

# РУКОВОДСТВО ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ФОРЕЛИ В МАЛЫХ ОБЪЁМАХ

Авторы: ДЬЁРДЬ ХОЙЧИ,  
АНДРАШ ВОЙНАРОВИЧ и  
ТОМАС МОТ-ПОУЛЬСЕН



---

# РУКОВОДСТВО ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ФОРЕЛИ В МАЛЫХ ОБЪЁМАХ



Авторы:  
ДЬЁРДЬ ХОЙЧИ,  
АНДРАШ ВОЙНАРОВИЧ и  
ТОМАС МОТ-ПОУЛЬСЕН

---

Будапешт, 2012

## Фотографии и иллюстрации: ДЪЁРДЬ ХОЙЧИ

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что ФАО одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Мнения, выраженные в настоящем информационном продукте, являются мнениями автора (авторов) и не обязательно отражают точку зрения ФАО.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

*Настоящая книга предназначена в качестве источника базовой информации о размножении и разведении форели. Она делает попытку описать наиболее значимые мероприятия и проблемы на рыбоводстве и даёт рекомендации по выращиванию молоди форели с целью поддержки мелких рыбоводов и рыбопроизводителей. Поскольку рыбоводство в малых объёмах является важной возможностью для получения дохода, а также обеспечивает ценный источник белка, особое значение приобретает получение знаний о правильных технологиях.*

## БЛАГОДАРНОСТИ

*Авторы выражают благодарность г-же ЕВЕ КОВАЧ, младшему специалисту FAO-REU по аквакультуре, за её вклад в английскую версию настоящего документа.*

*Мы также благодарим г-на ИШТВАНА ФАБИАНА ([www.ajel.hu](http://www.ajel.hu) и [kopfbt@t-online.hu](mailto:kopfbt@t-online.hu)) за типографский дизайн и работу над настоящим изданием.*

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Благодарности	3
1 Введение	5
2 Естественное размножение форели в природе	5
2.1 Репродуктивная стратегия	5
2.1.1 Репродуктивный возраст и количество нерестовых циклов в течение жизни	5
2.1.2 Плодовитость	6
2.1.3 Размер икринок	6
2.1.4 Нерестовое поведение	7
2.2 Нерест	7
3 Воспроизводство форели на рыбоводных хозяйствах	9
3.1 Подготовка к воспроизводству	9
3.2 Выращивание и кормление маточного стада	10
3.3 Подготовка рыбопитомника	11
3.4 Работы на рыбопитомнике	12
3.4.1 Выбор подходящих производителей и получение половых продуктов	12
3.4.2 Инкубация икры	15
3.4.3 Выклев и развитие предличинки	16
3.4.4 Подращивание молоди	18
Список литературы	19
Глоссарий	19

## ТАБЛИЦЫ

Таблица 1: Репродуктивный возраст и период у отдельных видов форелей	6
Таблица 2: Размер при достижении половой зрелости, плодовитость, продолжительность инкубации икры и выдерживания предличинки у отдельных видов форелей	6
Таблица 3: Ключевые репродуктивные показатели озёрной и радужной форели	14
Таблица 4: Продолжительность инкубации икры форелей в условиях различной температуры воды	17
Таблица 5: Содержание растворённого кислорода при полном насыщении воды при различных температурах	22

## ИЛЛЮСТРАЦИИ

Иллюстрация 1: Различия между самками и самцами по время нерестового сезона	10
Иллюстрация 2: Ручное получение икры от самок	13
Иллюстрация 3: Сцеживание спермы на икру	13
Иллюстрация 4: Оплодотворение (смешивание икры и спермы)	13
Иллюстрация 5: Добавление воды к оплодотворённой икре	13
Иллюстрация 6: Икринки на стадии глазка	13
Иллюстрация 7: Выклюнувшиеся предличинки	13
Иллюстрация 8: Различные инкубационные аппараты для икры и личинок форели	15
Иллюстрация 9: Развитие оплодотворённой икры форели и её личинок при 10°C	17
Иллюстрация 10: Типичный бассейн из стекловолокна для подращивания молоди	18
Иллюстрация 11: Типичные бассейны для подращивания молоди	18

## ВСТАВКИ

Вставка 1: Развитие и овуляция икры у созревших костистых рыб	8
Вставка 2: Строение икры и спермы форели	12

## 1 ▸ ВВЕДЕНИЕ

Выращивание форели в малых объёмах является реальным альтернативным источником дохода в горных регионах Центральной и Восточной Европы, на Кавказе и в Центральной Азии, где возможности для трудоустройства и заработка скудны или полностью отсутствуют.

Несмотря на то что из различных источников во всём мире легко можно заказать однополую икру на стадии глазка от хорошо зарекомендовавших себя пород форели, разведение местной форели по-прежнему остаётся технически и экономически осуществимым. Ещё одной дополнительной причиной, почему практические знания об искусственном разведении радужной форели могут стать полезными, является рост официальных запретов на интродукцию пород рыб с новыми для региона генотипами.

Информация, представленная в настоящем руководстве, призвана оказать содействие в воспроизводстве других видов форели. Она также может удачно дополнить выпущенные недавно ФАО публикации, такие как Мелкомасштабное разведение радужной форели, Мелкомасштабная переработка радужной форели и Рыболовный туризм на базе форелеводства.

С целью удовлетворения интереса к дальнейшим деталям руководство снабжено глоссарием, таблицами и приложениями. Для облегчения нахождения дополнительной информации некоторые слова выделены курсивом и отмечены звёздочкой (\*). Их значение объясняется в глоссарии.

## 2 ▸ ЕСТЕСТВЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ФОРЕЛИ В ПРИРОДЕ

### 2.1 ▸ РЕПРОДУКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ

От окружающей среды зависит не только рост рыб, но и их успешное размножение. По этой причине разные виды рыб развили и используют различные репродуктивные стратегии, которые, будучи индивидуальными для каждого вида, обеспечивают успешное получение потомства даже в изменяющихся условиях.

Репродуктивная стратегия рыб включает в себя репродуктивный возраст, плодовитость в зависимости от размера и возраста, размер икринок, нерестовое поведение и количество нерестовых циклов на протяжении жизни самок (Bond, 1996).

#### 2.1.1 ▸ Репродуктивный возраст и количество нерестовых циклов в течение жизни

У различных видов рыб время, в течение которого самцы и самки становятся зрелыми, может варьировать от нескольких месяцев до нескольких лет. Половое созревание форелей зависит от вида, пола и условий окружающей среды (температуры воды, условий питания и т.д.), в которых рыба растёт и развивается (Таблица 1).

**Таблица 1.**  
**Репродуктивный возраст и период у отдельных видов форелей**

Вид	Возраст достижения половой зрелости (годы)				Репродуктивный период (годы)	
	В природе		На хозяйстве		На хозяйстве	
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
<b>Радужная форель</b>	3–4	2–3	2–3	(1)–2	4–6	6–7
<b>Озёрная форель</b>	3–4	2–3	3	2	4–6	6–7
<b>Речной голец</b>	3–4	2–3	2–3	(1)–2	2–3	2–3

## 2.1.2 ► Плодовитость

Плодовитость\* икротечущих видов костистых рыб зависит от их заботы о потомстве\* и размера икринок. Плодовитость рыб может быть выражена абсолютным или относительным количеством и весом икры, полученной от одной самки. В таблице 2 суммированы данные по плодовитости широко распространённых и часто выращиваемых видов форелей.

