

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

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. 19 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 19. 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 спу-

ценных 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 гиногенезом (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 водоемов 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 имеется 8–12 темных вертикальных полос, брюхо светлое.

Акклиматизирован 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 прибой.

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 ки-

слородный 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 режима он погибает, но не уходит от кладки икры.

Продолжительность эмбрионального развития в зависимости от температуры воды длится от 3 до 11 суток. Предличинки выклеваются 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 сеголетков – 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 пространства 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, Богоино. 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 Вилия). 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 становиться 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 выклеиваются 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 сеголеток. 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 большому 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 рыбноводном 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 сеголетков: 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 – гаммаридами. 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 рыбноводника, достигала средней массы в июле – 18,5 г, в августе – 31,3 г.

Пелядь в отличие от других сеголетков 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 рыбноводства 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 немногочисленные 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, главного генофонда для сохранения этого ценного вида рыб, в Днестре 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 выращиванию 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 единовременное. Икра слабосклеиваемая, 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 сырти 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 сырти в водоемах Беларуси невелики из-за ее малочисленности.

Из всех карповых рыб сырть 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. Днепровский 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 высших 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 обычны 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. Летом 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 хирономидами, 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 пред-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, реже 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 каса-

ется 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 массы, 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 фитофилам.
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 является 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, сиви) 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. 20.

Таблица 20. 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
Пелядь	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 немногочисленных 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. 2).

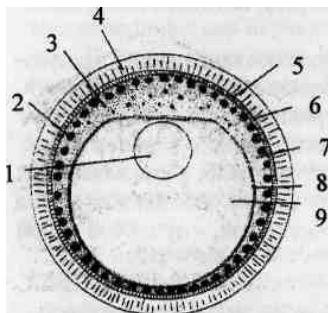


Рис. 2. Схема строения яйца окуня:

- 1 – жировая капля; 2 – кортикальные альвеолы;
- 4 – 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 оболочке наблюдается радиальная исчерченность, благодаря которой она приобрела название *zona radiata* – лучистая зона. Исчерченность обуславливается 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. 3).

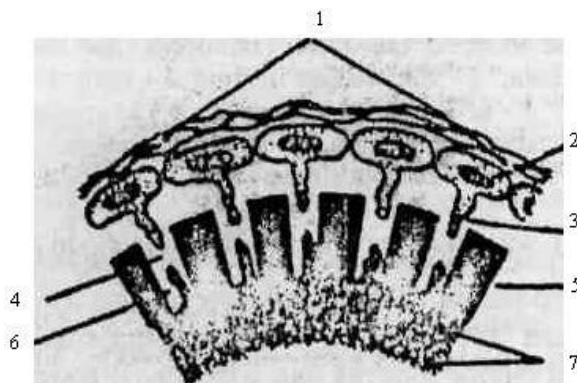


Рис. 3. Взаимосвязь между фолликулярными клетками и ооцитом:

- 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

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. 4, а).

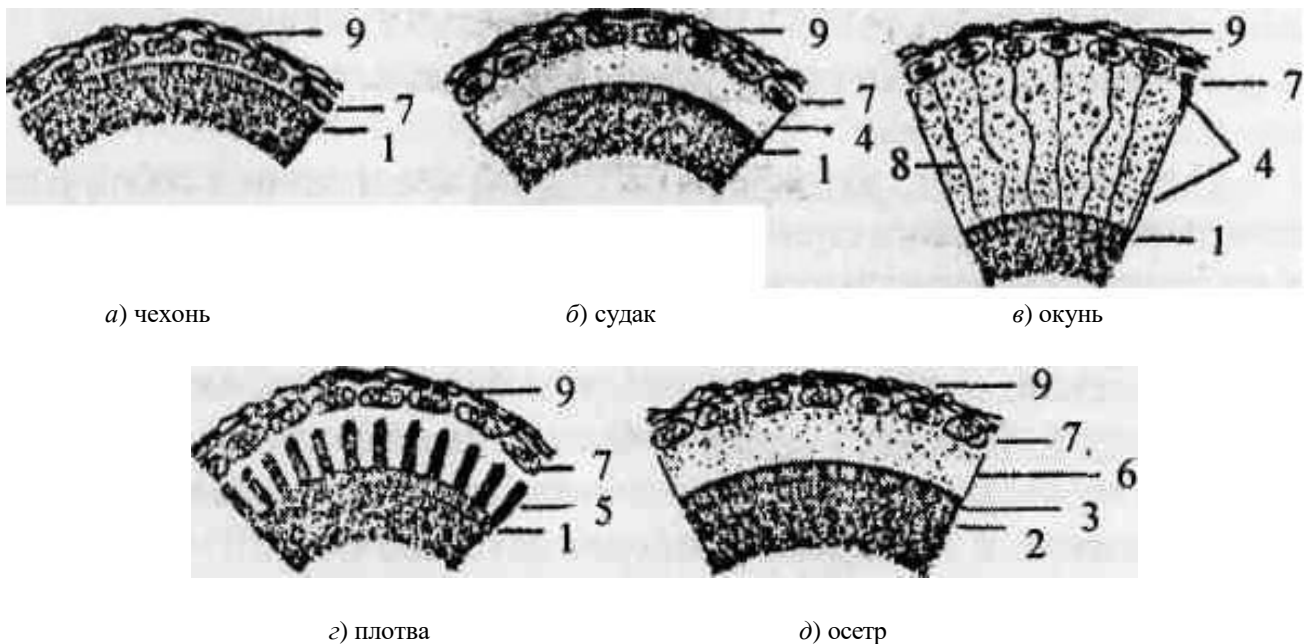


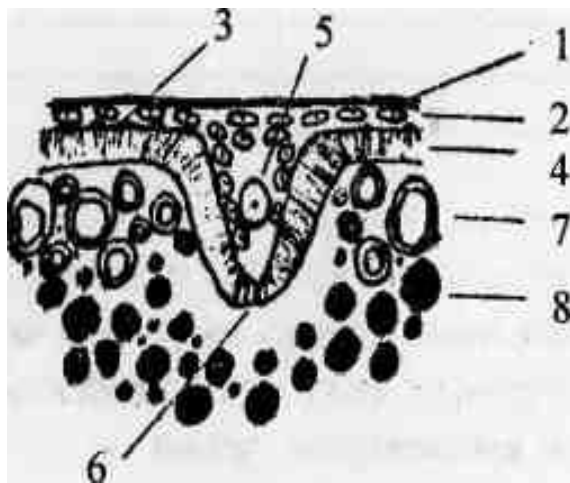
Рис. 4. Строение оболочек яйцеклеток различных рыб (по Иванову, 1956):
 1 – *zona radiata*; 2 – *zona radiata interna*; 3 – *zona radiata externa*; 4 – студенистая оболочка; 5 – ворсинчатая оболочка; 6 – студенисто-ворсинчатая оболочка;
 7 – фолликулярная оболочка; 8 – отросток фолликулярной клетки в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

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. 4, б, в). У других рыб такую же функцию выполняет ворсинчатая оболочка тоже вторичного происхождения, например, у плотвы (рис. 4, с).

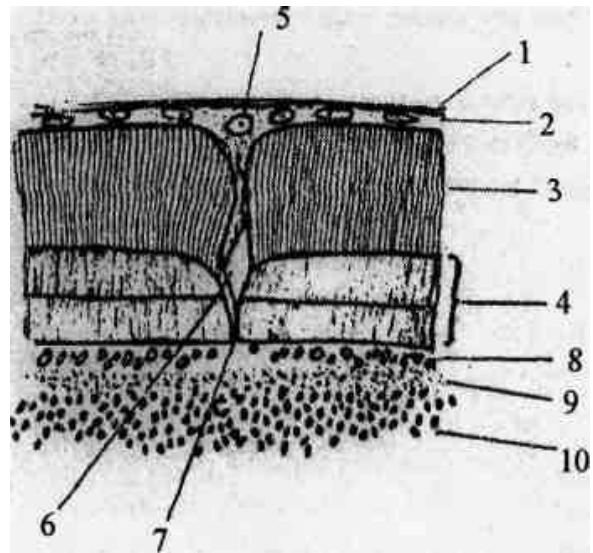
Очень сложно устроены оболочки у осетровых (рис. 4, д). У них имеются две лучистые зоны – внутренняя и внешняя, а кроме того, вторичная студенисто-ворсинчатая оболочка, приклеивающаяся к субстрату. Существование двух лучистых зон связывают с амортизационными свойствами яйца, на которое может оказывать 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 канальца микропиле примерно соответствует диаметру головки сперматозоида того же вида (рис. 5, а).

