

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

Т. В. Портная

ВОСПРОИЗВОДСТВО ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов, обучающихся по специальности
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

Горки
БГСХА
2018

УДК 639.31(072)

ББК 47.2я73

П60

*Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры.
Протокол № 5 от 29 января 2018 г.*

Автор:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Портная*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. А. Садовов*

Портная, Т. В.

П60 Воспроизводство водных биоресурсов. Биологические основы воспроизводства : методические указания к лабораторным занятиям / Т. В. Портная. – Горки : БГСХА, 2018. – 84 с.

Приведены методические указания и задания для лабораторных занятий по биологическим основам воспроизводства рыб. Для каждого лабораторного занятия определены цель, материалы и оборудование, приведен необходимый теоретический минимум, вопросы для самоконтроля.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбководство.

УДК 639.31(072)

ББК 47.2я73

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2018

ВВЕДЕНИЕ

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

Для увеличения численности рыб в естественных водоемах необходимо вооружить будущих специалистов глубокими знаниями в области биологии и экологии рыб с целью управления процессами воспроизводства запасов ценных промысловых видов, интенсификации промышленного рыбоводства, повышения эффективности искусственного рыборазведения и естественного нереста.

В данных методических указаниях рассматриваются биологические основы воспроизводства. Методические указания включают 9 тем лабораторных занятий. В каждой теме определены цель, задания и контрольные вопросы.

Тема 1. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЫБ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ЗАРЫБЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Цель занятия: изучить эколого-биологические показатели основных видов рыб, перспективных для зарыбления естественных водоемов.

Материалы и оборудование: плакаты, макеты, фиксированные препараты разных видов рыб, методические указания.

Задание: 1) изучить биологическую характеристику основных видов рыб, перспективных для зарыбления естественных водоемов; 2) занести в табл. 1 основные эколого-биологические показатели рыб (сазан, серебряный и обыкновенный карась, лещ, судак, сиг, ряпушка, пелядь, стерлядь, рыбец, усач, подуст, налим, щука, линь, обыкновенный сом, кумжа).

Таблица 1. Эколого-биологические показатели рыб

Вид рыбы	Семейство	Распространение	Возраст наступления половой зрелости, лет	Нерестовая температура, °С	Плодовитость, тыс. шт.	Экологическая группа в зависимости от нереста	Длительность эмбрионального развития	Возраст перехода на активное питание, сут	Спектр питания	Темп роста	Хозяйственное значение

Начиная со второй половины XX столетия, в результате ряда антропогенных преобразований экосистемы водоемов, в Беларуси произошли существенные количественные и качественные изменения ихтиокомплексов.

В настоящее время в водоемах Беларуси обитает 58 видов рыб, относящихся к 18 семействам.

Сазан амурский (*Cyprinus carpio*) относится к рыбам семейства Карповые. Коренным местообитанием сазана являются реки бассейна Амура, имеется в Корее, Японии, Китае до южных регионов. В Беларусь завезен в 1948 году из Амура в количестве 28 производителей для создания маточного стада и дальнейшего зарыбления рыбопромысловых озер.

Как и карп, рыба теплолюбивая, обитает вблизи зарослей водной растительности. Половозрелым становится на 4–6-м году жизни, икрометание порционное. В условиях Беларуси нерестится при температуре воды 16–20 °С.

Максимальные размеры амурского сазана достигают 1 м длины и 32 кг массы. В водоемах Беларуси темп роста сазана достаточно хороший. Линейный прирост в первые годы составляет 10–13 см.

Питание амурского сазана в водоемах Беларуси смешанное, но с преобладанием бентоса. Конкурентами в питании сазану являются густера, ерш и отчасти язь. Уловы амурского сазана в водоемах Беларуси пока невелики. Перспективы использования его в водоемах Беларуси довольно значительны, он должен заменить в большинстве белорусских озер карася и леща, так как превосходит их по своим товарным качествам.

Обыкновенный (золотой) карась (*Carassius carassius* L.) распространен в мелких озерах Европы и Азии до реки Лены. В реках выбирает участки с замедленным течением, живет в старицах и заливах. В Беларуси широко распространен в реках, озерах, прудах, малых пойменных водоемах и даже в небольших сажалках и карьерах, где никакие другие рыбы жить не могут.

Пресноводная теплолюбивая рыба, предпочитающая заиленные стоячие водоемы. Выносит кислые воды (рН до 4,5), способна выдерживать снижение содержания кислорода в воде до 0,5 см³/л и промерзание водоемов до дна. Известны случаи выживания карасей в иле спущенных или высохших водоемов.

На зиму закапывается в ил, иногда на глубину до 70 см. В заморных озерах часто является единственным представителем ихтиофауны. В малокормных заболоченных водоемах образует медленно растущую большеголовую карликовую форму.

Половой зрелости достигает в 2–4 года. Плодовитость карася массой 300–500 г колеблется от 137 до 207 тыс. икринок. Нерест проходит при температуре воды 17–18 °С в июне – июле. Нерестится порционно; в первой порции выметывается 24–90,4 тыс. икринок. Всего таких порций три с перерывами 10 дней и более. Во время нереста рыбы шумно плещутся. Клейкая икра откладывается на подводную растительность.

Эмбриональное развитие продолжается 3–4 суток при температуре 21–23 °С. Личинки при помощи специальных органов, расположенных впереди глаз, приклеиваются к растениям, затем переходят на активное питание зоопланктоном.

Взрослый карась питается бентическими организмами, детритом и водными растениями. Он достигает длины 45 см и массы 3 кг, обычно до 500–600 г. Очень вкусная рыба. Является объектом местного промысла.

Разводят в прудах. Пригоден для разведения в водоемах комплексного назначения с неблагоприятными для других рыб условиями среды.

Ежегодные уловы карася обыкновенного из естественных водоемов Беларуси до вступления в промысел акклиматизированного серебряного карася колебались от 75 до 475 ц в год. Карась широко используется как объект любительского рыболовства.

Серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) относится к семейству Карповые. Распространен в водоемах Сибири, бассейна Тихого океана и Аральского моря. В европейской части обитает во многих озерах вместе с золотым карасем, широко распространен человеком: особенно известна аквариумная золотая рыбка, которая является хромистом китайского серебряного карася.

В Беларуси акклиматизация серебряного карася в рыбохозяйственных целях начата с 1948 года на базе производителей, завезенных из бассейна реки Амур. В настоящее время обитает во многих водоемах бассейнов Днепра, Немана, Западной Двины, разводится в прудовых хозяйствах.

Растет быстрее обыкновенного карася, достигая длины 45 см и массы 1 кг. Длинные частые жаберные тычинки позволяют ему отфильтровывать фито- и зоопланктон. Питается он и бентическими формами. Половой зрелости достигает в возрасте 3–4 лет. Плодовитость составляет 300–400 тыс. икринок. Нерест порционный, растянутый. Серебряный карась отличается от других рыб одной интересной биологической особенностью: в дальневосточных водоемах и некоторых прудах Беларуси в нерестовых популяциях карася имеется примерно одинаковое количество самцов и самок. В Подмоскovie, Уральских озерах, на Кавказе самцы совершенно отсутствуют. Самки в однополых популяциях участвуют в нересте с самцами других видов карповых рыб (золотого карася, линя, карпа), причем в потомстве получают только самки серебряного карася. Сперматозоид, проникая в яйцеклетку, только активизирует ее, но мужские хромосомы в дальнейшем развитии организма участия не принимают. Такой способ размножения называется гинтогенезом (рождение самок). При ухудшении условий жизни, снижении кормности водоемов в однополых популяциях начинают появляться самцы карася, но темп роста рыб замедляется.

Зарыбление естественных водоемов Беларуси серебряным карасем начато с 1949 года. Всего зарыблено 280 озер площадью около 90 тыс. га, 2 водохранилища – 3,7 тыс. га и 6 рек. Более 60 озер зарыблялись от 2 до 10 раз. Общий вылов карася из естественных водое-

мов Беларуси с момента вступления в промысел серебряного карася (1956 г.) вырос до 3500 ц. В последующие годы среднегодовые уловы снизились до 1000 ц.

Лещ (*Abramis brama* L.) распространен в водоемах Европы и бассейнах Северного, Балтийского, Белого, Баренцева (Печора), Черного, Азовского, Каспийского морей. Обитает в пресноводных стоячих и слабопроточных водоемах, но в Каспийском и Азовском морях образует полупроходные формы, нагуливающиеся в опресненных районах.

В Беларуси широко распространен во всех реках, водохранилищах, пойменных водоемах и большинстве озер. Нет его лишь в небольших быстрых речках с холодной водой и некоторых мелких озерах.

Рыба стайная. Половой зрелости достигает в 6–8 лет. В условиях Беларуси нерест начинается в конце апреля при температуре воды от 11 °С и выше. В различных водоемах общий нерестовый период часто продолжается до конца мая – начала июня. В озерах и водохранилищах нерестится при температуре воды 12–18 °С. Икру откладывает на подводной мягкой и прошлогодней залитой растительности. Наблюдается 2–3 подхода производителей леща на нерестилища, причем первыми нерестятся более крупные особи, которых рыбаки называют «березовики», затем «черемушники» и последними – более мелкие, впервые созревшие «колосовики». Плодовитость колеблется от 28 до 615 тыс. икринок, относительная – 90–180 икринок на 1 г массы рыбы.

Основной пищей леща являются личинки хирономид и прочих водных насекомых, ракообразные, мелкие моллюски, черви. Охотно поедает различные корма растительного происхождения.

Максимальная длина леща составляет 45 см, масса – 6 кг, обычные размеры леща в уловах – 30–45 см длины и 500–1500 г массы. Максимальная продолжительность жизни – 20 лет.

Лещ является основной промысловой рыбой в ряде водохранилищ и озер. Уловы леща в Беларуси колеблются в пределах 1200–3000 ц в год.

Судак (*Lucioperca lucioperca* L.) обитает в пресной и солоноватой воде в бассейнах Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей. Самый крупный представитель семейства Окуневые: достигает длины 120 см и массы 12 кг, обычные промысловые размеры – 60–70 см и 2–4 кг. Окраска зеленовато-серая со спины, на боках имеет 8–12 темных вертикальных полос, брюхо светлое.

Аклиматизирован на Урале, в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке. Хороший эффект дают пересадки судака в водоемы с богатой кормовой базой.

Судак живет в чистых пресных реках, озерах, водохранилищах и опресненных районах морей, где образует полупроходную форму. В крупных водоемах он держится в пелагической зоне, питаясь мелкой стайной рыбой. Предпочитает водоемы с хорошим кислородным режимом.

В северных районах ареала нерест проходит в мае – июне при температуре воды 7–20 °С (оптимальная – около 15 °С).

Половой зрелости достигает в 3–4-летнем возрасте. Самцы созревают раньше самок, иногда в 2-годовалом возрасте. Продолжительность жизни самцов короче, чем самок: соответственно 6–7 и 8–9 лет. Нерест парный. Место для откладки икры выбирает самец. Икру откладывает на глубине 0,5–1,0 м на отмытые корни растений, прошлогоднюю траву, каменистый грунт. Устраивает гнезда. Если грунт илистый, самцы движениями плавников размывают ил и освобождают круглую площадку с корневой системой растений диаметром 20–60 см. Ночью откладка икры не происходит. Выметывает икру самка за 1–2 ч, она становится над нерестовым субстратом, прикасаясь к нему брюшком. Самец держится несколько выше. Периодически самка делает конвульсивные движения. Нерест проходит скрытно. Самка покидает гнездо сразу после окончания нереста.

Кладка гроздьевидная, рыхлая. Икринки в центре кладки лежат в 3–4 слоя. Они крепко склеены между собой и с поверхностью камня. По периферии кладки икринки лежат в один слой. Такая форма кладки позволяет выживать икре в зоне сильного волнения и приобоя.

Плодовитость судака в зависимости от размеров самки колеблется от 100 тыс. до 1,1 млн. икринок. Икра мелкая, клейкая, диаметром 0,9–1,4 мм.

Отложенную икру, прежде всего от особей своего вида, охраняет самец. Он постоянно создает плавниками ток воды, омывающий икринки и поддерживающий благоприятный кислородный режим, самоотверженно бросается на других судаков и кусает их. Своими сильными клыками самец может нанести болезненные укусы. В то же время он не обращает внимания на мелких рыб (плотву, окуня и др.), подплывающих к гнезду.

Самец охраняет гнездо в течение всего периода инкубации и еще некоторое время после выклева предличинок. При ухудшении кислородного режима или обсыхании гнезда вследствие изменения уровня воды он погибает, но не уходит от кладки икры.

Продолжительность эмбрионального развития в зависимости от температуры воды длится от 3 до 11 суток. Предличинки выклеваются

ются длиной 4,6–5,7 мм и имеют большую жировую каплю. Они обладают положительным фототаксисом, всплывают вверх, вращаясь вокруг своей оси, на высоту 5–30 см, затем опускаются на дно. Периодически поднимаясь в толщу воды, предличинки течением выносятся из района нерестилищ. Плавательный пузырь у них заполняется воздухом на 5–7-е сутки. Для этого личинки судака поднимаются к поверхности воды и заглатывают воздух. Через несколько дней проток, соединяющий плавательный пузырь с кишечником, зарастает. Те личинки, которым не удалось наполнить плавательный пузырь воздухом, после израсходования запасов желтка и исчезновения жировой капли затрачивают много усилий на поддержание себя в толще воды. Они отстают в росте и гибнут.

На смешанное питание личинки переходят на 3–4-й день после выклева, в это время они держатся в поверхностных слоях воды. При средней длине 3,5 см (от 1 до 5 см) они переходят на хищный образ жизни.

Поскольку глотка у судака узкая, он не может нанести вреда крупным промысловым рыбам, в связи с чем ценится как прекрасный биологический мелиоратор и используется для подавления в рыбохозяйственных водоемах малоценных мелких рыб.

Судак является одной из основных наиболее ценных промысловых рыб, но его значение в настоящее время в водоемах Беларуси невелико. По данным промысловой статистики, ежегодные уловы колеблются от 180 до 440 ц, средняя рыбопродуктивность озер по судаку составляет около 1,5 кг/га.

Сиг обыкновенный (*Coregonus lavaretus* L.) – рыба семейства Сиговые (*Coregonidae*). До конца XIX века сиг обыкновенный поднимался по Западной Двине, Неману и Вилии до пределов Беларуси. Но уже с начала XX столетия отмечался в этих реках лишь в пределах их устьевых участков. В Беларуси акклиматизируется одна из форм озерных сегов – сиг чудской (*Coregonus lavaretus maranoides* Pol).

Икру чудского сига начали завозить в озера Беларуси с 1925 года, однако промыслового эффекта эти работы не дали. Уловы сига были незначительны. Большие работы по вселению чудского сига в водоемы Беларуси начались в послевоенные годы. С 1948 года в озера республики выпущено более 48,8 млн. личинок и 3,9 млн. сеголетков, главным образом в озера Лукомль и Нарочь. В последнем образовалась самовоспроизводящаяся популяция.

Сиг является обитателем открытой глубоководной части озер с хорошим кислородным режимом. Лишь изредка входит в устьевые про-

странства впадающих в озера рек. Не переносит заиляющихся и взмученных вод, поэтому и избегает малые водоемы. Живет обычно стаями в основном в придонной зоне водоема. Относится к рыбам со средним жизненным циклом. Половое созревание у самок наступает на 5-м году жизни, лишь у некоторой части самок – на 4-м, как и у самцов. Нерест происходит поздней осенью, на участках с песчаным дном. Абсолютная плодовитость колеблется от 16 до 82 тыс. икринок, относительная – 38 икринок на 1 г массы тела. Личинки выклеваются из икры в марте – апреле следующего года.

Темп роста в водоемах Беларуси высокий. Молодь к осени достигает длины 10–11 см и более. Наибольшие приросты отмечаются в зимние месяцы, летом же они незначительны, так как в жаркое время года интенсивность питания сильно падает. Максимальная длина тела достигает 60 см и масса – 2,5–3,5 кг.

По характеру питания сига озера Нарочь характеризуются смешанным типом питания со значительным преобладанием бентоса (личинки хирономид до 43 %). Весомую долю составляет и зоопланктон. В других белорусских озерах сига питаются главным образом моллюсками и личинками хирономид.

Наблюдения за работами по акклиматизации сига в водоемах Беларуси показали хорошие рыбоводные перспективы его выращивания. В 1960-е годы средние уловы сига составляли 30–47 ц в год. Однако в последние годы, в связи с уменьшением рыбоводных работ, уловы снизились до 0,5–7,5 ц.

В небольшом количестве сиг вылавливается в озерах Нарочь, Мядель, Дривяты, Волос, Дрисвяты, Снуды, Струсто, Обстерно, Богино. В озерах Лукомль и Дрисвяты за последние годы, в связи с переводом их в водоемы-охладители ТЭС, из уловов выпали.

Все уловы базировались на поколениях тех лет, в которые проводилось зарыбление сеголетками. В водоемах Беларуси сиг находится на первоначальной стадии натурализации.

Ряпушка (*Coregonus albula* L.) распространена от Англии до бассейнов Балтийского и Каспийского морей.

Белорусское название – рапушка, европейская рапушка, сялява. В Беларуси обитает в ряде озер Белорусского поозерья (бассейн Западной Двины) и в озере Нарочь (бассейн реки Виляя). К сожалению, количество ряпушковых озер постепенно сокращается: если в 1920-х годах их насчитывалось более 40, то уже к началу 1960-х ряпушка регистрировалась только лишь в 14, а затем малочисленные популяции ее сохраняются только в крупных глубоководных озерах:

Нарочь, Мядель, Дрисвяты, Дривяты, Снуды, Струсто, Лосвидо, Полуозерье, Южный Волос, Рыча. С 1981 года ряпушка была включена в Красную книгу Республики Беларусь. Впоследствии были начаты работы по искусственному воспроизводству и из Красной книги она была исключена.

Ряпушка – пресноводная озерная рыба, но может жить в опресненных участках морей. Относится к числу рыб с очень коротким жизненным циклом, редко живет более 5 лет. Очень требовательна к качеству воды, поэтому не живет в мелких эвтрофных озерах, где вода часто прогревается до дна и образуется дефицит кислорода. Обитает в открытой части относительно больших гетеротермных озер с большими умеренными глубинами. Наибольшую активность проявляет при умеренных температурах воды весной, осенью и отчасти зимой. В жаркое время года уходит на глубины, где вода прохладнее, и проводит время в малоподвижном состоянии.

Нарочанская ряпушка становится половозрелой уже на 2-м году жизни, чем отличается от ряпушки более северных озер; в браславских озерах может становится половозрелой на 2-м году, но основная масса созревает лишь на 3-м году. Нерестится осенью, обычно в конце октября – ноябре, при температуре воды около 2,5–3,0 °С. Икра откладывается на твердый каменистый грунт. Незащищенность икры приводит к ее почти полному выеданию малоценными и сорными рыбами в течение осени, всей зимы и весны. Только в мае из икры выклеваются личинки, которые также длительное время остаются малоподвижными и интенсивно истребляются разного рода врагами. Средняя плодовитость ряпушки – 4,5–7,0 тыс. икринок.

Ряпушка является одним из немногих планктофагов в нашей ихтиофауне. В ее пищевом рационе наиболее часто встречаются мелкие планктонные ракообразные, нередко диатомовые и сине-зеленые водоросли. Самое интенсивное питание ряпушки наблюдается зимой, наименьшее – летом. Ряпушка является самой малой из рода сигов. Максимальная ее длина составляет до 25 см, масса – до 400 г. В промышленных уловах масса в основном – 50–70 г. В озерах Беларуси обитают так называемые мелкие и крупные формы ряпушки.

В силу высокой требовательности к условиям обитания и невысокой эффективности воспроизводства численность и уловы ряпушки в озерах Беларуси подвергались большим колебаниям.

Высокие пищевые и вкусовые качества ряпушки издавна привлекали внимание людей. Ценную переславскую ряпушку (переславскую сельдь) в старину поставляли в Москву к царскому столу. В 1675 году

царем Алексеем Михайловичем был издан специальный указ переславскому воеводе об ее охране.

Пелядь (*Coregonus peled* Gmel.) – рыба семейства Сиговые (*Coregonidae*) отряда Лососеобразные (*Salmoniformes*). Это озерно-речной сиг, обитающий от Мезени на западе до Колымы на востоке. Работы по выращиванию пеляди в Беларуси начаты в 1975 году: оплодотворенная икра была завезена с Урала и прошла доинкубацию на Лукомльском рыбоводном заводе. В дальнейшем здесь было создано маточное стадо и начались работы по расселению ее по водоемам Беларуси. Позже посадочный материал завозился также из Волховского рыбзавода и экспериментальной базы ГОСНИОРХ «Ропша» Ленинградской области. Первоначально товарную пелядь выращивали в ряде прудовых хозяйств в качестве добавочной рыбы к карпу. В 1965–1967 годах начались посадки личинок и сеголетков пеляди и в озера Витебской области. Однако широкой натурализации ее не произошло. Воспроизводство базируется лишь на потомстве, получаемом заводским способом.