**Таблица 2. Размер при достижении половой зрелости, плодовитость, продолжительность инкубации икры и выдерживания предличинок у отдельных видов форелей**

Источник:  
1 Bascinar  
and Okumus, 2004

Вид	Размер производителей		Плодовитость самок (тыс.шт.икр.)		Длительность (До)		
	Самки (кг)	Самцы (кг)	Абсолютная (шт./рыбу)	Относительная (шт./кг МТ*)	Инкубация икры		Поднятие на плав
					до стадии глазка	всего	
Радужная форель	1–7	1–4	1–10	1,6–3,0	160 <sup>1</sup>	310 <sup>1</sup>	500 <sup>1</sup>
Озёрная форель	1–6	1–4	0,5–8	1,6–3,6	195–273 <sup>1</sup>	250–406 <sup>1</sup>	380–610 <sup>1</sup>
Речной голец	1–3	1–1,5	0,5–5	1,2–2,5	195–276 <sup>1</sup>	235–444 <sup>1</sup>	338–675 <sup>1</sup>

## 2.1.3 ► Размер икринок

Размер икринок рыб указывает на размер желточного мешка у развивающихся эмбрионов и предличинок, т.е. личинок, ещё не перешедших на активное питание (см. иллюстрацию 9).

Икра лососёвых рыб является наиболее крупной среди костистых рыб. Величина сухих икринок варьирует от 3,7 до 5,2 мм (32-100 мг) (Hoitsy, 2002). Икра более молодых и меньших по размеру самок может быть меньше, чем таковая у более старших и крупных особей. Самки 5-6 лет обладают наиболее крупной икрой, однако качество и количество питания также оказывает влияние на размер икры. Объём 1000 икринок может составлять 79–90 см<sup>3</sup>.

Крупный размер икринок объясняется длительным периодом созревания икры и предличинок.

## 2.1.4 ► Нерестовое поведение

Нерестовым поведением называется сложная последовательность поведенческих реакций созревших самок и самцов рыб, призванная обеспечить максимально возможную выживаемость отложенной и оплодотворённой икры и выклюнувшихся предличинок.

У форели нерестовое поведение включает в себя сроки нереста, выбор и подготовку нерес-

твого субстрата, период ухаживания и сам процесс нереста с выбранными самцами.

К началу нерестового сезона икра и сперма должны быть полностью созревшими, годными для оплодотворения. Нерест в подходящем месте, когда и икра, и сперма созрели, а все условия окружающей среды благоприятны, является итоговым ответом эндокринной системы\* рыб на сигналы среды. К последним относятся физические (температура, прозрачность, глубина и скорость течения воды), и химические (чистота воды, обогащённость кислородом) показатели качества воды, освещённость, продолжительность дня, доступность нерестового субстрата и присутствие особей противоположного пола (Woynarovich, and Horvath, 1980; Bond, 1996). Другими словами, благоприятные условия окружающей среды стимулируют продуцирование, развитие, окончательное созревание и овуляцию икры (см. вставку 1).

Условия окружающей среды также влияют на развитие спермы и её выпуск самцами, но у самцов эндокринный контроль данного процесса менее выражен, чем у самок.

## 2.2 ■ НЕРЕСТ

Большинство форелей являются диадромными\*, а именно, анадромными\* видами рыб. Несмотря на это речные\* и озёрные\* виды форелей, обитающие полностью в пресной воде и никогда не выходящие в море, также мигрируют на нерест в более верхние участки рек и их притоки.

Сокращение долготы дня и снижение температуры воды оказывает влияние на концентрацию гормонов у производителей рыб. Это вызывает развитие вторичных и дополнительных половых признаков, побуждает к нерестовому поведению и запускает нерестовую деятельность.

В нерестовом поведении и деятельности форели значительную роль играют условия освещённости. Укорачивающиеся дни стимулируют развитие икры и активируют инстинкты нерестовой миграции. На больших производственных хозяйствах, где целью является постоянное, круглогодичное воспроизводство и получение икры на стадии глазка, контролируются также условия освещённости с целью стимулирования и синхронизации овуляции у самок.

Изменения температуры воды также оказывают значительное влияние на стимулирование и синхронизацию овуляции. Если температура падает, к нересту готовятся озимые расы, в то время как при росте температуры – яровые. В случае изменения характерного для времени года температурного режима (увеличение температуры воды осенью и её уменьшение весной) подготовка к нересту прекращается.

Уровень растворённого кислорода (РК\*) в воде также входит в число первичных условий окружающей среды, оказывающих влияние на нерест форели и управляющих им. В своём большинстве форели являются осенне-нерестующими рыбами, поскольку они наиболее требовательны к уровню РК, а потому для правильного развития их эмбрионов и предличинок требуется высокий уровень РК в воде. Вероятность этого обычно более высока в зимний период времени, поскольку уровень РК выше в более холодных водах. К концу зимы личинки форели обычно уже все поднимаются на плав, что снижает их возможные потери вследствие таяния снега или весеннего разлива.

Течение воды, её глубина и тип донного субстрата имеют меньшее значение для окончательного созревания и овуляции икры.

В связи с вышеперечисленными условиями среды форели нерестятся сезонно. Конкретные сроки нерестового сезона зависят от вида и расы и могут приходиться либо на осень, либо на весну. Сам нерест форели происходит в верхнем течении рек и их притоках, либо в ручьях, вытекающих из озера либо впадающих в него (Edwards, 1989).

Нерестующая форель является прекрасным зрелищем, которое можно наблюдать в холодных горных реках и крупных ручьях, в которых

### Развитие и овуляция икры у созревших костистых рыб

В первые месяцы жизни, после поднятия на плав и начала активного питания, молодь уже имеет сформированные нитевидные зачатки гонад\* (яичники\* и семенники\*).

На данном этапе яичник уже содержит примитивные половые клетки (оогонии или овогонии), из которых впоследствии, когда рыба достигнет половой зрелости, разовьётся икра. Дозреванием половой зрелости считается первый продукционный цикл, в результате которого появляются годные для овуляции и оплодотворения\* икринки. Развитие порций икры в яичнике перед началом нереста является предварительным условием успешного размножения. Данный процесс имеет несколько последовательных стадий:

1. Часть примитивных половых клеток (оогоний) в яичнике преобразуется в ооциты первого порядка\*.
2. Вокруг каждого ооцита первого порядка формируется фолликул\*.
3. Икра проходит количественное развитие, называемое вителлогенезом\*, в течение четырёх этапов которого внутри икринки накапливается желток. Данная стадия является более продолжительной и завершается до начала нерестового сезона. Во время вителлогенеза исключительно важное значение имеет сбалансированное питание самок.
4. Хотя по окончании вителлогенеза икра готова к окончательному созреванию и овуляции, ей предстоит ещё пережить стадию покоя (малого роста)\* в своём развитии. Причиной этому является то, что будущее оплодотворённых икринок зависит от выбора подходящего периода для нереста, когда условия окружающей среды наиболее благоприятны для откладывания и оплодотворения икры.
5. Стадия покоя для икры в яичниках заканчивается с наступлением способствующих нересту условий среды. В это время благоприятные стимулы окружающей среды воздействуют на мозг рыбы через органы чувств. В мозг начинается сложный нейро-эндокринный процесс\*, в результате которого происходит овуляция икры и нерест рыб

В зависимости от вида рыбы вышеописанный процесс может происходить постоянно в течение определённого, более или менее продолжительного периода времени в году, либо быть сезонным, как у форелей.

*Источник: Woynárovich and Horvath, 1980*

**Вставка 1**

она обитает. Самцы и самки плывут против течения в верхние участки рек и ручьёв, легко преодолевая пороги высотой 0,5–1 м. Рыбы плывут в темноте вечером и ночью, чтобы достичь нерестилищ к рассвету.