У осетровых на анимальном полюсе имеется несколько микропиле, которые представляют собой узкие ходы, их диаметр также соответствует диаметру головки сперматозоида (рис. 5, б). У первых оплодотворение моноспермное, у вторых – полиспермное.



a



б

Рис. 5. Строение микропиле:

- a* – 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. 6). Когда яйцо попадает в воду, наружная оболочка или выросты набухают, приобретают клейкость и являются приспособлением для прикрепления яйца к субстрату.

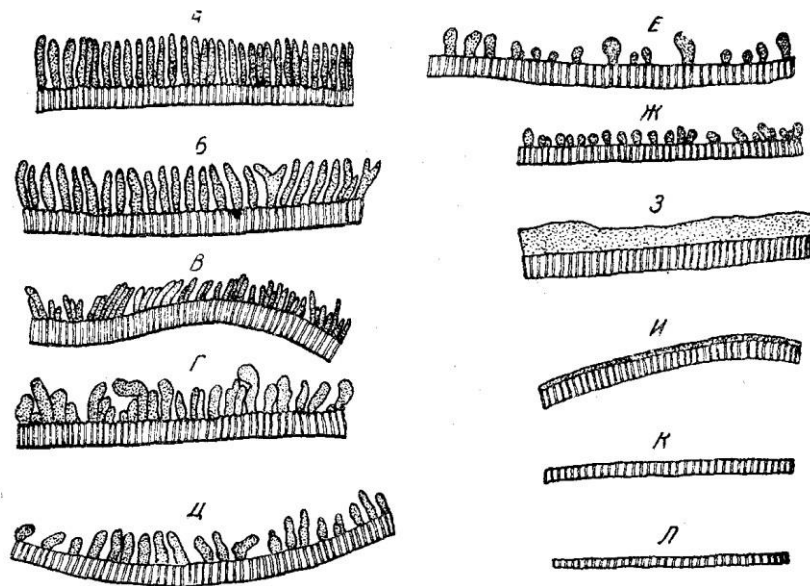


Рис. 6. Оболочка икры, срезы разных карповых рыб:

- a* – 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

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.

Данные морфологических признаков икры необходимо свести в табл. 21.

Таблица 21. 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 изъятые 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 рыболовное 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 рыболовное 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 рыболовных 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, окуня, уклей, 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 не-

рестилиц, 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 нерестилиц – 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 нерестилиц – 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 нерестилиц – 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 нерестилиц – 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 нерестилиц – 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 нерестилиц – 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. 22.

Таблица 22. 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 Вилия 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. 23.

Таблица 23. Биотехнические нормативы по воспроизводству кумжи

Наименование норматива	Значение
1	2
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 деревянные плавучие садки, 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 %, рыбководному предприятию потребуется ежегодно заготавливать 41 самку ($39 \cdot 100 / 95 = 41$ экз.).

8. Использование кумжи в рыбководных 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 рыбководные 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 потребное 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?
4. Как определить необходимое количество инкубационных аппаратов?
5. Как определить количество производителей?

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. 24).

Так, на заводах по разведению лососевых рыб инкубация икры проходит в осенне-зимний период при низких температурах (10–0,1 °С), а выращивание их молоди в весенне-летний период осуществляют при температуре не выше 16 °С. На заводах и 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 24. Допустимые колебания температуры при выращивании рыб на рыбоводных заводах и в хозяйствах, °С

Вид рыбы	Технологический процесс						
	Выдерживание производителей	Инкубация икры	Содержание личинок	Подращивание личинок	Выращивание молоди		
					сего-летков	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	–	–	–
белорыбица	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	–	–
шемая	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 белорыбицы 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 морозильной 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 водо-снабжения с сельскохозяйственных полей и промышленных 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 необ-

ходимо 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 рыбопроизводства 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 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. 25).

Таблица 25. 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	
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		
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 БАСЕЙНАХ

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. 7). Садки земляные, длина их составляет 35 м, ширина – 12 м, площадь без канав – 420 м². Нерестовые канавы длиной по 25 м имеют трапециевидное 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. Канавы имеют 4 перепада и разделены съемными решетками на 5 отсеков. Расход воды – 60 л/с, скорость течения – 0,5 м/с.

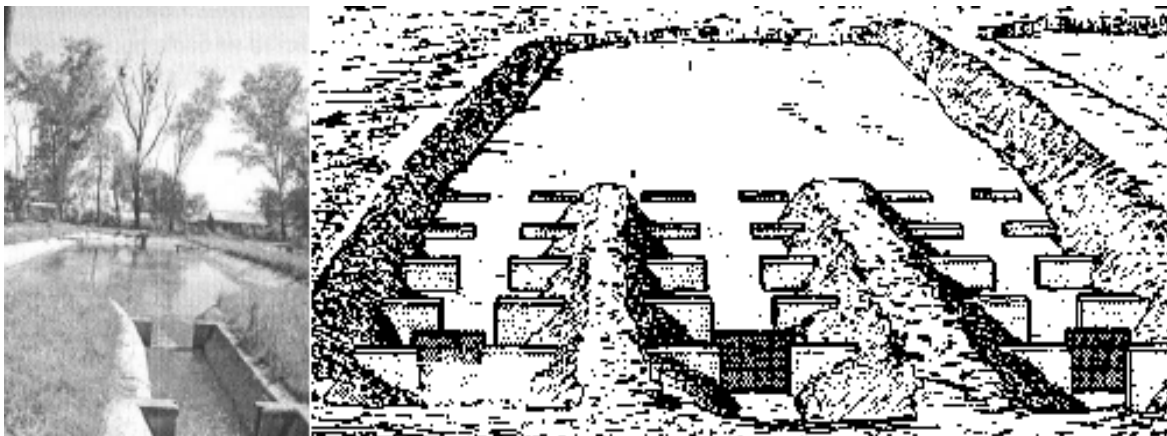


Рис. 7. Садок для выдерживания производителей рыбца

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 рыбца в садках различными кормовыми смесями приводит к повышению жизнестойкости производителей и увеличению числа зрелых самок.

Кормление рыбца 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 рыбца 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. 8) состоит из земляных прудов длительного отдельного содержания самок и самцов и бетонных бассейнов для кратковременного их содержания после гипофизарных инъекций.

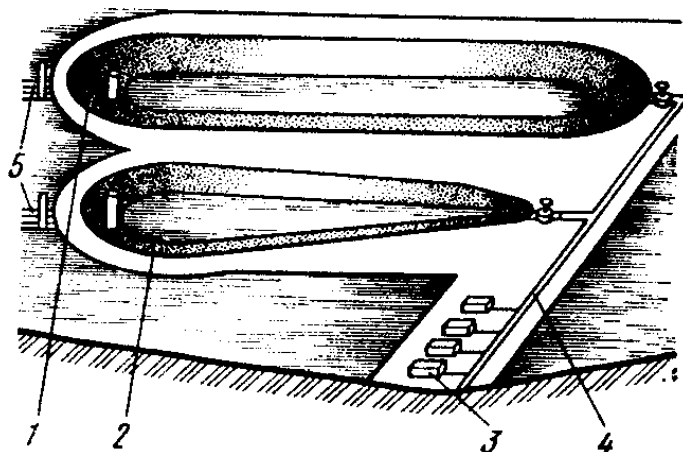


Рис. 8. Береговое отсадочное хозяйство Казанского (волжского типа):

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 $100 \times 14 \times 1,2$ 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. 9).