В местах естественного обитания пеляди различают три основные формы: сравнительно быстрорастущую, обитающую в реках и пойменных озерах и созревающую на 3-м году жизни; обычную озерную, не покидающую озер, в которых она вывелась; карликовую озерную форму с угнетенным ростом, обитающую в малых озерах, бедных кормовыми организмами.

В естественных условиях концентрируется в пойменных озерах, старицах, тихих протоках. Быстро текущих вод избегает. Придерживается открытых участков. Хорошо переносит условия эвтрофных озер с довольно значительным прогревом воды. Ведет стайный образ жизни. Не переносит заиленных и мутных вод, в которых у нее происходит сильное засорение жаберного аппарата, вследствие чего рыбы гибнут. Относится к рыбам с довольно коротким жизненным циклом, но живет дольше, чем ряпушка.

Половозрелости достигает на 3–5-м году жизни. На нерест выходит в реку или находит в озерах места выхода ключей. Икру откладывает в ноябре – декабре при температуре 1–3 °С, на песчано-гравийных участках на глубине 1,5–3,0 м. Икра желтовато-оранжевого цвета, мельче, чем у других сегов: ее диаметр – 1,2–1,5 мм. Плодовитость в зависимости от размера самок колеблется от 5 до 85 тыс. икринок, относительная – 315–420 икринок на 1 г массы рыбы.

Нагуливается в основном в озерах, соединенных протоками с руслом рек, питается зоопланктоном, а из бентических форм – гаммари-

дами. Темп роста пеляди в высококормных озерах значительно выше, чем в маточных реках. Половое созревание в высококормных озерах наблюдается в этом случае в 2-летнем возрасте у самцов и в 3-летнем – у самок. Пелядь, выращиваемая в прудах Лукомльского рыбопитомника, достигала средней массы в июле – 18,5 г, в августе – 31,3 г.

Пелядь в отличие от других сегов легко переносит снижение содержания кислорода в воде до 30 % насыщения, быстро растет и рано достигает половой зрелости. Ее мясо очень вкусное, жирность достигает 12 %. Все это характеризует пелядь как важный перспективный объект акклиматизации и выращивания в прудах и озерах. Рыбопродуктивность озер, в которые вселяют пелядь, повышается с 8 до 160 кг/га. Пелядь – один из основных объектов рыбоводства в управляемых озерных хозяйствах. Можно увеличить уловы пеляди за счет разведения в прудовых и озерных хозяйствах.

Отрицательным моментом при выращивании молоди пеляди являются большие отходы (до 99 %) в период ее развития после выклева из икры и в начале личиночного периода, при переходе на смешанное питание. Большой урон при выращивании пеляди происходит от заболевания диплостоматозом. Поэтому при выращивании пеляди должна быть организована действенная борьба с прудовиком, являющимся промежуточным хозяином в цикле развития возбудителя этого заболевания.

С 1961 года в Беларуси было зарыблено пелядью 19 озер площадью более 13,5 тыс. га. Наблюдения показали, что в озерах, зарыбленных сеголетками, она прижилась, но естественного воспроизводства не дала.

Стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.). Белорусское название – сцерлядзь; местные – стерлядь, на юге Беларуси и на Украине – чечуга.

Стерлядь принадлежит к семейству Осетровые (*Acipenseridae*) отряда Осетрообразные (*Acipenseriformes*), представляющего собой многочисленные остатки очень древних форм, расцвет которых предшествовал расцвету настоящих костистых рыб (около 130 млн. лет назад).

Широко распространенный вид, населяющий реки бассейнов Черного, Азовского, Каспийского, Балтийского, Белого, Баренцева и Карского морей. Наиболее многочислен в бассейне Волги. Акклиматизирован в Западной Двине и Печоре. В пределах Беларуси в реках бассейна Днепра ранее стерлядь была довольно многочисленной промысловой рыбой. В настоящее время ловится единичными экземплярами. Если не принять срочных мер для ее охраны, эта весьма ценная

рыба может окончательно выпасть из ихтиофауны Беларуси. В связи с этим с 1981 года, по предложению ученых, стерлядь включена в Красную книгу Республики Беларусь как вид, находящийся под угрозой исчезновения.

Стерлядь – самый мелкий представитель рода. Взрослые стерляди достигают длины 100–125 см и массы 16 кг. В уловах обычны экземпляры до 3,5 кг, чаще же размеры вылавливаемых стерлядок бывают 40–60 см, масса – 300–1000 г. Вообще рост стерляди по сравнению с другими рыбами нашей ихтиофауны довольно высокий; к осени молодь достигает 15–20 см длины, в 2 года – около 26–28 см, в дальнейшем ежегодный прирост составляет 4–5 см. Существенной разницы в росте самок и самцов не наблюдается.

Предельная продолжительность жизни – 26–27 лет. Возрастной состав уловов колеблется от 4 до 10–11 лет.

Речная рыба, держится у дна на глубоких участках реки. Зимой залегает на ямы. Питается водными личинками насекомых, мелкими моллюсками, икрой других рыб. Созревает в возрасте 4–5 лет (самцы) и 5–7 лет (самки). Размножается в зависимости от географической широты водоема с апреля по июнь на течении, на галечниково-песчаных грунтах. Нерестилища обычно располагаются на глубине от 7 до 15 м. Нерест происходит при температуре воды 10–15 °С. Плодовитость крупных самок может превышать 100 тыс. икринок. Диаметр ооцитов – 2–3 мм, масса – 8–9 мг. Развитие в зависимости от температуры воды колеблется от 4 до 9 дней.

Основной пищей для стерляди являются различные ракообразные, личинки насекомых, черви и другие водные организмы, собираемые на дне водоема, на затонувших корягах и бревнах, в зарослях водных растений. После нереста и летом прожорливость стерляди исключительно велика, ее кишечный тракт переполняется до отказа. На зимовальных ямах питание стерляди сводится к минимуму или полностью прекращается.

Стерлядь представляет для рыбного хозяйства большой интерес. Необходимо принять ряд мер для всемерного увеличения стада производителей стерляди, главнейшего генофонда для сохранения этого ценного вида рыб, в Днепре и его притоках. Важнейшими из них должны стать следующие: установление полного запрета лова стерляди на ряд лет, системы мер по охране и мелиорации нерестилищ; организация действенной ее охраны от вылова браконьерами; решительная борьба с загрязнением рек промышленными и бытовыми стоками и продуктами лесосплава; организация работ по заводскому выращива-

нию сеголетков для зарыбления ими естественных водоемов, что должно значительно ускорить накопление ее численности, достаточной для обеспечения нормального хода естественного воспроизводства; постановка углубленных исследований по гибридизации разных видов осетровых рыб со стерлядью с целью получения высокопродуктивных и устойчивых форм, приспособленных к пресноводному образу жизни.

Рыбец (*Vimba vimba* L.) относится к семейству Карповые (*Cyprinidae*) отряду Карпообразные (*Cypriniformes*). На северо-западе его называют сыртью. Обитает в бассейнах Балтийского, Северного, Азовского, Черного и Каспийского морей. В Беларуси сырть в небольших количествах обитает в некоторых реках бассейна Немана, Западной Двины, Западного Буга и в верховьях Днепра. В последнее время все чаще встречается выше г. Орши и лишь в единичных экземплярах на равнинных участках. В связи с резким падением численности сырти она с 1981 года включена в Красную книгу Республики Беларусь. Ранее до пределов Беларуси доходил черноморский проходной рыбец, однако с постройкой Днепровской ГЭС заходы его полностью прекратились.

По литературным данным, на всем ареале сырть считается проходной рыбой, нагуливающейся в приустьевых пространствах морей и входящая в реки лишь для икрометания. Однако в водоемах Беларуси она является чисто пресноводной рыбой, никогда не входящей в море. Рыбец постоянно ведет стайный образ жизни, стада формируются из рыб одинаковых размеров и возраста. Обитает в реках и связанных с ними озерах с хорошей проточностью. На пойменные участки заходит только в период половодья, но с началом спада паводковых вод немедленно покидает их, выходя из русла рек. В реках придерживается глубоких мест с довольно сильным течением и свежей водой, держится ниже каменистых перекатов.

Половозрелой становится в возрасте 4 лет. Нерест проходит при температуре воды 11–18 °С на перекатах с галечным грунтом на глубине 25–50 см и большой скоростью течения (0,1–1,1 м/с). Икрометание одновременное. Икра слабосклеякая, сначала приклеивается к камням, затем смывается с них, и дальнейшее развитие проходит в углублениях между камнями. Диаметр икринок составляет около 2 мм. Абсолютная плодовитость – от 27,5 до 300 тыс. икринок, относительная – 100–180 икринок на 1 г массы рыбы. Развитие эмбрионов при температуре 20 °С продолжается около 2 дней. Выклюнувшиеся свободные эмбрионы около 2–3 дней лежат неподвижно между камнями

на дне, затем начинают активно плавать, полностью переходя на активное питание через 12–13 суток.

Рыбец достигает длины 50 см и массы 3 кг (обычно 30 см и 200–400 г). Максимальная продолжительность жизни – 15 лет. Темп роста сырты в водоемах Беларуси довольно высокий. В первые годы линейные приросты составляют 5–7 см и начинают снижаться с 5-го года. Трехлетки достигают массы 50–90 г, четырехлетки – 100–180, пятилетки – 190–290 г.

Рыбец питается бентосом: личинками насекомых, бокоплавами, моллюсками. Иногда в пищевом комке встречаются водоросли и остатки высших водных растений, заглатываемых случайно вместе с животной пищей.

Промысловые уловы сырты в водоемах Беларуси невелики из-за ее малочисленности.

Из всех карповых рыб сыртя является самой ценной промысловой рыбой, отличается нежным и вкусным мясом, значительно превосходящим в этом отношении мясо леща.

Усач обыкновенный (*Barbus barbus*) относится к семейству Карповые (*Cyprinidae*) отряду Карпообразные (*Cypriniformes*). Белорусское название – вусач, мирон. Мелких самцов на верхнем Днепре часто называют чечёткой.

В Беларуси типичная форма обитает в реках бассейнов Западного Буга и Немана. В Немане часто встречается на участке до г. Мосты, выше по течению немногочислен. Днепроовский усач обычен лишь на верхнем участке Днепра, в районе Орша – Дубровно, ниже по течению и в притоках также немногочислен. С 1981 года усач включен в Красную книгу Республики Беларусь как вид, численность которого сильно уменьшается и имеется угроза полного исчезновения из белорусской ихтиофауны.

Усач – крупная рыба, достигающая в длину 85–90 см при массе 10–12 кг, как исключение – 16 кг.

Это пресноводная рыба, обитающая в реках на быстром течении. Мелкие особи держатся обычно на неглубоких каменистых перекатах вместе с очень похожими на них пескарями. Взрослые особи также предпочитают свежую и чистую быструю воду, придерживаясь более глубоких мест (до 5–6 м) в русле реки или около мостов, свай и под пристанями. Здесь у дна небольшими стаями или в одиночку в сумерках или ночью, постоянно переходя с одного места на другое, они с помощью усиков отыскивают пищу, состоящую главным образом из донных беспозвоночных животных и мелкой рыбы. На мелководьях

усачи встречаются только во время разлива рек. Тогда они часто плавают у самых берегов на такой глубине, что спинной плавник торчит из воды. Ходят поодиночке или небольшими стаями, значительные скопления образуют лишь во время нереста или зимой на глубоких местах реки, где всю зиму проводят в малоподвижном состоянии и не питаются.

Самцы усача созревают на 2–3-м году жизни, а самки – на 3–4-м. Время нереста совпадает с цветением и появлением листьев у растений: с конца апреля – начала мая усачи собираются в стаи и поднимаются вверх по течению реки. Впереди плывут самки, затем крупные самцы, а завершают шествие молодые мелкие рыбы. Нерестится усач порционно в местах с глубокой и быстрой водой и каменистым или песчаным дном, нерест длится до конца июня – начала июля. Оранжевая икра довольно крупная (до 2,5 мм в диаметре), но малочисленная (плодовитость до 41 тыс. икринок), обычно забивается между камнями. Развитие икры длится 8–14 дней. Личинки, вышедшие из икринок через несколько дней, растут очень быстро и к 4 месяцам достигают размеров крупного пескаря. Может достигать массы 10 кг и длины 90 см. Обычные размеры в уловах – 50–60 см длины и до 3 кг массы. Днепровский усач растет быстрее неманского. Живет обыкновенный усач до 12–13 лет.

Питанием усачу служат в основном донные организмы: черви, мелкие моллюски, личинки насекомых, ракообразные, корма растительного происхождения. По мере роста в питании увеличивается доля вышедших ракообразных, моллюсков. Поедают икру рыб и их молодь, иногда охотятся на попадающих в воду крупных насекомых.

Ранее усач имел некоторое промысловое значение в речных уловах на Немане и Днепре. Но затем среднегодовые уловы сократились до 0,3–1,9 ц. В настоящее время усач внесен в Красную книгу Республики Беларусь.

Подуст (*Chondrostoma nasus* L.) относится к рыбам семейства Карповые (*Cyprinidae*) отряда Карпообразные (*Cypriniformes*). Белорусское название – падвуст, местное – сиг, свинка, чернопуз, чернокол. В Беларуси типичный подуст имеется в реках бассейнов Западного Буга и Немана, днепровский населяет реки бассейна Днепра.

Подуст является чисто речной рыбой. Ведет дневной стайный образ жизни. Обитает на равнинных участках рек с умеренным течением, песчаным и каменистым дном, обычно в придонной зоне. Охотно держится у затопленных коряг и деревьев, у крупных каменистых завалов и других затопленных предметов, на которых находит обильную пищу.

Мест со стоячей водой, как и быстрого течения, избегает, поэтому в малые реки и верховья крупных рек не поднимается, отсутствует в пойменных водоемах и озерах. Держится вдали от берегов, на довольно значительной глубине. Питается в течение всего дня. Зиму проводит на ямах и почти не питается. Ранней весной стаи подустов поднимаются на довольно значительные расстояния вверх по течению к местам нереста. Типичный подуст из Немана становится половозрелым в 3–4 года, при длине тела 15–19 см и массе 150–175 г. Нерестится в апреле – мае при температуре воды 7–9 °С. Самцы днепровского подуста становятся половозрелыми на 4–5-м году жизни при массе 100–150 г, самки – не ранее 5 лет при массе 200–300 г. Икрометание единовременное, плодовитость – 10–30 тыс. икринок, относительная – 25–40 икринок на 1 г массы тела. Подуст очень требователен к характеру нерестилищ, обычно располагающихся на глубоких местах с каменистым и галечным дном.

Достигает массы 2,5 кг и длины 50 см. В уловах обычно экземпляры массой до 1 кг. Темп роста относительно хороший: в 2-летнем возрасте достигает массы 25–30 г, в 3-летнем – 100, в 4-летнем – 250 г.

Пищей для подуста служит перифитон, т. е. водоросли, которые он соскабливает с камней, затонувших деревьев, коряг. Подуст имеет довольно длинный кишечник, превышающий длину тела в 2 раза. Поедает различных ракообразных, личинок насекомых.

Ежегодные уловы подуста составляют 200–400 ц в год, максимальные были в 1967 году – 477 ц, в 1983 году – 402 ц. Однако естественные запасы его используются недостаточно, так как речные водоемы промыслом осваиваются слабо. Мясо подуста вкусное, но, к сожалению, быстро портится, не выдерживает перевозок и длительного хранения.

Налим (*Lota lota*) – единственный вид из семейства Тресковые (*Gadidae*), перешедший из морских в пресные воды, изредка он встречается и в солоноватых водоемах. Обитает в северном полушарии, в реках и озерах Европы, Азии и Америки; в каждом из этих районов имеется свой подвид. В Беларуси обитает повсеместно в реках и многих озерах.

Растет налим довольно медленно, как и большинство рыб из семейства Тресковые: сеголетки вырастают до длины 10–13 см при массе тела в среднем 16 г (от 10 до 22 г), годовики достигают массы тела в среднем 70 г, а двухлетки – 240 г.

Налим – холодолюбивая рыба, встречается обычно на каменистых грунтах, активен он только при температуре воды ниже 10–12 °С. Ле-

том при повышении температуры воды свыше 15–16 °С налим впадает в спячку и почти полностью прекращает питаться.

Из летней спячки налим выходит постепенно, по мере остывания воды, обычно при 12 °С. Питание происходит в основном ночью, а днем налим опять прячется под камнями.

Осенью (в конце сентября – октябре), когда температура воды опускается ниже 10–8 °С, налим начинает активно питаться. Чем холодней, тем он интенсивнее питается. Осенний жор налима продолжается до ледостава.

Налим – оксифильная рыба. После нереста налим скатывается с нерестилищ в залив. Интенсивный нагул – посленерестовый жор – отмечается только в начале марта – конце апреля. С приближением лета налим возвращается к местам летнего обитания.

Половозрелой особью налим становится в возрасте 3–4 лет. С замерзанием водоемов начинается массовое движение налимов вверх по течению к нерестилищам. Икрометание происходит с конца декабря по февраль подо льдом при температуре воды 1–3 °С. Плодовитость очень высокая, у крупных особей достигает до 1 млн. икринок. Икра батипелагическая, неклеякая, имеет жировую каплю, поддерживающую икру в придонной зоне. Выживаемость у налима очень малая.

Молодь налима питается хириномидами, червями, моллюсками, ракообразными и икрой рыб. Но основу рациона составляют амфиподы (до 98–100 %). Налим до 2-месячного возраста питается копеподами, кладоцерами, личинками насекомых. С ростом молоди состав пищевых объектов увеличивается за счет потребления более крупных гидробионтов и их обильного развития в летний период. Спектр питания мальков длиной 35–40 мм состоит из веслоногих рачков, копепод и личинок водных насекомых. В рационе налима в возрасте 8–11 месяцев отмечены икра и молодь рыб, гаммариды и личинки насекомых.

Темп роста налима достаточно хороший, сеголетки к осени достигают длины 17–18 см и массы 35–50 г. Масса в 2-летнем возрасте уже составляет 100 г, в 4-летнем – 400–500 г, в 7-летнем – 1 кг и более.

Мясо налима жирное и вкусное. По данным промысловой статистики, уловы налима в водоемах Беларуси составляли от 50 до 120 ц в год, в настоящее время уловы упали и составляют 5–12 ц в год.

Щука обыкновенная (*Esox lucius*) – хищная, быстрорастущая, ценная рыба, распространена по всей Европе. Широко распространена в пресных водах Европы, Азии и Северной Америки. В Беларуси обитает во всех больших и малых реках, водохранилищах, озерах, пойменных водоемах, прудах и даже небольших сажалках.

Половая зрелость наступает на 3–4-м году жизни. Самцы созревают на год раньше самок.

Абсолютная плодовитость самок щуки колеблется от 5 до 240 тыс. икринок. Нерестится с конца марта по май при температуре воды 4–8 °С. Икру откладывает на отмершую растительность. Нерест единовременный. Инкубационный период длится около 2 недель при температуре воды 8–10 °С. Желточный мешок рассасывается у личинки в течение 12–15 суток.

В естественных водоемах взрослая щука питается рыбой, головастиками, лягушками, пиявками. Рыбой начинает питаться при длине 2 см. Щука растет быстро, особенно в первые годы жизни до наступления половой зрелости.

Благодаря хорошим вкусовым качествам и низкому содержанию жира (2–3 %) мясо щуки относится к категории диетических продуктов. В уловах из естественных водоемов щука занимает третье место. Максимальные уловы щуки составляли 5–6 тыс. ц в год, в настоящее время уловы находятся на уровне 1,7–1,8 тыс. ц в год.

Линь (*Tinca tinca*) – малоподвижная, теплолюбивая рыба семейства Карповые (*Cyprinidae*), обитающая обычно в заиленных заросших водоемах. В Беларуси линь широко распространен преимущественно в озерах и пойменных водоемах.

Питается мелкими беспозвоночными, моллюсками, резе водорослями. Основной пищей этой рыбы является бентос. На зиму зарывается в ил.