На нерестилище самки выбирают наиболее подходящее место, где дно покрыто галькой, а вода довольно быстрая. Там они сооружают неглубокое нерестовое гнездо (называемое также нерестовым бугром), очищая участок примерно 0,5-1 м в диаметре. Подобные углубления на дне рек и ручьёв указывают на присутствие активно размножающейся популяции форелей. Когда гнёзда готовы, их яркие камешки сильно контрастируют с окружающим дном, покрытым зелёными или бурыми водорослями.

Самцы следуют за самками. Во время нереста они становятся агрессивными и вступают в борьбу за самок. Самый сильный самец занимает гнездо вместе с самкой, где ранним утром и происходит нерест.

Во время нереста самка находится впереди, в то время как самец располагается сзади. Затем самка С-образно сгибается и выдавливает овулировавшую икру перистальтическими\* движениями своих мышц. Когда самка располагается нужным образом и готова к выпуску икры, к ней присоединяется самец. Он также С-образно изгибается рядом с боком самки и оплодотворяет отложенную икру. Как самец, так и самка должны быть быстрыми и аккуратными, поскольку у них есть только небольшой промежуток времени (иногда всего несколько секунд), чтобы успеть оплодотворить выпущенные икринки, прежде чем тех унесёт течением.

Одно гнездо могут использовать несколько пар. Форели не заботятся о своих гнёздах, однако самцы могут оставаться поблизости и прогонять прочь проплывающих рыб. Позже они также покидают нерестилище.

Некоторые публикации о нересте форелей описывают их как рыб, которые покрывают свою икру мелкой галькой или даже песком. Это неверно, поскольку икра форелей является наиболее требовательной к уровню кислорода, а потому любые действия по её прикрыванию, т.е. изоляции от открытой, богатой кислородом воды маловероятны.

### 3. ► ВОСПРОИЗВОДСТВО ФОРЕЛИ НА РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Иногда на хозяйстве, при условии наличия повышенной температуры воды и хорошего кормления, форель созревает даже раньше, чем в природе.

Как и многие другие виды рыб, форель также может достичь половой зрелости на рыбоводном хозяйстве. Самки и самцы могут выработать икру и сперму (гаметы\*), однако они не смогут успешно отнереститься в обычных условиях хозяйства, пока им не будут созданы все необходимые условия окружающей среды. Однако гарантированное получение большого количества оплодотворённой икры и личинок таким образом было бы как трудным, так и затратным занятием. В связи с этим имеются другие, более эффективные методы искусственного воспроизводства\* форели, в результате которых овулировавшая и сцезенная икра осеменяется спермой от самцов.

#### 3.1 ► ПОДГОТОВКА К ВОСПРОИЗВОДСТВУ

Признаком приближающегося нерестового сезона на рыбоводном хозяйстве является сбор зрелых производителей на водоподаче бассейна вблизи поверхности и зачастую даже их прыжки против течения воды. Это указывает на то, что самцы и самки готовы к миграции к местам нерестилищ. В это время необходимо разделить самцов и самок. В противном случае уже созревшие производители могут спонтанно выметать свои половые продукты, в то время как остальные будут подбирать уже оплодотворённую икру со дна бассейна, где произошёл неконтролируемый нерест, и поедать её.

У форелей во время нерестового сезона легко отличить самок от самцов (см. иллюстрацию 1). Вследствие этого можно с уверенностью провести отделение одного пола от другого:

Самцы более прогонисты, их спина выше и с горбинкой. Окраска самцов ярче. Их нижняя челюсть заострена и имеет клиновидную форму. В более зрелом возрасте нижняя челюсть крючкообразно изгибается и покрывается выпуклыми наростами. Их заострённый мочеполовой бугорок выступает наружу, из него при нажатии на брюшко выпрыскивается молокоподобная сперма.

Самки имеют более округлую форму, их брюшко раздувается из-за увеличившихся яичников. Мочеполовой бугорок выступает на 1-2 см, его верхушка скруглена (см. иллюстрацию 1).

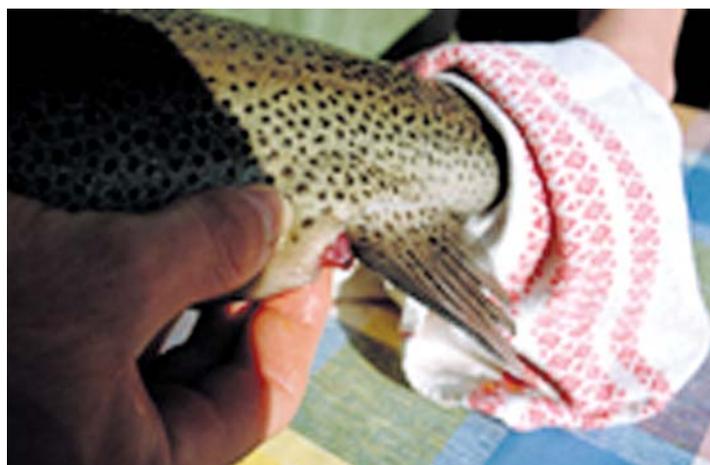
Вылов и сортировка производителей должна производиться осторожно, чтобы не повредить и не побеспокоить рыб, полных икры и спермы.

На крупных хозяйствах, специализирующихся на разведении форели, овуляцию и спермиацию рыб индуцируют при помощи гормонов, например, гипофиза\* лососевых или аналогов гонадолиберина (ГнРГ/А\*). Между тем, большинство мелких форелевых хозяйств не используют гормоны для синхронизации и завершения овуляции у самок и спермиации у самцов. На таких хозяйствах имитируются благоприятные условия окружающей среды, которые стимулируют как окончательное созревание, так и овуляцию икры. Если моделирование большинства благоприятных условий среды на хозяйстве прошло успешно, то рыба, редко стрессированная обловом или прочими манипуляциями, может дать большее количество икры лучшего качества. Это также защищает производителей от лишнего стресса при проверке их готовности к нересту.

Наилучшим методом для имитации благоприятных условий окружающей среды является

понижение уровня воды при одновременном повышении проточности в чистых бассейнах, где самки и самцы содержатся отдельно. Если это сделано правильно, около 50–70 процентов самок будут готовы к нересту на 7–10 день после отсаживания от самцов. В качестве ещё одного действенного метода имитации условий окружающей среды для ускорения овуляции используется небольшое понижение температуры для озимых рыб и её незначительное повышение в случае яровых.

**Иллюстрация 1:**  
**Различия между**  
**самками и самцами**  
**по время**  
**нерестового**  
**сезона**



Самки, не реагирующие на вышеописанные изменения условий содержания, имеют более продолжительный нерестовый период, в течение которого вероятность успешного получения икры является менее предсказуемой.

### 3.2 ► ВЫРАЩИВАНИЕ И КОРМЛЕНИЕ МАТОЧНОГО СТАДА

Если рыбоводное хозяйство не покупает икру, личинок или молодь рыб, а производит их, то успех всего этого процесса зависит от качества маточного стада, которое содержится и воспроизводится на хозяйстве. Для размножения подходят только те здоровые самцы и самки, которые на протяжении своей жизни имели доказанно хорошие характеристики и способны передать их по наследству. Наибольшее преимущество отдаётся таким чертам, как размер, использование кормов, темп роста и общая устойчивость к стрессу и заболеваниям.