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.

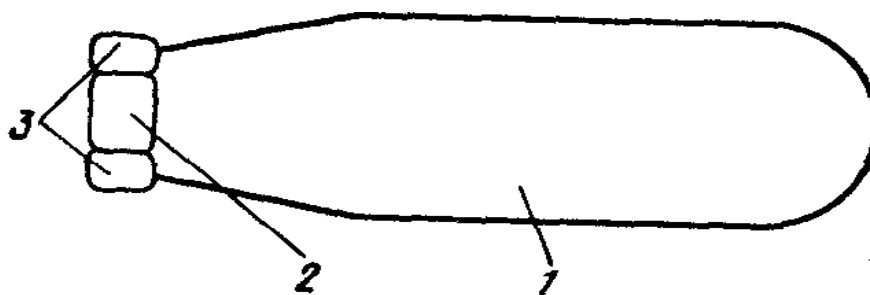


Рис. 9. Схема модернизированного садка куринского типа:

- 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 $5 \times 3,5$ 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. 26);

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

O_2'' – допустимое содержание кислорода в воде садка или бассейна, мг/л (табл. 27).

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:

$$RQ = \frac{\sum CO_2}{\sum O_2} = 0,71,$$

как $\sum CO_2 = \sum O_2 \cdot 0,71$, 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 садка или бассейна, мг/л (табл. 27).

В тех случаях, когда удаление CO₂ обеспечивается значительно меньшим расходом, чем это требуется для поддержания необходимого кислородного режима, может оказаться целесообразным повысить содержание O₂ в притекающей воде путем аэрации, что позволит уменьшить расход воды.

Для определения необходимой концентрации O₂ в аэрируемой воде O_{2a} при уменьшении расхода воды можно воспользоваться следующей формулой:

$$O_{2a} = \frac{\sum O_2 + O_2'' + Q'}{Q'}$$

Для определения интенсивности потребления O₂ (обмена) при температурах, отличных от 20 °С, следует воспользоваться данными табл. 28, разделив величину потребления O₂ при температуре 20 °С (табл. 26) на температурную поправку q.

Таблица 26. 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 27 Допустимое содержание в воде O₂ 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 28. Таблица температурных поправок (q) для приведения значений обмена к 20 °С

t, °С	q	t, °С	q	t, °С	q	t, °С	q	t, °С	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 O₂ и CO₂ 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 O₂ и CO₂ 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 O₂

и CO_2 в притекающей воде с температурой 17°C 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°C 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°C 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°C 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 рыбца?
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, инъекирования 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 рыбоводных 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. Гербицкий. Сущность метода заключается в том, что введение гормона гипофиза и его искусственных заменителей произво-

дителям рыб с половыми клетками, находящихся 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;
- 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 частиковых 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. 10), 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).

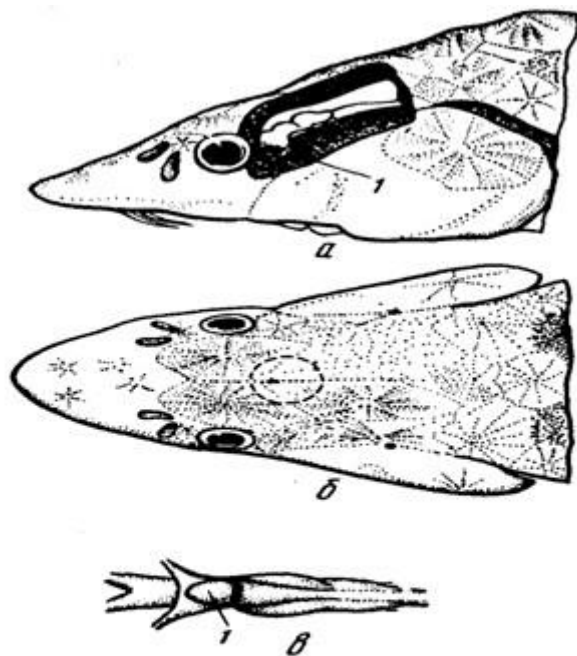


Рис. 10. Голова осетра: а – расположение мозга и гипофиза (1) в черепе осетра; б – вид головы осетра сверху (пунктиром обозначено место сверления отверстия для извлечения гипофиза); в – мозг и гипофиз осетра (вид снизу)

У частиковых 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. 11).

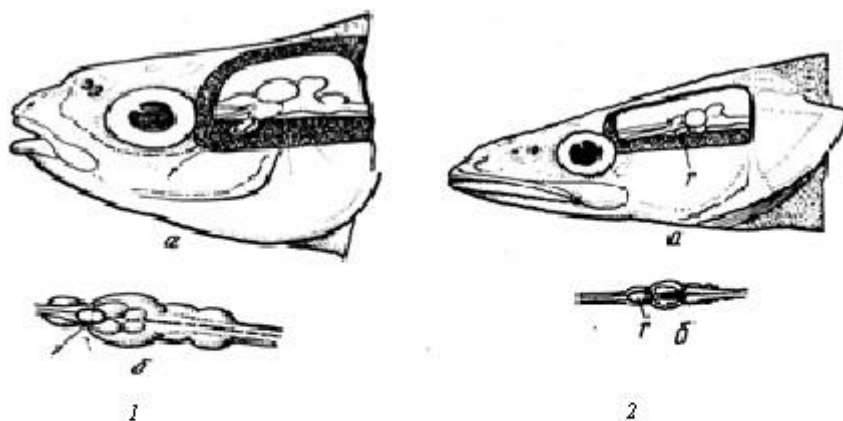


Рис. 11. Голова леща (1) и судака (2):
 а – расположение мозга и гипофиза (1) в черепе (вид сбоку);
 б – мозг и гипофиз (вид снизу)

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.

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. 12).



Рис. 12. 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 спермиации 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 растертой 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.

$$10 \text{ мг} - 1 \text{ мл};$$

$$180 - X \text{ мл};$$

$$X = 180 \cdot 1 / 10 = 18 \text{ мл}.$$

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 инъекцирования 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. 29), а предварительной инъекции – от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации (табл. 30).

Таблица 29. 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 30. 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 инъектируют 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, повреждаются. 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. 13, 14). Зашивание разреза является наиболее трудным этапом оперативного метода, ввиду того что тело осетровых покрыто костными пластинками.



Рис. 13. Послеоперационное наложение швов

Область послеоперационной раны необходимо обработать антисептиком. В течение следующих 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.

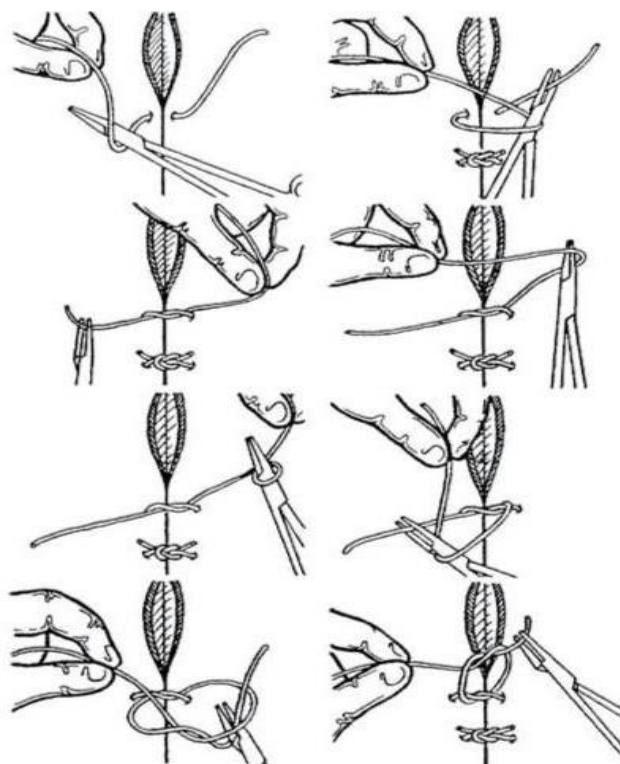


Рис. 14. Пример наложения послеоперационных швов

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 до-

пускать прямого попадания икринок на дно посуды, так как они легко повреждаются) (рис. 15).

