На концах канала строят водонапорные деревянные плотины с открытыми водосливами. Верхняя плотина должна обеспечивать подъем уровня воды в головном озере до 1 м и необходимый водообмен в канале в течение всего периода выдерживания. Нижняя плотина дает возможность регулировать уровень воды в канале.

Садки длиной 30 м, шириной до 9 м и глубиной не менее 1 м отделяют друг от друга водонепроницаемыми стенками из досок, обитых полиэтиленовой пленкой или забетонированных, а дно засыпают песком.

Отловленных производителей выпускают в канал. Шандоры между садками в это время открыты, и рыбы имеют возможность свободно передвигаться по всему каналу. Когда температура воды в садках понижается до 3–4 °С, производители концентрируются в верхних садках (до 60 экз./м³). Для этого в водосливах садков устанавливают конусообразные решетки. В вершине конуса решетки имеется вертикальная щель, через которую при создании проточности 10–20 см/с сиговые поднимаются по течению и скапливаются в верхних садках. После этого в водосливах устанавливают вертикальные решетки и проводят осмотр производителей. Самцов отсаживают в нижние

садки, самок — в верхние. Полный водообмен в садках происходит в течение 4 часов.

При снижении температуры воды в садках до 3 °С проводят осмотр самок. Для облегчения работы с рыбой каждый садок делят на три секции. В процессе проверки зрелых самок переносят в рыбоводное помещение, где отцеживают икру, а незрелых помещают в свободную секцию садка.

2.2. Выдерживание производителей в искусственных условиях

Для выдерживания производителей рыб в искусственных условиях применяются различные конструкции рыбоводных емкостей, устанавливаемых непосредственно в цехах рыбоводных заводов, копаные искусственные русловые и земляные садки, садки прудового типа, каменно-бетонные и железобетонные бассейны.

Искусственные русловые садки по форме напоминают русло реки, разделенное поперечными перегородками на ряд секций. Обычно садок состоит из четырех секций, расположенных в цепном порядке с зависимым водоснабжением. Первая секция садка служит отстойником. В него подается вода из реки, ручья или магистрального канала, где она освобождается от взвешенных органических и минеральных частиц. Затем осветленная вода поступает в следующие секции, из которых две средние предназначены для выдерживания производителей (одна для самок, другая для самцов), а последняя — карантинная. Длина каждой секции садка 20–25 м, ширина 1,5–3 м, глубина 0,3–0,8 м. Откосы каждой секции выкладываются булыжниками. Дно садка покрывается песчано-галечным грунтом.

В таких садках осуществляют длительное выдерживание (в течение 10–11 месяцев) производителей проходных лососевых видов рыб, половые продукты которых при заготовке находятся на II–III стадии зрелости (расход воды 150 л/с, температура не выше 10–12 °С).

Земляные садки применяются для выдерживания производителей рыбца (2,5–3 месяца) и представляют собой копаные водоемы, в верхней части которых имеются по три нерестовые канавы, а в нижней части — водоспуск (рис. 2).

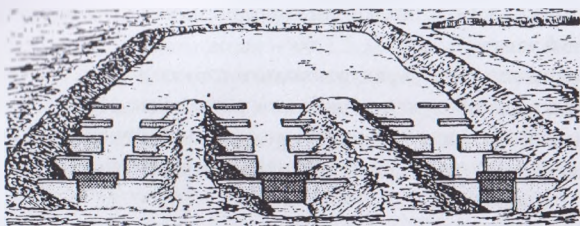


Рис. 2. Земляной садок для выдерживания производителей рыба
(источник: Портная Т. В., Салтанов Ю. М., 2009)

Длина садка без канав составляет 35 м, ширина 12 м, глубина 0,5–1 м. Длина нерестовых канав – 25 м, ширина – 0,8 м по дну с уклоном в сторону садка. Откосы и их дно покрывают гравием и ракушкой слоем 15–20 см. Глубина в верхней части канав 15 см, в нижней – 45 см. Каждая канава имеет по четыре переката, на которых уложена галька слоем в 3–7 см. Через каждые 5 м канава разделяется съемными решетками на отсеки. Скорость течения воды не менее 0,5–0,7 м/с.

Плотность посадки производителей рыба составляет 5 рыб на 1 м² садковой площади. При наступлении нерестовых температур производители рыба по мере созревания гонад выходят из садков в нерестовые канавы. Массовый заход производителей в эти канавы происходит при температуре воды 18 °С. При обнаружении готовности производителей к нересту секции канав перегораживают решетками, уменьшают подачу воды и отлавливают производителей для забора половых продуктов.

Садки прудового типа представляют собой искусственные проточные водоемы, имитирующие экологические условия естественных нерестилищ (субстрат, скорость течения воды). Такие водоемы применяются в садковых хозяйствах куринового типа и береговых отсадочных хозяйствах конструкции Б. Н. Казанского для преднерестового выдерживания производителей осетровых видов рыб.

Садковое хозяйство куринового типа представляет собой земляной пруд размером 100 × 12 м, разделенный на три отсека бетонными перегородками с проемами, в которых установлены съемные щиты для регулирования водообмена и пересадки производителей из отсека в отсек. Дно всех отсеков покрыто галькой, а откосы выложены булыжником (рис. 3).

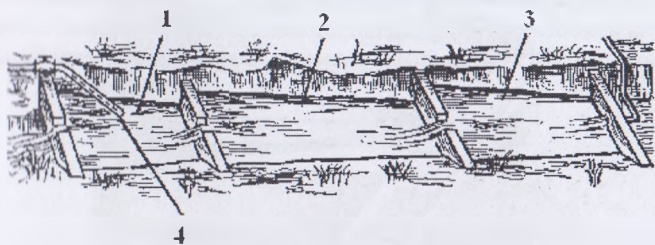


Рис. 3. Садки куринского типа:

- 1 – головной отсек для выдерживания производителей после инъекции;
 2 – отсек для выдерживания самцов; 3 – отсек для длительного
 совместного выдерживания самцов и самок; 4 – флейта водоподачи
 (источник: <http://www.rusnevod.com/cgi-bin/rnev/start>)

Первый отсек садка, расположенный в головной части, предназначен для кратковременного выдерживания производителей после гипофизарной инъекции. Длина его 10 м, ширина 12 м, глубина 1 м. В этом отсеке имеется двойная водоподача (трубопровод и флейта) и самостоятельный сброс воды. Наполнение отсека и сброс воды из него производятся в течение 15 минут, это позволяет быстро приспустить уровень воды для проверки созревания производителей. Над отсеком, как правило, устанавливают навес.

Второй отсек предназначен для выдерживания самцов. Его длина 30 м, ширина 12 м, глубина 1,0–1,5 м. Водоснабжение и сброс независимые.

Третий отсек используется для длительного совместного выдерживания перевезенных с мест заготовки самцов и самок до наступления нерестовых температур. Длина отсека 60 м, ширина 14 м, глубина 2,5 м. Водоснабжение осуществляется через трубопровод. Плотность посадки производителей зависит от вида рыб: белуга – 50 производителей, осетр или шип – 80, севрюга – 100. При наступлении нерестовых температур из отсека отсаживают самцов.

Модернизированный вариант садка (*пруда*) куринского типа конструкции Астраханского отделения «Гидрорыбпроекта» представляет собой комплекс, состоящий из земляного пруда размером 12 × 14 × 100 м и трех спаренных бетонных овальных бассейнов (отсеков), которые примыкают к суженной головной части пруда.

В проемах между бассейнами устанавливаются шандоры для регулирования водообмена и пересадки производителей из отсека в отсек. Дно каждого бассейна покрыто галькой, а откосы выложены булыжником (рис. 4).

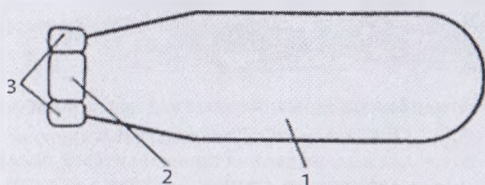


Рис. 4. Схема модернизированного садка куринского типа конструкции Астраханского отделения «Гидрорыбпроекта»:

1 — пруд для выдерживания производителей; 2 — бассейн для содержания производителей перед гипофизарной инъекцией; 3 — бассейн для содержания производителей после гипофизарной инъекции
(источник: Портная Т. В., Салтанов Ю. М., 2009)

Средний бассейн предназначен для предварительного выдерживания производителей в течение 2–3 суток перед гормональной инъекцией, а два других бассейна — для раздельного содержания самок и самцов после инъекции. Водоподача и сброс в бассейнах осуществляются независимо.

Береговое отсадочное хозяйство конструкции Казанского состоит из земляных прудов для длительного содержания производителей и расположенного вблизи комплекса бетонных бассейнов, предназначенных для кратковременного содержания рыб после гормонального стимулирования (рис. 5).

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

Пруд для самок имеет следующие размеры: длина 130 м (расширенная часть 100 м, суженная 30 м), ширина 20–25 м в расширенной части и 4–6 м в суженной. Дно расширенного участка земляное, а дно

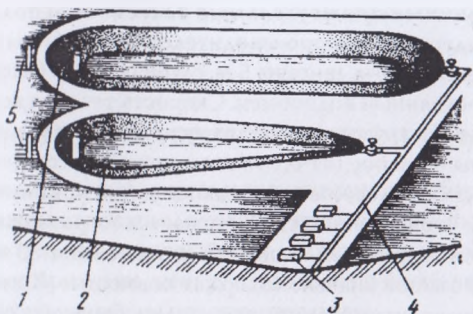


Рис. 5. Садковое хозяйство конструкции Б. Н. Казанского:
1 – пруд для самцов; 2 – пруд для самок; 3 – бассейны-садки;
4 – водоподводящий канал; 5 – водосборные каналы
(источник: Портная Т. В., Салтанов Ю. М., 2009)

суженного вымощено мелким гладким булыжником на обедненном бетоне; на месте стыка расширенной и суженной частей рассыпана галька.

Самцов содержат в прудах более простой конструкции. Эти пруды не имеют суженной части. В таком водоеме в случае необходимости можно проводить и зимовку производителей. Длина пруда для самцов 120 м, ширина по дну 5 м, глубина 2,5 м, уклон откоса 1 : 3.

Водоснабжение прудов механическое, вода подается по железобетонному лотку или трубе. Сброс воды осуществляется через водоспускное сооружение, обеспечивающее как полное осушение пруда, так и возможность спуска различных горизонтов воды. Уровень воды регулируется шандорами. Расход воды в прудах устанавливают в начале периода содержания на уровне 30–40 л/с, в конце преднерестового удерживания он может быть увеличен до 300 л/с.

При наступлении нерестовых температур самкам и самцам делают гипофизарные инъекции и пересаживают из прудов в оцементированные бассейны прямоугольной или овальной формы с постоянной проточностью воды, где и созревают их половые продукты.

Длина бетонного бассейна 3 м, ширина 1,5 м, глубина 1–1,2 м. Дно уложено гладким булыжником, водоснабжение независимое. Бассейны имеют общий навес.

Железобетонные прямоугольные бассейны используют для длительного выдерживания производителей белорыбицы (8–9 месяцев). Длина бассейна 20 м, ширина 5 м, глубина 1 м. В бассейнах осуществляется постоянный водообмен. Скорость течения воды разная: с правой стороны бассейна течение воды сильное (от 0,5 до 0,3 м/сек), с левой стороны – слабое (от 0,1 м/сек и ниже). Летом температура воды в бассейнах поддерживается холодильной установкой в пределах 15–16 °С, что благоприятно отражается на развитии половых продуктов у производителей. В один бассейн сажают 80 производителей. Самок и самцов сначала содержат совместно. Когда половые продукты у производителей достигают стадии, близкой к созреванию, самцов отсаживают от самок в другой бассейн. Обычно это происходит в конце октября – начале ноября, когда температура воды в бассейнах понижается до 9 °С.

Бассейны Казанского предназначены для задержки производителей осетровых в преднерестовом состоянии с целью получения зрелых половых продуктов в удобное время, вплоть до середины лета.