На хозяйствах общим правилом для позитивной селекции производителей является утверждение, что хороший генотип\* следует искать среди рыб с хорошим фенотипом\*. Это означает, что при выборе рыб для размножения необходимо учитывать их внешний вид, физиологические качества и индивидуальные характеристики.

Лучше всего выбирать будущих производителей в возрасте около 10 месяцев. Для дальнейшего размножения следует отбирать наиболее хорошо выглядящие, самые крупные и здоровые экземпляры из данной возрастной категории. С этого момента отобранные и изолированные группы будущих производителей должны получать отличную от обычной диету, содержащую меньшее количество белка. Если рыбы будут питаться кормом с высоким содержанием белка, то у них будет увеличиваться мышечная масса и само тело, а не гонады. В настоящее время широко распространены хорошо сбалансированные корма для этой цели, в которых все белки, витамины, минералы и энергия содержатся в нужном количестве и необходимой для подрастающих и уже взрослых производителей пропорции. Иногда в них также добавляют ингредиенты, которые меняют окраску оплодотворённой икры\*.

В условиях рыбоводного хозяйства самцы форели становятся половозрелыми на втором году жизни, тогда как самки – лишь на третьем году (за исключением речного гольца). Около 60-70 процентов самок речного гольца созревают в уже возрасте двух лет. В природных условиях как самцам, так и самкам требуется на 1-2 года больше для достижения половой зрелости. На 1 м<sup>2</sup> площади бассейна можно содержать 6-7 производителей.

Не существует особых критериев для бассейнов для содержания и выращивания маточного стада. Бассейны должны быть удобны для уборки и поддержания в них чистоты, чтобы на дне не скапливались остатки корма и фекалий. Водообмен в бассейне необходимо поддерживать на уровне 2-10 раз в сутки.

На многих рыбных хозяйствах самцы и самки содержатся отдельно на протяжении всего года. Подобная практика не имеет обоснованных преимуществ, если принимать во внимание основные физиологические и этологические аспекты разведения. Действительно, перед началом нерестового сезона необходимо отделить самок и самцов друг от друга. Между тем, если поместить несколько молодых самцов в бассейн к самкам перед нерестом, то они будут способствовать ускорению и синхронизации овуляции у самок. Даже после проведения наиболее тщательного сцеживания\* икры из самок, некоторое количество овулировавшей икры всё равно останется внутри рыбы. Если самки не получат возможность выпустить эту икру и та останется внутри, это негативно скажется на выработке и созревании икры в следующем году, а оставшаяся икра может начать разлагаться и даже привести к гибели самки. При совместном содержании таких самок с самцами они смогут выметать всю остаточную икру. Во время нерестового периода самцы становятся очень агрессивными. Если же после получения половых продуктов самцы содержатся совместно с самками, то их агрессивность снижается. Следовательно, потери производителей по причине борьбы и увечий будут также снижены.

### 3.3 ► ПОДГОТОВКА РЫБОПИТОМНИКА

Одновременно с разделением и подготовкой производителей к воспроизводству необходимо также провести подготовительные работы на самом рыбопитомнике. В число этих работ входят:

- Проверка, ремонт и чистка водоподающей и дренажной систем;
- Чистка бассейнов для производителей, тележек, приборов и оборудования рыбопитомника;
- Подготовка измерительных приборов;
- Комплектование и чистка мисок для оплодотворения и полотенец.

Дезинфекцию водоподающей и дренажной систем, а также оборудования рыбопитомника можно проводить при помощи формалина.

## 3.4 ▸ РАБОТЫ НА РЫБОПИТОМНИКЕ

Работы на рыбопитомнике включают в себя выбор подходящих производителей, получение половых продуктов, оплодотворение, инкубацию икры и выращивание выклюнувшихся предличиночек.

### 3.4.1 ▸ Выбор подходящих производителей и получение половых продуктов

Существуют различные методы получения овулировавшей икры и спермы от производителей. Первая технология искусственного воспроизводства форели подражала естественному нересту. Она была разработана между 1763 и 1765 годами немецким рыбоводом Якоби, который выдавливал икру в сосуд с водой. Сегодня никто не следует подобному «мокрому» методу, поскольку при нём ожидаемый уровень оплодотворения составляет не более 20 процентов.

В 1856 году русский рыбовод Вранский перешёл на «сухой» метод оплодотворения. С тех пор успешно используется именно эта техника, обеспечивающая 98–100 процентов оплодотворяемости икринок. Суть данного метода заключается в том, что сначала икра, а затем сперма сцеживаются в сухую миску, где осторожно перемешиваются перед оплодотворением, которое инициируется при добавлении воды.

Первым шагом является отделение тех самок, икра которых уже овулировала. Признаком овуляции считается увеличенное и мягкое брюшко. Икру можно почувствовать при аккуратном прощупывании, при этом мочеполовой бугорок выступает на 1–2 см (см. иллюстрацию 1).

Существуют различные методы сцеживания овулировавшей икры. Согласно австралийскому способу, внутрь рыбы шприцем нагнетается воздух, который выдавливает икру из самки. Шведская техника предполагает использование резиновой трубки с двойными стенками. Самку помещают в эту трубку, а пространство между стенками заполняется водой. Внутренняя мягкая стенка полностью покрывает тело рыбы и мягко выдавливает овулировавшую икру наружу.

Наиболее широко распространён метод ручного сцеживания половых продуктов. Он очень прост. Голова и хвост рыбы заворачиваются в полотенца, а саму самку держат крепко, но мягко за оба её конца таким образом, чтобы голова была на 45 градусов выше хвоста. При таком положении возможным выдавить овулировавшую икру путём аккуратного массажа большим и указательным пальцами по направлению к мочеполовому отверстию, откуда икра будет выливаться непосредственно в миску.

Неосторожное обращение и непрофессиональное сцеживание могут причинить рыбе боль или повредить её. По этой причине, икра не должна выдавливаться отовсюду от головы до хвоста, а только из нижней части брюшка. Исходная точка сцеживания должна находиться не выше, чем воображаемая линия между спинным и анальным плавниками. Если выдавливание проводится выше упомянутой линии, можно повредить внутренние органы, такие как селезёнка или печень, что приводит к гибели рыбы. Ещё одной причиной, почему сцеживание следует проводить в нижней части брюшка, является то, что овуляция икры начинается именно в нижней части яичников. Таким образом, нет необходимости сцеживать икру по всей длине тела.

Сперму от самцов получают сходным образом. Бережное обращение и сцеживание имеют такое же большое значение, как и для самок.

**Вставка 2**

### Строение икры и спермы форели

Икра: имеет анимальный\* и вегетативный полюсы\*. Внешняя оболочка икринки ручьевой форели имеет толщину в 33–37 мкм, тогда как у радужной форели она тоньше. На оболочке можно наблюдать поры в 1 мкм, которые продолжаются узкими каналами. На анимальном полюсе икринки располагается микропиле, через которое сперматозоид проникает внутрь. После проникновения первого сперматозоида отверстие микропиле закрывается, однако это происходит и в случае отсутствия сперматозоидов спустя минуту после начала набухания. Оболочка отделяется от самой клетки перивителлиновым пространством, которое через 20–60 минут после оплодотворения наполняется жидкостью. Эта перивителлиновая жидкость позволяет эмбриону свободно вращаться внутри оболочки, всегда оставаясь в нужной позиции. Во время набухания объём икринки увеличивается на 12–20 процентов. Икра форели не обладает клейкостью, но может приклепляться к субстрату или стенкам инкубационного аппарата до полного набухания.