Половой зрелости достигает в 3–4 года при длине 17 см. Средняя плодовитость составляет 300–400 тыс. икринок. Нерест происходит порционно при температуре воды 19–22 °С. Икра мелкая, откладывается на растительность и прилипает к ней. Инкубационный период при температуре воды 20 °С длится 3–7 суток.

Личинки вначале ведут неподвижный образ жизни, прикрепившись к растительности, затем переходят на активное питание зоопланктоном, а позднее – донными беспозвоночными.

Линь – относительно тугорослая рыба. В естественных водоемах прирост линя в первые годы не превышает 4,0–4,5 см, средняя масса составляет в 2 года 15 г, в 3 года – около 50 г.

Линь обладает довольно высокими пищевыми и вкусовыми качествами, имеет существенное промысловое значение. В настоящее время уловы линя в водоемах Республики Беларусь составляют 200–350 ц в год.

Сом обыкновенный (*Silurus glanis*) – это крупная рыба, относящаяся к семейству Сомовые (*Siluridae*) отряду Сомообразные (*Siluriformes*).

В Беларуси сом имеется во всех реках и многих озерах, но везде стал редкой рыбой.

Продолжительность жизни составляет более 30 лет. Обыкновенный сом – хищник, питается сорной рыбой, лягушками, головастиками. В зимнее время не питается. Половой зрелости достигает на 4–5-м году жизни. Плодовитость сома составляет 11–480 тыс. икринок. Нерестится весной при температуре воды 18–21 °С. Самка откладывает икру в гнездо, построенное самцом из остатков растений. Самцы охраняют икру. Эмбриональное развитие икры длится 2,5–3 суток при температуре 20 °С. Рассасывание желточного мешка происходит через 4–5 суток, затем личинки переходят на активное питание.

Темп роста сома высокий. В возрасте 1 года достигает длины 20 см, а к 4 годам – 50–60 см длины и 1,0–1,5 кг массы.

Мясо сома вкусное и питательное. По данным статистики, уловы сома в водоемах Беларуси колебались от 15 до 150 ц в год. В настоящее время резко снизились до 2 ц в год.

Кумжа (*Salmo trutta* L.) – проходная рыба, очень сходна с лососем, от которого отличается более удлиненным хвостовым стеблем и более близко посаженными к носовой части глазами. Она входит в реки Европы от Пиренейского полуострова на юге до Печоры на севере. Обитает она и в Белом, Балтийском, Черном и Аральском морях. Кумжа более привязана к пресной воде, чем лосось.

Созревает в возрасте 4–6 лет при длине тела более 35 см. Нерестится поздно осенью, в октябре – ноябре, в стремнинах родной реки на гравийном покрытии дна при температуре менее 6 °С. Плодовитость составляет около 4–10 тыс. икринок. После нереста возвращается назад в море. Оставшиеся в реках самцы (карликовые) не отличаются от ручьевой форели. Икринки донные, ярко-оранжевого цвета, овальные, неклеякие, диаметром 5–6 мм, массой 86 мг. Эмбрион развивается 4–4,5 месяца до апреля (около 400–450 градусо-дней). Личинки кумжи (длиной 16–17 мм) по внешним признакам почти не отличаются от личинок лосося и развиваются около месяца. Мальки кумжи более пятнистые, чем лосося, особенно это касается жаберных крышек. Мальки кумжи почти не отличаются от мальков ручьевой форели. В реках они живут 2–4 года. Когда достигают длины около 20 см, мигрируют в море. В море достигают длины около 50–60 см через 3–4 года. Обычные размеры кумжи – до 30–70 см длины и 1–5 кг мас-

сы, но бывают экземпляры и до 12–13 кг. В течение жизни нерестятся несколько раз. Ценная промысловая рыба, занесена в Красную книгу Республики Беларусь.

Контрольные вопросы

1. Назовите хищных рыб.
2. Какие виды рыб относятся к лососевым?
3. Дайте характеристику налиму.
4. Какие виды рыб относятся к весенне-летненерестующим, а какие к осенне-зимненерестующим?
5. Перечислите виды рыб, которые относятся к филофилам.
6. Какие виды рыб внесены в Красную книгу Республики Беларусь?
7. В каком возрасте становятся половозрелыми осетровые: стерлядь, веслонос, ленский осетр, бестер?

Тема 2. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИКРЫ РЫБ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Цель занятия: изучить особенности морфологических признаков икры (размер, форма, цвет, клейкость) различных видов рыб и освоить методику определения диаметра икры.

Материал и оборудование: кладки икры рыб различных экологических групп; фиксированные препараты икры осетровых, лососевых, сиговых, карповых, окуневых; микроскопы; измерительные линейки; фильтровальная бумага.

Задание: 1) изучить морфологические признаки икры, используя фиксированные препараты; 2) законспектировать характеристики экологических групп рыб, морфологические признаки икры, методику определения диаметра икры; 3) определить диаметр крупной, средней и мелкой икры.

В процессе своего развития рыбы приспособились размножаться в разнообразных условиях. Нерест рыб происходит при определенном комплексе условий внешней среды, среди которых важное значение имеют температура воды, гидрохимический режим, наличие или отсутствие течения воды, наличие самцов, нерестовый субстрат. Если после наступления для данного вида рыб нерестовых температур хотя бы один из перечисленных факторов среды неудовлетворителен, то овуляция не происходит, ооциты подвергаются резорбции, а фолликулы – атрезии (зарастанию). Одним из существенных элементов являет-

ся наличие того или иного субстрата. Отсутствие свойственного данному виду субстрата исключает возможность нереста.

Исходя из особенностей размножения, характера нереста, эмбрионального и постэмбрионального развития рыб С. Г. Крыжановский разделил рыб на следующие экологические группы: литофилы, фитофилы, псаммофилы, пелагофилы, остракофилы.

Литофилы откладывают икру на каменистых, гравийных грунтах и твердых глинистых грунтах рек с быстрым течением и олиготрофных озер, где создаются благоприятные условия для дыхания. К этой группе относятся осенне-нерестующие рыбы (лососи, сиги) и весенне-нерестующие (осетровые и некоторые карповые рыбы, хариусы, некоторые лососи).

Фитофилы откладывают икру на растительный субстрат (на вегетирующие или отмершие растения) в стоячей или слабопроточной воде. К этой группе относятся весенне-летне-нерестующие рыбы (лещ, линь, сазан, щука, окунь, карась, плотва и др.). Они имеют клейкую икру.

Псаммофилы размножаются на участках с песчаным грунтом, откладывая икру на подмытые течением корешки растений, а иногда на песок. К этой группе относятся такие рыбы, как пескари, пелядь, ряпушка и др.

Пелагофилы выметывают икру в толщу воды, где создаются благоприятные условия для дыхания. Эмбриональное развитие у них проходит в плавучем состоянии. К этой группе относятся проходные сельди, чехонь, белый амур, белый и пестрый толстолобики, камбаловые.

Остракофилы откладывают икру в жаберную полость двухстворчатых моллюсков, иногда под панцири крабов. К этой группе относятся горчаки, некоторые пескари.

Некоторые рыбы приспособились к нересту в различных условиях. Например, в зависимости от условий среды такие рыбы, как рыбец, кутум, язь, могут откладывать икру на каменистом грунте и на растительности. Следовательно, они одновременно относятся к разным экологическим группам (литофильно-фитофильные рыбы). Судак может откладывать икру как на растительном субстрате, так и на песке – фитофильно-псаммофильная рыба. Язь в реках откладывает икру на каменистых и песчаных перекатах, из озер в одних случаях уходит для нереста в реки, а в других – мечет икру на растительный субстрат – затопленные паводком корневища, прошлогоднюю высохшую растительность.

Икринки, выметанные в разных экологических условиях, обладают рядом особенностей, которые способствуют их приспособляемости к среде. В толще воды развиваются плавающие, или пелагические, икринки, на дне или на субстрате – донные, или димерсальные. У пелагических икринок плавучесть обеспечивается оводнением желтка (97 %, у донных оводнение желтка составляет 60–76 %), увеличением перевителлинового пространства, наличием в желтке жировых капель (многие сельди, камбаловые) или образованием выростов, удерживающих личинку в толще воды (сайра). У чехони, проходных сельдей икринки полупелагические, они развиваются только там, где есть течение, в стоячей воде они тонут.

К морфологическим признакам икры относятся размер, форма, цвет, клейкость и строение оболочки. Они тесно связаны с плодовитостью и характером кладки икры.

Размер икры определяют с помощью линейки. Средний диаметр определяют по трем измерениям (по 10 икринок в каждом). По размеру икру делят на крупную – 5,0–6,5 мм (лосось, форель), среднюю – 2,5–4,9 мм (сиговые, щука, осетровые), мелкую – 2,5 мм и менее (сазан, лещ, судак). Наиболее плодовитые рыбы имеют мелкую икру, и наоборот. Размеры икринок некоторых видов рыб представлены в табл. 2.

Таблица 2. Размер икринок некоторых видов рыб

Вид рыбы	Размер икры, мм
Ручьевая форель	4,0–6,5
Карп	0,9–1,5
Линь	1,0–1,2
Чехонь	3,8–5,9
Судак	1,2–1,4
Щука	2,5–3,0
Песядь	1,2–1,5
Белый амур	5,0–6,0
Золотой карась	1,2–1,5
Пестрый толстолобик	4,1–4,6
Змееголов	1,8–2,1

Морфологические признаки икры имеют приспособительный характер. Большой диаметр икры обеспечивает высокую выживаемость, длительное существование за счет эндогенного питания.

Выметанные икринки у подавляющего большинства рыб шаровидные, но есть овальные (хамса), сигаровидные (ротан), каплевидные и цилиндрические.

Цвет икры связан с условиями дыхания и определяется наличием «дыхательных пигментов» желтовато-красных тонов, обычно каротиноидов. Икра пелагофильных рыб лишена желтоватого пигмента (вещества, обладающего способностью связывать кислород). Она бесцветна и прозрачна. Это делает икру менее заметной в воде.

По клейкости икра делится на сильноклеякую, приклеивающуюся на субстрат (осетровые, сиговые, все фитофилы и др.), слабоклеякую (лососи, откладывающие икру в нерестовые бугры) и неклеякую (пелагофилы). С характером кладки связано строение оболочек икры рыб.

Созревание яйцеклетки рыб происходит в особых мешочках – фолликулах, которые присоединяются к складкам стенки яичника. Яйца рыб имеют полярное строение: часть яйца, обращенная вверх, называется анимальным полюсом, обращенная вниз – вегетативным. Снаружи яйцо покрыто тремя оболочками, самая внутренняя из них – тонкий слой цитоплазмы. На анимальном полюсе он уплощается в виде зародышевого диска. В наружном слое цитоплазмы расположен слой кортикальных гранул. Под ним расположен слой пигментных зерен и многочисленных желточных включений. На анимальном полюсе яйца в центре зародышевого диска расположено ядро. Под зародышевым диском расположены гранулы желтка – жировые включения в форме одной или нескольких капель (рис. 1).

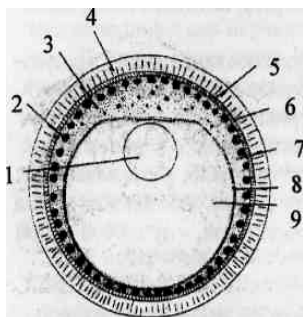


Рис. 1. Схема строения яйца окуня:
1 – жировая капля; 2 – кортикальные альвеолы;
3 – желточные включения; 4 – студенистая оболочка; 5 – зона радиата; 6 – плазматическая мембрана; 7 – поверхностный слой цитоплазмы;
8 – переходная зона на границе цитоплазма – желток; 9 – желток

Яйцевые оболочки рыб бывают: первичные, вторичные и третичные.

Первичная (или собственная) оболочка представляет собой уплотнение периферического слоя цитоплазмы ооцита. В первичной обо-

лочке наблюдается радиальная исчерченность, благодаря которой она приобрела название *zona radiata* – лучистая зона. Исчерченность обусловливается присутствием в первичной оболочке многочисленных пор, или канальцев, по которым в яйцо поступают питательные вещества.

Вторичная оболочка (хорион) образуется фолликулярными клетками. Фолликулярные клетки выполняют функцию проведения питательных веществ к яйцеклетке, соединяясь своими цитоплазматическими выростами с клетками первичной оболочки яйца (рис. 2).

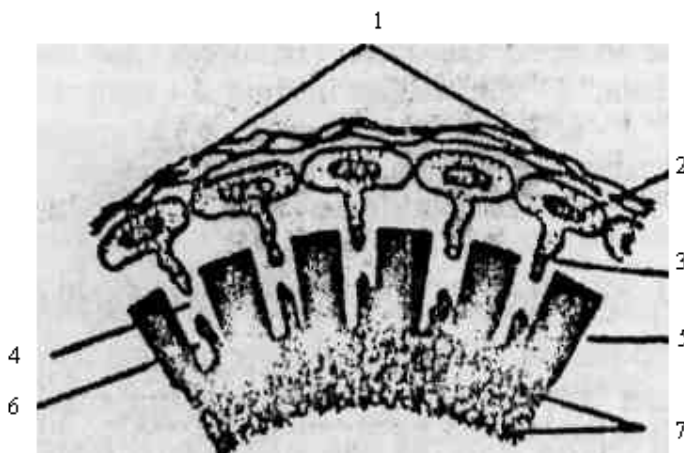


Рис. 2. Взаимосвязь между фолликулярными клетками и ооцитом:
 1 – соединительнотканная тека; 2 – фолликулярная клетка;
 3 – цитоплазматический вырост фолликулярной клетки; 4 – просвет радиального канальца; 5 – участок *zona radiata*; 6 – микроворсинка ооцита; 7 – желточные гранулы в поверхностном слое ооцита

Над радиально исчерченной оболочкой часто формируется еще одна оболочка, которая служит для прикрепления яиц к субстрату. У одних рыб она студенистая, у других рыб ворсинчатая, нитчатая, шиповатая, гребенчатая.

Третичные оболочки формируются уже после овуляции, в результате секреторной деятельности желез яйцевода, по которому продвигается яйцо (имеются только у пластиножаберных – акулы, скаты, химеры).

Строение яйцевых оболочек рыб тесно связано с экологией их нереста. Наиболее просто устроена оболочка у рыб, выметывающих

икру в толщу воды (чехонь, белый амур, белый толстолобик). Она представлена только одной первичной оболочкой – лучистой зоной (*zona radiata*) (рис. 3, а).

Сложнее построена оболочка у рыб с приклеивающейся икрой у литофилов и фитофилов. У многих поверх *zona radiata* имеется студенистая оболочка вторичного происхождения, она сравнительно тонкая у судака или очень толстая у окуня. В воде эта оболочка набухает и приклеивается к субстрату (рис. 3, б, в). У других рыб такую же функцию выполняет ворсинчатая оболочка тоже вторичного происхождения, например, у плотвы (рис. 3, з).

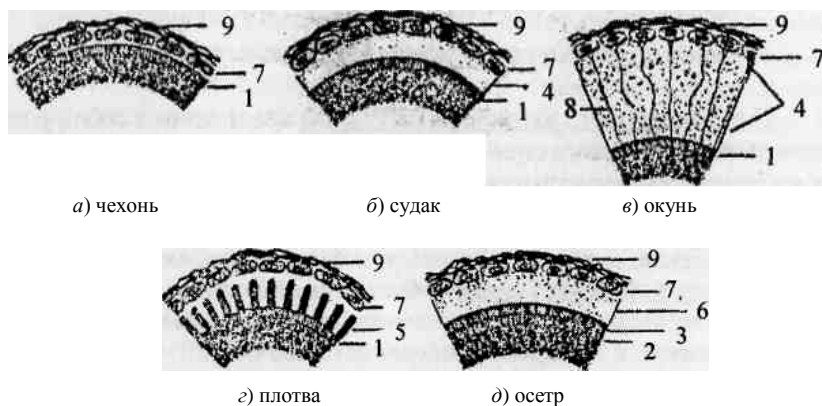


Рис. 3. Строение оболочек яйцеклеток различных рыб (по Иванову, 1956):
 1 – *zona radiata*; 2 – *zona radiata interna*; 3 – *zona radiata externa*; 4 – студенистая оболочка; 5 – ворсинчатая оболочка; 6 – студенисто-ворсинчатая оболочка;
 7 – фолликулярная оболочка; 8 – отросток фолликулярной клетки в студенистой оболочке окуня; 9 – соединительнотканная тека

Очень сложно устроены оболочки у осетровых (рис. 3, д). У них имеются две лучистые зоны – внутренняя и внешняя, а кроме того, вторичная студенисто-ворсинчатая оболочка, приклеивающаяся к субстрату. Существование двух лучистых зон связывают с амортизационными свойствами яйца, на которое может оказывать механические воздействия перекатывающаяся по дну галька.

К концу созревания яйца и формирования всех его оболочек формируется и микропиле. Микропиле представляет собой отверстие в оболочке, через которое впоследствии проникает сперматозоид. У костистых рыб имеется одно широкое воронкообразное микропиле,

расположенное на анимальном полюсе. Диаметр канала микропиле примерно соответствует диаметру головки сперматозоида того же вида (рис. 4, *а*).

У осетровых на анимальном полюсе имеется несколько микропиле, которые представляют собой узкие ходы, их диаметр также соответствует диаметру головки сперматозоида (рис. 4, *б*). У первых оплодотворение моноспермное, у вторых – полиспермное.

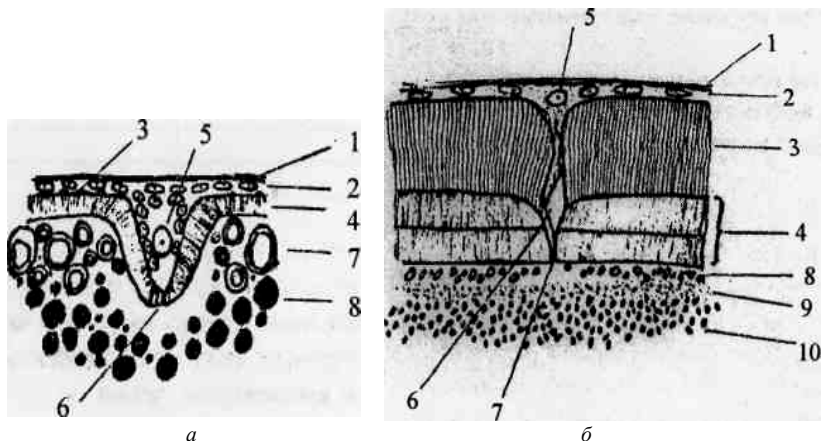


Рис. 4. Строение микропиле:

- а* – рыбец: 1 – соединительнотканная оболочка; 2 – фолликулярная оболочка; 3 – бугорки для приклеивания икры к субстрату; 4 – радиально исчерченная оболочка; 5 – клетка, отросток которой закрывает отверстие канала микропиле; 6 – канал микропиле; 7 – вакуоли; 8 – желток;
- б* – осетровые: 1 – соединительнотканная оболочка; 2 – фолликулярная оболочка; 3 – студенистый слой; 4 – двухслойная радиально исчерченная оболочка; 5 – клетка, закрывающая микропиле; 6 – ампула микропиле; 7 – канал микропиле; 8 – гранулы углеводной природы; 9 – пигментные гранулы; 10 – мелкозернистый желток

Также с характером кладки связаны и некоторые особенности структуры оболочек икры, а именно наличие на поверхности икринок рыб ворсинок, при помощи которых они прикрепляются к субстрату (рис. 5). Когда яйцо попадает в воду, наружная оболочка или выросты набухают, приобретают клейкость и являются приспособлением для прикрепления яйца к субстрату.

Изучая кладки икры рыб различных экологических групп, необходимо обратить внимание на особенности размещения икры и характер кладки.

При изучении морфологических признаков следует рассмотреть под биноклем фиксированные пробы икры осетровых, лососевых и карповых рыб и др.

Средний диаметр икры необходимо определить при помощи микрометра на основании трех промеров или промера линейкой десяти икринок, размещенных вдоль нее.