Это каменно-бетонные бассейны овальной формы длиной 5 м, шириной 2,5 м, глубиной 1 м. Их дно имеет небольшой уклон к центру, где осуществляется сток воды. Бассейны оборудованы флейтами, из которых поступает вода, и побудителем придонного течения. Они имеют холодильную установку и водонагревающее устройство.

Производителей осетровых, отловленных в IV стадии зрелости, помещают в бассейны и постепенно понижают температуру воды до 4–5 °С. При этом дальнейшее развитие половых продуктов у рыб приостанавливается. Когда возникает необходимость в зрелых производителях, для рыб постепенно создают оптимальные нерестовые температуры (повышая на 1 °С в сутки) и выдерживают 1–2 дня, а затем делают им гипофизарные инъекции и получают от них половые продукты. Нормы посадки производителей осетра и севрюги на длительное выдерживание: 10 самок или 15 самцов для осетра, 15 самок или 20 самцов для севрюги.

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Производители рыб, у которых планируется отбор половых продуктов, должны отвечать следующим требованиям: быть здоровыми, без травм и уродств, энергичными в движении, иметь четко выраженные половые признаки, ненарушенный чешуйный покров, упругую мускулатуру и созревшие половые продукты.

Зрелыми называются особи, у которых половые продукты (икра и сперма) пригодны для оплодотворения, т. е. находятся на V стадии развития. У самок признаком готовности к нересту является мягкое брюшко, при надавливании на которое из генитального отверстия выделяются свободные икринки. У самцов — четко выраженные половые признаки (окраска, форма тела, жемчужная сыпь и др.) и выделение капелек спермы при надавливании на брюшко.

Для характеристики производительности **самок** в рыбоводстве используют показатель *рабочей плодовитости*. Это среднее количество икринок, получаемых на рыбоводных предприятиях от одной самки данного вида рыб за один нерестовый период (табл. 1).

Рабочая плодовитость зависит от особенностей созревания рыб (при одновременном созревании икры она выше, чем при порционном), от возраста производителей (с возрастом она увеличивается, правда, до определенных пределов), а также от опытности рыбоводов и способа взятия икры (при вскрытии самок она выше, чем при отцеживании).

Наиболее качественную икру дают повторно нерестящиеся особи. Они имеют средние или высокие показатели коэффициента зрелости, продуцируют более крупную икру. Для впервые нерестящихся самок характерны, как правило, относительно низкая масса гонад, мелкие размеры яиц, большое количество мертвых овоцитов с нарушением строения, пониженный процент оплодотворения икры и большое количество уродливых эмбрионов (30–40 % гибнет при вылуплении из икры).

Таблица 1. Средняя рабочая плодовитость объектов рыбоводства
(тыс. шт. икринок) (Козлов В. И., 1998; Рыжков А. П., 2013*)

Вид рыбы	Рабочая плодовитость	Вид рыбы	Рабочая плодовитость
Лососевые		Сиговые	
Атлантический лосось	9,8	Паляя	3,5
Пресноводный лосось	4,0	Сиг обыкновенный*	20,0
Стальноголовый лосось	1,5	Сиг чудской*	19,0
Радужная форель	3,5	Сиг-лудога*	10,0
Кумжа	10,0	Сиг-муксун*	35,0
Горбуша	1,8	Сиг-пыжьян*	51,0
Кижуч	3,5	Пелядь*	35,0
Чавыча	7,0	Чир*	48,0
Осетровые		Ряпушка	10,0
Осетр русский	240,0	Карповые	
Осетр сибирский	200,0	Карп	220,0
Белуга	550,0	Рыбец	20,0
Калуга	500,0	Белый амур	500,0
Севрюга	150,0	Белый толстолобик	500,0
Стерлядь	40,0	Лещ	110,0

При искусственном разведении рыб все реже применяется естественный нерест производителей, поэтому особое внимание уделяется вопросу сохранения икры после ее сбора для дальнейшего осеменения.

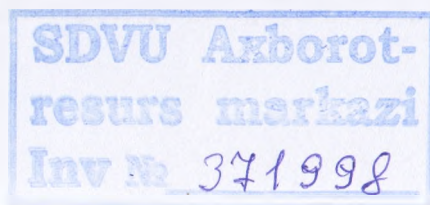
Зрелая икра может некоторое время сохранять способность к оплодотворению вне тела самки, если содержится вместе с полостной (овариальной) жидкостью в отсутствие воды, так как при

попадании в воду икринки быстро набухают и через 2–3 минуты не могут быть оплодотворены.

Длительность периода сохранения способности икры к оплодотворению также зависит от вида рыб, температуры окружающей среды и времени пребывания икры в ястыках (половых гонадах) после созревания. В практике рыбоводства часто возникает проблема возможности искусственного осеменения икры через несколько часов ее нахождения в полости тела снулой самки или при передержке после гипофизарных инъекций. Это явление называется постовулярным перезреванием, оно часто наблюдается при применении гипофизарных инъекций (табл. 2).

Таблица 2. Время сохранения способности к оплодотворению икры разных видов рыб (Жукинский В. Н., 1986)

Вид рыбы	Нахождение икры (период времени)		Температура, °С
	в теле самки	в полости жидкости	
Лососевые			
Радужная форель	2–3 сут	8 сут	0,9–1,0
Форель севанская	–	48 ч	4,5–7,0
Кета	–	3 сут	2,5–5, 8
Горбуша	–	8 ч	8,5
Сиговые			
Ряпушка	3 ч	–	1–3
Пелядь	3 ч	–	1–3
Карповые			
Карп	1 ч	1,0–1,5 ч	24
Лещ	4 ч	–	16–18
Белый амур	–	1,5 ч	10–11
Белый голастолобик	–	0,5 ч	10–11
Осетровые			
Осетр русский	2–3 ч	–	18–20



Производительность **самцов** оценивается по **объему эякулята**, единовременно продуцируемого производителем. Концентрация спермиев в единице спермальной жидкости у самцов разных видов рыб значительно отличается (табл. 3).

Таблица 3. Объем эякулята, единовременно продуцируемого самцами рыб, и концентрация сперматозоидов в 1 мм³ спермы (млн)
(Мухачев И. С., 2004; Рыжков А. П., 2013*; Чебанов М. С., 2013**)

Вид рыбы	Объем эякулята, см ³			Концентрация спермиев в 1 мм ³		
	мин.	макс.	средний	мин.	макс.	средний
Лососевые						
Лосось атлантический	2,0	40,00	12,50	3,20	32,00	16,80
Кета осенняя	3,6	17,90	9,20	5,60	32,40	24,10
Горбуша	0,5	21,70	6,50	8,32	29,04	17,94
Радужная форель	1,0	23,00	–	1,50	28,10	–
Сиговые						
Чир	0,6	9,50	4,30	5,20	10,20	6,30
Пелядь	0,2	3,20	1,60	4,36	12,16	7,60
Сиг-лудога	0,6	1,20	0,78	4,80	10,50	7,56
Сиг-муксун	0,3	7,00	2,20	2,94	9,99	6,10
Сиг обыкновенный*	0,6	2,15	0,78	3,71	12,20	7,56
Сиг чудской*	1,5	2,13	1,78	5,00	8,30	6,90
Сиг-пыжьян*	–	–	–	3,50	10,80	6,60
Карповые						
Карп	2,4	18,30	9,80	12,30	22,40	16,50
Белый амур	12,8	97,00	30,00	22,00	56,80	33,10
Пестрый толстолобик	9,5	19,50	14,50	18,70	23,50	21,60

Вид рыбы	Объем эякулята, см ³			Концентрация спермиев в 1 мм ³		
	мин.	макс.	средний	мин.	макс.	средний
Осетровые						
Русский осетр	25,0	500,00	166,80	1,07	3,16	2,50
Белуга**	–	–	–	0,58	6,40	2,51
Стерлядь**	–	–	–	0,59	2,41	1,50
Севрюга**	–	–	–	0,90	10,37	3,19

В спермальной жидкости сперматозоиды не активны, поэтому половые продукты самцов могут заготавливаться впрок. Для этого сперму собирают в стерильную посуду (от каждого самца отдельно) и помещают в холод (температура 1–3 °С). Сроки хранения спермы в таких условиях зависят от вида рыб (табл. 4).

Таблица 4. Сохранение спермы рыб в разных условиях
(Рыжков А. П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М., 2011)

Вид рыбы	Охлаждение, °С	Длительность хранения, ч	Глубокое замораживание	
			Длительность хранения, сут.	% оплодотворения
Лосось (семга)	3–4	36–38	365	85
Форель	8–10	8	7	78
Кижуч	8–10	8	7	79
Карп	0–5	21–48	19	70
Осетр	0–0,5	24–48	5	80

Особенно важно предостеречь от принятой на заводах практики хранения спермы от нескольких самцов в одной емкости. В случае попадания в емкость различной спермы оплодотворяющая способность такой смеси резко падает и может быть полностью утрачена.

Более длительное хранение спермы, например, для проведения скрещивания рыб, нерестящихся в разные календарные сроки, возможно при замораживании в специальной среде до температуры жидкого азота (технология криоконсервации).

При попадании спермиев рыб в воду, они активируются и начинают энергично передвигаться со скоростью от 164 до 330 мкм/с, совершая поступательные движения, которые постепенно переходят в колебательные и затем затухают. Длительность периода поступательного движения спермиев в воде является показателем их активности, которая у разных видов рыб сохраняется от нескольких десятков секунд до нескольких минут (табл. 5).

Таблица 5. Продолжительность активности спермиев рыб в воде
(Мухачев И. С., 2004; Рыжков А. П., 2013*)

Вид рыбы	Температура воды, °С	Продолжительность активности	
		общая	поступательного движения
Лососевые			
Лосось атлантический	3,4	—	60 с
Горбуша	10–11	70–170 с	50–55 с
Радужная форель	13,0	60–105 с	20–56 с
Сиговые			
Сиг-муксун	2,5–4,5	40–60 с	27–50 с
Пелядь	2,5–4,5	—	27–65 с
Сиг обыкновенный*	2,5–4,5	55–105 с	—
Сиг чудской*	2,0–4,0	45–80 с	—
Сиг-пыжьян*	2,5–4,5	35–65 с	—
Чир*	1,0–2,0	40–60 с	—
Карповые			
Карп	20,0	90–180 с	70–84 с
Белый амур	23,0	70 с	40 с
Осетровые			
Русский осетр	16,5	5–9,5 мин	3,5–5,0 мин
Стерлядь	18,6	—	3,0–5,0 мин

4. МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ РЫБ

Методы стимулирования полового созревания производителей при искусственном выращивании рыб получают все большее распространение в связи с ростом масштабов рыбоводства и нарастающими потребностями населения в пищевой продукции. Они позволяют сократить время выдерживания рыб до момента получения зрелых половых продуктов, сдвигать сроки инкубации икры и увеличивать период выращивания молоди в первый вегетационный сезон.

Для получения качественных половых продуктов необходимо учитывать биологические и физиологические особенности разводимых видов рыб, в соответствии с которыми выбирается один из трех разработанных учеными рыбоводами методов стимулирования: *экологический, физиологический, комбинированный*.

4.1. Экологический метод

Экологический метод был разработан А. Н. Державиным в 30-х годах XX столетия в связи с началом работ по искусственному воспроизводству реофильных видов рыб, вызванных гидростроительством на крупных нерестовых реках. Он изучал технологии содержания производителей рыб в речной проточной воде и выявил факторы, которые способствуют созреванию половых клеток, овуляции у самок и образованию спермы у самцов. К таким факторам, прежде всего, относятся: *течение, температура воды, длина светового дня и нерестовый субстрат*.

Было доказано, что:

- движение рыб против течения воды во время нерестовых миграций и выдерживание производителей в проточной воде оказывают стимулирующее действие на процессы их созревания;
- повышение температуры воды в нерестовый период стимулирует более раннее созревание половых продуктов;

- увеличение освещенности (длительности светового дня) при искусственном содержании производителей стимулирует их созревание;
- отсутствие нерестового субстрата приводит к сбою процессов нереста.