Внутри икринки находятся зародышевый диск\*, вителлиновая мембрана и желток. Желтком называется плотная желтоватая жидкость, содержащая глобулин\* и жировые капли. Эти жировые капли собираются на верхнем анимальном полюсе, удерживая таким образом зародышевый диск в правильном положении и в нужном месте.

Сперма: сперматозоид состоит из головки величиной в 1,7–2,0 мкм и хвоста длиной 25–35 мкм. Активная фаза жизни сперматозоидов начинается при извержении спермы в воду и длится около 24–40 и 40–50 секунд для ручьевой и радужной форелей, соответственно.



*Иллюстрация 2: Ручное получение икры от самок*



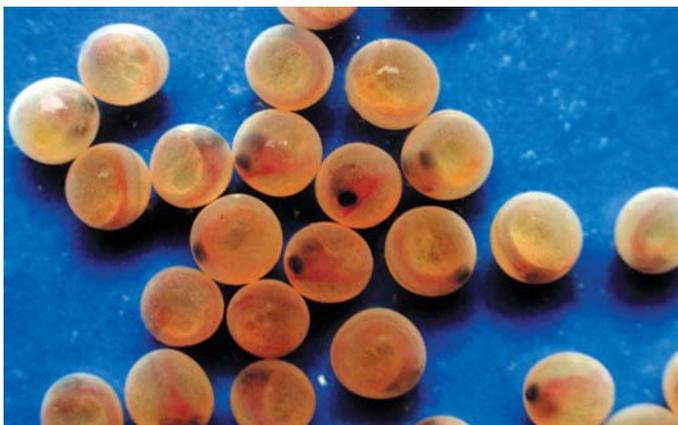
*Иллюстрация 3: Сцеживание спермы на икру*



*Иллюстрация 4: Оплодотворение (смешивание икры и спермы)*



*Иллюстрация 5: Добавление воды к оплодотворённой икре*



*Иллюстрация 6: Икринки на стадии глазка*



*Иллюстрация 7: Выклюнувшиеся предличинки*

Сцеживание икры необходимо проводить быстро и бережно. При получении икры от значительного количества самок используется анестетик MS 222. В последнее время также изучаются и используются альтернативные, более дешёвые препараты, например, гвоздичное масло.

Бережного обращения требуют не только производители, но и сама икра. Если икринки

падают с большой высоты либо неосторожно смешиваются со спермой, то оплодотворение икры может не произойти и она может погибнуть.

Форель овулирует икру порционно, через некоторые промежутки времени. Спустя 2–5 суток после первой, основной овуляции, дающей 75–85% икры, происходит вторая, более скудная овуляция. В связи с этим важно либо проверять

уже сцеженных самок и снова получать от них икру, либо содержать их совместно с самцами. В присутствии самцов самки вымётывают повторно овулировавшую икру. В противном случае овулировавшая, но не сцеженная или не выметанная икра начнёт разлагаться внутри рыбы. Даже если этот процесс и не приведёт к смерти самки, он в любом случае отрицательно скажется на качестве и количестве икры в следующем году.

Самки 4–6 лет весом 2,5–3,5 кг дают наибольшее количество икры наилучшего качества. Плодовитость самок старше 6 лет постепенно снижается, как в количественном, так и в качественном отношении, вследствие кумулятивного эффекта различных перенесённых рыбой стрессовых событий.

Очень важно избегать контакта икры с водой до начала оплодотворения, поэтому перед вы-

давливанием производителей необходимо тщательно протереть полотенцем, особенно в области мочеполювого отверстия.

Одну порцию икры, состоящую из приблизительно 5 000–10 000 штук икринок, оплодотворяют спермой от, по меньшей мере, 2–3 самцов. Это обеспечит оплодотворение всей икры даже в том случае, если по каким-то причинам один из самцов будет бесплоден. Через 3–7 дней от самцов можно снова получить сперму. Таким образом, половые продукты от лучших самцов можно использовать для оплодотворения икры от различных самок. 1 самца достаточно для оплодотворения икры от 3–8 самок.

После сцеживания икру и сперму осторожно перемешивают, по-прежнему без воды. Когда вся икра будет покрыта тонким слоем спермы, её необходимо оставить на 1–2 минуты для

	Озёрная форель ( <i>Salmo trutta m. fario</i> )	Радужная форель ( <i>Onchorhynchus mykiss</i> )
Половая зрелость самок (годы)	3	
Половая зрелость самцов (годы)	2	
Соотношение полов	3–8 ♀:1 ♂	
Нерестовый сезон	Ноябрь–январь	Ноябрь–март (в зависимости от расы)
Икринок на 1 кг массы тела (шт.)	1 600–3 580	1 600–3 100
Икринок на 1 кг сухой икры (шт.)	12 500–16 500	10 000–18 200
Количество спермы от самца (см <sup>3</sup> )	5–27	
Количество сперматозоидов в 1 см <sup>3</sup> спермы	16 000 000	20 000 000
Процент оплодотворения икры	95–100	85–100
Процент выхода от икры	90–100	75–95
Длительность эмбриогенеза при 10°C (сутки)	40–42	30–34
Эмбриогенез до стадии глазка при 10°C (сутки)	20–21	18–21
Продолжительность стадии предличинки (до перехода на активное питание) (сутки)	20–28	20–21

**Таблица 3:**  
**Ключевые репродуктивные показатели озёрной и радужной форели**

того, чтобы произошло оплодотворение. После этого сперва добавляется небольшое количество воды, затем постепенно добавляют свежую воду, тщательно промывая икру. Во время этой процедуры нужно также удалить некачественные и стерильные (белые) икринки. Они становятся белыми вследствие коагуляции белка в неоплодотворённых икринках. По завершению промывки и очистки икра помещается в инкубационные аппараты.

### 3.4.2 ▸ Инкубация икры

За последние столетия были изобретены, усовершенствованы и внедрены несколько десятков видов инкубационных аппаратов. Они изготавливались из различных материалов (керамика, стекло, древесина, металл или пластик) и имели разную форму. В настоящее время наиболее широко используются калифорнийские инкубационные лотки, лотки Сэндфорта и вертикальные инкубационные лотки (см. иллюстрацию 8), однако на многих форелевых хозяйствах также можно встретить цилиндрические аппараты Вейса.

Икра, помещаемая в инкубационный аппарат (при загрузке 10 000 шт. икр./0,2 м<sup>2</sup>), находится в наименее чувствительной фазе. В течение

ближайших 36 часов следует удалять все негодные икринки. Затем наступает первый критический период развития, который длится до стадии глазка. В это время делящиеся клетки внутри икры особенно хрупки. Резкие толчки могут вызвать формирование уродств у эмбрионов или даже их гибель. Вследствие этого развивающуюся в инкубационных аппаратах икру не следует тревожить. После стадии глазка и вплоть до вылупления икру можно перевозить, сортировать вручную или автоматическим образом, а также можно отбирать плохие и повреждённые икринки. В течение этого периода икра довольно вынослива. После этого, примерно за 48 часов до вылупления, икринки снова становятся чувствительными.

На протяжении первого критического периода единственным средством для борьбы с сапролегнией\* является формалин в концентрации 0,25 мл/л. Также приемлемым является использование особых йодосодержащих препаратов.

Поскольку сапролегния развивается на погибших и разлагающихся икринках, с которых затем она может распространиться на здоровые, очень важно своевременно удалять повреждённую и погибшую икру, вне зависимости от того, поражена она сапролегнией или нет.

Существуют противоречивые мнения и публикации относительно чувствительности икры форели к свету. Точно известно, что при помещении форелевой икры на несколько минут непосредственно под прямой солнечный свет, большая часть икры погибнет. Потому на рыбопитомнике рекомендуется поддерживать рассеянное освещение или даже полную темноту.