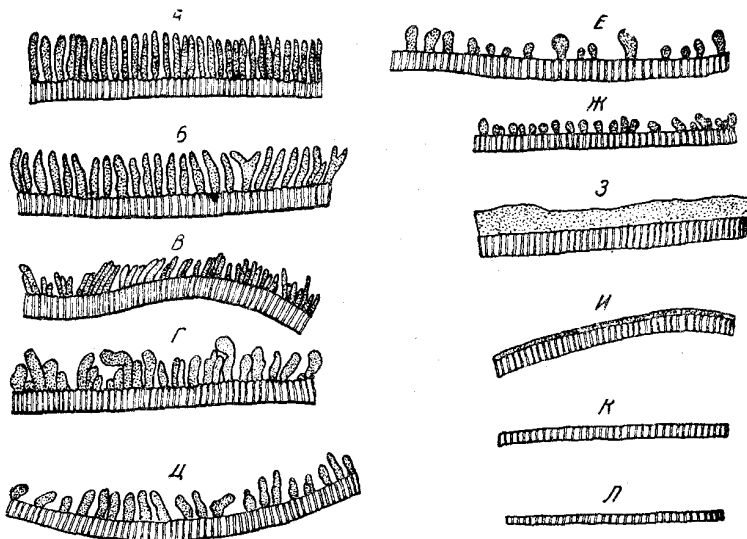


Рис. 5. Оболочка икры, срезы разных карповых рыб:
а – пескарь (через 5 мин после пребывания в воде); *б* – пескарь (через 3,5 ч после пребывания в воде); *в* – плотва; *г* – елец; *д* – язь;
е – подуст; *ж* – густера; *з* – карась; *и* – красноперка; *к* – храмуля; *л* – чехонь

Данные морфологических признаков икры необходимо свести в табл. 3.

Таблица 3. Морфологические признаки икры

Семейство, вид, рыба	Диаметр, мм	Форма	Цвет	Строение оболочек

Контрольные вопросы

1. На какие экологические группы разделил рыб С. Г. Крыжановский и исходя из каких признаков?

2. Назовите морфологические признаки икры.
3. Как определяется размер икры рыб?
4. Чем обусловлен желтоватый и оранжевый цвет икры?
5. Как классифицируется икра рыб по размеру и клейкости?
6. Опишите строение оболочки у разных видов рыб.

Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОВОДСТВА. РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД

Цель занятия: научиться определять эффективность рыбоводства различными методами.

Материал и оборудование: фотографии, рисунки, графики, таблицы.

Задание: 1) изучить методы определения эффективности работы промышленных предприятий по искусственному рыборазведению; 2) рассчитать эффективность рыбоводства методом мечения и расчетно-теоретическим методом по заданию, выданному преподавателем.

Эффективность работы предприятий по искусственному рыборазведению оценивается по количеству и качеству выпускаемой молоди рыб в естественные водоемы, величине промыслового возврата от этой молоди, а также по биологической выживаемости.

Биологическая выживаемость – это количество рыб, достигших половозрелости из выпущенного в водоем исходного материала. *Коэффициент биологического выживания* – это необходимое количество исходного материала (икры, личинок, молоди) для того, чтобы одна особь дожила до наступления половой зрелости.

Промысловый возврат – это количество рыбы, которое может быть выловлено через определенное число лет из имеющегося в данный момент исходного материала (икры, личинок, мальков) и выражается в процентах и коэффициентах.

Процент промыслового возврата показывает, какое количество рыб, выраженное в процентах, из имеющегося исходного материала может через определенное число лет вступить в промысел. Например, если промысловый возврат от молоди равен 3 %, то это означает, что из каждых 100 шт. молоди могут быть изъяты 3 промысловые особи. Если возврат от икры равен 0,01 %, то из 10 000 икринок в промысел вступит одна промысловая особь.

Коэффициент промыслового возврата показывает, какое количество исходного материала (икры, личинок, молоди) необходимо иметь, чтобы через определенное число лет в промысел вступила одна взрослая рыба.

Величина промыслового возврата от выпускаемой продукции может быть определена методом прямого учета выловленной рыбы, мечения молоди рыб и расчетно-теоретическим.

Метод прямого учета применяют в том случае, если рыбоводное предприятие выпускает в водоем молодь ценной промысловой рыбы, которая не может естественно размножаться в данном водоеме.

С помощью метода мечения изучают ареал распространения рыб, пути и сроки их миграций, рост и время созревания, а также численность популяций и интенсивность их эксплуатации промыслом, численность пополнения запасов, распределения производителей на нерестилищах, уровень выживания популяций и т. д.

Метят, как правило, не всю молодь, выпускаемую в водоем, а какую-то ее часть. Расчет же величины промыслового возврата выполняют в зависимости от количества выпущенной молоди рыб.

Пример 1. Если в каком-то году рыбоводное предприятие из 120 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 8 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 4 кг составил 240 шт., то величина промыслового возврата определяется следующим образом:

- 1) $120\ 000 / 8000 = 15$ раз;
- 2) $240 \cdot 15 = 3600$ экз.;
- 3) $(3600 \text{ шт.} \cdot 100 \%) / 120\ 000 \text{ шт.} = 3 \%$;
- 4) $120\ 000 / 3600 = 33,3$ экз.

Расчетно-теоретический метод применяют для установления величины промыслового возврата от мелкой молоди сазана, леща, судака, выращиваемой сотнями миллионов штук на рыбоводных предприятиях и выпускаемой в естественные водоемы, в которых обитает молодь тех же видов рыб от естественного размножения.

При расчете показателей промыслового возврата полупроходных рыб условно допускается, что их выживание до промысловых размеров от молоди, скатывающейся с естественных нерестилищ и выпускаемой из нерестово-выростных хозяйств (НВХ), одинаковое.

В основу расчетов положены результаты периодически проводимых исследований по определению эффективности использования площади НВХ полупроходными рыбами при посадке производителей и при свободном их пропуске через открытые шлюзы хозяйства. Исследования показали, что в условиях свободного пропуска рыб на нерест нерестово-выростная площадь (НВП) этих хозяйств превращается в обычные естественные нерестилища. Изоляция этой площади от проникновения посторонней ихтиофауны (густеры, красноперки, оку-

ня, уклеи, щуки и др.) и посадка на нерест определенного количества производителей ценных полупроходных рыб (сазана, леща, судака) повышают выход их молоди с каждого гектара в 10–16 раз.

Поэтому принято считать, что с каждой единицы площади естественных нерестилищ скатывается в среднем в 13 раз меньше молоди сазана, леща и судака, чем выпускают ее с единицы площади НВХ.

При такой эффективности НВХ общую их площадь можно эквивалентно приравнять по выходу молоди полупроходных рыб к соответствующей площади естественных нерестилищ.

Пример 2. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди сазана при следующих показателях:

площадь НВХ – 10 тыс. га;

площадь естественных нерестилищ – 400 тыс. га;

промысловый улов – 16 тыс. ц;

средняя промысловая масса одной особи – 2 кг;

количество выпускаемой молоди – 800 тыс. экз.

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

$$130 \cdot 100 / 530 = 24,5 \%,$$

а естественное:

$$400 \cdot 100 / 530 = 75,5 \%.$$

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

Известно, что воспроизводство из НВП составляет 24,5 %, поэтому величина улова за счет рыбоводной продукции из НВХ составит:

$$1\ 600\ 000 \cdot 24,5 / 100 = 392\ 000 \text{ кг};$$

количество выловленных особей массой 2 кг составит:

$$392\ 000 / 2 = 196\ 000 \text{ экз.};$$

процент промыслового возврата равен:

$$196\ 000 \cdot 100 / 800\ 000 = 24,5 \%;$$

коэффициент промыслового возврата составит:

$$800\ 000 / 196\ 000 = 4,08.$$

Задания для расчетов

1. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди сазана при следующих показателях: площадь НВХ – 1 тыс. га; площадь естественных нерестилищ – 20 тыс. га; промысловый улов – 0,6 тыс. ц; средняя промысловая масса одной особи – 2 кг; количество выпускаемой молоди – 50 тыс. шт.

2. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди сазана при следующих показателях: площадь НВХ – 7 тыс. га; площадь естественных нерестилищ – 300 тыс. га; промысловый улов – 10 тыс. ц; средняя промысловая масса одной особи – 2 кг; количество выпускаемой молоди – 500 тыс. шт.

3. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди леща при следующих показателях: площадь НВХ – 500 га; площадь естественных нерестилищ – 10 тыс. га; промысловый улов – 5 тыс. ц; средняя промысловая масса одной особи – 1 кг; количество выпускаемой молоди – 700 тыс. шт.

4. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди леща при следующих показателях: площадь НВХ – 300 га; площадь естественных нерестилищ – 5 тыс. га; промысловый улов – 3 тыс. ц; средняя промысловая масса одной особи – 1 кг; количество выпускаемой молоди – 400 тыс. шт.

5. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди леща при следующих показателях: площадь НВХ – 250 га; площадь естественных нерестилищ – 3 тыс. га; промысловый улов – 2 тыс. ц; средняя промысловая масса одной особи – 1 кг; количество выпускаемой молоди – 200 тыс. шт.

6. Рассчитать показатели промыслового возврата от молоди сазана при следующих показателях: площадь НВХ – 1 тыс. га; площадь естественных нерестилищ – 50 тыс. га; промысловый улов – 2 тыс. ц; средняя промысловая масса одной особи – 2 кг; количество выпускаемой молоди – 200 тыс. шт.

7. Рыбоводное предприятие из 220 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 15 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 4 кг составил 200 шт. Рассчитать показатели промыслового возврата.

8. Рыбоводное предприятие из 350 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 20 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 4 кг составил 500 шт. Рассчитать показатели промыслового возврата.

9. Рыбоводное предприятие из 100 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 5 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 3 кг, составил 100 шт. Рассчитать показатели промыслового возврата.

10. Рыбоводное предприятие из 400 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 20 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 4 кг составил 300 шт. Рассчитать показатели промыслового возврата.

11. Рыбоводное предприятие из 80 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 6 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 4 кг составил 150 шт. Рассчитать показатели промыслового возврата.

12. Рыбоводное предприятие из 50 тыс. шт. выпущенной молоди пометило 5 тыс. шт., а возврат меток от этого поколения средней промысловой массой 2 кг составил 50 шт. Рассчитать показатели промыслового возврата.

Контрольные вопросы

1. Что такое промысловый возврат?
2. Что показывают процент и коэффициент промыслового возврата?
3. Назовите методы определения промыслового возврата.
4. В чем заключается сущность метода мечения при определении промыслового возврата?
5. Когда применяется расчетно-теоретический метод для определения промыслового возврата? Охарактеризуйте его.

Тема 4. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ РЫБОВОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ

Цель занятия: научиться определять производственную мощность рыбоводных предприятий по выращиванию ценных видов рыб.

Материал и оборудование: таблицы, методические указания.

Задание: 1) рассчитать площадь НВХ по заданию, выданному преподавателем; 2) рассчитать мощность рыбоводного завода по воспроизводству молоди ценных видов рыб по заданию, выданному преподавателем.

Предприятия по воспроизводству рыбных запасов выращивают молодь ценных промысловых рыб до более жизнестойких стадий и выпускают в естественные водоемы для восстановления и сохранения

видового разнообразия рыб, а также для увеличения промысловых запасов. По характеру технологии выращивания молоди эти предприятия делят на следующие группы: рыбоводные заводы, нерестово-выростные хозяйства и рыбопитомники.

В НВХ выращивают молодь полупроходных и туводных рыб для выпуска ее в естественные водоемы.

Площадь участка определяют исходя из типа рыбоводного предприятия и его мощности. Мощность рыбоводного предприятия рассчитывают исходя из планируемого вылова.

Расчет производственной мощности нерестово-выростного хозяйства рассмотрим на следующем примере.

Пример 1. Рассчитать площадь НВХ (естественный нерест), количество необходимых производителей, количество выпускаемой молоди леща для обеспечения промыслового возврата 100 ц рыбы средней массой 0,8 кг.

Для расчета будем использовать рыбоводно-биологические нормативы, представленные в табл. 4.

Таблица 4. Рыбоводно-биологические нормативы для расчетов

Показатель	Норматив
Масса выпускаемой молоди, г	0,3
Промысловый возврат, %	0,6
Выход покатной молоди с 1 га выростного пруда, тыс. шт/га	100
Выход молоди от одного гнезда, тыс. шт.	10
Средняя масса производителей, кг	0,8
Резерв производителей, %	10
Посадка гнезд на 1 га нерестово-выростной площади, шт.	10
Соотношение самок и самцов в гнезде	1:1

1. Определяем количество рыб, составляющих промысловый возврат 100 ц: $10\ 000 / 0,8 = 12\ 500$ экз.

2. Определяем количество молоди (в данном примере массой 0,3 г), которое надо выпустить в водоем для получения промыслового возврата 12 500 рыб массой 0,8 кг: $12\ 500 \cdot 100 / 0,6 = 4\ 166\ 167$ экз.

3. Определяем количество гнезд, если выход молоди от одного гнезда составляет 10 тыс. шт.: $4\ 166\ 167 / 10\ 000 = 417$ гнезд. При соотношении самок и самцов в гнезде 1:1 потребуется 417 самок и 417 самцов. С учетом резерва необходимо будет заготавливать 459 самок и 459 самцов.

4. Определяем нерестово-выростную площадь, зная, что выход покатной молоди составляет 100 тыс. шт/га: $4\ 166\ 167 / 100\ 000 = 41,7$ га.

Таким образом, для обеспечения промыслового стада леща 100 ц нам потребуется площадь нерестово-выростного водоема 41,7 га.

При расчете мощности рыбоводного завода по воспроизводству молоди ценных видов рыб, исходя из данных задания, необходимо путем последовательных расчетов определить для каждого звена технологического процесса соответствующее количество рыбоводной продукции (молоди, мальков, личинок, предличинок, икры). В итоге рассчитывается число производителей рыб, необходимое заводу для обеспечения выполнения задания.

Пример 2. Определить мощность рыбоводного завода по искусственному воспроизводству кумжи для зарыбления реки Виляя при следующих условиях: масса выпускаемой молоди – 0,25 г; процент промыслового возврата – 0,5 %. Необходимо обеспечить промысловый возврат 0,6 тыс. экз.

Для выполнения рыбоводных расчетов используем рыбоводно-биологические нормативы, приведенные в табл. 5.

Таблица 5. Биотехнические нормативы по воспроизводству кумжи

Наименование норматива	Значение
1. Плотность посадки производителей при кратковременном выдерживании перед нерестом в садках и бассейнах, кг/м ³	40–50
2. Рабочая плодовитость, тыс. шт.	5
3. Оплодотворяемость, %	95
4. Плотность размещения икры с учетом выдерживания и подращивания личинок, тыс. шт/м ²	10–12
5. Расход воды, л/мин:	
на 10 тыс. икринок	2–3
на 10 тыс. предличинок	3–4
на 10 тыс. личинок	5–8
на 10 тыс. мальков	8–10
6. Выживаемость за период, %:	
инкубации икры	90–95
выдерживания предличинок	90–95
подращивания молоди до массы 0,25 г	80–85
7. Средняя масса, мг:	
икры	80
предличинок	120–140
личинок	130–150
мальков	210–300
8. Плотность посадки мальков для подращивания молоди, тыс. шт/м ²	2,2–2,5
9. Плотность посадки производителей на выдерживание в деревянных плавучих садках, кг/м ³	50

1. Определяем количество молоди (в данном примере массой 0,25 г), которое завод должен вырастить и выпустить для целей намеченного масштаба воспроизводства ($600 \cdot 100 / 0,5 = 120\ 000$ экз.).

2. Выход молоди от личинок массой 0,25 г составляет 80 %, следовательно, нам необходимо получить 150 500 молоди, перешедшей на активное питание ($120\ 000 \cdot 100 / 80 = 150\ 500$ экз.).

3. Выживание личинок за период выдерживания составляет 90 %, значит, необходимо посадить на выдерживание в лотки 166 167 предличинок ($150\ 500 \cdot 100 / 90 = 166\ 167$ шт.).

4. Отход икры за период инкубации в лотковых аппаратах составляет 10 %, следовательно, заводу потребуется ежегодно инкубировать 976 563 оплодотворенные икринки ($166\ 167 \cdot 100 / 90 = 184\ 630$ шт.).

5. Оплодотворяемость икринок кумжи составляет 95 %. В связи с этим завод ежегодно должен получать от самок кумжи 194 347 шт. икринок для ее оплодотворения и закладки на инкубацию ($184\ 630 \cdot 100 / 95 = 194\ 347$ шт.).

6. Рабочая плодовитость самок кумжи составляет 5 тыс. икринок, значит, заводу потребуется 39 самок ($194\ 347 / 5\ 000 = 39$ экз.).

7. Учитывая, что выживаемость производителей кумжи за период выдерживания составляет 95 %, рыбоводному предприятию потребуется ежегодно заготавливать 41 самку ($39 \cdot 100 / 95 = 41$ экз.).

8. Использование кумжи в рыбоводных целях предусматривает соотношение самок и самцов 1:1. Таким образом, потребность в самцах составит 41 экз., а общее количество производителей – 82 экз.

Расчет потребного количества оборудования следует проводить исходя из необходимого количества производителей, молоди, личинок, икры и принятых нормативов плотности посадки или загрузки в соответствующие рыбоводные емкости.

Для доставки производителей к пункту сбора икры следует определить транспортные средства и емкости (прорези, живорыбные машины, брезентовые чаны и др.). Затем определяют их количество исходя из плотности посадки в соответствующие транспортные средства и емкости, принятой для данного вида рыбы.

Доставленных на предприятие производителей помещают на выдерживание в садки. Исходя из норм плотности посадки на единицу площади или в целом на емкость принятой конструкции для данного вида рыб, определяют необходимое количество садков.

Затем необходимо рассчитать потребное количество аппаратов для инкубации всей икры с учетом нормы загрузки для икры данного вида рыбы.

Аппараты, используемые для инкубации икры некоторых рыб, одновременно могут служить для выдерживания и подращивания их личинок. Также выдерживание предличинок можно производить в питомниках, лотках и другом оборудовании. Исходя из плотности посадки рассчитывается количество емкостей для выдерживания предличинок. Аналогично рассчитывается количество емкостей для подращивания молоди.

В данном примере расчет оборудования начнем с емкостей для выдерживания производителей.

1. Для раздельного выдерживания производителей используем деревянные плавучие садки размером $2 \times 1,5 \times 1,5$ м. Для самцов и самок используем по одному садку ($41 \cdot 2,5 / 50 = 2,05 \text{ м}^3$).

2. Рассчитаем требуемое количество аппаратов для инкубации полученной икры. По проведенным расчетам рыбоводному предприятию потребуется 194 347 икринок заложить на инкубацию в лотковый аппарат. Лоток для инкубации и выдерживания икры имеет размер $4,07 \times 0,58 \times 0,18$ м, площадь $2,36 \text{ м}^2$. Следовательно, нам необходимо иметь 7 аппаратов ($194\,347 / 12\,000 = 16,2 \text{ м}^2$; $16,2 / 2,36 = 7$).

3. На данном рыбоводном предприятии выдерживание предличинок и подращивание личинок проводят в этих же лотках.

4. Для подращивания молоди до массы 0,25 г используют данные лотки, но при разреженной плотности посадки. Значит, нам необходимо иметь всего 26 лотков ($150\,500 / 2\,500 = 60,2 \text{ м}^2$; $60,2 / 2,36 = 26$).

Таким образом, рыбоводному предприятию понадобится: 26 лотков площадью $2,36 \text{ м}^2$ для инкубации икры, выдерживания предличинок и подращивания молоди, так как подращивание молоди будет происходить в тех же емкостях, что и выдерживание предличинок, только при уменьшении плотности посадки.

Затем определяем количество транспортных емкостей исходя из плотности посадки, принятой для молоди данного вида рыбы.

5. На данном рыбоводном предприятии выпуск молоди планируется проводить недалеко от предприятия, поэтому транспортировка будет непродолжительной (до 2 ч). Транспортировку молоди планируется проводить в полиэтиленовых пакетах при плотности 0,3 кг на стандартный 40-литровый пакет. Следовательно, предприятию потребуется 750 пакетов ($(120\,000 \cdot 0,25 / 1000) / 0,3 = 100$). Пакеты могут использоваться многократно. Пакеты к месту выпуска доставляются автотранспортом.

Контрольные вопросы

1. Исходя из чего определяют площадь участка для рыбоводного предприятия?
2. Как определяется мощность рыбоводного предприятия?
3. Как определяется количество транспортных емкостей?

Тема 5. КАЧЕСТВО ВОДЫ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ

Цель занятия: ознакомиться и изучить требования к качеству воды на рыбоводных предприятиях по воспроизводству молоди ценных видов рыб.

Материал и оборудование: фотографии, рисунки, графики, таблицы.

Задание: 1) изучить и законспектировать требования к качеству воды; 2) усвоить способы улучшения качества воды; 3) научиться рассчитывать необходимое количество воды для рыбоводных предприятий.

Вода на рыбоводных предприятиях должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Температура воды должна соответствовать видовому составу разводимых промысловых рыб на различных этапах их развития. Это требование является одним из основных при проектировании рыбоводных заводов и хозяйств. Предусматриваемый в проекте технологический процесс разведения того или иного вида рыб должен осуществляться во всех его звеньях (выдерживание производителей, инкубация икры, содержание личинок, выращивание молоди) при определенном температурном режиме (табл. 6).