В настоящее время экологический метод широко применяется при проведении работ по воспроизводству в искусственных условиях лососевых и реофильных карповых рыб при выдерживании производителей с целью получения от них зрелых половых продуктов. Также этот метод применяется при искусственном разведении нерестующих осенью рыб, входящих в реки с гонадами II или III стадиях зрелости.

Сущность экологического метода заключается в следующем:

- из естественной популяции или искусственно созданного маточного стада отбираются здоровые рыбы, от которых планируется получить половые продукты в ранние сроки;
- отобранные рыбы размещаются в бассейны или лотки (самки и самцы раздельно);
- в рыбоводных емкостях устанавливаются условия, близкие к нерестовым;
- регулируются температурный режим, проточность и освещенность.

В этих условиях происходит интенсивное созревание половых продуктов и рыбы нерестятся на 2–3 месяца раньше, чем в естественных условиях обитания.

4.2. Физиологический метод

В 30-е годы XX столетия бразильский исследователь Иеринг и русский профессор Н. А. Гербильский, проводя многочисленные гистологические исследования гипофиза рыб, независимо друг от друга раскрыли механизм его физиологического воздействия на созревание половых продуктов.

Ученые пришли к выводу, что в естественных условиях переход рыбы в нерестовое состояние осуществляется при наличии совокупности определенных факторов внешней среды. Они воспринимаются органами чувств рыбы и через них действуют на центральную

нериную систему — на гипоталамус. Клетки гипоталамуса выделяют гормон, активизирующий гормональную деятельность гипофиза. Выделяемый гипофизом гонадотропный гормон поступает в кровь и стимулирует созревание половых клеток, а также выход зрелых яиц (икринок) из фолликул и образование спермы.

Н. А. Гербильский установил гонадотропную активность гипофиза рыб в различные периоды годового цикла. Он доказал, что гонадотропные гормоны образуются в гипофизах только половозрелых рыб и поступают в кровеносную систему организма рыбы непостоянно и в различном количестве. В определенные сезоны года гормон в гипофизе накапливается. Наибольшее количество бывает в период, когда половые железы рыб достигают четвертой стадии зрелости, а половые клетки — дефинитивного размера. Именно в это время гипофизы обладают наивысшей гонадотропной активностью.

Ученый предположил, что при внутримышечных инъекциях производителей суспензии гипофиза рыб гонадотропный гормон, поступая в кровь, будет стимулировать половой процесс. Это приведет к быстрому переходу половых желез производителей из IV в V стадию зрелости и получению от них зрелой, способной к оплодотворению и развитию икры у самок и доброкачественной спермы у самцов. Следовательно, при искусственном рыборазведении можно получать зрелые половые продукты от производителей путем инъектирования им препарата гипофиза. В этом случае созревание половых клеток, овуляция и образование спермы происходят, как и при естественном нересте, под влиянием гипофиза. Однако отличие состоит в том, что увеличение количества гонадотропного гормона в крови производителей происходит не под влиянием нерестовых условий, усиливающих выделение собственного гонадотропного гормона, а при помощи введения им взятых гипофизов от других рыб.

Метод гипофизарных инъекций

В 1936 году Н. А. Гербильским был разработан метод гормональной стимуляции созревания половых клеток у рыб. Он был назван методом гипофизарных инъекций. В дальнейшем этот метод был усовершенствован И. А. Баранниковой и другими учениками Н. А. Гербильского.

Метод гипофизарных инъекций основан на введении производителям весенне- и летне-нерестующих видов рыб (осетр, карп, лещ, судак, белый амур и др.) препарата гипофиза. Он позволяет ускорить протекание завершающих стадий полового созревания рыб либо преодолеть тормозящее действие условий их содержания на развитие половых продуктов.

До разработки препаратов заменителей гонадотропных гормонов на рыбоводных хозяйствах для приготовления необходимых инъекций использовали гипофизы, которые заготавливались осенью (карповые), зимой (лососевые и осетровые) и ранней весной (теплолюбивые, растительоядные) во время промысла рыб.

Заготовка гипофизов

При заготовке гипофизов следует соблюдать следующие требования:

- рыбы, у которых изымаются гипофизы, должны быть живыми;
- заготовку гипофизов следует проводить в преднерестовый период, когда половые продукты производителей находятся на IV стадии зрелости;
- нельзя получать гипофизы от неполовозрелых, старых, только что отнерестившихся и больных рыб;
- нельзя допускать раздавливания или разрыва гипофиза при извлечении;
- не следует смешивать гипофизы самок и самцов, так как физиологическая активность такой партии снижается, что затрудняет выбор дозировки.

Расположение гипофиза у рыб разных видов имеет свои особенности (рис. 6). Это следует учитывать при их извлечении.

Перед заготовкой гипофизов у живой рыбы перерезают жабры для обескровливания. У частиковых видов ножницами срезают верхние кости черепа и пинцетом приподнимают мозг. У судака гипофиз остается прикрепленным к мозгу или лежит в ямке у основания черепа, откуда его можно извлечь пинцетом. У карповых рыб гипофиз лежит в ямке у основания черепа и почти целиком покрыт тонкой пленкой, через которую его хорошо видно. После удаления мозга края этой пленки осторожно подрезают скальпелем и пинцетом извлекают гипофиз. У осетровых рыб при помощи трепана (металлический

цилиндр с пилообразными зубцами по нижнему краю) просверливают кости черепа по средней линии головы позади глаз. Взяв высверленный кусок в руки, срезают с него нижнюю костную пластину и хрящ, а затем извлекают пинцетом гипофиз. Необходимо следить за тем, чтобы целостность гипофиза не была нарушена.

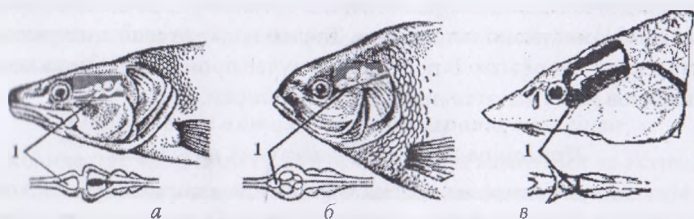


Рис. 6. Расположение гипофиза:
1 – гипофиз; а – судак; б – лещ; в – осетр
(источник: Портная Т. В., Салтанов Ю. М., 2009)

Извлеченные у рыб гипофизы помещаются в стеклянные банки с плотно притертыми крышками и трехкратно обрабатываются химически чистым ацетоном (в первый раз через 1 час, во второй – через 12 часов, в третий – через 6 часов). Возможна и двукратная обработка – через 10 и 8 часов. На 1 объем гипофизов используется 10–15 объемов ацетона. После обработки ацетон сливают, а гипофизы раскладывают на фильтровальную бумагу и высушивают при комнатной температуре, не допуская попадания прямых солнечных лучей. Во время сушки нельзя подогревать гипофизы. Даже незначительное повышение температуры приводит к полной потере активности гонадотропных гормонов.

Хранить гипофизы следует в пробирках, плотно закрытых пробками, или в герметически закрытой темной посуде, переложив марлевыми салфетками, при температуре 1–5 °С. В таком состоянии гипофизы могут храниться, не теряя своей активности, в течение нескольких лет. На посуде с гипофизами наклеивают, а в пробирки вкладывают этикетки с указанием вида и пола рыбы, места и времени сбора, количества гипофизов и фамилии заготовителя. Высокая влажность и освещение действуют на гипофизы губительно.

Оптимальный цвет заготовленных гипофизов — белый или слегка желтоватый. Некачественный продукт имеет буроватые, слизистые или кровавые вкрапления, легко крошится. Его введение может привести к появлению язвы на месте укола, некрозу тканей и гибели производителей.

Для приготовления гипофизарных препаратов пробирки с гипофизами достают из холодильника и в течение 1–1,5 часа выдерживают при комнатной температуре. Только после этого их открывают и извлекают гипофизы. В противном случае произойдет увлажнение гипофизов из-за запотевания стенок пробирки.

Приготовление гипофизарных инъекций

Инъектируют гипофизы рыбам в виде суспензии мелко размолотого порошка, размешанного в физиологическом растворе или в воде. Суспензия теряет свои качества в течение нескольких часов, поэтому ее готовят и набирают в шприцы за 30–40 минут до начала инъекций.

Суспензию готовят не для каждого производителя отдельно, а для всей группы отсаженных самок с некоторым запасом, учитывая возможные ее потери. Расчет количества гипофизов, необходимых для инъекций, производят, взвешивая всю партию имеющихся гипофизов и определяя среднюю массу одного из них. Зная массу одного гипофиза, количество, общую массу производителей и норму гипофиза, отсчитывают необходимое число гипофизов для каждой инъекции.

При инъекции недоброкачественного гормона на теле рыб в месте укола образуется язва, которая, как правило, ведет к некротическим изменениям в тканях рыб и дальнейшей гибели производителей.

Для приготовления гипофизарных инъекций отбирают хорошо высушенные, целые, сохранившие свою форму, белые или светло-коричневые гипофизы. При приготовлении суспензии рекомендуется использовать физиологический раствор (6,5 г чистого хлористого натрия или нейодированной поваренной соли на 1 литр дистиллированной воды). При отсутствии физиологического раствора можно использовать кипяченую, охлажденную профильтрованную воду.

Взвешенные гипофизы измельчают, помещают в фарфоровую ступку и тщательно растирают пестиком до порошкообразного состояния. Затем в ступку с порошком шприцем добавляют небольшое

количество физиологического раствора и продолжают растирать гипофизы до получения однородной кашицеобразной массы. После этого в ступку добавляют раствор до нужного объема, исходя из нормы 0,5 или 1 мл на одного производителя. Для гипофизарных инъекций в виде исключения можно использовать также свежезаготовленные гипофизы, растертые до тонкой взвеси в физиологическом растворе. В таком случае к суспензии гипофиза для дезинфекции добавляют антибиотик (мономицин, леворин, полимиксин (100 ед/мл), бициллин-5 и др.).

Определение активности препарата гипофиза

Количество вводимой суспензии гипофиза зависит от ее активности. Активность препарата определяют с помощью тест-объектов, в качестве которых используют самок вьюна или самцов лягушек. Для определения активности препарата гипофиза во вьюновых единицах (ВЕ) используют несколько групп самок вьюна с гонадами IV стадии зрелости и индивидуальной массой 35–40 г. При температуре 16–18 °С всем им одновременно делают гипофизарные инъекции различной дозировки. Минимальная дозировка препарата гипофиза (мг), которая вызывает у одной самки вьюна созревание ооцитов и овуляцию, соответствует вьюновой единице.

Таким же образом проверяют эффективность препарата гипофиза на самцах лягушек. Положительной реакцией считается появление подвижных сперматозоидов в клоаке самца после инъекции суспензии гипофиза в спинные лимфатические мешки при температуре 18–22 °С. При этом гонадотропная активность гипофиза выражается в лягушачьих единицах (ЛЕ) — минимальном весовом количестве препарата гипофиза, которое вызывает реакцию спермации у одного самца лягушки.

Проведение гипофизарных инъекций

Гормональное стимулирование производителей начинают при температуре воды, близкой к значениям, оптимальным для инкубации икры. Инъектируют рыб в сырых брезентовых носилках или на специальном столе с мягким покрытием или непосредственно в бассейнах, приставляя воду настолько, чтобы верхняя часть спины рыбы находилась над водой.

Существует три схемы инъекций:

1. *Однократная инъекция*, при которой вся доза препарата вводится рыбе единовременно. Такая схема применима исключительно к очень зрелым самкам и обычно практикуется для самцов.
2. *Дробные инъекции*, при которых доза препарата делится на равные части, вводимые рыбе через определенные промежутки времени. При такой схеме последняя инъекция называется разрешающей, а все остальные предварительными.
3. *Градуальные инъекции*, при которых доза делится на неравные части, при этом обычно наибольшая часть вводится последней и называется разрешающей, остальные – предварительными.

Иногда в схеме дробных и градуальных инъекций предусмотрено введение дополнительной дозы препарата после разрешающей инъекции. Эта доза называется завершающей и применяется, когда необходимо увеличить концентрацию препарата в крови после начала действия разрешающей инъекции

Для инъекций используют одноразовые медицинские шприцы. Длину (2,5–3,8 см) и диаметр иглы, а также объем шприца (10–20 мл) подбирают в зависимости от размера рыбы, дозы и типа препарата. При использовании ацетонированных гипофизов необходимо использовать иглы большего диаметра (для внутривенных инъекций).