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



Рис. 16. Надрезание яйцевода и 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 самок), 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 слабоклеякой 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, рыба) 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 частиковых рыб применяют аппарат обесклеивания икры (АОИ). Он состоит из пяти сосудов (объемом 1 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 (посередине) и изучают под бинокуляром, оснащенный окуляр-микрометром (рис. 21).



Рис. 21. Разрезанный ооцит под бинокуляром

Основным показателем, определяемым на разрезах ооцитов, является коэффициент поляризации (K_p). 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_p) определяется по формуле:

$$K_p = l / L,$$

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 $0,05 \leq K_p \leq 0,18$.

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, 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.

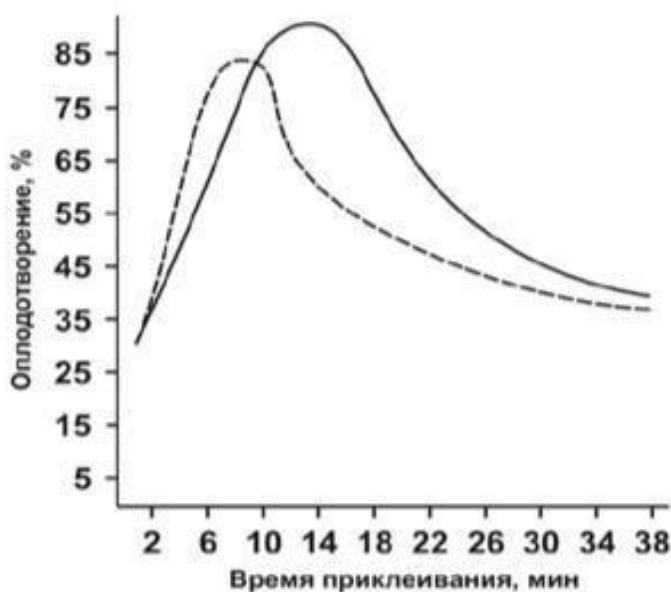


Рис. 23. График зависимости между временем приклеивания к субстрату и способностью к оплодотворению осемененной икры: «—» – русский осетр, «----» – севрюга (Горбачева, 1977)

При недостатке икры хорошего качества такую (перезревшую) икру можно использовать для воспроизводства, но инкубировать ее следует при низкой плотности загрузки инкубационных аппаратов, а личинок подращивать 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 рекомендуется 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 оценки 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, бинокляром 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 разработанные Детлаф, Гинзбург и Шмальгаузен специальные графики (рис. 24).

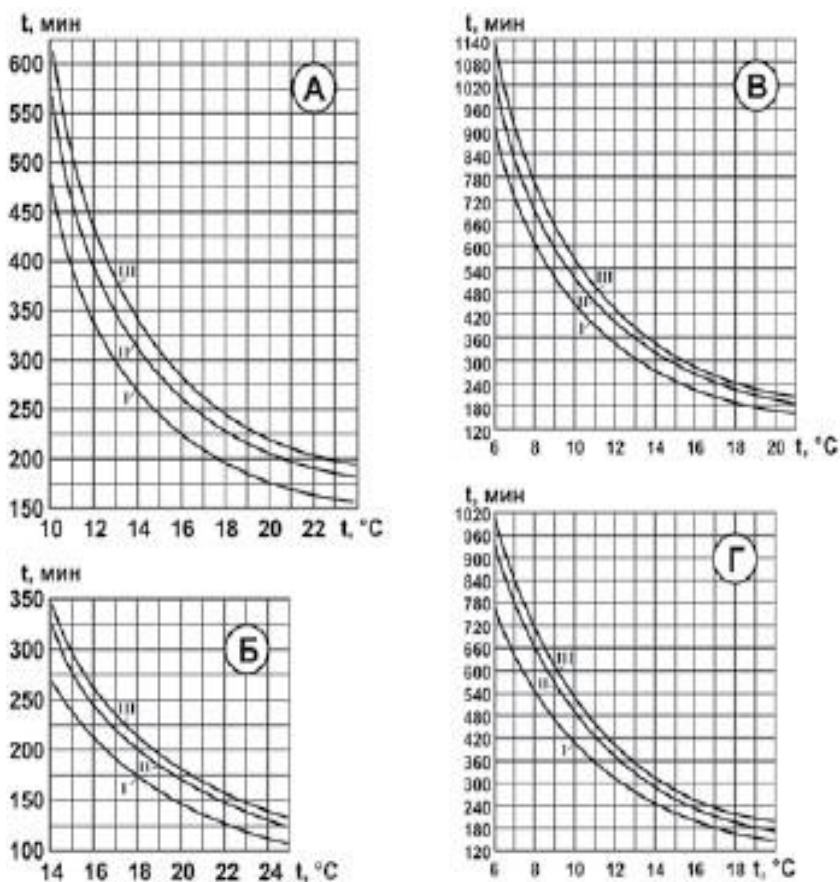


Рис. 24. Графики для установления времени взятия проб икры для определения процента оплодотворения: А – русский осетр; Б – севрюга; В – белуга; Г – стерлядь

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 инкубации, 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 осеменной 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.

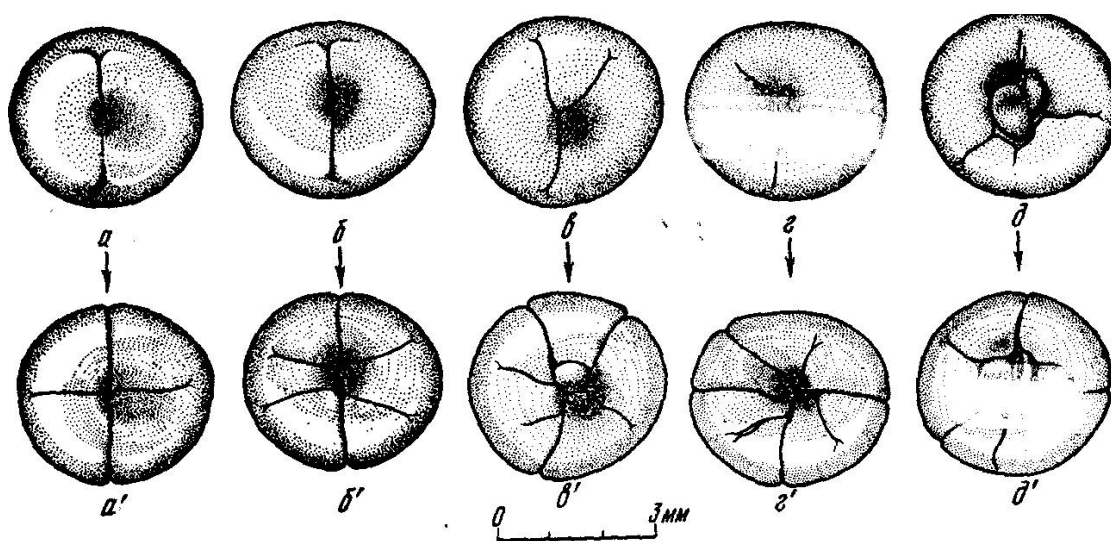


Рис. 25. Яйца осетра на стадиях первого (а–д) и второго (а'–д') делений дробления: а и а' – нормальные моноспермные яйца, остальные – полиспермные

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

- на стадиях конца гаструляции 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 гаструляции 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 предличинки). Необходимо избегать перегрева воды, так как в этом случае могут возникать параличи и эмбрионы могут быть искривленными. Когда большая часть предличинки 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 предличинки 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).