Так, на заводах по разведению лососевых рыб инкубация икры проходит в осенне-зимний период при низких температурах (10–0,1 °С), а выращивание их молоди в весенне-летний период осуществляют при температуре не выше 16 °С. На заводах и в хозяйствах по разведению осетровых, карповых и окуневых рыб температура воды в летнее время не должна превышать 25–28 °С.

2. Вода должна быть свободна от взвешенных веществ, так как они оседают в бассейнах и аппаратах. При этом взвешенные вещества загрязняют икру, а легкоокисляющиеся из них влияют отрицательно на содержание кислорода в воде.

Таблица 6. Допустимые колебания температуры при выращивании рыб на рыбоводных заводах и в хозяйствах, °С

Вид рыбы	Технологический процесс						
	Выдерживание производителей	Инкубация икры	Содержание предличинок	Подращивание личинок	Выращивание молоди		
					сеголетков	2-, 3-летков	1-, 2-, 3-годовиков
Лососевые:							
семга	6–14	0,1–6*	5–12	6–12	8–15	6–15	0,1–6
балтийский лосось	6–14	1–6	5–7	7–12	10–15	6–15	1–6
черноморский лосось	6–14	3–5	5–7	6–12	7–15	6–15	3–5
горбуша	–	10–0,3	0,3–3	6–8	–	–	–
белорыбца	0,2–16	0,1–6	4–6	–	8–16**	–	–
сиговые	2–6	3–0,1	3–5	5–7	8–16	–	–
Осетровые:							
белуга	2–4	8–16	9–16	12–18	12–25	–	–
осетр	4–19	11–21	12–21	14–22	14–26	–	–
севрюга	4–23	15–23	15–23	16–24	16–27	–	–
Проходные карповые:							
рыбец	12–25	16–21	17–23	–	15–26	–	–
шемаля	12–25	16–21	17–23	–	15–26	–	–
кутум	–	15–22	16–24	–	15–28	–	–
Полупроходные рыбы:							
сазан	–	16–23	–	–	16–28	–	–
лещ	–	16–20	–	–	16–28	–	–
судак	1,3–6***	10–16	11–18****	–	11–25	–	–

* Для ускорения развития эмбрионов икру лосося после оплодотворения необходимо инкубировать в течение 35–40 суток при температуре 4,5–5,0 °С, создаваемой автоматическим терморегулятором.

** При выращивании молоди белорыбцы и сиговых в прудах температура воды может быть несколько выше 16 °С.

*** При осенне-зимнем выдерживании производителей судака в зимовальных прудах.

**** При инкубации икры судака в морсильной камере Войнаровича.

3. Вода не должна иметь посторонних запахов, привкусов, окраски. Недопустимо присутствие в воде свободного хлора, сероводорода, метана и других веществ, губительно действующих на взрослых рыб, их икру и молодь.

Вода должна быть тщательно проверена на возможное присутствие в ней ядовитых веществ, которые могут поступать в источник водоснабжения с сельскохозяйственных полей и промысловых предприятий.

4. Вода не должна быть источником заболеваний для разводимых рыб.

В месте намечаемого рыбоводного предприятия необходимо тщательно исследовать температурный режим водоема, количество взвешенных веществ в воде и их характер.

Показатели качества воды источника водоснабжения должны быть отражены в проекте в минимальных, максимальных и средних значениях по отдельным месяцам и сезонам года. Если будет установлено низкое содержание кислорода в источнике водоснабжения, то необходимо выяснить причины данного явления. Одной из причин может быть поступление в реку ключевых вод, которые бедны растворимым кислородом. Тогда в проекте необходимо предусмотреть обогащение воды кислородом путем аэрации. Однако низкое содержание кислорода в водоисточнике может быть обусловлено высоким содержанием легкоокисляющихся органических или минеральных соединений, которые отнимают кислород. В этом случае необходимо предусматривать двойную аэрацию. Первая будет предназначена для окисления указанных соединений и удаления их из толщи воды, а вторая – для обогащения воды кислородом.

Этот способ улучшения качества воды эффективен даже в том случае, если в воде, поступающей на рыбоводное предприятие, достаточно высокое содержание закисного железа, находящегося в виде двууглекислой соли. При окислении эта соль переходит в гидрат окиси железа, который выпадает в осадок. Образование хлопьевидного осадка железа в инкубационных аппаратах, рыбоводных садках и бассейнах приводит к тому, что резко снижается содержание растворенного кислорода в воде, им покрывается поверхность оболочки икринок и забиваются жабры рыб. Все это негативно отражается на дыхании икры, личинок, молоди и взрослых рыб. Проводя первую аэрацию такой воды и пропуская ее через отстойник, ускоряют процесс окисления закисных солей и осаждения гидрата окиси железа. После осаждения воду аэрируют еще раз, а затем подают на рыбоводное предприятие.

Если в источнике водоснабжения присутствуют в значительном количестве взвешенные вещества, то в проекте должен быть предусмотрен конкретный способ удаления их из воды.

Очищать воду от взвешенных веществ на рыбоводных предприятиях можно различными способами. Быстро осаждающиеся взвешенные вещества удаляют из воды в отстойниках, а осаждающиеся – медленно с помощью фильтров. Неблагоприятная для того или иного этапа биотехнического процесса разведения рыб температура источника воды может быть отрегулирована одним из следующих способов.

1. Использование речной воды и грунтовых вод в качестве источников водоснабжения рыбоводного предприятия.

Исходя из требуемой предприятию температуры воды на каждом этапе биотехнологического процесса рыборазведения и учитывая разность температур двух указанных водоисточников в различные сезоны года, можно составить календарный график подачи одной лишь речной воды или только грунтовых вод, или смеси этих вод в определенном объеме, создавая тем самым благоприятный температурный режим для инкубации икры, содержания личинок и выращивания молоди рыб. Такой способ особенно важен для лососевых рыбоводных заводов.

2. Осенью и зимой температура воды может быть понижена путем ее пропуска по открытым каналам и лоткам, в которых она будет охлаждаться под влиянием холодного воздуха. Летом температура может быть повышена при ее резервировании в специально построенных для этой цели бассейнах или прудах, соответствующей площади, в которых она будет нагреваться под воздействием тепла атмосферного воздуха.

3. Автоматическое терморегулирование воды при помощи специальных установок, которые обеспечивают понижение или повышение ее температуры до заданных параметров. Этот способ регуляции температуры на рыбоводных предприятиях применяется при резервировании и выдерживании производителей осетровых и белорыбицы в бассейнах, а также при инкубации икры атлантического лосося и кумжи.

Потребность рыбоводного предприятия в необходимом количестве воды определяется водохозяйственными расчетами, выполняемыми на основе данных инженерных изысканий. Она зависит от типа рыбоводного предприятия, его мощности, сезона года и принятой схемы использования воды. Производимыми рыбохозяйственными расчетами устанавливают потребность проектируемого рыбоводного предприятия

тия в воде и показывают возможность обеспечения этой потребности водоисточником.

При проектировании рыбоводного завода сначала рассчитывают расход воды по цехам, а затем определяется общий ее расход по дням каждого месяца года.

При этом исходными данными являются нормы водоснабжения бассейнов и садков в цехе выдерживания производителей рыб, аппаратов в инкубационном цехе, лотков и бассейнов в цехе выращивания молоди рыб, количество указанных рыбоводных емкостей, принятая схема использования воды (однократная или многократная) и график рыбоводных работ по каждому цеху.

При однократном использовании воды, т. е. когда в каждый аппарат поступает свежая вода, в дальнейшем неиспользуемая, расход воды на заводе будет находиться в прямой зависимости от количества аппаратов. Однако вытекающая из аппаратов вода сохраняет удовлетворительные качества и может быть использована для питания двух, трех и более линий аппаратов, расположенных по вертикали на различной высоте. Вторичное использование воды возможно также в бассейнах для выдерживания личинок, разведения живого корма и других установок. При многократном использовании расход ее сокращается.

Для водоснабжения НВХ можно использовать реки, каналы, озера, водохранилища, обеспечивающие необходимый расход и качество воды (табл. 7).

Таблица 7. Нормативы для качества воды в нерестово-выростном хозяйстве при выращивании молоди полупроходных рыб

Показатель	Вид рыбы				Примечание
	Лещ		Судак		
	Норма	Допустимое значение	Норма	Допустимое значение	
1	2	3	4	5	6
Кислород, мг/л	5–6	4	6–8	5–9	
Свободная углекислота, мг/л	10	30	10	10	
Сероводород, мг/л	Отсутствие				
Аммиак, мг/л	0,01–0,07	0,1	0,01–0,05	0,07	Ядовит при pH 8,5–9,0
Аммонийный азот, мг N/л	1	2,5	0,2–0,5	1	Ядовит при pH 8,0
Нитриты, мг N/л	0,2	0,3	0,05	0,2	
Нитраты, мг N/л	0,2–1	3	0,5	1	
Фосфаты, мг P/л	0,2–0,5	2	0,05		

1	2	3	4	5	6
Бихроматная окисляемость, мг O ₂ /л	35–70	100	20–45	60	
Перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л	10–15	30	6–10	15	
БПК ₅ , мг O ₂ /л	4–9	15	2–5	8	
Щелочность, мг·экв/л	1,5–3	0,5			
Гидрокарбонаты, мг/л	60–120	30–200			
Хлориды, мг/л	25–40	200–300			
Сульфаты, мг/л	10–30	100–1000			
Жесткость, мг·экв/л	1,5–7				
Железо общее, мг/л	2				
Железо закисное, мг/л	0,2				

Контрольные вопросы

1. Каким требованиям должна удовлетворять вода на рыбоводных предприятиях?
2. Способы улучшения качества воды.
3. В каких случаях применяется двойная аэрация и в чем состоит ее сущность?
4. Как рассчитать необходимое количество воды на рыбоводных предприятиях?
5. Каковы причины низкого содержания растворенного в воде кислорода в источнике водоснабжения?
6. От чего зависит потребность рыбоводного предприятия в необходимом количестве воды?

Тема 6. КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ. РАСЧЕТ РАСХОДА ВОДЫ В БАССЕЙНАХ

Цель занятия: изучить оборудование для выдерживания производителей рыб и методику расчета расхода воды в бассейнах.

Материал и оборудование: плакаты, фотографии.

Задание: 1) изучить назначение и конструкцию садков, бассейнов, прудов для выдерживания производителей; 2) законспектировать и зарисовать основные конструктивные особенности садков, бассейнов, их размеры, норму посадки, водообмен; 3) определить расход воды в бассейне в соответствии с индивидуальным заданием.

Производителей до созревания половых клеток выдерживают в садках, бассейнах, прудах, где создаются условия, близкие к естественным. Применяемые для производителей садки делятся:

- 1) на естественные, или русловые (отгороженные участки рек);
- 2) искусственные: стационарные береговые; переносные, или плавучие.

Для длительного выдерживания (сроком до 2 месяцев и более) наиболее эффективно применение естественных садков. Такие садки устраиваются путем отгораживания участков русла реки или ручья (русловые садки) с гравийным или песчаным дном и хорошей проточностью. Глубина в таком садке должна быть для балтийского лосося 0,5–1,2 м, для семги 0,5–3,0 м. Высота заграждений в русловых садках должна превышать уровень воды на 1,5–2,0 м (для предотвращения выпрыгивания производителей и в случае повышения уровня воды в реке).

Плотность посадки атлантического лосося в русловых садках зависит от продолжительности выдерживания. При выдерживании лососей зимой плотность посадки составляет 2–4 кг массы рыбы на 1 м³ воды. При выдерживании производителей до одного месяца плотность посадки значительно выше: 5–6 атлантических лососей на 1 м² площади садка, для кеты – 10 шт/м², горбуши и семги – 10–15 шт/м².

Искусственные садки могут быть передвижные и стационарные. Стационарные садки бывают различного типа:

- земляные;
- деревянные;
- бетонные (бассейны).

Земляные садки могут быть копаные или насыпные в виде небольших прудов или канала, разделенного на отдельные участки стенками.

При устройстве бетонных бассейнов откосы их должны быть гладкими, исключая травмирование производителей.

В качестве стационарных садков могут быть использованы магистральные водоподающие каналы.

Для кратковременного выдерживания удобнее применять деревянные плавучие садки длиной 2–4 м, шириной 1,5–2,0 м, высотой 1,5–2,0 м, изготовленные из закругленных реек с крышками, имеющими откидной люк. Такие садки разделены на два отсека, что облегчает работу при проверке производителей. Устанавливают плавучие садки на течении при помощи кольев. Плотность посадки производителей при температуре ниже 10 °С может составлять до 50 кг/м³. При кратковременном выдерживании самок и самцов помещают в садки раздельно.

В большинстве хозяйств производителей сиговых рыб выдерживают в открытых земляных и бетонных садках, что снижает их выживаемость. С наступлением низких температур при осмотре производителей часто наблюдаются обмерзание плавников, повреждение чешуйчатого покрова и жабр, что ведет к повышенному отходу. Поэтому используют различные способы утепления садков.

Крытый утепленный русловой садок. В качестве утеплителя использован каркас из стали и стекла длиной 32 м и шириной 12 м, который полностью покрывает садок. Общая площадь надстройки – 240 м². Внутри каркаса садка созданы более благоприятные, чем в открытых садках, условия для работы рыбоводов. При температуре воздуха вне конструкции –20 °С внутри помещения под каркасом температура воздуха не понижалась менее –3 °С. В результате производительность труда рыбоводов увеличивается в 2–3 раза. Отход производителей во время выдерживания снижается на 0,8 %.

Биотехника выдерживания производителей сиговых в садках сводится к следующему. 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 устанавливаются 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, а самок – в верхние.

Вода в бассейны поступает осветленная, предварительно пропущенная через отстойник и напорные фильтры. С помощью циркуляционных насосов в бассейнах создаются различные скорости течения: 0,5 м/с на притоке и 0,15 м/с на сбросе воды из бассейнов. Водообмен постоянный. Вода насыщается кислородом с помощью воздушного компрессора. Летом с помощью холодильной установки в бассейнах поддерживается постоянная температура воды 15–16 °С. Для уменьшения отхода производителей вода, поступающая в бассейны, предварительно пропускается через бактерицидные установки, а также применяется антипаразитарная обработка производителей.

Для выдерживания производителей **рыбца** применяют стационарные садки, к которым примыкают по три нерестовые канавы (рис. 6). Садки земляные, длина их составляет 35 м, ширина – 12 м, площадь

без канав – 420 м². Нерестовые каналы длиной по 25 м имеют трапецидальное сечение. Дно и откосы канав имеют уклон в сторону садка, ширина канавы по дну – 80 см. Глубина наполнения водой верхней части канав равна 15 см, нижней – 40–45 см. Канава имеет 4 перепада и разделена съемными решетками на 5 отсеков. Расход воды – 60 л/с, скорость течения – 0,5 м/с.

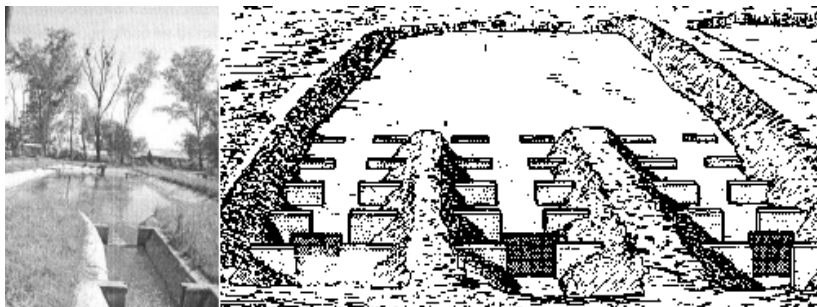


Рис. 6. Садок для выдерживания производителей рыбка

Перед посадкой производителей садки готовят и размещают по садкам кормовые столики (200–250 рыб в расчете на 1 столик). Плотность посадки в садки составляет до 5 производителей на 1 м² садковой площади. Кормление рыбка в садках различными кормовыми смесями приводит к повышению жизнестойкости производителей и увеличению числа зрелых самок.

Кормление рыбка начинают проводить с конца апреля при температуре воды 10–12 °С. Суточный рацион в начале кормления составляет 1 % от массы рыбы. Затем дозу корма увеличивают до 6–8 % от массы тела рыбы. При наступлении нерестовых температур (14–25 °С) производители рыбка по мере созревания гонад заходят из садков в нерестовые каналы. Здесь производителей вылавливают, у зрелых берут икру и сперму, а затем отсаживают в садок для получения следующей порции половых клеток. Такой способ получения зрелых производителей применяют при заводском методе воспроизводства, при воспроизводстве по методу нерестово-выростных хозяйств зашедшие в каналы производители нерестятся в них и молодь выращивается в естественных водоемах значительной площади.

Для выдерживания производителей **осетровых** применяют:

- 1) береговые отсадочные хозяйства;
- 2) бассейны Б. Н. Казанского;

- 3) садки куринского типа;
- 4) модернизированные садки куринского типа.

Береговое отсадочное хозяйство Казанского (рис. 7) состоит из земляных прудов длительного раздельного содержания самок и самцов и бетонных бассейнов для кратковременного их содержания после гипофизарных инъекций.

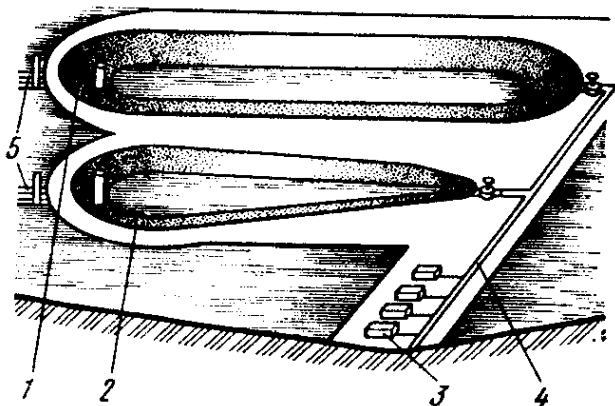


Рис. 7. Береговое отсадочное хозяйство Казанского (волжского типа):
 1 – пруд для самцов; 2 – пруд для самок; 3 – садки-бассейны;
 4 – водопадающая труба; 5 – водосборные каналы

Земляные пруды состоят из двух частей: основной, имеющей глубину до 2,5 м, и более мелкой части глубиной 0,15–1,0 м. В основной части с большими глубинами условия приближаются к режиму зимовальных ям. В мелкой части пруда создаются условия, имитирующие подход к нерестовому плесу.

Размер пруда для самок: длина – 130 м (расширенная часть – 100 м, а суженная – 30 м), ширина в расширенной части – 20–25 м и 4–6 м – в суженной. Дно расширенного участка земляное, суженного – вымощено мелким гладким булыжником. На месте стыка расширенной и суженной частей рассыпана галька.

Самцов содержат в прудах более простой конструкции. Эти пруды не имеют суженной части. Длина пруда для самцов – 120 м, ширина по дну – 5 м, глубина – 2,5 м, уклон откоса – 1:3.

Водоснабжение прудов механическое. Водовыпуск трубчатый, водоспуск донный. Постоянный расход воды составляет 30 л/с.

Бетонные бассейны имеют длину 3 м, ширину – 1,5 м, глубину – 1,0–1,2 м. Дно уложено гладким булыжником, водоснабжение независимое. Бассейны имеют общий навес. Размещается береговое отсадочное хозяйство рядом с рекой.

Бассейн Казанского предназначен для задержки производителей осетровых в преднерестовом состоянии при низких температурах с целью получения зрелых половых клеток в удобное время вплоть до середины лета.

Бассейн бетонный овальной формы, длиной 5 м, шириной 2,5 м, глубиной 1 м. Дно имеет небольшой уклон от стенок к центральному стоку. Бассейн оборудован двумя флейтами и побудителем придонного течения. В системе водоснабжения имеются холодильная установка и подогревающее устройство. Нормы посадки производителей осетра и севрюги на длительное выдерживание: 10 самок или 15 самцов для осетра, 15 самок или 20 самцов для севрюги.

Садок куринского типа предназначен для кратковременного выдерживания производителей осетровых. Представляет собой земляной водоем размером в плане 100×14×1,2 м, разделенный на три отсека бетонными перегородками с проемами, в которых установлены шандоры для регулирования водообмена и пересадки производителей из отсека в отсек. Дно отсека покрыто галькой, а откосы выложены булыжником. Первый отсек расположен в верхней части садка. В этом отсеке имеются двойная водоподача (водопровод и флейта) и самостоятельный спуск воды. Наполнение и спуск воды производятся за 15 мин, что позволяет быстро приспускать уровень воды для проверки созревания производителей. Над отсеком устанавливается навес.