Инъекцию производят в спинные мышцы рыбы несколько выше боковой линии и ниже основания спинного плавника под углом 45°. Карповым видам рыб игла вводится под чешую, а осетровым – между спинными и боковыми жучками на уровне 2–4-й спинной жучки. Место прокола при этом придерживается пальцем, и после удаления иглы несколько секунд массируется, чтобы введенная суспензия не вылилась обратно (рис. 7).

Существуют методики по инъекционированию рыб под брюшные и грудные плавники, а также прямо в полость тела, но для этого нужен опыт, можно случайно проколоть внутренние органы и даже сердце. При инъекции препарат не должен вводиться подкожно, опасно также слишком глубокое введение иглы.

Если одной рыбе производят 2 инъекции, то второй укол необходимо делать в другую сторону спины, чтобы избежать потерь препарата через отверстие, оставшееся после первой инъекции.

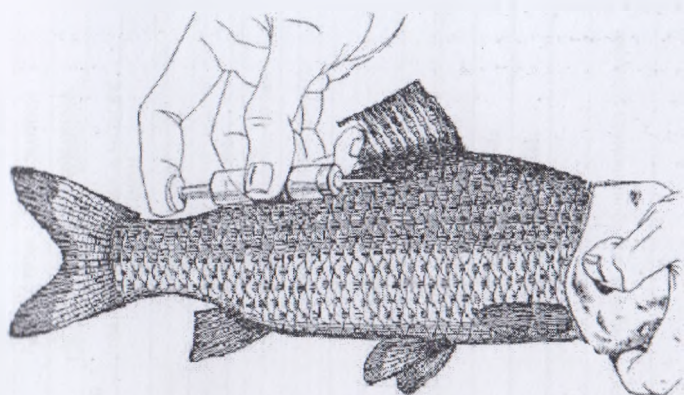


Рис. 7. Проведение гипофизарной инъекции

Время начала инъектирования рассчитывают таким образом, чтобы получение половых продуктов приходилось на дневное время.

Для самок применяют двукратную инъекцию с интервалом в 12–14 часов. Первая инъекция является предварительной и ее доза составляет $\frac{1}{8}$ – $\frac{1}{10}$ общей дозы препарата. Остальное количество препарата вводится во вторую (разрешающую) инъекцию. Самцам препарат вводят один раз (примерно половину дозы для самки) одновременно с введением самкам последней порции гормона. Общая доза препарата зависит от температуры воды и массы рыбы, а доля предварительной инъекции – от степени зрелости ооцитов (табл. 6).

Наилучшие результаты при инъектировании производителей карпа и савана получают из расчета 3–5 мг сухого вещества гипофиза на 1 кг массы тела самки и 1,5 мг/кг массы тела самца. Самкам растительноядных рыб (белый амур, белый толстолобик и пестрый толстолобик) массой 3–5 кг вводят 3 мг препарата гипофиза на рыбу, более крупным – 5–6 мг. Самцам массой 5–7 кг вполне достаточно 4–6 мг гипофиза на рыбу, более крупным вводят 12–15 мг вещества гипофиза. Для осетровых рыб применяют следующие дозировки: для самок – от 2 до 10 мг/кг, для самцов – от 1 до 4 мг/кг.

Таблица 6. Дозы гонадотропных гормонов для стимуляции созревания различных видов рыб
(источник: <http://aquaprom.su/razvedenie>)

Тип инъекции	Доза гормона		Происхождение гонадотропного гормона
	мг/кг	ЛЕ на рыбу	
Карп			
Самки: предварительная разрешающая	0,2–0,5	–	Карп, сазан, лещ
	2,0–1,5	–	Карп, сазан, лещ
Самцы	1,0–1,5	–	Карп, сазан, лещ
Лещ			
Самки	2,0–2,5	13–17	Лещ, сазан
Самцы	0,5–1,0	3–7	Лещ, сазан
Щука			
Самки	3,0–4,0	–	Щука
Самцы	1,5–2,0	–	Щука
Судак			
Самки	–	200–500 ме	Хориогонин
Самцы	–	50–150 ме	Хориогонин
Толстолобики, амуры, буффало			
Самки: предварительная разрешающая	0,5–1,0	250 ме/кг	Лещ, сазан / хориогонин
	3,0–6,0	2500 ме/кг	Лещ, сазан / хориогонин
Самцы	1,0–1,5	250–500 ме/кг	Лещ, сазан / хориогонин

Кавказский сом			
Самки: предварительная 1	1,0	1–2 тыс. ме	Сазан, лещ, толстолобики, сом / хориогонин для всех
предварительная 2	2,0	4–8 тыс. ме	
разрешающая	10,0	6–12 тыс. ме	
Самцы	2,5–5,0	4–8 тыс. ме	
Русский осетр, севрюга			
Самки: предварительная	—	3	Осетровые рыбы
разрешающая	—	70–80	Осетровые рыбы, лещ, сазан
Самцы	—	50–70	Осетровые рыбы, лещ, сазан
Белуга			
Самки	—	500–660	Осетровые рыбы
Самцы	—	125–165	Осетровые рыбы
Ленский осетр			
Самки	3,0	—	Осетровые рыбы
Самцы	2,0	—	Осетровые рыбы

Ме – мышинные единицы для хориогонина.

Следует учитывать, что истощенные рыбы более чувствительны к гипофизарным инъекциям, поэтому в данном случае дозировки препаратов необходимо снижать. В то же время превышение дозы гипофиза вызывает прекращение развития зародышей на последних стадиях эмбриогенеза. В результате выклюнувшиеся предличинки обладают слабым, размягченным желточным мешком и погибают в течение первых пяти суток.

При проведении инъекций для предупреждения травмирования производителей применяют различные анестезирующие препараты (трихлорбутилалкоколь, ихтиокальм, хинальдин и др.), после чего рыба обязательно помещается в проточную воду.

После проведения инъекций самцов и самок содержат отдельно и за 2–3 часа до ожидаемых сроков созревания проводят осмотр.

Специфичность действия гипофизов рыб

Гипофизы рыб разных семейств обладают специфичностью действия. Так, известно, что гормоны окуневых не стимулируют созревание половых клеток карповых, а препараты гипофиза лососевых рыб вызывают созревание ооцитов у карповых лишь в больших дозах. Положительная реакция у осетровых наблюдается только при введении им гипофизов, взятых у особей этого же семейства, или при введении гипофиза леща.

Гипофизы сазана, карпа, леща и сома стимулируют созревание половых клеток только у особей семейства карповых, сома, судака и щуки. Самым широким спектром действия обладают гипофизы карпа (табл. 7).

Современные гормональные препараты

В связи с постоянным ростом масштабов рыборазведения и сокращением в естественных водоемах промысловых запасов сазана и осетра, гипофизы которых используются в рыбоводстве, возникла необходимость их замены другими гормональными препаратами.

В настоящее время как российскими, так и зарубежными учеными ведутся разработки таких препаратов в трех основных направлениях.

Первое из них связано с заменой гонадотропина гипофиза рыб другими гонадотропными препаратами, имеющими гипофизарное или плацентарное происхождение. К числу таких заменителей

Рыбы, испытываемые для получения гибридов

Производители	сазан,	ры-	ка-	цу-	осет-	ло-	ко-	че-	тол-	сель-	окунь	су-	бело-
кари	бец	рась	ка	ровые	соси	рюш-	ка	хонь	бик	вые		дак	рыбей-
													ца
Осетровые	+	+		+								-	
Лососи	+				+								
Форель	+				+								
Кумжа	+												
Сиг		+		+		+			+				+
Хариус	+			+	+								+
Корюшка							+						
Белый амур	+	+							+				
Алинь	+			+									
Лещ	+	+	+	+	-						-	-	
Рыбец	+	+	+		-			+		+		-	
Сазан, карп	+	+	-	+	-	+							
Судак	+	+						+			+	+	

Примечание: «++» – благоприятные; «+» – допустимые; «-» – неприемлемые.

относится: хориогонин (хорионический гонадотропин), используемый для стимулирования полового созревания судака, белого и пестрого толстолобиков, и препарат сыворотки крови жеребых кобыл (СЖК), который вводится форели и карпу.

Второе направление ориентировано на использование рилизинг-гормонов, которые могут активизировать собственный гипофиз рыбы. В эту группу входят такие гормональные препараты, как Суфрагон (АГ-РГ-А), Оваприм, Оватид, Овапель, GnRH, которые используют для стимулирования самок карповых и осетровых рыб, а также Нерестин, пригодный для любых видов рыб.

Третье направление связано с использованием стероидных гормонов, которые воздействуют на ооциты, вызывая их созревание и овуляцию.

В настоящее время гипофизарные препараты широко используются: в осетроводстве, причем в последние годы не только при разведении, но и при получении пищевой икры; в карповодстве; при воспроизводстве растительноядных рыб (белый и пестрый толстолобики, белый и черный амур); в сомоводстве и в аквариумистике. Более ограниченное применение они находят при разведении кефалеобразных, камбалообразных, лососеобразных, окунеобразных и других видов рыб.

Совместное содержание самок и самцов

К физиологическим методам стимулирования созревания половых продуктов производителей рыб также можно отнести совместное содержание самок и самцов перед нерестом. При смешанной посадке самки стимулируют созревание половых продуктов у самцов, а выделяемый в воду самцами стероидный гормон копулин оказывает стимулирующее действие на созревание гонад у самок.

Кормление производителей

Правильное питание производителей также можно отнести к физиологическим методам стимулирования полового созревания рыб в связи с тем, что рыба производит зрелые половые продукты только тогда, когда достигает определенной массы и упитанности. Поэтому использование специализированных кормов для производителей во время нерестового периода может способствовать их быстрейшему созреванию.

4.3. Комбинированный (эколого-физиологический) метод

Во второй половине XX века советские ученые разработали и внедрили в производство эколого-физиологический метод, который предусматривает стимулирование созревания половых продуктов у производителей путем комбинированного воздействия на организм рыбы экологических факторов среды и вводимых физиологически активных веществ.

В настоящее время этот метод широко используется на российских рыбоходных предприятиях, что позволяет получать необходимое количество икры и спермы к определенному времени.

5. ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ К НЕРЕСТУ

Приемы оценки готовности производителей к нересту, в принципе, общие для всех видов рыб, однако конкретные особенности их применения зависят от видовой принадлежности и размеров особей, а также от типа рыбоводных емкостей, в которых они содержатся.

В настоящее время в рыбоводстве используют: визуальный осмотр внешних признаков производителей, анатомические методы и методы с применением современной аппаратуры.

Визуальный осмотр. При осмотре производителей на предмет их готовности к нересту необходимо снизить до минимума стрессирующие рыбу воздействия. Не следует осматривать рыб раньше наступления нерестовых температур или расчетного времени созревания (в случае применения гипофизарных инъекций) и привлекать лишних людей, не должно быть шума. В случае если осмотр при естественном освещении невозможен, свет в помещении должен гореть постоянно.

При нормально протекающем процессе овуляции у самок последовательно наблюдаются следующие признаки:

1. Брюшко при прощупывании сбоку и снизу становится мягким, слегка раздувается.
2. При пальпации полового отверстия ощущается слизь.
3. При надавливании на заднюю часть брюшка или при сгибании рыбы вбок (при удержании ее за голову и хвостовой плавник) из полового отверстия вытекает овариальная жидкость с отдельными икринками.
4. На следующем этапе созревания вместе с овариальной жидкостью вытекает икра (количество икринок может быть как очень малым, так и значительным).
5. При полной овуляции икры надавливание на заднюю часть брюшка или сгибание рыбы вызывает выделение струи икры.

Самок, дающих струю икры, отсаживают для ее отбора; рыб, дающих овариальную жидкость или отдельные икринки, просматривают через 1 час; рыб, не показывающих признаков созревания, просматривают через 2–3 часа (в случае применения гипофизарных инъекций) или через 1–2 дня (в случае выдерживания без инъекций). Схожие признаки созревания половых продуктов наблюдаются и у самцов, однако следует учитывать, что самцы многих видов рыб способны к порционному нересту. Поэтому в течение одного нерестового сезона от них можно получить несколько порций спермы.