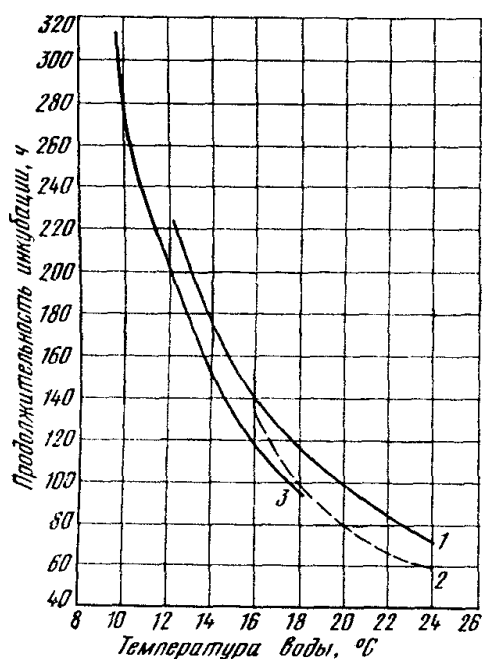


Рис. 26. Продолжительность инкубации икры осетра (1), севрюги (2) и белуги (3) в зависимости от температуры воды

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?

Тема 10. ВНЕЗАВОДСКОЙ СПОСОБ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ РЫБ

Цель занятия: изучить инкубационные аппараты для внезаводского способа инкубации икры.

Материалы и оборудование: макеты инкубационных аппаратов Сес-Грина, Чаликова, Жуковского; рисунки и фотографии инкубационных аппаратов.

Задания: 1) изучить устройство, принцип работы и мощность инкубационных аппаратов; 2) законспектировать, пользуясь методическими указаниями, характеристики инкубационных аппаратов; 3) ответить на контрольные вопросы.

Важным звеном биотехнического процесса является инкубация икры. При инкубации (т. е. когда идет процесс эмбриогенеза) создают благоприятные условия для нормального развития эмбрионов.

В практике рыбоводства существует два метода инкубации: внезаводской, при котором инкубационные аппараты устанавливают непосредственно в естественном водоеме, и заводской, при котором аппараты для инкубации устанавливают в специальном помещении. Внезаводской метод инкубации использовали при экстенсивном разведении осетровых, когда рыбоводный процесс заканчивается выпуском личинок. Этот способ инкубации имеет много недостатков и в последнее время применяется весьма редко. Во время шторма много икринок гибнет от механических повреждений; нефтепродукты, попадая в инкубационные аппараты, увеличивают отход икры; при уменьшении скорости течения воды в реке водообмен в аппаратах становится незначительный и отход икры увеличивается.

Внезаводской метод инкубации икры подразумевает инкубацию непосредственно в самом водоеме и может быть осуществлен в двух формах:

- инкубация икры на субстрате;
- инкубация икры в аппаратах.

Простой способ инкубации икры на субстрате применяется для клейкой икры весенне-нерестующих рыб (лещ, судак, сазан и др.). В качестве субстрата используют ветки ели, можжевельника, тростника и рогоза, старые ивовые корзины. Ветки растений связывают в пучки или венички и помещают в глубокий таз с водой, так чтобы высота воды над веничками составляла 15–20 см. Оплодотворенную икру набирают из емкости небольшими порциями и рассеивают над лежащими в воде веничками.

Попадая в воду, икра выделяет клейкое вещество и прикрепляется к субстрату. После того как икра размещена на веничках, их привязывают комлем вверх к веревке, которую закрепляют между двумя кольями на участках водоема глубиной 1–1,5 м с таким расчетом, чтобы венички не лежали на дне.

Этот метод инкубации малоэффективен, так как в случае невозможности подготовки участка (тщательный облов и ограждение мелкой сеткой) полная незащищенность икры приводит к массовому поеданию ее хищниками.

Инкубация икры в аппаратах непосредственно в водоемах применяется для икры рыб с весенне-летним нерестом. В аппаратах икра защищена от выедания другими гидробионтами и, кроме того, возможен учет результатов инкубации. Однако резкие изменения температуры, наличие в воде взвешенных веществ, изменение скорости течения, скорости ветра влияют на эффективность инкубации, и при этом рыбовод не может вмешиваться в процесс инкубации. В этом заключается основной недостаток этого метода.

Аппараты, устанавливаемые в естественном водоеме, представляют собой сетчатые ящики с крышкой для инкубации леща, осетра и судака. Установку таких аппаратов в водоеме осуществляют несколькими способами:

- несколько аппаратов последовательно крепят друг к другу веревками за кольца. Такую сеть плавучих аппаратов устанавливают на течении недалеко от берега;
- аппараты устанавливают на деревянную раму-плот, которая закрепляется якорями на участках водоема с умеренным течением.

К аппаратам для инкубации икры, устанавливаемым непосредственно в водоеме, относятся аппараты Сес-Грина, Чаликова и Жуковского.

Для инкубации икры весенне-нерестующих рыб (осетровые, карповые) применяют два типа аппаратов: Сес-Грина и Чаликова.

Аппарат Сес-Грина представляет собой деревянный прямоугольный ящик ($60 \times 40 \times 25$ см), дно которого затянуто металлической сеткой с размерами ячеек, меньшими диаметра инкубируемой икры. Аппараты устанавливаются в реке на участках с умеренным течением (0,5–1 м/с). При постройке аппарата необходимо все внутренние углы заделывать планками треугольного сечения, чтобы икра не застревала в пазах. Когда из икры выклеваются эмбрионы, через ячейки сетки укляя, верховка, окунь и другие могут вытаскивать личинок. Для защиты от хищников дно затягивают вторым слоем сетки с ячейкой размером 2–3 мм, через которую не может проникнуть даже самая мелкая верховка. Стенки аппарата и сетки тщательно прокрашивают асфальтным лаком.

Аппарат Чаликова (рис. 27) для инкубации икры имеет ряд преимуществ перед аппаратом Сес-Грина. Аппарат представляет собой ящик размером $70 \times 34 \times 15,5$ см. В нем лучший водообмен благодаря тому, что все стенки обтянуты сеткой с ячейкой размером 3–4 мм. Сверху ящик закрывают сетчатой крышкой. Он может быть погружен на любую глубину и имеет более высокую рабочую нагрузку.

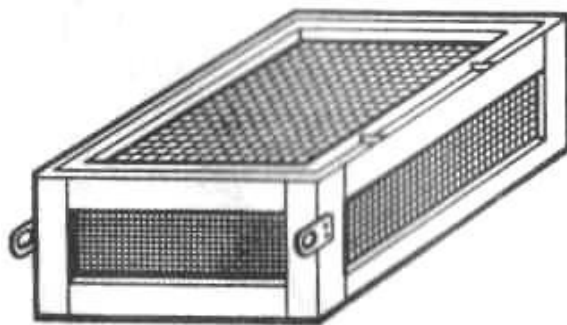


Рис. 27. Аппарат Чаликова

Рабочая нагрузка аппаратов зависит от их размеров, условий водообмена, температуры воды и потребления кислорода икрой. Чем выше температура воды и слабее течение, тем ниже должна быть нагрузка. Нормы нагрузки представлены в табл. 31.

Таблица 31. Нормы загрузки икры разных видов рыб, тыс. шт. икринок

Вид рыбы	Инкубационный аппарат	
	Сес-Грина	Чаликова
Севрюга	15–25	25–35
Судак	125–200	250
Лещ	200–250	125–200
Песядь	–	300

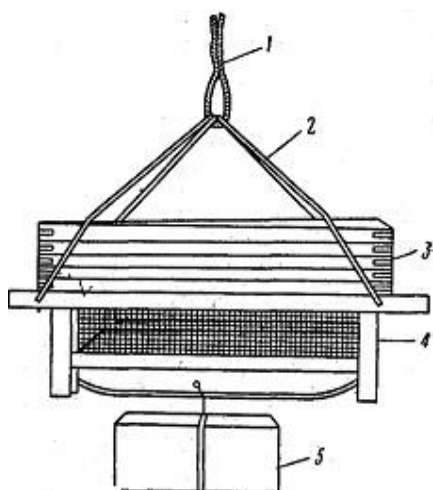


Рис. 29. Аппарат Жуковского:
1 – веревка; 2 – дужки; 3 – рамки;
4 – подрамник; 5 – груз

Уход за икрой в период инкубации заключается в очистке аппаратов от осевшего в них ила и выборке мертвой и большой икры. Основным врагом икры осетровых, леща и судака и других весенне-нерестующих рыб является сапролегния, которая поражает мертвую икру и постепенно заражает здоровые икринки.