Второй отсек размещен в средней части садка, водоснабжение и водоспуск зависимые. Третий отсек (самый большой) находится в нижней части садка. Постоянный расход воды в садке – 30 л/с. Двойное водоснабжение садка из отстойника и из реки позволяет регулировать температуру воды в садке, что дает возможность начинать рыбоводные работы в более ранние сроки. Доставленных на рыбоводный завод самок и самцов содержат вместе в третьем отсеке садка до наступления нерестовых температур, после чего самцов отсаживают во второй отсек. Затем делают необходимому количеству самок и самцов, размещенных в третьем и втором отсеках, гипофизарные инъекции и сажают их вместе в первый отсек, из которого получают производителей с текучими половыми продуктами.

Модернизированный садок куринского типа представляет собой пруд и три бетонных бассейна (рис. 8).

Общая длина садка составляет 105 м, длина пруда – 99,6 м, глубина – 2,5–2,8 м в широкой части (16 м) и 1 м в узкой (12,5 м). Дно устлано слоем гравия толщиной 15 см. К суженной торцевой стороне примыкают три спаренных бетонных бассейна. Средний бассейн предназначен для предварительного выдерживания производителей в течение 2–3 суток перед гипофизарными инъекциями.

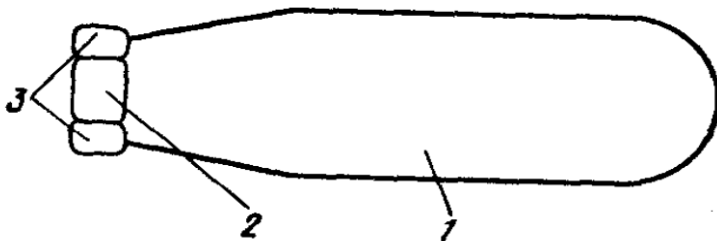


Рис. 8. Схема модернизированного садка куриного типа:

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

В крайних бассейнах производителей выдерживают в течение 1–2 суток после инъекции до окончательного созревания половых клеток. Размеры среднего бассейна 7×5 м, крайних 5×3,5 м, глубина всех бассейнов – 1,35 м. Водоподача и водоспуск независимые. Расход воды в садке 30 л/с.

Выдерживание производителей леща в НВХ. При заводском методе получения потомства леща для выдерживания производителей применяют преднерестовые пруды. Доставленных в хозяйство производителей леща отсаживают в преднерестовые пруды, травмированных производителей отбраковывают. Самцов и самок помещают в отдельные пруды. На одного производителя леща в преднерестовых прудах должно приходиться не менее 2 м² площади, т. е. в пруд площадью 0,05 га можно поместить не более 250 производителей леща. Ввиду невозможности получения икры в течение 3–5 дней от многих сотен самок леща, рыбоводы иногда вынуждены выдерживать производителей в преднерестовых прудах до 2 недель. Столь длительный срок пребывания производителей леща в преднерестовых прудах при наличии в них нерестовых температур приводит к атрезии яйцевых фолликулов и дегенерации ооцитов. Поэтому в хозяйствах, занимающихся воспроизводством полупроходных рыб, должна быть предусмотрена возможность постоянной подачи холодной воды в преднерестовые пруды

непосредственно из реки. Постоянная подача речной воды в преднерестовые пруды площадью 0,5 га позволит поддерживать температуру воды в них (в конце апреля – начале мая) несколько ниже нерестовой, т. е. 10–13 °С. Такая температура не оказывает вредного влияния на состояние половых желез леща, даже при 3-недельном пребывании производителей в преднерестовых прудах.

Выдерживание производителей леща в преднерестовых прудах с соблюдением вышеуказанных требований является основной предпосылкой для проведения успешной работы по получению личинок леща заводским способом.

Садки и бассейны для выдерживания производителей должны соответствовать размерам и биологическим особенностям выдерживаемых рыб, обеспечивать хороший водообмен и нормальные условия дыхания.

В русловых садках благодаря течению в реке поддерживается газовый режим, мало отличающийся от режима реки. Расход воды в таких садках равен произведению площади речного сечения садка на скорость течения в нем.

Расчет расхода воды в стационарных садках и бассейнах. Условия водообмена в искусственных стационарных садках и бассейнах определяются интенсивностью потребления кислорода рыбами.

Расход воды (в л/с) по кислороду в садках или бассейнах рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = \frac{\sum O_2}{O_2' - O_2''} = \frac{O_2 \cdot P}{O_2' - O_2''},$$

где $\sum O_2$ – количество O_2 , расходуемое на дыхание рыб в секунду, мг O_2 /с;

P – масса находящейся в садке рыбы, кг;

O_2 – потребление O_2 рыбой, мг/с на 1 кг массы (табл. 8);

O_2' – содержание кислорода в притекающей воде, мг/л;

O_2'' – допустимое содержание кислорода в воде садка или бассейна, мг/л (табл. 9).

Процесс водообмена включает также удаление свободной углекислоты (наряду с другими продуктами обмена). Расход воды по свободной углекислоте (Q') можно рассчитать по следующей формуле:

$$Q' = \frac{\sum CO_2}{CO_2'' - CO_2'},$$

где $\sum CO_2$ – количество свободной углекислоты, выделяемое при дыхании всей рыбой, мг/с; приближенно может быть определено исходя их респирационного коэффициента:

$$RQ = \frac{\sum \text{CO}_2}{\sum \text{O}_2} = 0,71,$$

как $\sum \text{CO}_2 = \sum \text{O}_2 \cdot 0,71$, при энергетическом обмене за счет окисления жиров;

CO_2' – содержание свободной углекислоты в притекающей воде, мг/л;

CO_2'' – допустимое содержание свободной углекислоты в воде сада или бассейна, мг/л (табл. 9).

В тех случаях, когда удаление CO_2 обеспечивается значительно меньшим расходом, чем это требуется для поддержания необходимого кислородного режима, может оказаться целесообразным повысить содержание O_2 в притекающей воде путем аэрации, что позволит уменьшить расход воды.

Для определения необходимой концентрации O_2 в аэрируемой воде O_{2a} при уменьшении расхода воды можно воспользоваться следующей формулой:

$$\text{O}_{2a} = \frac{\sum \text{O}_2 + \text{O}_2'' + \text{Q}'}{\text{Q}'}$$

Для определения интенсивности потребления O_2 (обмена) при температурах, отличных от 20 °С, следует воспользоваться данными табл. 10, разделив величину потребления O_2 при температуре 20 °С (табл. 8) на температурную поправку q .

Таблица 8. Интенсивность обмена различных рыб при массе 1 кг

Название рыб	Потребление O_2 при 20 °С, мг/с на 1 кг массы
Осетровые	0,042
Лососевые	0,038
Карповые	0,033

Таблица 9. Допустимое содержание в воде O_2 и свободной углекислоты для промысловых рыб

Название рыб	мг O_2 /л	мг CO_2 /л
Осетровые	6,0	10
Лососевые	8,0	10
Проходные карповые	6,5	10
Полупроходные карповые	4,0	10
Судак	5,0	10

Таблица 10. Таблица температурных поправок (q) для приведения значений обмена к 20 °С

$t, ^\circ\text{C}$	q	$t, ^\circ\text{C}$	q	$t, ^\circ\text{C}$	q	$t, ^\circ\text{C}$	q	$t, ^\circ\text{C}$	q
5	5,19	10	2,67	15	1,57	20	1,00	25	0,659
6	4,55	11	2,40	16	1,43	21	0,92	26	0,609
7	3,96	12	2,16	17	1,31	22	0,847	27	0,563
8	3,48	13	1,94	18	1,20	23	0,749	28	0,520
9	3,05	14	1,74	19	1,09	24	0,717	29	0,481

Задания для расчетов

1. В бассейн необходимо посадить производителей осетра общей массой 200 кг. Определить проточность воды (расход воды) в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде равна соответственно 8 и 1 мг/л, а температура воды составляет 14 °С. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

2. В бассейн планируется посадить производителей рыба общей массой 60 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде равна соответственно 7 и 2 мг/л, а температура воды составляет 20 °С. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

3. В бассейн необходимо посадить производителей леща общей массой 80 кг. Определить проточность воды в бассейнах по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 17 °С равна соответственно 7 и 2,5 мг/л. До какого уровня следует аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

4. В бассейн необходимо посадить производителей судака общей массой 90 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 8 °С равна соответственно 12 и 0,5 мг/л. До какого уровня следует аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

5. В бассейн будут посажены производители пеляди общей массой 120 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 5 °С соответственно равна 10 и 1 мг/л. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

6. В бассейн планируется посадить производителей семги общей массой 200 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей

воде с температурой 6 °С равна соответственно 10 и 1 мг/л. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

Контрольные вопросы

1. Какие садки применяют для выдерживания производителей лососевых и сиговых рыб?
2. Какие садки применяют для выдерживания рыбака?
3. Какое оборудование применяют для выдерживания производителей осетровых рыб?
4. Как определяется расход воды в бассейнах для выдерживания производителей?
5. Как определить концентрацию кислорода в аэрируемой воде при уменьшении расхода воды?

Тема 7. МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ У ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Цель занятия: изучить методы стимулирования созревания половых клеток у рыб.

Материал и оборудование: рыбы (каarp, лещ, судак) для извлечения гипофиза, скальпели, пинцеты, марля, кюветы, шприцы, фарфоровые чашки, ацетон, физиологический раствор.

Задание: 1) изучить методы созревания половых клеток у рыб; 2) изучить методику заготовки, тестирования гипофизов рыб; 3) освоить методику извлечения гипофизов у рыб, приготовления суспензии гипофизов, инъектирования производителей рыб.

Зрелые производители – это рыбы, половые клетки у которых пригодны для оплодотворения. Зрелые самки обычно имеют мягкое брюшко, при незначительном надавливании на которое из генитального отверстия выделяются икринки. У зрелых самцов при легком нажиме на брюшко вытекает сперма.

В связи с невозможностью заготовки зрелых производителей проходных рыб в низовьях рек на местах лова их выдерживают на рыбодоводных заводах или рыбоводных пунктах до полного созревания половых клеток.

Для стимулирования созревания половых клеток у рыб применяют три метода:

- экологический;
- физиологический;
- комбинированный, или эколого-физиологический.

Экологический метод заключается в том, что производителей до созревания половых клеток выдерживают в садках, бассейнах, где создаются условия, близкие к естественным. Экологический метод применяется в настоящее время для рыб с осенне-зимним икрометанием.

Физиологический метод разработал профессор Н. Л. Гербильский. Сущность метода заключается в том, что введение гормона гипофиза и его искусственных заменителей производителям рыб с половыми клетками, находящимися в IV стадии зрелости, ускоряет их созревание.

При заготовке гипофизов рыб для инъекций следует руководствоваться следующими правилами:

- 1) не следует заготавливать гипофизы от неполовозрелых рыб;
- 2) не следует заготавливать гипофизы сразу после нереста;
- 3) нужно заготавливать гипофизы от рыб, имеющих гонады в IV стадии зрелости;
- 4) наилучшим периодом заготовки гипофизов является преднерестовая миграция;
- 5) для заготовки гипофизов необходимо использовать живую рыбу;
- 6) не допускать раздавливания или разрыва гипофиза при извлечении.

Извлечение гипофиза. Для этого необходимо вскрыть череп рыбы. Эта операция проводится по-разному у осетровых и частичковых рыб.

Для вскрытия черепа осетровых используют трепан – металлический цилиндр с пилообразными зубцами по нижнему краю. Он служит для просверливания отверстия в черепе. Трепан устанавливают по средней линии черепа рыбы (рис. 9), позади глаз, и при помощи имеющейся на этом инструменте рукоятки просверливают ее голову до ротовой полости (можно трепан присоединять к электродрели, это сокращает время просверливания).

У частичковых срезают крышку черепа и мозг приподнимают пинцетом. При этом у судака гипофиз остается прикрепленным к мозгу или лежит в ямке у основания черепа, откуда его можно извлечь пинцетом. У карповых гипофиз лежит в ямке у основания черепа, почти целиком покрыт тонкой пленкой, через которую его хорошо видно. После удаления мозга края этой пленки осторожно подрезают скальпелем и гипофиз извлекают пинцетом (рис. 10).

Ацетонирование гипофиза. Извлеченные гипофизы для длительного хранения обрабатывают ацетоном и высушивают. Безводный химически чистый ацетон обезвоживает и обезжиривает ткань гипофиза. Объем ацетона должен быть в 10–15 раз больше объема гипофиза.

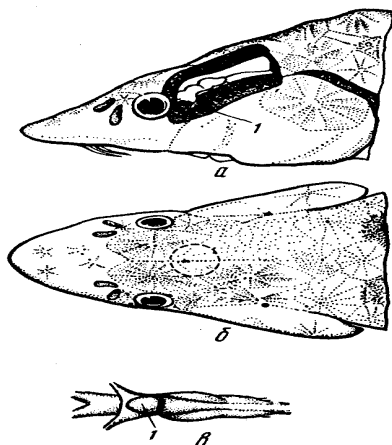


Рис. 9. Голова осетра: *а* – расположение мозга и гипофиза (1) в черепе осетра; *б* – вид головы осетра сверху (пунктиром обозначено место сверления отверстия для извлечения гипофиза); *в* – мозг и гипофиз осетра (вид снизу)

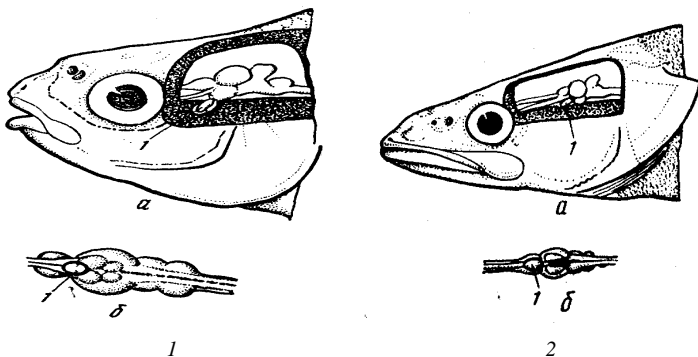


Рис. 10. Голова леща (1) и судака (2):
а – расположение мозга и гипофиза (1) в черепе (вид сбоку);
б – мозг и гипофиз (вид снизу)

Через 12 ч ацетон сливают из банки и наливают новую порцию его в том же объеме. Гипофизы выдерживают во второй порции ацетона еще 6–8 часов. Важно следить, чтобы объем ацетона всегда в 10–15 раз превышал объем находящихся в нем гипофизов, так как гонадотропный гормон, содержащийся в гипофизе, может вымываться водой, что приводит к его потере.

Сушка и хранение гипофизов. После ацетонирования ацетон сливают, а гипофизы раскладывают на фильтровальной бумаге и просушивают на воздухе при комнатной температуре и низкой влажности.

Высушенные гипофизы помещают в сухую пробирку с притертыми стеклянными пробками, плотно закрывают, наклеивают этикетку, в которой указывают число гипофизов, вид рыбы, дату заготовки. Хранить гипофизы необходимо в холодильнике при температуре от 1 до 5 °С.

Открывать пробку после извлечения из холодильника гипофиза необходимо через 1–1,5 ч, когда он приобретет температуру окружающего воздуха. В противном случае произойдет увлажнение гипофизного препарата в результате запотевания пробирки и гипофизов.

Инъекцирование производителей. Перед инъекцированием рыб рассчитанную дозу растирают в фарфоровой ступке в порошок, который тщательно перемешивают в физиологическом растворе (65 мг поваренной соли, растворенной в 100 мл дистиллированной воды). Полученную суспензию вводят при помощи шприца в спинные мышцы производителей (рис. 11).



Рис. 11. Оборудование для приготовления суспензии гипофиза и инъекцирование

Доза гипофизов зависит от их качества, вида рыбы, массы производителей, степени зрелости половых клеток и других факторов.

Расчет необходимого количества гипофиза ведут с учетом его гонадотропной активности и температуры воды, при которой будут содержаться рыбы после инъекции. Гонадотропную активность устанавливают с помощью тест-объектов, в качестве которых используют самок вьюна и самцов лягушки. При тестировании гипофизов карповых, осетровых и судака в качестве тест-объекта можно использовать самок ерша и окуня (вьюн и лягушка не подходят для тестирования гипофиза).

Инъекцирование в зимние месяцы самкам вьюна препарата гипофиза дает возможность получать четкую положительную и стабильную реакцию на созревание их половых желез. Это позволяет провести количественные измерения и дать определение единицы гонадотропной активности гипофиза – вьюновой единицы (ВЕ).

ВЕ – это количество гонадотропного гормона, которое необходимо для того, чтобы вызвать через 30–50 ч после инъекции созревание икры и овуляцию у зимних самок вьюна с гонадами в IV стадии зрелости массой 35–45 г при температуре воды 16 °С в лабораторных условиях.

Для определения активности исследуемого препарата гипофиза во вьюновых единицах несколько групп самок вьюна получают одновременно гипофизарные инъекции с различной дозировкой. Минимальная дозировка, давшая созревание, будет соответствовать ВЕ.

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

Тестирование различных партий препаратов ацетонированных гипофизов рыб необходимо осуществлять ежегодно строго в одни и те же сроки. Лучшее время для тестирования – март. Берут из партии 8–10 гипофизов различного цвета и величины, взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,1 мг и готовят препарат, т. е. растирают в ступке и добавляют физраствор. При этом рассчитывают, сколько необходимо физиологического раствора для разведения определенной дозы препарата, удобного для работы.

Например: имеем навеску десяти гипофизов массой 180 мг. Составляем простую пропорцию и рассчитываем, какое количество физиологического раствора необходимо для того, чтобы в каждом миллилитре (1 мл) приготовленной суспензии содержалось 10 мг сухого препарата.

10 мг – 1 мл;

180 – X мл;

$X = 180 \cdot 1 / 10 = 18$ мл.

Значит, необходимо довести объем растворенного препарата до 18 мл (но не добавлять 18 мл раствора). Дать суспензии настояться (при периодическом взбалтывании) в течение 11,5 ч при комнатной

температуре. После этого еще раз измеряем объем и обозначаем ее как суспензия 1.

Суспензию тщательно перемешиваем, берем шприцем 1 мл и выливаем в чистый бюкс, добавляем 9 мл физраствора и хорошо перемешиваем. Полученную суспензию обозначаем суспензия 2. Каждый миллилитр суспензии 2 содержит 1 мг сухого препарата.

Например, для инъектирования 5 самцов лягушки дозой по 0,3 мг препарата отмеряем 1,5 мл ($5 \cdot 0,3$) суспензии 2 (предварительно хорошо перемешать) и добавляем 3,5 мл физраствора. В результате получим суспензию 3, в 1 мл которой содержится 0,3 мг препарата гипофиза. Аналогично приготавливаем рабочие суспензии, содержащие в 1 мл 0,2 и 0,4 мг сухого препарата.

$$5 \cdot 0,2 = 1 \text{ мл суспензии} + 4 \text{ мл физраствора};$$

$$5 \cdot 0,4 = 2 \text{ мл суспензии} + 3 \text{ мл физраствора}.$$

Комбинированный метод получения зрелых половых клеток сочетает в себе экологический и физиологический, т. е. сначала производителей выдерживают в садках, бассейнах, преднерестовых прудах, а затем, для окончательного созревания у них половых клеток, применяют инъекции суспензии гипофиза или его заменителей.

При гормональной стимуляции нереста гипофизарными препаратами следует отдавать предпочтение дробным инъекциям. Общая доза препарата зависит от температуры воды и массы рыбы (табл. 11), а предварительной инъекции – от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации (табл. 12).

Таблица 11. Зависимость дозы гипофизарных препаратов от температуры воды

Температура воды, °С	АГП* осетровых, мг/кг	АГП* карповых, мг/кг	ГПП** осетровых, л. е.	Коэффициент для истощенных рыб	Временной интервал между инъекциями, ч
Русский осетр					
10–12	2,5	4,0	7,0	0,95	18
12–14	2,0	3,0	5,0	0,9	15
14–18	1,5	2,5	4,0	0,85	12
Более 18	1,0	1,5	2,5	0,8	9
Стерлядь					
10–12	4,0	6,0	10,0	0,95	14
12–14	3,5	5,0	8,0	0,9	12
14–16	3,0	4,5	7,0	0,85	10
Более 16	2,5	3,5	6,0	0,8	8

* Ацетонированный гипофиз рыб.