Кроме того, необходимо помнить, что по мере созревания половых продуктов у производителей повышается двигательная активность, что также может служить сигналом к отбору половых продуктов.

Наряду с визуальной оценкой внешних признаков готовности производителей к нересту в рыбоводстве применяются **анатомические методы** изучения степени зрелости ооцитов рыб: биопсия, оперативный метод и прямая пальпация.

Биопсия гонад осуществляется путем введения через брюшную стенку или через боковые мышцы специального стального щупа (диаметр для карпа 2,5–3,5 мм, для русского осетра – 4,5–5,0 мм, для белуги – 5,5–6,0 мм, для севрюги, шипа и стерляди – 3–4 мм; длина канавки 3–6 см). Во избежание повреждения внутренних органов и облегчения отбора участка генеративной ткани предварительно делается прокол кожи шилом, а затем отбирается проба. Продезинфицированный щуп вводят в заднюю треть брюшка рыбы под острым углом к оси тела на глубину 5–7 см. При повороте щупа по оси в канавке остается ткань гонады (рис. 8).

В США отбор образцов икринок осуществляется при помощи катетера (жесткого, тефлонового, диаметром 4,5 мм) через небольшой (6–8 мм) абдоминальный разрез.

Из пробы берут несколько ооцитов и фиксируют их в кипящей воде в течение 1–2 минут. Затем ооциты вынимают из воды, каждый из них разрезают лезвием бритвы на две равные части по продольной оси, проходящей через его анимальную и вегетативную части, и с помощью лупы определяют положение ядра (зародышевый пузырек) по отношению к оболочкам анимальной области. Если ядро находится

у оболочек в зоне микропиле, то ооцит взят из яичника самки завер-
шенной IV стадии зрелости. Если ядро отстоит менее чем на свой
диаметр от оболочек, то ооцит взят из яичника самки, близкого к за-
вершению IV стадии зрелости. Если ядро расположено на расстоянии
1,5–2 своих диаметров от оболочек, то ооцит взят из яичника самки
незавершенной IV стадии зрелости. Если же ядро занимает централь-
ное положение, то ооцит взят из яичника самки III стадии зрелости.

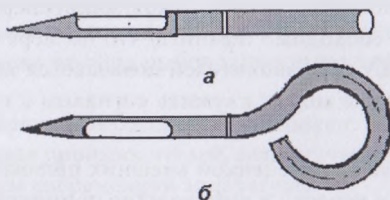


Рис. 8. Щуп для взятия пробы икры у рыб:
а – вид сбоку; б – вид сверху

При биопсии производителей *осетровых* рыб, в качестве предва-
рительного критерия отбора зрелых самок, рекомендуется использо-
вать диаметр фолликулов. Например, самки, имеющие ооциты с ди-
аметром не менее 2,6 мм (севрюга), 2,8 мм (сибирский осетр и шип),
3,2 мм (русский осетр), имеют шанс созреть через несколько месяцев.
Стадия зрелости окончательно уточняется в ходе весенней бонити-
ровки. Можно использовать в качестве критерия для отбора зрелых
самок минимальную массу ооцитов в пробе (русский осетр – 16 мг,
белуга – 22 мг, севрюга – 11 мг, шип – 13 мг, стерлядь – 8 мг).

Оперативный метод близок к биопсийному. При его использо-
вании в брюшной стенке тестируемой особи делается небольшой
надрез (около 2 см), через который извлекается проба ткани гонад.
При данном способе возможен визуальный контроль типа анализи-
руемой ткани.

Метод прямой пальпации предполагает изучение структуры
гонад на ощупь путем введения пальца в тело рыбы через операци-
онное отверстие. Данный метод широко применяется в США при
выращивании осетров с целью определения пола рыб. Семенники

покрыты тонкой оболочкой и на ощупь гладкие, яичники не имеют оболочек, их поверхность неровная, складчатая. Опытный рыбовод может определять пол у 300–500 рыб в день.

Недостатком выше перечисленных методов является их травматичность. Проникновение в полость тела не только может отрицательно сказаться на физиологическом состоянии рыбы, но и является сильным стрессовым фактором.

Более совершенными методами изучения гонад производителей являются *методы с применением современной аппаратуры*: лапароскопия, эндоскопия и ультразвуковая диагностика.

При использовании *метода лапароскопии* делается небольшой надрез (около 2 см) в брюшной стенке тестируемой особи и производится визуальное изучение гонад с помощью овоскопа с подсветкой.

Эндоскопия позволяет определять пол рыб и изучать гонады производителей визуально при помощи медицинского исследовательского цистоуретроскопа, применяемого в медицине для диагностики заболеваний мочеиспускательной системы, или барископа. Зонд цистоуретроскопа вводится в полость тела рыб через прокол в брюшной стенке, как при биопсии, или через половое отверстие. Изучение гонад осуществляется через оптико-волоконную систему аппарата. Разрешающая способность метода очень высока, поскольку через оптическую систему прибора хорошо видны мельчайшие детали строения и окраска тканей. Во избежание травмирования внутренних органов рыб при проведении эндоскопии все особи, даже небольшие, полностью обездвигиваются с помощью анестезирующих препаратов. Исследования можно проводить в небольших бассейнах. В этом случае рыбу переворачивают на спину, оставляя голову погруженной в воду.

Ультразвуковая диагностика позволяет обследовать состояние гонад рыб без какого-либо вмешательства при помощи ультразвукового сканера. Единственным недостатком данного метода является обучение специалистов.

Среди других методов оценки готовности производителей к нересту можно назвать *биофизические методы интерскопии* (микрорентген ооцитов, голографическая интерферометрия и др.) и *экспресс методы физиолого-биохимической* диагностики

(определение интенсивности энергообмена, содержания белка, липидов и гемоглобина в крови рыб и т. д.).

Для повышения репродуктивного качества, увеличения плодовитости и ускорения синхронизации созревания диких самок производителей и, как следствие, более высокой оплодотворяемости икры разработан метод инъектирования производителей витамином С (аскорбиновая кислота) и витамином Е (α -токоферол) в период преднерестового содержания.

На осетровых рыбоводных заводах для этих целей используют фармацевтические препараты: раствор 10%-й аскорбиновой кислоты (100 мг/мл) и 30%-го α -токоферола-ацетата (300 мг/мл). Наибольший эффект достигается при разовом введении витамина С (из расчета 10 мг на 1 кг тела самки) и двухнедельном курсе введения витамина Е (4-разовое инъектирование из расчета 15 мг/кг) перед нерестом.

На следующий день после инъектирования витаминов Е и С рекомендуется осуществлять инъекции цианокобаламина (витамин B_{12}) в концентрации 500 мкг/мл, или 50 мкг на 1 кг массы тела рыбы. Цианокобаламин наряду с улучшением рыбоводно-биологических показателей (процент оплодотворения и выживаемость потомства) способствует усилению защитных функций организма, повышению стрессоустойчивости самок осетровых рыб.

6. СПОСОБЫ ОТБОРА ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ

В зависимости от условий получения зрелых производителей отбор половых продуктов производят на местах промыслового или специального лова, либо в условиях рыбоводного завода с соблюдением следующих требований:

- производители должны находиться на 5-й стадии зрелости с текучими половыми продуктами;
- температура воздуха должна соответствовать температуре воды, в которой нагуливались или выдерживались производители, и не превышать ее средних значений более чем на 2–3 °С;
- отбор половых продуктов должен производиться в ранние утренние часы в условиях, защищающих сперму и икру от воздействия яркого света, ветра, дождя или снега и других неблагоприятных факторов;
- нельзя допускать попадание влаги на половые продукты, это может привести к несвоевременной активации спермиев и икры и их гибели.

6.1. Получение икры

В настоящее время разработаны четыре основных способа получения икры от производителей: сцеживание, вскрытие, прижизненный и комбинированный.

Способ сцеживания применяется при сборе половых продуктов лососевых, сиговых и частиковых, а также у рыб с порционным нерестом.

Перед сцеживанием икры брюшко и анальный плавник самки обтирают сухой салфеткой, чтобы в емкость для сбора не попали вода и слизь. Голову самки желательно обернуть мокрым полотенцем и мягко прижать локтем правой руки к своему телу, при этом нельзя переворачивать ее головой вниз.левой рукой самку придерживают

за хвостовой стебель так, чтобы ее генитальное отверстие находилось над краем сухой и продезинфицированной емкости, а брюшко было слегка выгнуто наружу (рис. 9). Если самка крупная, отбор икры должны производить два рыбоведа: один придерживает голову рыбы, другой – хвостовой стебель.

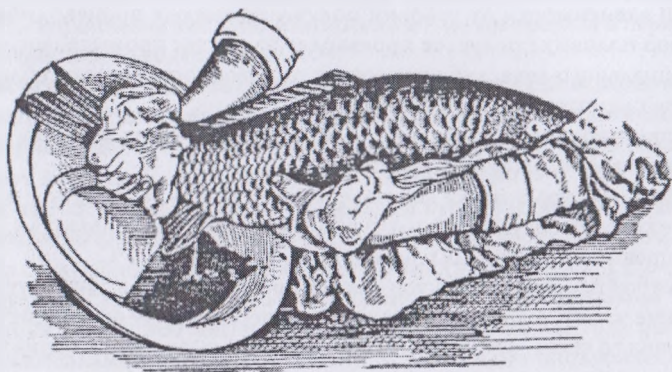


Рис. 9. Взятие половых продуктов способом сцеживания
(источник: <http://www.lynx.biz/oplodotvorenije-ikry-razvedenie-ryby>)

У зрелой самки основная масса икры вытекает струей без сдавливания брюшка. Остаток икры сцеживают путем его легкого массирования. Икра должна стекать по краю емкости ровной струйкой. При падении даже с небольшой высоты (8–10 см) икринки обычно травмируются и погибают. Нельзя с силой выдавливать икру, так как это может привести к разрывам стромы яичника, травмировать внутренние органы самки и даже вызвать ее гибель. Сцеживание икры прекращают или вообще не производят, если она выходит комками или с кровью при довольно сильном нажатии на брюшко.

Собирают икру в эмалированные или пластмассовые тазы с гладкой поверхностью, так как при шероховатости их дна и стенок неоплодотворенные икринки легко повреждаются. Алюминиевую посуду применять не рекомендуется в связи с тем, что в холодную погоду икринки быстро примерзают к ее стенкам и гибнут. Лучше отцеживать икру на марлевую салфетку, натянутую на некотором расстоянии

от дна емкости, что позволяет удалить лишнюю полостную жидкость, попадающую вместе с половыми продуктами.

В одну емкость обычно сцеживают икру от 5–6 самок, но не более 3 л. После этого ее осторожно переносят в другую емкость и осеменяют. При правильной технологии сбора икра не теряет способности к оплодотворению в течение 40–45 минут.

При сборе икры нужно вести наблюдение за ее качеством. Икра хорошего качества – более или менее одинакова по диаметру, ровного однородного цвета. Отбраковывается икра, в которой обнаруживается много набухших икринок с затвердевшей оболочкой, икринок с крупными жировыми каплями или побелевших. Неполюценной также является икра, выделяемая с большим количеством водянистой полостной жидкости и значительными кровоизлияниями. Нельзя использовать икру, полученную от самок с усилиями. Такая икра еще не дозрела и не пригодна для инкубации.

Способ вскрытия, или заводской способ, предусматривает взятие половых продуктов от неживых рыб. Он был разработан для получения икры от крупных производителей осетровых рыб – белуги, осетра, севрюги, шипа, которых отлавливали в реках во время нерестовых миграций.

Отловленных самок убивали ударом деревянной колотушки по голове, обескровливали, делая острым ножом глубокие надрезы на затылке, жабрах и хвостовой вене. После вытекания крови рыбу подвешивали на специальном блоке головой вверх. Когда сток крови прекращался, рыбу омывали чистой водой, насухо вытирали полотенцем и разрезали брюшко от генитального отверстия вверх на 20–30 см. В чистую посуду из самки извлекали основную порцию половых продуктов, после чего разрез увеличивали почти до головы для изъятия оставшейся икры. Комковатую (незрелую) икру осторожно при помощи птичьего пера отделяли от зрелой и удаляли, а рыбу отправляли на переработку.