Для инкубации икры осенне-нерестующих рыб в аппаратах, установленных непосредственно в водоеме, используют *аппарат Жуковского* (рис. 29). Он предназначен для инкубации икры лососей.

Аппарат системы Жуковского состоит:

- из четырех деревянных рамок размером 55×35 см, обтянутых металлической сеткой с продолговатой ячейей размером $18 \times 3,5$ мм, куда помещают икру;

- подрамника, служащего для приема выклюнувшихся предличинок. Представляет собой жестяной ящик размером $55 \times 35 \times 10$ см, дно которого и часть боковых стенок сделаны из листового железа, а остальная часть этих сте-

нок обтянута металлической сеткой с ячейей размером $1,5 \times 1,5$ мм;

- верхней защитной рамки размером 55×35 см, обтянутой сеткой с ячейей размером $1,5 \times 1,5$ мм. Рамка служит для предохранения икры от смыва при опускании аппарата в воду и от поедания хищной рыбой, а также от попадания различных плавающих предметов.

Стопка рамок с икрой устанавливается на подрамнике и прикрывается сверху защитной рамкой. Все части закрепляются при помощи троса из металлической проволоки. Снизу к аппарату привязывают груз и опускают в воду на глубину 1,5–2 м.

Аппараты содержатся зимой подо льдом и в открытой воде весной. При толщине ледяного покрова около 1 м глубина реки должна быть не менее 2,5 м, так как аппараты должны находиться на расстоянии 1 м от нижней поверхности льда и 1–1,5 м от дна. Для проверки состояния икры и предохранения от очень низких температур аппараты извлекают из водоема через проруби, помещают их в носилки с водой и переносят в помещения.

Аппарат Жуковского при размере рабочей поверхности рамки 44×29 см вмещает до 30 тыс. икринок лососей.

Недостатком метода инкубации икры в аппаратах Жуковского является необходимость перевода из одних условий в другие, тяжелые условия обслуживания и зависимость от условий содержания.

А. Е. Веселов и др. разработали технологию искусственного воспроизводства лососевых рыб в естественных условиях, основанную на завершении заводской инкубации эмбрионов со стадии глазка до полноценных личинок с помощью гнезд-инкубаторов, устанавливаемых на дне реки (рис. 30, 31).

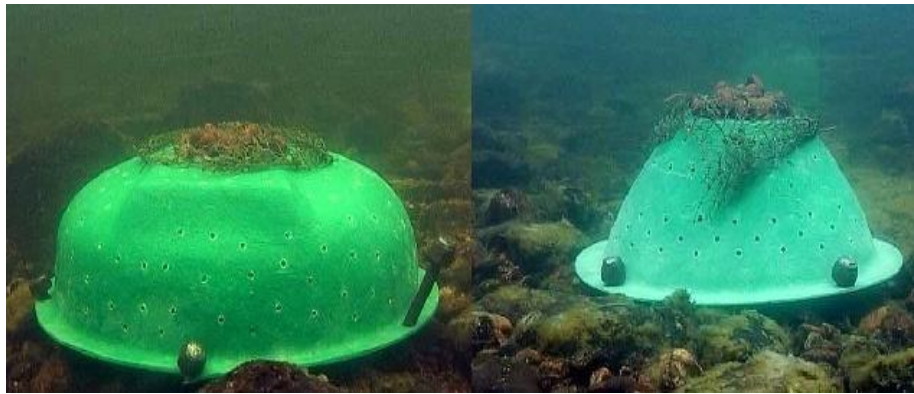


Рис. 30. Гнезда-инкубаторы из стекловолокна

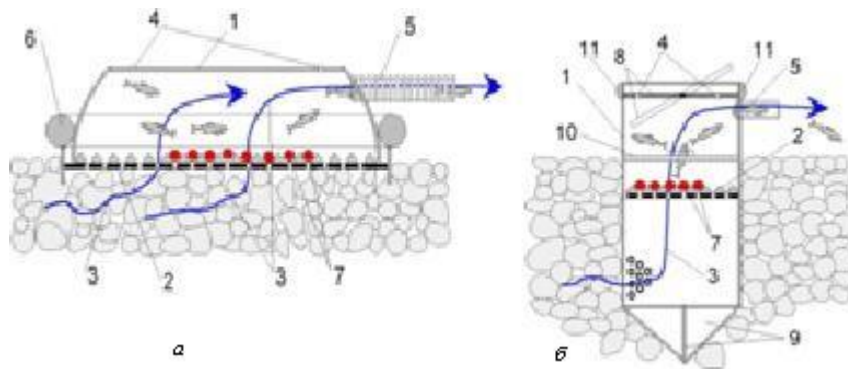


Рис. 31. Схема гнезд-инкубаторов типа шайба (а) и штопор (б):

1 – корпус гнезда; 2 – субстрат с силиконовыми лункам; 3 – поступление воды подруслового потока; 4 – дренажные отверстия; 5 – патрубок для оттока воды и выхода личинок; 6 – грузовое кольцо; 7 – икра; 8 – поворачиваемая крышка для загрузки икры; 9 – разрыхлитель грунта; 10 – концентрирующее кольцо; 11 – приливы

Контрольные вопросы

1. Назовите аппараты для инкубации икры, устанавливаемые непосредственно в водоеме.
2. Для чего предназначен аппарат Сес-Грина?
3. Какие преимущества имеет аппарат Чаликова в сравнении с аппаратом Сес-Грина?
4. Опишите устройство аппарата Жуковского.
5. Для чего предназначен подрамник в аппарате Жуковского?
6. Каковы нормы загрузки икры в инкубационные аппараты внезаводского метода получения икры?

Тема 11. КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АППАРАТОВ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ В НЕПОДВИЖНОМ СОСТОЯНИИ

Цель занятия: изучить аппараты для инкубации икры в неподвижном состоянии.

Материалы и оборудование: макеты инкубационных аппаратов; лотковые инкубационные аппараты; рисунки и фотографии инкубационных аппаратов.

Задания: 1) изучить устройство, принцип работы и мощность аппаратов для инкубации икры в неподвижном состоянии; 2) законспектировать, пользуясь методическими указаниями, характеристики инкубационных аппаратов; 3) ответить на контрольные вопросы.

Заводской метод инкубации икры предусматривает инкубацию в специально приспособленных помещениях – инкубационных цехах.

Аппараты, применяемые при использовании заводского метода инкубации, разделяются на следующие группы:

1) аппараты для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии (лососи, форель);

2) аппараты для инкубации икры во взвешенном состоянии (карповые, сиговые, окуневые);

3) аппараты для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии (осетровые, рыбец, кутум);

4) аппараты для инкубации необесклеенной икры рыб (икра находится в прикрепленном состоянии).

Во всех случаях основное требование, предъявляемое к аппаратам, заключается в хорошей омываемости икры водой.

Аппараты для инкубации крупной икры, находящейся в неподвижном состоянии, горизонтального типа. *Аппарат Коста* (рис. 32) представляет собой продолговатый ящик, изготовленный из дерева, жести или глазированной глины, в котором на некотором расстоянии от дна помещается рамка для икры. Рамка обтягивается сеткой с такой ячейкой, чтобы икра не проваливалась.