** Глицериновая вытяжка гипофизов осетровых рыб.

Таблица 12. Зависимость дозы гипофизарных препаратов, вводимых при предварительной инъекции, от коэффициента поляризации ооцитов

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

Подготовку к гормональному стимулированию начинают при температуре воды, близкой к значениям, оптимальным для инкубации икры данных видов рыб: для русского осетра – 14–18 °С, стерляди – 10–15 °С.

Следует учитывать, что истощенные рыбы более чувствительны к гипофизарным инъекциям, поэтому дозировку нужно несколько снижать.

Превышение дозы гипофиза вызывает прекращение развития зародышей на последних стадиях развития эмбриогенеза. В результате вылупившиеся предличинки обладают слабым, размягченным желточным мешком и погибают в течение первых 5 суток после вылупления.

Самцов всех видов осетровых рыб инъецируют однократно, перед разрешающей инъекцией самок. Доза вводимых гормональных препаратов для самцов в два раза меньше дозы для самок.

При проведении гипофизарных инъекций необходимо очень бережно обращаться с рыбой. Производители все время должны находиться в воде.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте экологический метод стимулирования созревания половых клеток у рыб.
2. Дайте характеристику физиологического метода стимулирования созревания половых клеток у рыб.
3. Как проводят заготовку гипофизов, их обработку и хранение?
4. Сущность комбинированного метода получения зрелых половых клеток.
5. Правила заготовки гипофизов.
6. Для чего проводится ацетонирование заготавливаемых гипофизов?
7. Как устанавливают гонадотропную активность гипофизов?

Тема 8. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ, ОСЕМЕНЕНИЯ ИКРЫ, ПОДГОТОВКИ ИКРЫ К ИНКУБАЦИИ

Цель занятия: изучить способы получения икры и спермы, искусственного осеменения икры, подготовки икры к инкубации.

Материал и оборудование: фотографии, рисунки, графики, таблицы.

Задание: 1) законспектировать способы получения икры и спермы у ценных видов рыб, способы осеменения икры осетровых, лососевых, сиговых, карповых, подготовку икры к инкубации; 2) изучить и зарисовать аппараты для обесклеивания икры.

Зрелые половые продукты берут у производителей разных видов рыб различными способами: посмертно – путем вскрытия, прижизненно – путем отцеживания; методом С. Б. Подушки, методом лапаротомии, или методом Бурцева при помощи вскрытия брюшной полости рыб, и комбинированным методом.

При отборе половых продуктов у производителей следует избегать прямых солнечных лучей и яркого электрического освещения, температура воздуха должна быть близкой к температуре воды.

Способ вскрытия. Этот способ подразделяется: на посмертный метод и метод прижизненного вскрытия.

Посмертный метод. Самку убивают ударом колотушки по голове и обескровливают, делая ножом глубокий надрез на затылке или надрезав жабры, или перерезав хвостовую артерию. Для того чтобы вытекло больше крови, которая может попасть в полость тела и в икру, рыбу подвешивают на блок.

Затем рыбу обмывают, обтирают полотенцем, надрезают брюшко ножом от генитального отверстия до передней его части на 7–12 см и собирают основную массу зрелой икры. Попавшую в посуду воду быстро сливают, чтобы не дать возможности икринкам набухать. Методом посмертного вскрытия получают икру у рыб, которые погибают после нереста.

Для крупных осетровых рыб (более 130 кг) целесообразно использовать *прижизненный метод вскрытия* (лапаротомии), метод Бурцева. При этом важно своевременно взять икру у гипофизированных самок. При преждевременном вскрытии овуляция ооцитов еще не произошла, икринки не очищаются с ястыков и с усилием снятые с ястыка не оплодотворяются.

В результате запоздалого вскрытия при передержке самки позднее срока полной овуляции икринки, оставаясь в полости тела самки, по-

вреждаются. После оплодотворения «перебитая» икра при развитии дает большой процент уродов.

При своевременном вскрытии большая часть икринок находится в полости тела, остальная часть икры подготовлена к овуляции, легко сходит с ястыка. Процент оплодотворения высокий.

Признаки, которые указывают на зрелость и являются показателем вскрытия самок: брюхо мягкое, икра выбивается струей, при подъеме самки за хвост значительно, но еще не полно западает брюшная полость.

Под общей анестезией скальпелем выполняется продольный разрез (длиной 8–14 см, в зависимости от размеров самки) в задней трети брюшка с отступом 1,5–2,0 см от средней линии. Через этот разрез отбирается овулировавшая икра.

После отбора икры разрез зашивают кетгутом, хирургическим шелком или капроновой нитью (рис. 12, 13). Зашивание разреза является наиболее трудным этапом оперативного метода, ввиду того что тело осетровых покрыто костными пластинками.



Рис. 12. Послеоперационное наложение швов

Область послеоперационной раны необходимо обработать антисептиком. В течение последующих 1–2 недель за самками ведется наблюдение. Выживаемость самок при использовании лапаротомии составляет 90 % для белуги и 85 % для русского осетра.

Предложены различные экспериментальные 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.

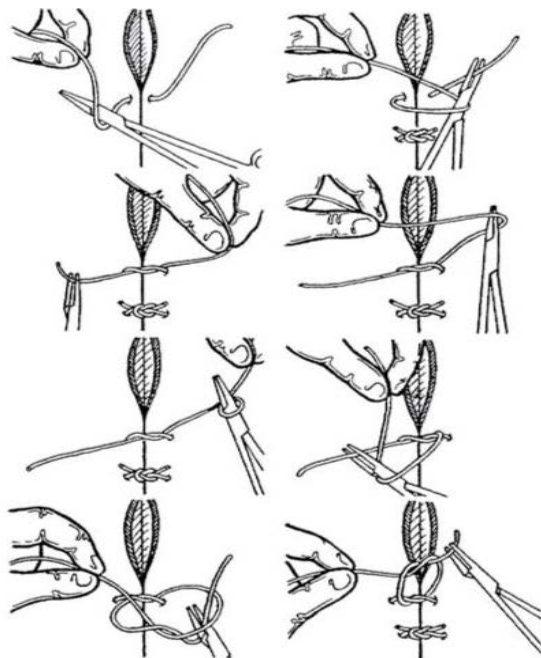


Рис. 13. Пример наложения послеоперационных швов

Способ отцеживания. Перед взятием икры голову и хвостовой стебель обертывают марлей. Если самка небольшая, икру отцеживает один человек. Он прижимает голову рыбы локтем левой руки к телу, а кистью этой руки держит хвостовой стебель в таком положении, чтобы генитальное отверстие находилось над краем чистой и сухой посуды. Сдавив осторожно пальцами правой руки брюхо рыбы, проводят ими в направлении от головы к генитальному отверстию. Зрелая икра свободно вытекает струей в подставленный таз. Рыбу нужно держать таким образом, чтобы икра попадала на край подставленной посуды (нельзя допускать прямого попадания икринок на дно посуды, так как они легко повреждаются) (рис. 14).

Отцеживают икру до тех пор, пока не прекратится выделение свободных икринок. Нельзя брать икру с кровью. В один таз можно отцедить 3–4 кг икры.

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



Рис. 14. Получение икры способом отцеживания

G. Arlati и др. использовали метод получения овулировавшей икры у осетровых путем многократного сцеживания из яйцеводов небольшими порциями в течение длительного времени (6–12 ч), без операционного вмешательства. Как правило, за одно сцеживание можно получить до 1 л икры. Недостатками данного метода являются длительность, трудоемкость, ухудшение качества икры к последним порциям и неполное извлечение икры. Этот метод не пригоден для получения икры от крупных промышленных партий самок.

Усовершенствованная биотехника отцеживания предложена Бруком, Диком и Чоудхёхри и заключается в постоянном (двухтактном) изменении направления массирования брюшной полости на противоположное: первое движение – от воронок яйцеводов к генитальному отверстию, второе – вдоль всей брюшной полости от анальных плавников к воронкам яйцеводов. Установлено, что быстрые надавливания (20 движений за 15 с) большими пальцами вдоль боковой части рыбы (напротив яйцевода) и обратно позволяют последовательно опорожнять яйцевод и наполнять его икрой.

Следует подчеркнуть, что во время получения икры необходимо избегать попадания в икру крови, воды, слизи, что негативно отражается в дальнейшем на ее рыбоводном качестве, а также исключить тряску и воздействие прямого солнечного света.

Метод С. Б. Подушки. В последние годы наиболее эффективным способом отбора овулировавшей икры у осетровых рыб является метод надрезания яйцеводов с последующим сцеживанием икры, считающийся наименее травматичным для рыб (рис. 15). При использовании этого метода самку помещают на специальный наклонный столик, соответствующий размеру рыбы, в положение на спине головой вверх

так, чтобы хвост 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.



Рис. 15. Надрезание яйцевода выращенной самки севрюги

Через полученный разрез икру сцеживают, аккуратно массируя заднюю треть брюшка (рис. 16).



Рис. 16. Сцеживание икры сразу после надрезания яйцевода

Для поддержания сделанного разреза в открытом состоянии можно использовать рукоятку скальпеля или шпатель. Сцеживание продолжают до тех пор (обычно от 2 до 20 мин в зависимости от размера са-

мок), пока икра свободно вытекает из полости тела. Через час после первого сцеживания, при котором отбирают 80–90 % икры, проводят второе, не требующее нового надреза яйцевода, а у крупных и высокоплодовитых рыб иногда и третье сцеживание. После получения икры не требуется зашивать и дополнительно обрабатывать разрезы.

В некоторых случаях абдоминальные поры у самок могут быть настолько велики, что без надреза и дополнительных усилий через них может быть сцежена в один или два приема вся овулировавшая икра, как при использовании метода Подушки. Другой риск связан с возможностью случайного повреждения почки или кровеносных сосудов в прямой кишке. Обычно подобные повреждения не приводят к смерти производителей.

Неопытный оператор может повредить прямую кишку производителей скальпелем. В этом случае овулировавшая икра выходит через анальное отверстие. Как правило, ректальные раны, нанесенные скальпелем, достаточно быстро заживают, в редких случаях может произойти заражение. В целом, подобные повреждения не опасны для жизни производителей. Минимально инвазивный микрохирургический метод применяется уже более 20 лет, и многие самки различных осетровых видов подвергались процедуре сцеживания более семи раз.

Комбинированный способ. При этом способе основную часть половых продуктов берут у рыбы способом отцеживания, а оставшуюся часть – путем вскрытия брюшной полости (у белорыбицы).

Способом отцеживания берут и сперму у самцов многих видов рыб путем сгибания самцов, направляя струю эякулята в сухие пробирки или на икру (рис. 17).



Рис. 17. Отбор спермы

Отбор спермы у крупных рыб (массой свыше 7 кг) производят с помощью уретрального катетера, соединенного со шприцом Жане (150 мл).

Использование шприца Жане не требует переливания спермы в другие емкости, исключает попадание воды и слизи и позволяет отмерить необходимое количество спермы без применения дополнительной мерной тары (рис. 18).



Рис. 18. Шприц Жане и уретральные катетеры

Стандартный набор включает десять катетеров пяти различных размеров, что позволяет подбирать катетер, плотно входящий в половое отверстие, не повреждая его. Катетер и шприц должны быть сухими и чистыми. Самца фиксируют на боку, брюхом к самому краю столика, одновременно зажимая половое отверстие и насухо вытирая брюшную часть, чтобы предотвратить попадание жидкости в сперму.

Катетер вводят в один из семяпроводов на глубину 3–5 см и начинают отбор спермы (рис. 19), наблюдая, чтобы катетер не присасывался к стенкам семяпровода, так как это может их повредить и привести к попаданию крови в сперму.

При отборе образцов спермы необходимо в первую очередь отбраковать эякуляты, в которых видны сгустки крови, желчь и другие загрязнения.

В случае задержки использования отобранной спермы кратковременное ее хранение осуществляют при температуре не выше температуры воды, в которой содержались самцы.

Сперму, если нужно, можно получить заранее. Для этого ее отцеживают в сухую стеклянную посуду, лучше в пробирку, и сохраняют в термосе на льду при температуре около 1–2 °С в течение 1–2 суток.



Рис. 19. Отбор спермы

В ряде случаев необходимо обеспечить гипотермическое хранение (1–2 суток и более) отобранной заранее спермы; при этом сперма отбирается в сухие полиэтиленовые пакеты или другие сухие емкости, заполняемые смесью (кислород и воздух) в соотношении 1:1, или, что несколько хуже, чистым кислородом, в которых оптимально хранится при температуре 0–0,5 °С, но не выше 3,0 °С тонким слоем (не более 0,5 см). Пакеты могут сохраняться в бытовых холодильниках, в транспортных контейнерах (можно использовать медицинские сумки-холодильники) для перевозки или в пенопластовых ящиках со льдом (которые в случае транспортировки обеспечивают поддержание температуры не выше 4 °С). Следует отметить, что во время транспортировки необходимо избегать резких толчков и сильной вибрации, поскольку взбалтывание перевозимой спермы недопустимо.

Осеменение икры. После получения зрелых половых продуктов, определения их качества, учета осеменяют икру. От способа осеменения зависит эффективность оплодотворения икры. Икру осеменяют смесью спермы от 3–5 самцов, что обеспечивает высококачественное оплодотворение. Обычно осеменение производят не позднее чем через 10–20 мин после взятия икры, так как задержка может привести к ухудшению ее качества.

В рыбоводстве применяют три способа искусственного осеменения: сухой, полусухой и мокрый.

Сухой способ. В эмалированный таз с икрой добавляют сперму. После этого икру перемешивают со спермой. Затем в таз наливают воду и снова перемешивают половые продукты. Сухой способ применяется для осенне-нерестующих рыб (лососевых, сиговых).

В таз отцеживают 3–4 кг икры, затем на икру отцеживают из пробирки сперму от 3–5 самцов из расчета 2,0–2,5 мл спермы на 1 кг икры. Половые продукты осторожно и тщательно перемешивают рукой. Затем добавляют около 100 мл воды на 1 кг икры, вновь перемешивают и оставляют на 3–5 мин.

Полусухой способ (Врасского). В эмалированный таз с икрой приливают сперму, разведенную водой непосредственно перед осеменением, и сразу же приступают к перемешиванию половых продуктов. Полусухой способ применяют для осетровых.

Сперму отцеживают от каждого самца в отдельный сухой сосуд. Перед осеменением полученную от 3–5 самцов сперму смешивают, доводя ее до требуемого объема – 10 мл спермы на 1 кг икры. В момент осеменения сперму разбавляют водой в соотношении 1:200 и выливают в таз с икрой. Сперму тщательно перемешивают с икрой в течение 3–5 мин.

Мокрый способ. В эмалированный таз с икрой наливают воду, затем вносят сперму и тут же производят перемешивание половых клеток. К этому способу относится и такое осеменение, при котором икру и сперму одновременно вносят в эмалированный таз с водой и содержимое перемешивают.

Мокрый способ применяют для осеменения икры рыба. В сухой эмалированный таз отцеживают икру от 15 зрелых самок, а в сухую чашку отцеживают сперму от 5–8 самцов. В свободный эмалированный таз, куда наливают 4–5 л воды, одновременно сливают икру и сперму. Затем икру и сперму осторожно перемешивают птичьим пером. После перемешивания в воде половых продуктов икра оплодотворяется.

Подготовка икры к инкубации. Перед тем как поместить оплодотворенную икру в инкубационные аппараты, ее тщательно отмывают от остатков спермы, слизи, полостной жидкости и при необходимости ликвидируют ее клейкость – обесклеивают.

Обесклеивание икры. Отмывка неклеякой или слабосклеякой икры от остатков спермы, слизи, полостной жидкости не вызывает затруднений. Для этого в таз с оплодотворенной икрой наливают чистую воду (объем воды должен в 3 раза превышать объем икры) и начинают осторожно круговыми движениями руки или пучком птичьих перьев

перемешивать. Затем несколько раз сливают помутневшую воду и наливают свежую. Когда сливная вода станет чистой, отмывку икры прекращают. На рыбоводных заводах икру обычно отмывают в проточной воде, поступающей в таз из резинового шланга и вытекающей через край.

Икру обесклеивают в специальных аппаратах или вручную. Для отмывки клейкой икры (осетровых, сиговых, рыбца) берут воду, в которую предварительно вносят тонкий (без примеси песка) речной ил или измельченный в пудру мел, тальк. На отмывку 1 кг икры требуется 4 л воды и 0,5 л густой взвеси ила. Перемешивание икры с илом и периодическое сливание воды и добавление чистой производится в течение 40–50 мин.

Обесклеивание – очень тяжелая и трудоемкая операция. Для облегчения ее З. В. Орлов сконструировал специальный аппарат.

Аппарат Орлова представляет собой цилиндр с двойным дном, присоединяемый к системе подачи воздуха, получаемого от компрессора.

Обесклеивание производят следующим образом. В цилиндр подают воздух, затем в него наливают обесклеивающую взвесь и регулируют краном расход воздуха, чтобы пузырьки перемешивали жидкость в режиме кипения. После этого в аппарат загружается икра и начинается обесклеивание. Приспособление для перемешивания икры представляет собой перфорированный вкладыш, жестко закрепленный в нижней части емкости и связанный посредством патрубка и гибкого шланга с системой подачи сжатого воздуха.

Икра во время отмывки частично набухает. Для дальнейшего набухания промытую икру можно оставлять в тазах с проточной водой или помещать в сетчатые ящики, установленные в реке, или закладывать непосредственно в инкубационные аппараты, в которых осуществляется постоянная смена воды. Процесс набухания связан с образованием перивителлинового пространства.

Для обесклеивания икры осетровых, сиговых и частичковых рыб применяют аппарат обесклеивания икры (АОИ). Он состоит из пяти сосудов (объемом 11 л каждый), смонтированных на трубчатой раме (рис. 20).

Обесклеивание осуществляется барботированием обесклеивающей жидкости и икры при помощи подаваемого снизу воздуха. Норма загрузки составляет 10–15 кг икры.



Рис. 20. Аппарат для обесклеивания икры

Можно обесклеивать икру рыб за счет барботирования обесклеивающего раствора сжатым воздухом непосредственно в аппаратах Вейса. Длительность обесклеивания в этом случае равна 30–40 мин. По окончании обесклеивания аппараты переключаются на инкубацию икры.

После обесклеивания икру промывают водой до полного удаления обесклеивающего вещества. Используемая для промывки вода должна обладать нормативными гидрохимическими показателями (высокий уровень содержания кислорода и др.) и иметь нерестовую температуру.

Контрольные вопросы

1. Способы получения половых продуктов.
2. Способы осеменения икры.
3. В чем заключается подготовка икры к инкубации?
4. Какие аппараты используются для обесклеивания икры? Принцип их действия.
5. Охарактеризуйте комбинированный способ получения половых продуктов.
6. Для каких видов рыб используется мокрый способ оплодотворения икры?
7. Для каких видов рыб лучше использовать полусухой способ оплодотворения икры?

Тема 9. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИКРЫ, СПЕРМЫ, ЭМБРИОНОВ

Цель занятия: изучить способы оценки качества половых клеток, процента оплодотворения икры, размеров отхода, типичности развития эмбрионов, продолжительности инкубации.

Материал и оборудование: фотографии, рисунки, графики, таблицы.

Задание: 1) изучить способы оценки качества икры и спермы; 2) изучить методику определения процента оплодотворения, размеров отхода, типичности развития, продолжительности инкубации при разных температурах.

В настоящее время возникли большие затруднения в отборе производителей, наиболее пригодных для рыбоводных целей. Это требует прижизненного определения состояния производителей и их половых желез.

Для оценки зрелости гонад может быть использован метод «щуповых проб», предложенный В. В. Трусовым (1964) и усовершенствованный В. Н. Казанским с соавторами (1978).

При завершении преднерестовой IV стадии зрелости гонад в яйцеклетках старшей генерации усиливается поляризация, ядро выходит из зоны крупнозернистого желтка и приближается к оболочкам в районе микропиле.

Только после того как ядро займет определенное положение, возможен нормальный ответ на однократную гипофизарную инъекцию. Воздействуя малыми дозами суспензии гипофиза (градуальные, или дробные, инъекции), можно ускоренно завершить процесс поляризации и подготовить производителей к нормальному созреванию половых продуктов после обычной гипофизарной инъекции.

Для расчета коэффициента поляризации не менее 10 ооцитов, извлеченных от каждой самки, фиксируют путем кипячения в физиологическом растворе в течение 2 мин или выдерживают в течение 2 ч в жидкости Серра (смесь 96%-ного спирта, 40%-ного формалина и ледяной уксусной кислоты в соотношении 6:3:1). Более удобно фиксировать ооциты путем их обработки паром в течение 3 мин. После фиксации, для предотвращения высыхания препарата, ооциты должны находиться в физиологическом растворе.