**Иллюстрация 8:**  
**Различные инкубационные аппараты для икры и личинок форели**  
1. Калифорнийский инкубационный лоток,  
2. Лоток Сэндфорта,  
3. Инкубационный аппарат вертикального типа



### 3.4.3 ▸ Выклев и развитие предличинок

Длительность инкубации зависит от температуры воды, однако на неё также оказывает значительное влияние содержание кислорода. Выклев при температурах ниже 4°C и выше 15–18°C возможен только с большими потерями.

Выклев предличинок радужной и озёрной форелей происходит через 520 и 320 градусо-дней\* (°C\*сут.), соответственно. В природе при снижении температуры воды ниже 2°C развитие эмбрионов останавливается. Такая пауза\* может стать причиной больших потерь. Подобная остановка в развитии имеет особенное значение в природных условиях, поскольку даже при наличии оптимальных условий окружающей среды до выклева доживают не более 15–20% икры и лишь 0,5–1,0% от икры становятся половозрелыми особями.

Потребность развивающихся эмбрионов в кислороде значительно возрастает непосредственно после оплодотворения, в начале деления клеток, на стадии пигментации глаз, а также перед выклевом. На протяжении этих периодов недостаточное количество кислорода может привести к повышению смертности, а в конце эмбрионального периода – к слишком раннему выклеву.

Перед выклевом эмбрион начинает всё больше и больше вращаться внутри икринки. Эти движения механически утоньшают оболочку икринки изнутри. Кроме того, предличинки расщепляют оболочку специальным ферментом (гиалуронидазой), который секретируется железой, находящейся на голове эмбриона.

Выклев из икры, полученной от разных самок, но оплодотворённой в одно время, может происходить в разное время. Разница в сроках может достигать 2–3 суток. Выклевывающиеся предличинки прорывают оболочку икринки своими хвостиками и выбираются буквально «задним ходом». Те эмбрионы, которые прорывают оболочку головой, часто погибают из-за того, что части этой оболочки остаются на голове и жабрах, вызывая удушье.

Предличинки появляются на свет с большим желточным мешком, за счёт которого они питаются до перехода на активное питание.

Желточный мешок может составлять до 2/3–3/4 общего веса личинки.

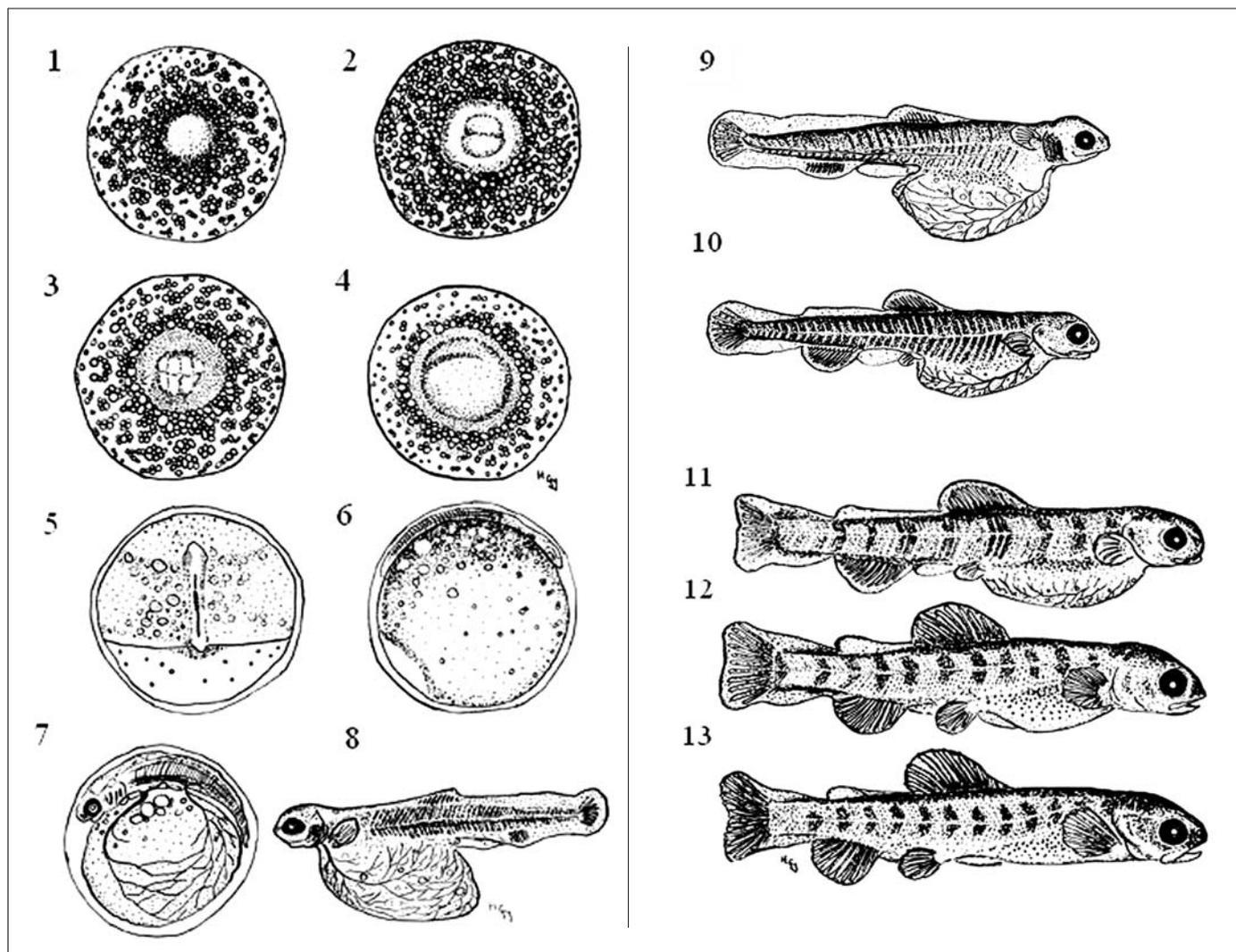
Выклюнувшиеся предличинки держатся на дне инкубационного аппарата и в обычных условиях равномерно покрывают его. При инкубации ещё не кормящихся предличинок с поверхности воды необходимо удалять пустые оболочки от икринок, мёртвых личинок, плавающие капельки масла и жира. На протяжении следующих 2–4 недель своего развития (подробные данные о длительности данного периода см. на иллюстрации 9) предличинкам не требуется более никакого ухода. Следует только регулярно удалять погибших личинок из аппаратов.

Важно также не подвергать развивающихся личинок воздействию прямого света, поскольку они будут пытаться спрятаться друг под другом, что может вызвать дефицит кислорода и, как следствие, гибель личинок. Также имеет важное значение чистота инкубационных аппаратов, которая обеспечивается подходящим уровнем водообмена и удалением мёртвых и разлагающихся личинок при помощи сифона. В течение этого периода личинки чувствительны к химикатам, включая формалин, потому единственной возможностью профилактики заболеваний является поддержание исключительно чистых условий выращивания.

Во время своего развития личинки постепенно потребляют свой желточный мешок и переходят на внешнее питание. Они также начинают двигаться и, в итоге, поднимаются на поверхность воды и заглатывают немного атмосферного воздуха. Переход на внешнее питание начинается ещё до того, как будет полностью истрачен желточный мешок. Эти несколько дней одновременных внутреннего (за счёт желточного мешка) и внешнего питания личинок обеспечивают запас питательных веществ для поднимающихся на плав личинок до того момента, когда они научатся самостоятельно питаться. К тому времени, когда желточный мешок полностью использован, личинки уже переходят на питание из внешней среды.