В настоящее время данный способ получения икры от производителей осетровых практически не применяется.

Прижизненный способ разработан для получения икры от производителей осетровых с целью дальнейшего сохранения их репродуктивной функции.

Анатомическое строение половой системы самок осетровых не позволяет сцеживать овулировавшую икру таким способом, как это делается у карповых и лососевых видов рыб. Поэтому в брюхе рыбы делается разрез, через который икра извлекается. В настоящее время разработаны два основных метода прижизненного отбора икры у осетровых. Первый – *метод лапаротомии или «кесарева сечения»* – был разработан И. А. Бурцевым в 1969 году для получения икры от выращенных в прудах гибридов осетровых. В настоящее время данный метод применяется для крупных рыб (более 13 кг).

Самка под общей анестезией укладывается на специальный столик брюшком вверх, которое протирается насухо. Скальпелем или хирургическими ножницами выполняется продольный разрез (длиной 8–14 см, в зависимости от размеров самки) в задней трети брюшка самки, с отступом 1,5–2,0 см от средней линии. Через этот разрез затем отбирается овулировавшая икра. Самка при этом остается живой.

После отбора икры рану обеззараживают и зашивают кетгутом, хирургическими шелковыми нитками или капроновой нитью (рис. 10). Зашивание разреза является наиболее трудным этапом оперативного метода из-за того, что тело осетровых рыб покрыто костными пластинками. Область послеоперационной раны обрабатывают антисептиком.

Самок выдерживают в отдельном бассейне в течение суток, после чего выпускают в пруд. Через 30–40 суток проверяют заживление раны и при необходимости накладывают дополнительные швы. Через 1–2 года от этой самки можно вновь получать качественную икру.

Выживаемость самок при использовании лапаротомии составляет 90 % для белуги и 85 % для русского осетра.

Существуют различные модификации метода лапаротомии для получения овулировавшей икры самок осетровых рыб, например небольшой угловой разрез (2,5 см), использование искусственной овариальной жидкости и даже вставление фистулы для исключения стресса производителей при многократном отборе икры.

Второй метод – *«надрезания яйцеводов»* с последующим сцеживанием икры был разработан С. Б. Подушкой в 1985–1986 годах и прошел многолетние успешные испытания в ряде рыбоводных хозяйств (рис. 11).

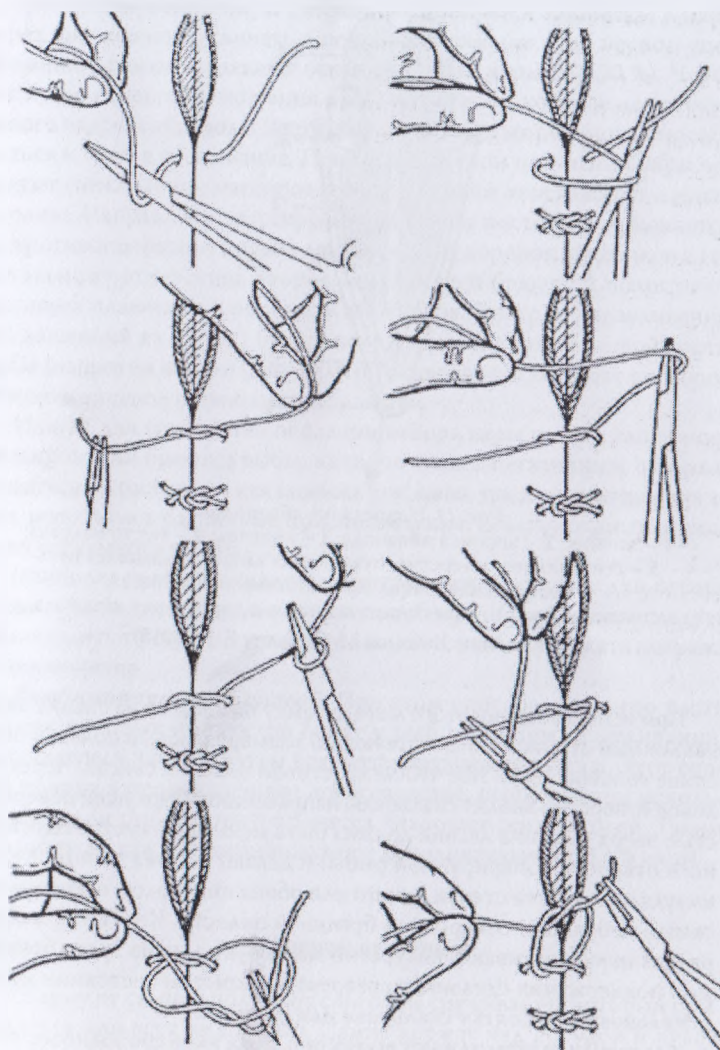


Рис. 10. Пример наложения послеоперационных швов
(источник: Чебанов М. С., Галич Е. В., 2013)

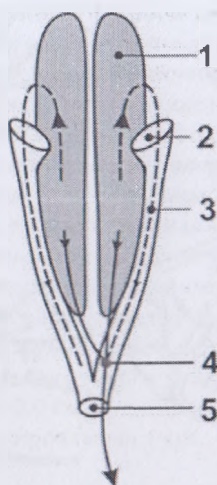


Рис. 11. Надрезание яйцеводов:

1 – яичник; 2 – воронка яйцевода; 3 – яйцевод; 4 – место надреза; 5 – генитальное отверстие; пунктирная линия показывает путь овулировавшей икры при естественном нересте, сплошная линия – при сцеживании после надрезания яйцевода (источник: Чебанов М. С., Галич Е. В., 2013)

При использовании этого метода самку помещают на специальный наклонный столик, соответствующий размеру рыбы, в положении на спине головой вверх так, чтобы хвостовой плавник свисал. Через половое отверстие вводят скальпель, направленный режущей поверхностью вверх (ширина лезвия должна быть меньше диаметра генитального отверстия оперируемой рыбы) и делают надрез длиной 1–2 см в каудальной части стенки одного или обоих яйцеводов, открывая тем самым небольшое отверстие в брюшной полости. Через полученный разрез икру сцеживают, аккуратно массируя заднюю треть брюшка. Для поддержания сделанного разреза в открытом состоянии можно использовать рукоятку скальпеля или шпатель.

Сцеживание продолжают до тех пор, пока икра свободно вытекает из полости тела. По окончании сцеживания рыбу поднимают головой вверх и сгоняют остатки икры к генитальному отверстию.

После получения икры разрезы не требуется зашивать, а икру через них можно сцеживать в несколько приемов. При первом сцеживании у самки извлекают основную часть икры (80–90 %). Через час после первого сцеживания проводят второе, которое не требует нового надреза яйцевода. У крупных и плодовитых рыб может проводиться и третье сцеживание. При многократном получении икры чередуют сцеживание с массажем брюшка от хвостового плавника к голове. Направление массажа брюшка постоянно изменяется на противоположное: первое движение – от воронок яйцеводов к генитальному отверстию, второе – вдоль всей брюшной полости от анальных плавников к воронкам яйцеводов. Быстрые надавливания (20 движений за 15 сек) большими пальцами вдоль боковой части рыбы (напротив яйцевода) и обратно позволяют последовательно опорожнять яйцевод и наполнять его икрой.

Иногда для упрощения операции отбора икры или во избежание 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. Однако при использовании подобного оборудования следует производить точную регулировку давления, чтобы избежать повреждения ооцитов.

Комбинированный способ. При этом способе основную часть зрелых половых продуктов берут у рыб способом отцеживания, а оставшуюся часть – путем вскрытия брюшной полости. Этот способ принят в промышленном лососеводстве, особенно при использовании для рыбоводного процесса тихоокеанских лососей. Таким способом от каждой рыбы получают дополнительно до 12 % икры.

6.2. Получение спермы

Сперму от самцов получают способом сцеживания, который применяется для всех видов рыб. Самца держат над посудой и рукой массируют его брюшко по направлению от брюшных плавников к анальному плавнику. Нельзя сильно нажимать на брюшко впереди

брюшных плавников, чтобы не повредить семенники и не сделать вторую порцию спермы непригодной для оплодотворения.

Зрелая сперма вытекает свободной струйкой. При отборе спермы в нее не должны попадать вода, кровь, моча, слизь или содержимое кишечника, так как при этом спермии быстро теряют фертильность. Сперму прекращают отцеживать при появлении первых сгустков.

Существует очень удобный способ взятия спермы с помощью шприца для переливания крови емкостью 200–250 мл (АзНИИРХ). Наконечник из пластмассы или толстой оплавленной стеклянной трубки, соединенный гибким шлангом со шприцем, вводят в генитальное отверстие самца.

Движением поршня создается вакуум, и сперма всасывается в цилиндр. Такой способ получения спермы обеспечивает стерильность операции и позволяет отбирать необходимое в данный момент количество спермы.

Доброкачественной считается сперма однотонного цвета и однородной консистенции без посторонних примесей. По внешнему виду сперма осетровых рыб имеет консистенцию молока, а сперма лососевых, сиговых и карповых рыб чаще похожа на густые сливки. Отбраковывается жидкая сперма синеватого оттенка, сперма желтой или грязно-серой окраски, а также выделяющаяся с кровью и слизью.

Половые продукты у самцов многих видов рыб (лососевые, осетровые и др.) созревают отдельными порциями, поэтому производителей используют несколько раз, отсаживая в отдельные емкости. Через сутки (двое суток) вновь производят отбор спермы.

Иногда при необходимости получения половых продуктов в большом количестве свободно выделяющуюся сперму отцеживают, самцов оглушают и вскрывают для извлечения семенников. Необходимое количество спермы выдавливают из семенников, завернутых в марлю.

7. АНЕСТЕЗИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В рыбоводстве часто при получении половых продуктов от крупных производителей применяют различные анестетики (MS-222, пропоксат, пропанидит, хлорбутанол, уретан и др.). Их использование позволяет значительно снизить травмирование рыб и повысить качество проведения работ. Благодаря применению анестетиков производители становятся менее активными и легче переносят стресс.

В нашей стране наиболее часто в качестве анестезирующего препарата используют *хинальдин* — светло-желтую жидкость с характерным запахом и хорошо растворимую в органических растворителях.

Для анестезирования производителей используют водную эмульсию хинальдина, который предварительно растворяют в этиловом спирте, ацетоне или эфире в соотношении 1 мл препарата на 10 мл растворителя. Получившийся раствор смешивают с 1 л воды, получая, таким образом, концентрированную эмульсию анестетика. При анестезии рыб к 10 л воды добавляют 20–30 мл концентрированной эмульсии. Чем выше температура воды, тем меньше должна быть доза препарата.

В Китае для анестезии производителей осетровых рыб применяют *гвоздичное масло*. Практически процедура обездвиживания рыб этим препаратом выглядит следующим образом. В бассейн наливают воду и проводят продувание сжатым воздухом через распылители. Гвоздичное масло приливают в бассейн из расчета 10 мл на 100 л воды. Пленку, которая образуется на поверхности воды, механически разрушают, после чего в бассейн помещают производителей. Попадая в воду, рыба успокаивается и теряет равновесие. В таком состоянии производители могут находиться в растворе гвоздичного масла до получаса.

Гвоздичное масло используют и на российских рыбоводных заводах для анестезии осетровых — 0,07 мл/л воды (экспозиция 5–7 мин), карповых (каarp, сазан, белый амур, толстолобик, линь) — 0,04 мл/л воды (экспозиция 2–3 мин) и сомовых — 0,04 мл/л воды (экспозиция 2–5 мин).

Кроме того, для орошения жабр производителей можно использовать 0,1%-й спиртовой раствор этomidата (прописцин) или 5%-й раствор кетаминa, который перед орошением жабр разводят физиологическим раствором в концентрации 1 : 3. Также возможно внутривенное введение 5%-го раствора кетаминa-гидрохлорида – 4–10 мг на 1 кг массы рыбы. Анестезия достигается через 4–5 минут и продолжается около 10 минут.