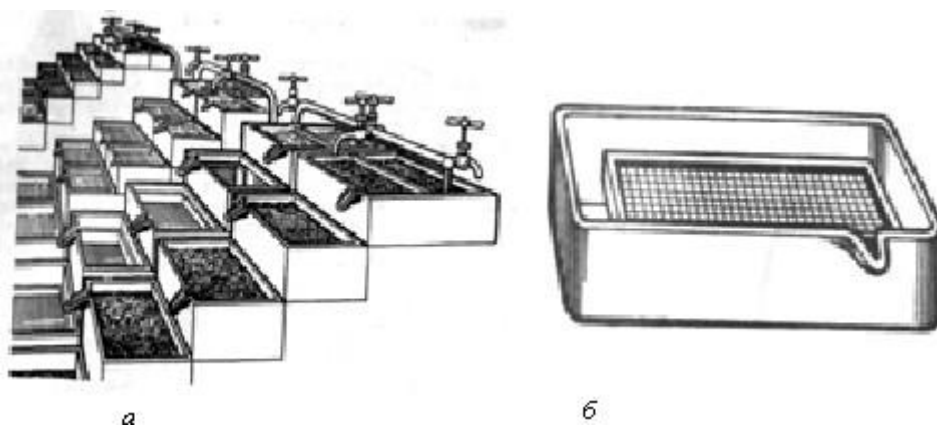


Рис. 32. Инкубационный аппарат Коста:
а – лестничная установка аппаратов Коста; б – общий вид

Вода поступает у одного края аппарата, свободно протекает над икрой и сливается через носик, расположенный с противоположного края. Рабочая вместимость такого аппарата – 2–2,5 тыс. икринок, расход воды составляет 0,6 л/мин. Преимущества аппарата заключаются в простоте устройства и эксплуатации, недостаток – в небольшой рабочей вместимости. Габаритные размеры аппарата 50 × 20 × 10 см.

Аппараты Коста устанавливают на подставках в лестничном порядке по несколько групп в целях экономии воды и площади. В каждую группу входят 4–6 аппаратов, снабжающихся водой из одного крана. Вода из кранов поступает в верхний аппарат, а из него последовательно проходит через нижестоящие аппараты, при этом сливные носики каждого вышестоящего и нижестоящего аппаратов должны находиться с противоположных краев. Более 6 аппаратов в группе не рекомендуется.

Аппарат Шустера (рис. 33) состоит из двух ящиков. Наружный ящик служит водоприемником, а во внутреннем, который имеет сетчатое дно, помещается икра. Поступающая в наружный ящик вода проходит снизу через сетчатое дно внутреннего ящика, омывает икру и сливается через носик аппарата.

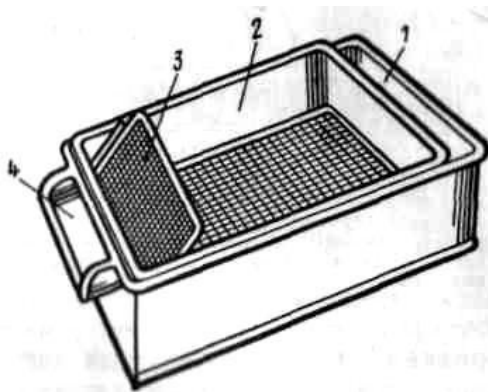


Рис. 33. Аппарат Шустера:
 1 – наружный ящик; 2 – внутренний ящик;
 3 – предохранительная решетка; 4 – сточный носик

Для предохранения от возможного выноса током воды икры или личинок перед сливным носиком установлена под углом защитная сетка. В аппарат вмещается от 5 до 30 тыс. икринок лососей, расход воды составляет 1 л/мин. Габаритные размеры: наружный ящик – 50 × 30 × 18 см, внутренний ящик – 40 × 29 × 18 см.

Американский лотковый аппарат Девиса представляет собой деревянные или бетонные желоба различной длины, в которые устанавливаются стопки рамок с икрой. Желоба делаются длиной до 6 м, шириной 0,4 м и высотой 0,5 м. В желоб на некотором расстоянии друг от друга устанавливаются стопки рамок с икрой. Каждая стопка содержит 10 рамок по 2,5 тыс. икринок лосося или форели. Вода подается в передний конец желоба и прямым током проходит через все стопки с икрой. Основным недостатком таких аппаратов является относительно большой расход воды (6–8 л/мин).

Аппарат Вильямсона (рис. 34) имеет несколько более сложную конструкцию по сравнению с аппаратом Девиса. Икра в аппарате Вильямсона также размещается на рамках, которые стопками устанавливаются в деревянном или бетонном желобе. Между стопками устраиваются перегородки, заставляющие воду циркулировать по вертикали через все рамки с икрой, благодаря чему обеспечивается более равномерная омываемость икры на всех рамках. Аппарат имеет следующие габаритные размеры: 200 × 50 × 30 см и 400 × 50 × 30 см.

Количество отделений для рамок с икрой может быть различное (от 3 до 6), в каждом отделении стопка состоит из 6–8 рамок. В зависимости от числа отделений и количества рамок рабочая вместимость аппарата составляет от 100 до 200 тыс. и более икринок лосося. На каждую рамку размещают в один слой 5 тыс. икринок лосося. Расход воды в аппарате составляет 10–12 л/мин.

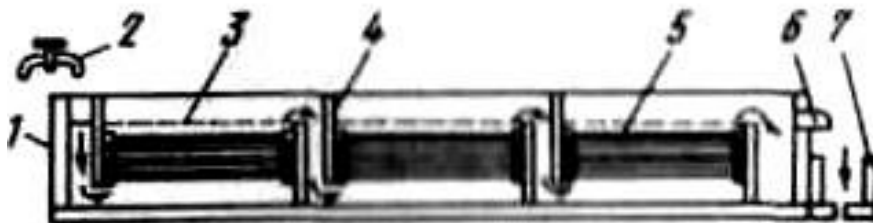


Рис. 34. Аппарат Вильямсона:
 1 – желоб; 2 – водоподающий канал; 3 – уровень воды;
 4 – перегородка; 5 – рамки; 6 – сливной носик

Аппарат Аткинса (рис. 35) применяется для инкубации икры лососей. Он представляет собой прямоугольные деревянные ящики, у которых у одной торцевой стенки происходит

водоподача, а у другой – сброс воды. У задней торцевой стенки помещается решетка, предохраняющая вынос икры. Икра инкубируется на рамках, уложенных в ряд или стопками. Аппараты устанавливаются в лестничном порядке по 2–3 в ряд, но не более трех ступеней.

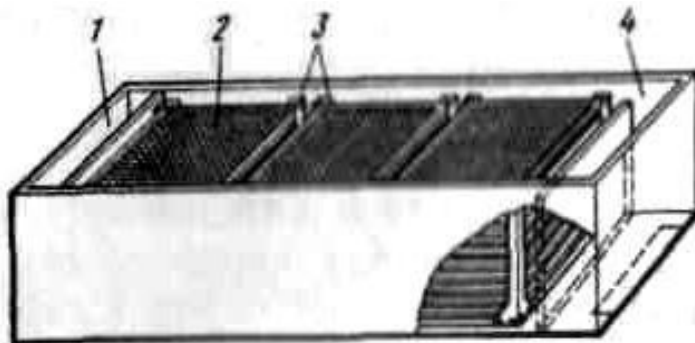


Рис. 35. Аппарат Аткинса:
1 – водоприемная камера; 2 – рамки для икры;
3 – стойки; 4 – водосливная камера

На рамке в один ряд располагают до 8 тыс. икринок. Габаритные размеры аппарата 160 × 35 × 30–40 см. Производительность – 150–200 тыс. шт. икринок. Расход воды в аппарате составляет 12–15 л/мин.

Уход за икрой заключается в основном в наблюдении за световым режимом, температурой и водоподачей. Содержание растворенного в воде кислорода должно составлять не менее 7 мг/л, температура в помещении – не выше 10 °С для лососевых. Инкубационные аппараты изолируют от прямого солнечного освещения и длительного электрического. Периодически отбирают мертвую икру с помощью сифона, груши или пипетки на стадии пигментации глаз.

Инкубационные системы горизонтального типа (рис. 36) для инкубации икры лососевых рыб можно использовать в любом хозяйстве.