Фиксированные ооциты разрезают в меридиональном направлении (посредине) и изучают под бинокуляром, оснащенным окуляр-микрометром (рис. 21).



Рис. 21. Разрезанный ооцит под бинокляром

Основным показателем, определяемым на разрезах ооцитов, является коэффициент поляризации (K_n). Для его вычисления на разрезе измеряют наибольшее расстояние от анимального до вегетативного полюса (L) и расстояние от анимального полюса до верхнего края ядра (зародышевого пузырька) (l), после чего рассчитывают коэффициент поляризации (отношение l / L). Толщиной оболочек при этом пренебрегают (рис. 22).



Рис. 22. Схематичное изображение ооцита осетровых рыб в разрезе

Таким образом, коэффициент поляризации (K_n) определяется по формуле

$$K_n = l / L,$$

где l – расстояние от анимального полюса до верхнего края ядра (зародышевого пузырька);

L – наибольшее расстояние от анимального до вегетативного полюса.

Установлено, что нормальная реакция на гипофизарную инъекцию наступает в случае, если $0,05 \leq K_n \leq 0,18$.

Визуальная оценка икры – это первичная оценка состояния икры, позволяющая отобрать очевидно непригодные для инкубации икринки.

В зависимости от генетических и экологических факторов, созревшая икра может иметь разное качество. От качества овулировавшей икры в основном зависит успех инкубации икры (процент оплодотворения, число погибших и развивающихся икринок, выход предличинок, их размеры, благополучное начало функционирования органов и систем, приспособление сформировавшихся личинок к выживанию в искусственных и естественных условиях). На качество икры влияют: возраст самок, темп их роста, место икринок в яйцеклетке, температурный режим перед овуляцией.

Овулировавшая икра у лососевых оценивается по следующим признакам:

- по цвету каротинового пигмента желтка (желтый, ярко-оранжевый, красный);

- по количеству и консистенции овариальной жидкости (густая, густоватая, жидковатая, жидкая);

- по количеству непрозрачных белесых икринок (несозревшая икра);

- по количеству набухших икринок в теле самки (перезрелые икринки) – наибольшая часть их гибнет через 3–5 ч после оплодотворения, остальные – через 10–12 суток;

- по количеству дегенерированных, погибших в теле самки икринок (мятая икра).

Оценка диаметра и массы икринок. Масса и диаметр овулировавшей икры являются основными показателями ее фенотипической характеристики и одним из основных признаков полноценности самки и ее потомства. Диаметр качественной икры лосося колеблется от 5,6 до 6,8 мм, масса – в пределах 120–150 мг.

Цитоморфологическая оценка – это более подробная оценка состояния икры, с помощью которой определяются некоторые дополнительные показатели ее неполноценности: различная степень гидратации, деформации икры, которой свойствен слабый тургор, редукция

цитоплазматического диска и др., внешне незаметные, но значительно влияющие на результаты инкубации. Эти изменения формируются в процессе морфогенеза ооцитов и устанавливаются гистологическим методом.

У осетровых качество икры и ее пригодность к оплодотворению определяется визуально, при этом учитывается однородность окраски, правильная форма икринок, отсутствие резорбированных и активированных икринок, прозрачная овариальная жидкость и др. Кроме того, в качестве критериев оценки степени созревания можно использовать упругость икринок и способность их приклеиваться к субстрату при попадании в воду.

Так, для зрелой икры русского осетра оптимальным считается время, в течение которого 90–95 % икринок после осеменения приклеиваются к субстрату за 8–19 мин. Для белуги это время составляет 4–6 мин, для севрюги – 5–12 мин. При определении способности к оплодотворению время приклеивания у перезревшей икры составляет: у русского осетра – 4–6 мин, у белуги – 2–4 мин, у севрюги – 2–4 мин или более 30 мин (рис. 23). Для такой икры характерна низкая способность к оплодотворению и высокая гибель в период эмбрионального развития.

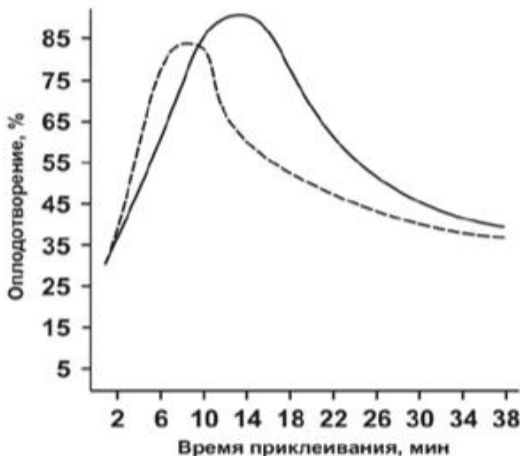


Рис. 23. График зависимости между временем приклеивания к субстрату и способностью к оплодотворению осемененной икры: «—» – русский осетр, «----» – севрюга (Горбачева, 1977)

При недостатке икры хорошего качества такую (перезрелую) икру можно использовать для воспроизводства, но инкубировать ее следует при низкой плотности загрузки инкубационных аппаратов, а личинок подрашивать первые 2 недели при меньших плотностях посадки. Большая продолжительность времени от осеменения до приклеивания свидетельствует о задержке овуляции, а меньшая – о перезревании самок.

Таким образом, данный экспресс-метод позволяет не только определять оптимальное время осеменения икры по времени ее приклеивания к субстрату (скорости наступления клейкости оболочек), но и отбирать для последующей инкубации качественную икру. М. Ф. Вернидуб предложила 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%-ного 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 мин;
- в) перезрелая икра – полное обесцвечивание через 10–15 мин;
- г) сильноперезрелая икра – полное обесцвечивание через 1–2 мин.

Качество спермы оценивают:

- 1) по концентрации спермиев в объеме эякулята;
- 2) по активности сперматозоидов (продолжительности поступательных движений сперматозоидов в воде);
- 3) по оплодотворяющей способности (по проценту оплодотворения икры);
- 4) по внешнему виду:
 - а) хорошая сперма – консистенция жидкой сметаны и слегка желтоватый оттенок (у осетровых) или чисто-белый цвет;
 - б) средняя по качеству сперма – консистенция сливок и белый цвет;
 - в) плохая сперма – жидкая, имеющая вид разбавленного молока голубоватого оттенка.

Концентрация спермиев в единице объема эякулята (оценивается визуально, млрд/мл):

- водянистая, цвета молочной сыворотки – менее 1;
- жидкая, цвета разбавленного молока – 1–2;
- цвета цельного молока, иногда с желтоватым оттенком – более 2.

Эякуляты с концентрацией спермиев менее 1 млрд/мл не рекомендуются использовать для осеменения и тем более для гипотермического хранения. Для исследования подвижности спермиев пробу разбавляют водой в соотношении 1:20–1:50. Температура воды должна соответствовать температуре эякулята. Бракуются эякуляты, в которых активация спермиев наблюдается без добавления воды и в которых спермии слипаются в комки.

Ориентировочно качество спермы можно определить по пятибалльной шкале Г. М. Персова:

5 баллов – сперма отличного качества (заметна подвижность всех сперматозоидов, хорошо видно общее движение спермы);

4 балла – хорошая сперма (поступательное движение сперматозоидов ярко выражено, но в поле зрения встречаются сперматозоиды с зигзагообразным и колебательным движением);

3 балла – сперма удовлетворительного качества (зигзагообразное и колебательное движения преобладают над поступательным, имеются неподвижные сперматозоиды);

2 балла – поступательного движения сперматозоидов почти нет, имеются только колебательное и изредка зигзагообразное (до 75 % сперматозоидов неподвижны);

1 балл – все сперматозоиды неподвижны.

Сперма, имеющая оценку 1 и 2 балла, для осеменения икры непригодна.

Для точной и объективной оценки качества спермы используются современные методы поточной цитометрии, позволяющие измерять скорость и траектории движения спермиев, концентрацию, количество живых и мертвых клеток и другие характеристики с использованием компьютерных программ и видеомониторинга. В традиционной практике осетроводства эти методы практически не используются, но при сохранении редких и исчезающих видов осетровых и отборе самцов при формировании маточных стад, а также при криоконсервации спермы их применение необходимо.

При хранении в одной емкости спермы от разных самцов оплодотворяющая способность такой смеси может резко снизиться и даже быть полностью утрачена в течение 20–30 мин.

Определение процента оплодотворения, размеров отхода и типичности развития при инкубации икры осуществляется для оцен-

ки качества половых продуктов, биотехники осеменения икры и условий инкубации.

Определение процента оплодотворения имеет в рыбоводстве большое значение, поэтому проводится для каждой инкубирующейся партии икры.

Выяснив процент оплодотворения, решают, целесообразно ли дальше инкубировать данную партию или же, если этот процент очень низок, лучше ее выбраковать. Кроме того, процент оплодотворения позволяет сделать предварительные подсчеты размеров предстоящего отхода и числа личинок, которое может быть получено от данной партии икры, так как в хорошей икре при нормальных условиях осеменения и инкубации основной источник отхода составляют неоплодотворенные икринки.

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

Чтобы определить процент оплодотворения, берут пробу из общего количества икры, которое заложено на инкубацию. Проба икры лососевых рыб содержит 100–150 икринок, карповых – 300–400, осетровых – 300–350 икринок. Все икринки, входящие в пробу, просматривают под микроскопом, биноклем или сильной лупой. Икринки лососевых просматривают без оболочки, которую перед этим снимают. Затем определяют процент оплодотворения (отношение числа развивающихся икринок к числу просмотренных икринок, умноженное на 100).

Пример. Просмотрено 150 икринок, из которых развиваются 145. Отсюда процент оплодотворения: $145 \cdot 100 / 150 = 96,6 \%$.

Процент оплодотворения икры осетровых рыб, как правило, определяют во время второго деления на стадии дробления. Для правильного определения времени взятия проб икры используют разработан-

ные Детлаф, Гинзбург и Шмальгаузеню специальные графики (рис. 24).

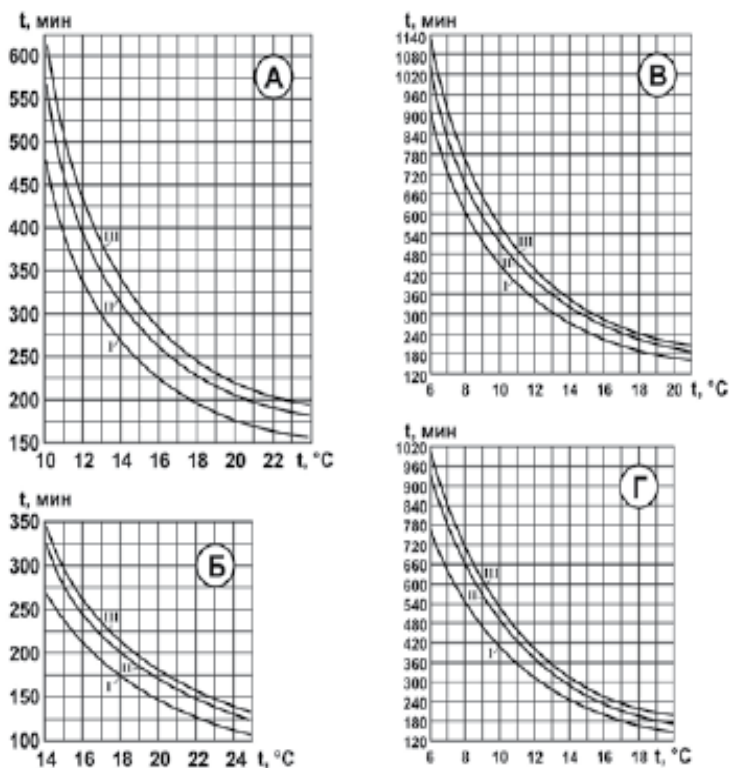


Рис. 24. Графики для установления времени взятия проб икры для определения процента оплодотворения: А – русский осетр; Б – севрюга; В – белуга; Г – стерлядь

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

Для определения процента полиспермных яиц, которые развиваются уродливо и являются одним из источников отхода в период инкуба-

ции, пробу икры фиксируют в растворе формалина (одна часть 40%-ного формальдегида на девять частей воды). В интервале времени, ограниченном I и III кривыми, нормальные моноспермные яйца имеют 4 blastomeres, а полиспермные – 6 и более blastomeres. При правильной биотехнике осеменения и хорошей икре бывает обычно не более 4–6 % полиспермных яиц (рис. 25).

Процент нормально развивающихся зародышей в осемененной икре осетровых значительно снижается, если половые продукты были взяты от производителей, выдерживаемых при нерестовых температурах более допустимого по технологическим нормативам времени, так как это увеличивает количество активированных и полиспермных яиц.

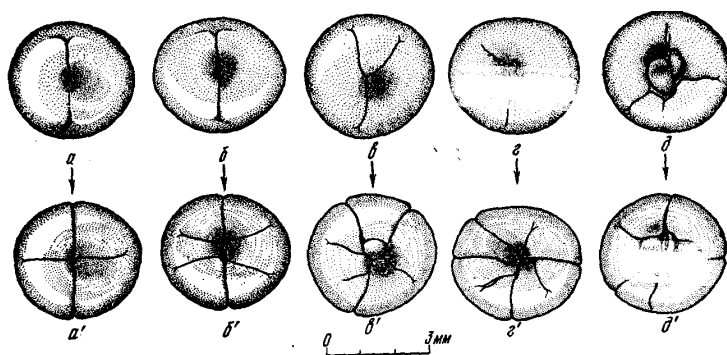


Рис. 25. Яйца осетра на стадиях первого (*a–d*) и второго (*a'–d'*) делений дробления: *a* и *a'* – нормальные моноспермные яйца, остальные – полиспермные

При определении размеров отхода и числа уродливо развивающихся зародышей рекомендуется брать три пробы:

- на стадиях конца гастрюляции и начала нейруляции (ст. 18, 19);
- в период закладки сердца (ст. 26, 27);
- перед началом вылупления (ст. 35).

Время взятия проб можно определить по кривым графика. Перед взятием проб икру нужно тщательно перемешать в аппаратах, так как погибшая икра обычно отделяется. Объем проб должен составлять не меньше 200–300 икринок.

Проба 1 (ст. 18, 19). К концу гастрюляции погибают все неоплодотворившиеся яйца, а типично развивающиеся эмбрионы совсем не имеют желточных пробок или эти пробки очень маленькие.

Чтобы разобрать пробу, надо, прежде всего, отделить погибшие, обычно мраморного вида яйца и определить процент их от общего

числа икринок в пробе (полученное число характеризует размер отхода за счет главным образом неоплодотворившихся яиц).

Затем следует отделить уродливых эмбрионов с большой желточной пробкой неправильной формы. Число их зависит от качества икры и условий осеменения, но не от условий инкубации.

В остальной части пробы надо посмотреть, насколько сходно и типично строение разных эмбрионов. Если в пробе одновременно встречаются эмбрионы с желточными пробками разного размера и нейруляция начинается до полного втягивания желточной пробки внутрь эмбриона, то это свидетельствует о недостаточно благоприятных условиях развития (перегрузке аппарата икрой, плохой проточности, неблагоприятной температуре). При улучшении условий такие отклонения могут быть устранены.

Проба 2 (ст. 26, 27). Для определения процента отхода нужно определить дегенерирующие яйца и погибших эмбрионов. При хороших условиях инкубации обычно процент отхода во второй пробе равен или ненамного выше, чем в первой.

У живых эмбрионов на этих стадиях легко определить нарушения в развитии головы (укорочение, недоразвитие и полное отсутствие передних отделов тела). Число эмбрионов с аномалиями такого типа характеризует не условия инкубации, а качество икры.

Проба 3 (ст. 35). Для учета числа эмбрионов с резкими аномалиями строения в конце периода инкубации следует после тщательного перемешивания икры в аппарате взять 300–500 эмбрионов и поместить их в кристаллизатор со свежей водой. В этих условиях вылупление длится не менее суток, поэтому воду нужно менять каждые несколько часов (предварительно отсаживая вылупившихся предличинок). Необходимо избегать перегрева воды, так как в этом случае могут возникать параличи и эмбрионы могут быть искривленными. Когда большая часть предличинок вылупится, их нужно отсадить и исследовать оставшихся в кристаллизаторе эмбрионов. Среди них всегда есть отмершие неоплодотворенные яйца, могут встречаться погибшие эмбрионы (обычно резко уродливого строения), а также живые эмбрионы, оставшиеся в оболочках. Если вылупление не закончилось, то часть из последних может иметь нормальное строение. Со всех невылупившихся эмбрионов надо снять оболочки при помощи остро отточенных пинцетов и внимательно их рассмотреть.

Сосчитав общее число живых предличинок и эмбрионов, оставшихся в оболочках, следует вычислить, какой процент от них составляют уроды. При хорошем исходном качестве икры и благоприятных условиях инкубации уродов бывает очень мало.

Инкубация икры осетровых длится несколько суток и зависит от температуры. Для определения продолжительности инкубации эмбрионов осетра, севрюги и белуги при разных температурах и оценки условий инкубации по скорости развития используется график (рис. 26).

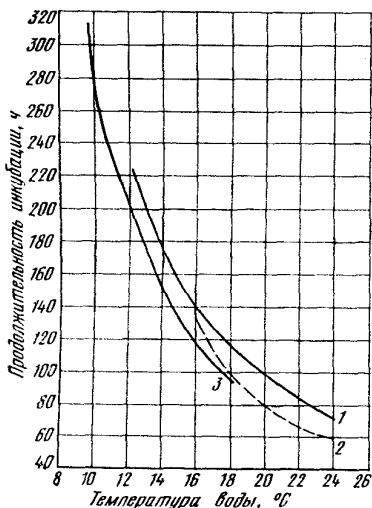


Рис. 26. Продолжительность инкубации икры осетра (1), севрюги (2) и белуги (3) в зависимости от температуры воды

Полученные данные позволяют прогнозировать время вылупления в партиях эмбрионов, развивающихся при разных температурах, и определить пропускную способность инкубатора, а также время перевода предличинок в выростные сооружения.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей?
2. Как определяется коэффициент поляризации?
3. Как оценивается качество икры рыб?
4. Как оценивается качество спермы рыб?
5. Как и зачем определяется процент оплодотворения икры?
6. Как определяются размеры отхода и типичность развития эмбрионов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, А. П. Рыбоводство в естественных водоемах / А. П. Иванов. – М. : Агропромиздат, 1998. – 366 с.
2. Биологические основы рыбоводства : метод. указания к лаб. раб. / сост. Г. Г. Серпутин. – Калининград, 1997. – 140 с.
3. Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб / сост. Э. Милеренс. – Вильнюс, 2008. – 223 с.
4. Герасимов, Ю. Л. Основы рыбного хозяйства : учеб. пособие / Ю. Л. Герасимов. – Самара : Самар. ун-т, 2003. – 108 с.
5. Жуков, П. И. Справочник по ихтиологии, рыбному хозяйству и рыболовству в водоемах Беларуси: в 2 т. / П. И. Жуков. – Минск : ОДО «Тонпик», 2004. – Т. 1. – 286 с.
6. Мухачев, И. С. Биологические основы рыбоводства : учеб. пособие / И. С. Мухачев. – 2-е изд. – Тюмень : Тюмен. гос. ун-т, 2005. – 300 с.
7. Серпутин, Г. Г. Биологические основы рыбоводства : учеб. пособие / Г. Г. Серпутин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград : КГТУ, 2003. – 165 с.
8. Серпутин, Г. Г. Искусственное воспроизводство рыб : учебник / Г. Г. Серпутин. – М. : Колос, 2010. – 256 с.
9. Чебанов, М. С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб : техн. докл. ФАО по рыб. хоз-ву и аквакультуре № 558 / М. С. Чебанов, Е. В. Галич. – Анкара : ФАО, 2011. – 297 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Изучение эколого-биологических показателей основных видов рыб, перспективных для зарыбления естественных водоемов	4
Тема 2. Морфологические особенности икры рыб различных экологических групп	22
Тема 3. Определение эффективности рыбоводства. Расчетно-теоретический метод	30
Тема 4. Расчет производственной мощности рыбоводного предприятия по выращиванию ценных видов рыб	34
Тема 5. Качество воды и водохозяйственные расчеты	39
Тема 6. Конструктивная характеристика оборудования для выдерживания производителей рыб. Расчет расхода воды в бассейнах	44
Тема 7. Методы стимулирования созревания половых продуктов у производителей	54
Тема 8. Способы получения половых продуктов, осеменения икры, подготовки икры к инкубации	61
Тема 9. Оценка качества икры, спермы, эмбрионов	72
Библиографический список	83