Для орошения жабр при анестезии производителей русского осетра можно использовать также бензокаин ($C_9H_{11}NO_2$) (0,3 г/л) с дозой 0,06 г, лидокаин ($C_{14}H_{22}N_2O$) (0,4 г/л) с дозой 0,08 г и новокаин (0,4 г/л) с дозой 0,1–0,2 г.

Общим правилом при использовании анестетиков является установление величины их дозировки, при которой производители, помещенные в раствор препарата, засыпают через 1–2 минуты. Из состояния наркоза они должны выходить через 3–5 минут после помещения в проточную воду.

Глубину наркоза рыб характеризуют по их поведению и разделяют на пять стадий:

- I – повышение подвижности с заметным учащением дыхания;
- II – потеря равновесия, рыбы опрокидываются на бок;
- III – потеря ориентировочного рефлекса, дыхание частое и нерегулярное;
- IV – рыбы лежат на дне или в изогнутом положении у поверхности воды;
- V – остановка дыхания, полная неподвижность рыб.

Рыба считается «готовой к операции» после полного обездвиживания и прекращения движения жаберными крышками (IV ст.).

Раствор анестетика, в который помещают производителей перед отбором половых продуктов, должен периодически аэрироваться. Замену анестезирующего раствора необходимо производить после использования для усыпления 3–5 рыб.

После получения половых продуктов производителей выдерживают в течение 3–4 часов при повышенной проточности (в 1,5–2 раза).

8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ

При оценке качества половых продуктов у **самок** определяют рабочую плодовитость и размерно-весовые показатели икры.

Рабочая плодовитость – это количество икры, полученное в данный нерестовый сезон от самки (она всегда меньше, чем абсолютная, и зависит от опытности рыбоведа). Этот показатель определяют сразу после отбора икры, до момента ее оплодотворения, двумя способами:

- 1) **весовой** – сначала взвешивают всю отобранную от самки икру. Затем отбирают три пробы икры по 10 г и подсчитывают количество икринок в каждой пробе. Вычисляют среднее значение и пересчитывают на общую массу икры для каждой самки;
- 2) **объемный** – сначала определяют, какой объем занимает вся отцеженная от самки икра (обычно в градуированной посуде емкостью до 1,0 л). Затем определяют среднее количество икринок в трех пробах по 10 мл каждая и делают перерасчет на общий объем икры от самки.

Размерно-весовые показатели икры. Икра хорошего качества должна иметь ровный однотонный цвет – от бледно-оранжевого до оранжевого. К размерно-весовым показателям икры относятся ее масса и диаметр. Среднюю массу и диаметр следует определять не менее чем по 20 икринкам от каждой самки (повторяя измерения 3 раза). Одновременно с этим необходимо обращать внимание на однородность половых продуктов. Икра считается качественной, если коэффициент изменчивости массы икринок находится в пределах 4–8, а диаметра – 3–6. О качестве икры также можно судить по внешнему виду (зрелая икра прозрачная, кроме осетровых, округлой формы, не дряблая и имеет свойственную данному виду окраску).

Существует простой метод определения качества икры осетровых, основанный на различной способности икринок разной степени зрелости обесцвечивать раствор метиленовой сини:

1. Готовят свежий раствор метиленовой сини (1 капля 0,05%-го водного раствора метиленовой сини на 10 мл профильтрованной речной воды).
2. Бюкс или пробирку наполняют доверху указанным раствором, помещают икру из расчета 1 мл икры на 5 мл раствора, плотно закрывают и несколько раз встряхивают и следят за обесцвечиванием раствора:
 - а) незрелая икра – раствор не обесцвечивается;
 - б) зрелая доброкачественная икра – полное обесцвечивание через 30–60 минут;
 - в) перезрелая икра – полное обесцвечивание через 10–15 минут;
 - г) сильноперезрелая икра – полное обесцвечивание через 1–2 минуты.

При оценке качества половых продуктов у **самцов** учитывают внешний вид спермы, объем эякулята, активность спермиев, их концентрацию, соотношение живых и мертвых спермиев и относительную плодовитость.

Внешний вид спермы. При визуальной оценке спермы самцов можно выделить три ее характеристики.

Хорошая (густая) сперма течет плотной струей или падает густыми плотными каплями и имеет вид сгущенного молока слегка желтоватого оттенка (у осетровых) или чисто белый цвет.

Средняя по качеству сперма имеет консистенцию сливок и молочно-белый цвет.

Плохая сперма – жидкая, имеет вид разбавленного молока голубоватого оттенка.

Объем эякулята определяют индивидуально для каждого производителя с помощью мерной посуды – градуированных пробирок с точностью до $0,1 \text{ см}^3$.

Активность спермиев определяют под микроскопом (окуляр 5X–7X, объектив 20–40) при помощи секундомера. На часовое стекло, помещенное под окуляр микроскопа с каплей воды, капают каплю спермы и сразу же включают секундомер. Необходимо вести наблюдение за движением спермиев. Секундомер останавливается, когда более 50–60 % спермиев перейдет от поступательного к колебательному движению. Определение активности спермиев в каждой пробе

проводится не менее 3 раз, а затем вычисляется средний результат. От каждого самца берут по 3 пробы.

Концентрацию спермиев определяют при помощи счетной камеры Горяева (рис. 12). Для этого к ней сначала необходимо притереть покровное стекло. Затем из пробирки меланжером забирается отцеженная сперма до отметки 0,5, после чего он дополняется чистой водой до отметки 101. Далее меланжер необходимо встряхнуть и выпустить из него 3–5 капель жидкости для удаления не смешавшейся со спермой воды и обтереть его конец ватным тампоном. После этого под покровное стекло ввести каплю суспензии, которая в силу капиллярности распределится в пространстве между покровным стеклом и средней пластинкой камеры, имеющей сетку площадью 9 мм^2 . Дать отстояться препарату 3–5 минут. Затем поместить камеру Горяева под микроскоп. При увеличении 280–400 раз просчитываются спермии в пяти больших квадратах, каждый из которых состоит из 16 квадратов (всего в 80 малых квадратах).

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

$$C = nD/NV \times 1\,000\,000,$$

где: C – концентрация спермиев; n – число подсчитанных спермиев; D – степень разбавления (равна 200); N – число сосчитанных малых квадратов (80); V – объем малого квадрата ($1/4000 \text{ мм}^3$); 1 000 000 – множитель, введенный в формулу потому, что подсчет ведется в млн/мм³.

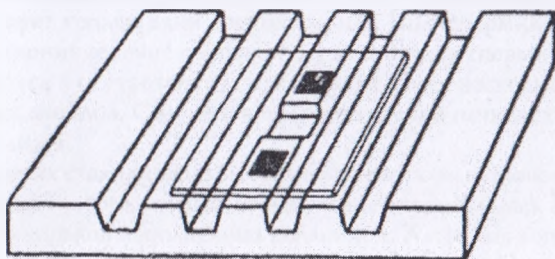


Рис. 12. Камера Горяева

Соотношение живых и мертвых спермиев определяют под микроскопом при увеличении 400–600 раз. Полученный результат оценивают по 5-балльной шкале.

Балл 5. Заметно поступательное движение всех спермиев. Подвижность их слишком велика, трудно сконцентрировать внимание на отдельных спермиях.

Балл 4. Поступательное движение спермиев хорошо выражено, но в поле зрения встречается небольшое их количество (10–15%) с колебательным движением.

Балл 3. Преобладают спермии с поступательным движением, но наблюдается несколько повышенное (30–40%) количество спермиев с колебательным движением. Имеются неподвижные спермии.

Балл 2. Спермиев с поступательным движением почти нет. До 70–75% спермиев неподвижно.

Балл 1. Все спермии неподвижны.

Сперма с оценкой 1 и 2 балла для осеменения икры непригодна.

Относительная плодовитость самцов – это комплексный показатель, объединяющий массу тела и качество половых продуктов – концентрацию спермиев. Определяют в расчете на 1 г массы тела производителя.

9. ОСЕМЕНЕНИЕ ИКРЫ

У большинства видов рыб размножение происходит вне материнского организма и отличается рядом специфических особенностей. Поэтому для успешной реализации процессов осеменения, оплодотворения и инкубации икры в искусственных условиях требуются специальные знания, опыт и практические навыки, а также использование специализированного оборудования и приборов.

После получения зрелых половых продуктов и определения их качества приступают к осеменению икры. От способа осеменения в значительной степени зависит эффективность оплодотворения.

Осеменение — это сближение спермиев с икринками и их соприкосновение. В естественных условиях оно происходит в процессе нереста рыб, а в искусственных — в результате извлечения икры из половых гонад самок с последующей ее обработкой спермой, отцеженной от самцов.

Оплодотворение — это проникновение сперматозоида внутрь икринки с дальнейшим слиянием генетической информации и формированием диплоидной зиготы. Проникновение спермия в яйцо происходит через микропиле. У большинства костистых рыб оплодотворение является моноспермным (в оплодотворении яйцеклетки участвует только один сперматозоид). Полиспермия (одновременное проникновение в яйцеклетку нескольких спермиев) может наблюдаться у осетровых, так как их икра имеет несколько микропиларных каналов. С момента оплодотворения начинается развитие зародыша.

На первых стадиях через многочисленные поры икринки диффундирует вода, которая вызывает набухание кортикальных альвеол — особых пузырьков наполненных коллоидом. Альвеолы лопаются, из них выходит коллоид; набухая, он увеличивается в объеме и растягивает податливую в это время наружную оболочку икринки. В результате образуется перивителлиновое пространство, защищающее зародыш от внешних повреждений. Одновременно с этим у многих

видов рыб оболочка яйца приобретает клейкость. Дальнейшее развитие зародыша зависит от видовой специфичности и условий внешней среды.

В рыбоводстве применяют **три основных метода осеменения икры: мокрый, полусухой и сухой**. У каждого метода есть много разновидностей, разработанных для конкретных видов рыб.

Во время осеменения икры температура воды должна соответствовать температуре, при которой содержались производители. Осеменяют икру смесью спермы, полученной от 3–5 самцов. Это позволяет повысить процент оплодотворения икры за счет «избирательности» яйцеклеток и получить высококачественный зародышевый материал. Нельзя приливать к икре сперму поочередно от каждого самца, так как не будет обеспечена избирательность оплодотворения (основная масса икры может оплодотвориться первой порцией семени).

Мокрый метод – это процесс, при котором для осеменения в емкость с икрой добавляют воду, а затем вносят сперму. Так осеменяют икру *волжской сельди и османа*. Для осеменения икры *рыбца* в емкость с приготовленной водой (4–5 л) одновременно сливают икру и сперму, после чего осторожно перемешивают в течение 2–3 минут, затем икру промывают и оставляют набухать.

Полусухой метод предусматривает предварительное разведение спермы водой, после чего она смешивается в емкости с икрой. Данный метод применяют для осетровых видов рыб. Перед осеменением икры сперму от 3–4 самцов смешивают и доводят до объема 10 мл на 1 кг икры. Затем ее разбавляют водой в соотношении 1 : 200 и выливают в емкость с икрой. В течение 3–5 минут тщательно перемешивают икру со спермой, после чего икру 3–4 раза промывают водой для удаления слизи и остатков спермы, а затем обесклеивают. Этот метод позволяет снизить концентрацию спермиев при осеменении, предохраняя яйцеклетки от одновременного проникновения нескольких сперматозоидов.

В последние годы также используется «двухтактное» осеменение: после 50–60 секунд осеменения весь оплодотворяющий раствор из емкости с икрой выливается и заливается новый раствор со спермой для завершения осеменения.

Работы, проведенные в Южном филиале Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства (ФСГЦР), показали, что для получения генетического разнокачественного потомства осетровых рыб икру, полученную от одной самки, целесообразно разделять на 3–5 порций, оплодотворяя каждую порцию спермой одного самца. Причина этого – разнокачественность спермы, получаемой от разных самцов. Сперма самцов имеет разную активность и концентрацию, в значительной мере зависящие от физиологического состояния рыб, условий преднерестового выдерживания и получения спермы, краткости 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.