**Таблица 4.**  
**Продолжительность инкубации икры форелей в условиях различной температуры воды**

Температура воды (°C)	Озёрная форель		Радужная форель		Речной голец	
	сутки	градусо-дни	сутки	градусо-дни	сутки	градусо-дни
6	77	462	55	330	80	480
8	61	488	43	344	62	496
10	41	410	31	310	40	400
12	27	324	26	312	38	456



**Иллюстрация 10:**

**Развитие оплодотворённой икры форели и её личинок при 10°C**

1. Оплодотворение.
2. Стадия ранней бластулы (7,5 часов).
3. Стадия поздней бластулы (13,5 часов).
4. Начало гастрюляции (3,5 суток).
5. Эмбрион длиной 3,1 мм с зачатками глаз (7,5 суток).
6. Эмбрион длиной 5 мм, начинает биться сердце (12 суток).
7. Эмбрион длиной 7,5 мм, стадия пигментации глаз (16 суток).
8. Выклев, предличинка длиной около 14–14,5 мм (34 сутки).
9. Личинка длиной около 18 мм, появляется зачаток жирового плавника (42 сутки).
10. Уже использовано 2/3 желточного мешка, личинка заглатывает воздух (52 сутки).
11. Длина личинка около 21 мм, края грудных, анального и хвостового плавников становятся неровными (59 суток).
12. Желточный мешок почти полностью пигментирован (70 суток).
13. Исчезновение желточного мешка (85 суток).

### 3.4.4 ► Подращивание молоди

После поднятия личинок на плав необходимо начать их кормление хорошо сбалансированными сухими кормами с подходящим содержанием белка (50–60 процентов), витаминов и минеральных веществ. Размер кормовых частиц также имеет большое значение. Он должен был таким, чтобы развивающаяся молодь могла легко захватить и проглотить корм. Во время подращивания молоди интервал между кормлениями должен составлять 30 минут. Признаком неудовлетворительного кормления развивающейся молоди является увеличение разницы между размерами отдельных особей, что может привести к серьёзному уровню каннибализма.

Для подращивания молоди используются бассейны различной формы. Наиболее распространены лотки длиной в несколько метров, а также прямоугольные или круглые бассейны. В начале подращивания уровень воды поддерживается на уровне 0,1–0,2 м, а затем постепенно увеличивается до 0,5–0,8 м.



**Иллюстрация 10:** Типичный бассейн из стекловолокна для подращивания молоди

Плотность посадки молоди в бассейны для подращивания варьирует от 2000 до 5000 шт. личинок/м<sup>2</sup>, а уровень водоподачи должен быть около 0,5–1 л/с (Hoitsy, 2002).

Подращивание молоди рекомендуется проводить в закрытом помещении, где имеется воз-



**Иллюстрация 11:**  
Типичные бассейны для подращивания молоди

можность контролировать температуру воздуха. Это обеспечит постоянный (непрерывный) рост молоди. В противном случае, ежедневные и нерегулярные резкие перепады температуры воздуха могут повлиять на температуру воды в бассейнах с высокой плотностью посадки.

## ▶ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Allaby, M. 1994** – The Concise Oxford Dictionary of Ecology, Oxford University Press

**Bascinar, N. and I Okumus, 2004** – The Early Development of Brook Trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchill): Survival and Growth Rate of Alevins, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, The Scientific and Technological Research Council of Turkey, Ankara, Turkey

**Bond, C.E., 1996** – Biology of Fishes, Saunders College Publishing, Orlando, Florida, 750p.

**Edwards, D. 1989** – Training Course in Coldwater Fish Culture, Technical Cooperation Programme, Lectures delivered at Kalerdasht Salmonid Hatchery, Iran, 18 January-3 March 1988, <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC096E/AC096E00.htm>

**Hoitsy, Gy., 2002** – A pizstráng tenyésztése és horgászata, 152 oldal

**Thain, M. and M. Hickman, 1980** – The Penguin dictionary of biology, Penguin Books

**Woynarovich, E. and L. Horváth, 1980** – The Artificial Propagation of Warm-water Fish Species – A manual for Extension, FAO Fisheries Technical Papers No. 201, 183p.

## ГЛОССАРИЙ

### Анадромные рыбы

Виды рыб, совершающие миграции из морской воды в пресную для нереста, например, форель и лососи.

### Анимальный полюс

Более активный, делящийся полюс яйцеклетки.

### Вегетативный полюс

Менее активный, желтковый полюс яйцеклетки.

### Вителлогенез

Длительный процесс, предшествующий каждому нерестовому сезону, когда внутри икринок образуется желток.

### Гаметы

Гаметами называются зрелые гаплоидные\* женские (овулировавшие икринки) или мужские (сперматозоиды) половые клетки. Они обладают способностью объединяться в зиготу\* с другой репродуктивной клеткой противоположного пола.

### Гаплоидный

Гаплоидной называется половая клетка, имеющая непарный, одинарный набор хромосом\*.

### Генотип

Совокупность генов живого организма.

### Гипоталамус

Участок головного мозга под таламусом, через который проходит получаемая рыбой сенсорная информация

### Гипофиз или питuitarная железа

Очень важная железа эндокринной системы, находящаяся на нижней поверхности головного мозга. Она вырабатывает различные гормоны, в том числе гонадотропные, стимулирующие и контролирующие деятельность гонад. Гипофиз половозрелых самок и самцов, хранящийся в спирте или ацетоне, используется для индуцирования овуляции или спермиации у производителей рыб.

### Глобулины

Простые белки, растворимые в растворах соли.



### ГнРГ/А

Гормоны гонадолиберины (гонадотропин-рилизинг-гормоны) секретируются гипоталамусом тогда, когда рыба получает через свои рецепторы и мозг сигналы о благоприятных для начала нереста условиях среды. Эти гормоны, как указывает их название, стимулируют выработку гонадотропных гормонов в гипофизе. Аббревиатура ГнРГ/А обозначает аналоги гонадолиберинов, которые производятся искусственно с целью индуцирования овуляции и спермиации у самок или самцов рыб.

### Гонады

У костистых рыб гонады (семенники и яичники) являются парными, и у большинства видов связь между выделительной и половой системами отсутствует (Bond, 1996). У форели обе системы открываются в общий мочеполовой бугорок.

Гонады развиваются из брюшины, в которой можно обнаружить зачатки примитивных яйцеклеток.

### Гормон

Гормоны продуцируются специальными железами с целью регулирования функционирования органов, например, гонад.

### Градусо-день (Dо)

Величина, используемая для выражения продолжительности инкубационного периода или развития предличинки. Она представляет собой сумму всех среднесуточных значений температуры воды. Если температура воды низкая, то для развития эмбрионов или предличинки требуется больше дней, если же она высокая – меньше.

### Диадромные рыбы

Виды рыб, совершающие нерестовые миграции из морской воды в пресную или наоборот. Рыбы, которые, как угорь, мигрируют из пресной воды в морскую, называются катадромными, а те, что из морской воды для нереста заходят в пресную, например, лососи или форели, называются анадромными.

### Диапауза

Приостановление развития организма. Диапауза может наступать при возникновении неблагоприятных условий окружающей среды.