Сухой метод применяют для рыб, у которых спермии после активации в воде быстро теряют подвижность (лососевые, сиговые и карповые). Икру помещают в сухую емкость, добавляют сперму и тщательно перемешивают, после чего заливают воду.

У *лососевых* для осеменения 1,0–1,5 кг икры требуется 4–5 мл спермы. Сразу после внесения спермы половые продукты осторожно перемешивают птичьим крылышком или рукой для равномерного распределения спермиев среди икринок и добавляют небольшое количество воды (0,1–0,2 л на 1 кг икры). В течение 1–1,5 минуты половые продукты снова перемешивают. Если процесс оплодотворения икры протекает успешно, на поверхности воды образуется специфическая пленка из пены. Затем икру тщательно промывают водой для удаления остатков спермы, органических примесей, мертвой икры и оставляют для набухания в чистой воде на 2–3 часа при условиях слабой проточности или смены воды каждые 0,5 часа. Объем воды в емкости должен быть в 3–4 раза больше, чем икры.

У *сиговых* для осеменения икры в емкость сцеживают половые продукты от 2–3 самок, добавляют к ним сперму от 3–4 самцов и перемешивают. Затем в эту же емкость оттеживают икру от следующих 2–3 самок и т. д. Через 10 минут после начала отбора икры добавляют небольшое количество воды, половые продукты перемешивают и оставляют в покое на 4–5 минут, после чего промывают и оставляют набухать в проточной воде. В течение первых 15–20 минут мертвые икринки всплывают и подлежат удалению.

У *карповых* при осеменении икры на 1 кг половых продуктов самок используют 3–5 мл спермы, полученной от трех и более самцов. В смесь икры и спермы после тщательного перемешивания в течение 10–20 секунд добавляют 100–150 мл воды на 1 кг икры. Икру продолжают перемешивать еще в течение 40–60 секунд, после чего обесклеивают и оставляют набухать в проточной воде.

Иногда для улучшения процесса оплодотворения икры в емкость с половыми продуктами добавляют оплодотворяющий раствор Хамара (на 1 л воды 6 г поваренной соли, 4,5 г мочевины и 0,2 г хлористого кальция) или раствор Войнаровича (на 1 л воды 4,0 г соли и 3,0 г мочевины). В Японии применяют физиологический раствор, состоящий из 9,04 г/л NaCl, 0,24 г/л KCl и 0,26 г/л CaCl₂ или изотонический раствор NaCl с добавлением молока.

Оплодотворение происходит в течение 2–3 минут после осеменения. Стандартная оплодотворяемость: у лососевых – 97 %, белорыбицы – 75–97 %, сигов – 95 %, белуги – 90 %, осетра – 80 %, севрюги – 70–90 %, рыба – 95 %.

10. ПОДГОТОВКА ИКРЫ К ИНКУБАЦИИ

Подготовка оплодотворенной икры к инкубации включает в себя обесклеивание (при необходимости) и профилактическую обработку с целью предупреждения грибковых заболеваний.

Неклеющую икру лососевых и некоторых видов сигов (пелядь, ряпушка, чир и др.) перед размещением в инкубационные аппараты промывают проточной водой. Клейкую икру проходных и полупроходных сигов (омуль, муксун, пыжьян и др.), а также осетровых и карповых предварительно обесклеивают.

Обесклеивание проводят вручную, перемешивая икру с суспензией из взвешенных частиц или путем барботажной смеси пузырьками воздуха в аппаратах Вейса и других специальных аппаратах для обесклеивания икры (рис. 13). В аппаратах клейкое вещество изолируется за счет прилипания к нему взвешенных частиц.

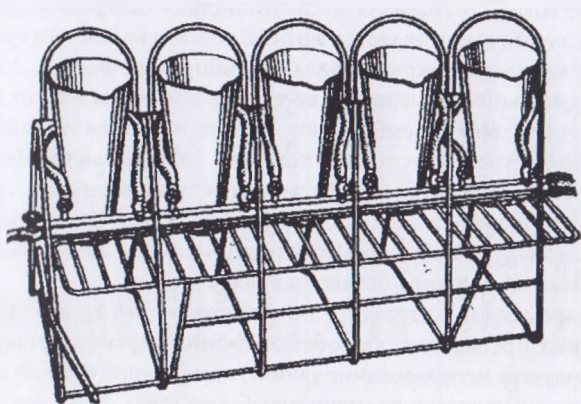


Рис. 13. Аппарат для обесклеивания икры (АОИ)
(источник: Портная Т. В., Салтанов Ю. М., 2009)

В качестве обесклеивающего вещества используют мел, тальк, обезжиренное молоко, ил, картофельный крахмал или растительное масло. Каждое из них имеет свои преимущества и недостатки. Мел и тальк утяжеляют обесклеенную икру и делают непрозрачными ее оболочки. Первое нежелательно при инкубации икры в аппаратах Вейса, а второе затрудняет наблюдение за развитием эмбрионов. Различные сорта молока, крахмала и растительного масла обладают разными обесклеивающими качествами, к тому же это дорогие пищевые продукты. Процедура приготовления ила для обесклеивания икры весьма трудоемка: она предусматривает заготовку, промывку и стерилизацию.

Для обесклеивания икры *осетровых* традиционно используют тальк, мел или минеральный ил. Суспензию из талька (мела) изготавливают в следующей пропорции: 15–200 г талька (мела), 15–20 г поваренной соли и 10 л воды. На 1 кг икры требуется 0,5 л густой взвеси ила и 4 л воды. При обесклеивании икра все время должна находиться в движении. Процесс продолжают до тех пор, пока икринки не перестанут склеиваться друг с другом (обычно 40–60 минут). После этого икру промывают чистой водой.

В 1999 году С. Б. Подушка со специалистами осетроводами доказали, что голубая глина является эффективным и надежным средством для обесклеивания икры стерляди и сибирского осетра. Для получения однородной суспензии две-три горсти глины вносят в 8–10 л воды и тщательно перемешивают. Так как частички глины оседают довольно быстро, то суспензию повторно взбалтывают и после этого через сито приливают к икре. Расходуется глина экономно: стандартной упаковки сухой глины (3 кг) достаточно для обесклеивания 10 кг икры. Процедура обесклеивания глиной длится 35–45 минут. При этом оболочки икринок остаются прозрачными.

В современной литературе по осетроводству, кроме вышеперечисленных препаратов, для обесклеивания икры осетровых также рекомендуется использование танина, применение которого требует точности дозировки и времени обработки (табл. 8), поскольку превышение этих параметров может вызвать гибель икры.

Препарат	Подготовка к применению	Количество препарата на 5 л воды	Продолжительность обработки	Техника обесклеивания
Минеральный или	Заготавливается осенью, очищается от мусора и примесей, прокаливается для дезинфекции, хранится в виде густой суспензии, перед применением разводится до консистенции сметаны	1 л суспензии	35–45 мин	В аппаратах АОИ, ручную в эмалированных, алюминиевых или пластиковых тазax
Тальк	Добавляется в воду непосредственно перед обесклеиванием	100 г	45–60 мин	В аппаратах АОИ, ручную в эмалированных, алюминиевых или пластиковых тазax
Голубая глина	Хранится в сухом виде, за сутки перед применением разводится кипятком до консистенции жидкой сметаны	300 г сухой глины	35–45 мин	В аппаратах АОИ, ручную в эмалированных, алюминиевых или пластиковых тазax
Танни	Растворяется в воде непосредственно перед применением	2,5 г 0,75 г	40 с 10 мин	Только ручную

Икру *карповых* обесклеивают в аппаратах Вейса с применением суспензии талька или смеси обезжиренного молока с водой. Тальк предварительно расфасовывают в пакетики по 100 г и добавляют к нему 10–15 г поваренной соли. Содержимое одного пакетика растворяют в 10 л воды. Для получения обесклеивающего раствора с применением молока добавляют воду в соотношении 1 : 8 – 1 : 10 или 10–15 г сухого молока растворяют в 1 л воды. Также применяется эмульсия молоко – вода (1 : 6) с добавлением 20 мл глицерина на 7–8 л раствора.

Для обесклеивания икры в аппарат Вейса наливают обесклеивающий раствор, подают сжатый воздух и загружают икру (на 8 л раствора 0,8–1 кг икры). Воздух подают с таким расчетом, чтобы икра интенсивно перемешивалась. По мере набухания икры добавляют обесклеивающий препарат. Через 35–40 минут пробу икры проверяют на клейкость, поместив в чашку Петри с чистой водой. Если по истечении 5 минут икринки не приклеились к стеклу, обесклеивание считается законченным. В противном случае обесклеивание продолжают.

Для обесклеивания икры *карповых* также применяется эмульсия растительных масел (0,4–0,7 %) или белых минеральных (1,0 %). При необходимости добавляют еще 0,15 % нейтрального мыла в качестве эмульгатора.

Обесклеивание икры *сиговых* обычно проводят вручную. Для этой цели в приготовленную обесклеивающую суспензию (талька или молока) равномерно вливают икру (1,0–1,5 кг икры на 8–10 л суспензии). При этом икру и суспензию тщательно перемешивают в течение 20–30 минут. При завершении перемешивания икру промывают в проточной воде или часто (не менее 2–3 раз) меняя воду в емкости с икрой. Тщательно отмытую от суспензии икру с целью предупреждения грибковых заболеваний подвергают профилактической обработке в дезинфицирующем растворе. Для этого используют раствор хлорамина в концентрации 1 : 30000 (экспозиция 20 минут) или перекись водорода в дозировке 500–1000 мг/л (экспозиция 15 минут). Затем икру вновь тщательно промывают водой и закладывают на инкубацию в специальные аппараты, которые предварительно дезинфицируют свежим раствором хлорной извести.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кукинский В. Н. Влияние абиотических факторов среды на разнокачественность рыб в раннем онтогенезе. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 248 с.
- Иванов А. П. Рыбоводство в естественных водоемах. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 367 с.
- Казаков Р. В. Биологические основы разведения атлантического лосося. – Москва : Легкая промышленность, 1982. – 144 с.
- Козлов В. И. Справочник фермера рыбовода. – Москва : Россельхозиздат, 1991. – 238 с.
- Мухачев И. С. Озерное рыбоводство. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 161 с.
- Мухачев И. С. Биологические основы рыбоводства. – Тюмень : Изд-во ТГУ, 2004. – 300 с.
- Портная Т. В. Рыбоводство в естественных водоемах : метод. указания / Т. В. Портная, Ю. М. Салганов. – Горки : Изд-во БелГСА, 2009. – 48 с.
- Практикум по рыбоводству : учебное пособие. – Орел : Изд-во ОрелГАУ, 2005. – 54 с.
- Привезенцев Ю. А. Практикум по прудовому рыбоводству. – Москва : Высш. школа, 1982. – 208 с.
- Привезенцев Ю. А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. – Москва : Мир, 2004. – 456 с.
- Рыжков А. П. Садковое сиговодство : учебник. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. – 138 с.
- Рыжков А. П. Ихтиологические исследования на водоемах : учебное пособие / А. П. Рыжков, И. М. Дзюбук, Т. Ю. Кучко. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. – 72 с.
- Рыжков А. П. Основы рыбоводства : учебник / А. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 528 с.
- Савицкая В. Г. Практикум по прудовому рыбоводству. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 174 с.
- Чебанов М. С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич. – Анкара, 2013. – 324 с.
- Чебанов М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. – Москва : Изд-во ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 148 с.
- Williot P. 2002. Reproduction // R. Billard (ed.) Esturgeons et caviar. – Éditions Tec & Doc, Lavoisier. – P. 63–90.

30.000 сум

Учебное издание

Кучко Тамара Юрьевна

**МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ
ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ
ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ**

*Учебное пособие для студентов эколого-биологического
и агротехнического факультетов*

Редактор *И. И. Куроптева*

Компьютерная верстка — *Н. Н. Осипов*

Подписано в печать 25.11.2015. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 3,0. Тираж 100 экз. Изд. № 313

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в типографии Издательства ПетрГУ

185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

ISBN: 978-5-8021-2757-5



9 785802 127575

30. 0.

Македонија