### Забота о потомстве

Забота о потомстве у откладывающих икру костистых рыб может быть непрямой, прямой и смешанной. При непрямой заботе родители выбирают нерестилище, где выметанная и оплодотворенная икра и выклюнувшиеся предличинки могут безопасно развиваться, а активно питающиеся личинки и развивающаяся молодь – найти корм и укрытие. Эти виды рыб характеризуются высокой плодовитостью. Их самки продуцируют несколько

°C	РК (мг/л)								
1	13,92	6	12,21	11	10,83	16	9,75	21	8,82
2	13,52	7	11,91	12	10,61	17	9,55	22	8,67
3	13,20	8	11,62	13	10,38	18	9,35	23	8,41
4	12,88	9	11,33	14	10,15	19	9,16	24	8,36
5	12,52	10	10,10	15	9,96	20	9,00	25	8,22

сотен тысяч икринок, что обеспечивает выживаемость достаточного количества потомства для поддержания численности вида. К типичным, используемым в пресноводном рыбоводстве представителям таких видов относятся карп, лещи и щука, откладывающие икру на субстрат, а также нерестующие в реках крупные карповые Китая и Индии и южноамериканские виды карасей. Имеются пресноводные виды рыб, которые проявляют заботу о потомстве на стадии инкубации икры, однако игнорируют выклюнувшихся предличинки. Они вымывают или строят гнёзда, где икра хорошо вентилируется и защищена. К этой группе рыб относятся европейский сом и судак. Плодовитость этих видов также высока. Рыбы, проявляющие активную заботу о потомстве, откладывают меньше икры. В качестве компенсации они интенсивно заботятся о развивающейся икре, выклюнувшихся предличинках и даже молоди. Наиболее известными представителями этой группы, являются тилляпии, которые нерестятся на субстрате и выращивают свою икру и личинок во рту.

#### **Зародышевый диск**

Участок в верхней части желтка, где происходит оплодотворение икринки и начинается деление.

#### **Зигота**

Оплодотворённая яйцеклетка.

#### **Изменение окраски оплодотворённой икры**

На тех рыболовных хозяйствах, где удаление неоплодотворённой икры производится при помощи автоматических устройств на базе фотосенсора, в корм для самок добавляют каротиноиды. Каротиноиды изменяют окраску оплодотворённой икры на тёмно-оранжевую. Таким образом, автомат может легче отсортировать такую икру от белой неоплодотворённой, что повышает эффективность сортировочной машины.

#### **Искусственное воспроизводство или размножение рыб**

Сборный термин, включающий в себя широкий спектр различных методов и технологий, предназначенных для получения молоди

рыб в контролируемых условиях рыболовного хозяйства.

Элементами искусственного воспроизводства рыб могут быть:

- Получение половых продуктов от диких производителей во время нерестового сезона.
- Выращивание маточного стада (самцов и самок).
- Синхронизация, стимулирование или индуцирование нереста у самцов и самок.
- Получение и оплодотворение икры путём стимулирования или индуцирования овуляции.
- Инкубация эмбрионов и предличинки (свободных эмбрионов) в контролируемых условиях рыбопитомника.

В зависимости от разводимого вида рыб технология может включать в себя все перечисленные элементы или часть их.

#### **Катадромные рыбы**

Виды рыб, совершающие миграции из пресной воды в морскую для нереста, например, угорь.

#### **Местообитание**

Место обитания какого-либо организма или сообщества, характеризующееся определёнными физическими или биологическими свойствами (Allaby, 1994).

#### **Мейоз**

Тип деления клеток, в результате которого получаются дочерние клетки с половинным от родительской клетки набором хромосом.

#### **Митоз**

Тип деления клеток, в результате которого получаются дочерние клетки с таким же количеством и типом хромосом, как и у родительской клетки.

#### **МТ**

Аббревиатура, обозначающая массу тела.

#### **Нейро-эндокринный процесс**

Ответная реакция половозрелой рыбы на благоприятные условия окружающей среды, сигналы о которых передаются мозгу рецепторами. В результате головной мозг совместно с эндокринной системой запускает развитие и выработку половых продуктов. Схематически эту последовательную ин-

**Таблица 5:**  
**Содержание**  
**растворённого**  
**кислорода**  
**при полном**  
**насыщении воды**  
**при различных**  
**температурах**

формационную цепочку можно представить таким образом: 1) Благоприятные условия среды → 2) Рецепторы → 3) Мозг → 4) Гипоталамус, действующий через гонадолиберин (ГнРГ) → 5) Гипофиз, действующий через гонадотропные гормоны (ГГ) → 6) Гонады → 7) Вторичные и дополнительные половые признаки, нерестовые действия и поведение (Woynarovich and Horvath, 1980; Bond, 1996).

#### **Овуляция**

Выброс созревшей икры из яичника.

#### **Озёрные рыбы**

Виды рыб, местообитанием\* которых являются озёра.

#### **Ооциты первого порядка**

Яйцеклетки, образующиеся из примитивных яйцеклеток путём митоза\*.

#### **Оплодотворение**

Процесс проникновения мужских половых продуктов (в случае рыбы – спермы) внутрь яйцеклетки, который инициирует деление клеток.

#### **Перистальтика**

Сжатие и расслабление мускулатуры кишечника или других трубообразных внутренних органов. Перистальтика представляет собой непроизвольные волнообразные движения, продвигающие содержимое канала вперёд.

#### **Питуитарная железа**

См. гипофиз

#### **Плодовитость**

Способность самки рыбы продуцировать икру

#### **Речные рыбы**

Виды рыб, местообитанием\* которых являются реки.

#### **РК**

Аббревиатура, обозначающая уровень растворённого в воде кислорода, который обеспечивает дыхание рыб. Содержание кислорода в воде зависит от некоторых важных физических и химических характеристик воды. Вода может принять в себя только определённое количество кислорода при определённой температуре. Максимально возможное содержание кислорода в воде (100 процентов насыщения) зависит от температуры воды и парциального давления кислорода в атмосфере. Содержание растворённого кислорода незначительного меняется в зависимости от количества и качества других растворённых в воде компонентов. Высота над уровнем моря также оказывает влияние на уровень кислорода в воде.

#### **Сапролегния**

Грибки, ответственные за сапролегниоз, являются вторичными патогенами, появляющимися и развивающимися на коже рыбы после манипуляций с ней или её повреждение.

К симптомам, вызванным видами *Saprolegnia* spp., относятся бело-серые пятна на коже, покрытые волосками, под водой напоминающими вату.

#### **Семенник**

Орган, продуцирующий сперму.

#### **Стадия покоя (стадия малого роста)**

На этой стадии развития икринки готовы к окончательному созреванию и овуляции. В это время самки ждут благоприятных условий окружающей среды для нереста. Когда такие условия наступают, данная стадия заканчивается и происходит окончательное созревание и овуляция икры.

#### **Сцеживание**

Процесс выдавливания овулировавшей икры и спермы у самок и самцов рыб.

#### **Фенотип**

Наблюдаемые характеристики, полученные в результате взаимодействия генотипа и окружающей среды.

#### **Фолликул**

Оболочка, защитный футляр и соединительная ткань вокруг яйцеклеток. Функцией фолликула является защита и питание развивающихся икринок, в конечном итоге он развивается в двухслойную оболочку икринок (Woynarovich and Horvath, 1980).

#### **Хромосома**

Нитевидная структура, находящаяся во всех живых клетках и несущая генетическую информацию в форме генов.

#### **Эндокринная система**

Совокупность желёз, продуцирующих гормоны\* или гормоноподобные вещества и секретирующих их непосредственно в кровяное русло.

#### **Яичник**

Женская половая железа, продуцирующая икру.

**The FAO Regional  
Office for Europe and  
Central Asia**

Benczur utca 34,  
H-1068 Budapest, Hungary