Рис. 36. Инкубационные системы горизонтального типа

Инкубаторы выполняются в двух вариантах (длиной 360 и 215 см, из 4 и 7 частей соответственно) и имеют ширину 40 см и высоту 17 см. Комплекуются новыми усовершенствованными перфорированными поддонами из нержавеющей стали (перфорация 1–2 мм).

Один укомплектованный аппарат состоит: из четырех инкубационных лотков, двух перфорированных сеток – одна со стороны притока воды для собирания пузырьков воздуха, вторая со стороны водосбросной трубы. Традиционные лотки сделаны из прочного стеклопластика (40 × 40 см) и труб ПВХ. Бассейн после окончания инкубации может быть использован для подращивания личинок. Внутри бассейн имеет гладкие стенки и благодаря этому легко очищается. Лотки точно прилегают к внутренней поверхности бассейна, это гарантирует правильный проток воды и тем самым правильный процесс инкубации икры.

Аппараты для инкубации крупной икры, находящейся в неподвижном состоянии, вертикального типа. *Инкубатор ИВТ* (инкубатор вертикального типа) (рис. 37) представляет собой затемненный двухсекционный шкаф этажерного типа, внутри которого в специальных гнездах расположены собственно инкубационные аппараты – кюветы с рамками. Каждая секция имеет независимую водоподачу. При извлечении любого аппарата водоснабжение не нарушается. Вода подается сверху, проходит последовательно через все аппараты секции и отводится в канализацию. Икра размещается на сетках рыбоводных рамок инкубационных аппаратов. В ИВТ предусматривается как инкубация икры, так и выдерживание выклюнувшихся эмбрионов.

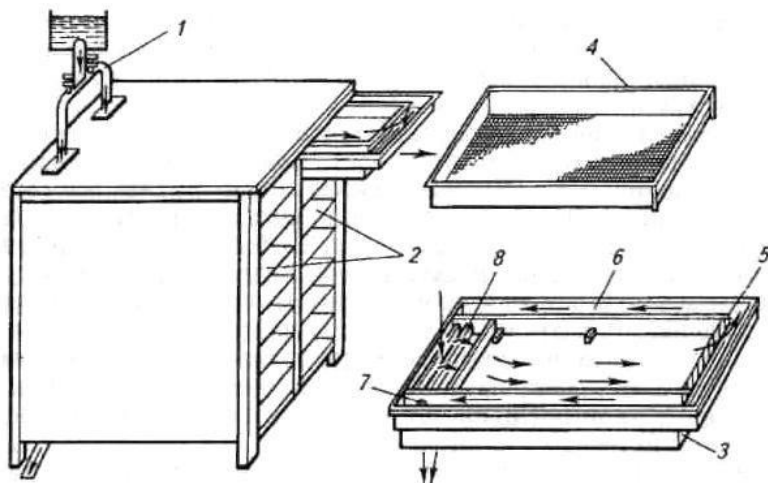


Рис. 37 Аппарат ИВТ-1:
1 – водоподача; 2 – каркас; 3 – кюветы; 4 – рамки; 5 – сетка;
6 – водосброс; 7 – сбросная система; 8 – перегородка

Аппарат ИВТМ (модернизированный аппарат ИВТ) представляет собой затемненный двухсекционный шкаф этажерного типа, на направляющих (роликоопорах) которого крепятся инкубационные аппараты, представляющие собой кюветы с размещенными в них рамками. Аппарат вмещает 2 стопки кювет по 7 шт. в каждой.

Инкубационный аппарат ИМ (рис. 38) предназначен для многослойной инкубации икры форели и лососей, выдерживания предличинок до личиночного периода. Благодаря особенностям устройства аппарата и циркуляции воды в вертикальном направлении снизу вверх перпендикулярно плоскости рамки, икра размещается в 10–12 слоев.

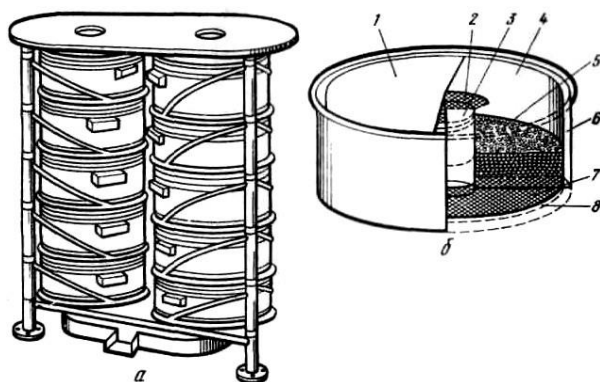


Рис. 38. Аппарат ИМ:
а – общий вид; б – секция для икры;
1 – крышка; 2 – сетчатый колпак; 3 – водосливная труба;
4 – внутренний сосуд; 5 – икра; 6 – внешний сосуд; 7 – сетчатое дно;
8 – пространство между сетчатым дном и внешним сосудом

Аппарат состоит из 10 спаренных емкостей для икры, установленных одна над другой в двух секциях каркаса (по 5 шт. в каждой секции). Каждая емкость инкубационного аппарата состоит из двух цилиндрических сосудов, вложенных один в другой. Внутренний сосуд предназначен для размещения икры. Он имеет сетчатое дно, приподнятое над дном внешнего сосуда, и закрывается крышкой. Внешний сосуд служит для приема воды.

Общая вместимость аппарата составляет около 300 тыс. икринок, расход воды – 15 л/мин.

Для инкубации крупной икры в неподвижном состоянии применяются в настоящее время вертикальные инкубационные системы (рис. 39). Эти системы могут комбинироваться для оптимального использования площади и воды.

Расход воды составляет от 2 л/мин. Вода поступает от верхней воронки, потоки воды проходят через сетчатые поддоны с икрой и идут по передним боковым каналам для последующего использования к следующей воронке, к следующему поддону и т. д. Таким образом, все поддоны и вся икра достаточно снабжаются водой. Не извлекая другие поддоны, любой поддон можно легко вынимать по направляющим для контроля и начала кормления.



Рис. 39. Инкубационные системы вертикального типа

Этот инкубатор гарантирует самые безопасные условия выращивания и комплектуется 4, 8 или 16 поддонами размером 60×60 см. Инкубатор изготавливается из прочной экологичной пластмассы и включает алюминиевые рамки (высотой 44, 82 или 175 см) и поддоны для икры (размером $50 \times 40 \times 4$ см) со специальным безопасным PVC-покрытием. Норма загрузки икры радужной форели составляет соответственно 50, 100 или 200 тыс. шт. икринок.

Контрольные вопросы

1. На какие типы можно разделить аппараты для инкубации икры при заводском методе?
2. Перечислите аппараты для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии.
3. Что представляют собой аппараты горизонтального типа для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии?
4. Дайте характеристику аппаратам вертикального типа для инкубации икры в неподвижном состоянии.

Тема 12. КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АППАРАТОВ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ

Цель занятия: изучить аппараты для инкубации икры во взвешенном состоянии.

Материалы и оборудование: макеты инкубационных аппаратов; инкубационные аппараты Вейса, «Амур»; рисунки и фотографии инкубационных аппаратов.

Задания: 1) изучить устройство, принцип работы и мощность инкубационных аппаратов для инкубации икры во взвешенном состоянии; 2) законспектировать, пользуясь методическими указаниями, характеристики инкубационных аппаратов; 3) ответить на контрольные вопросы.

Во взвешенном состоянии инкубируется мелкая икра сиговых, щуки, карповых, окуневых.

Аппарат Вейса применяется для инкубации обесклеенной икры карповых, окуневых, сиговых рыб, щуки и др. Аппарат Вейса (рис. 40) представляет собой стеклянный или из органического стекла сосуд, суживающийся книзу (перевернутая большая бутылка без дна).



Рис. 40. Стойка с аппаратами Вейса

Нижнее отверстие аппарата (горло) закрыто пробкой со вставленной по центру металлической трубкой диаметром 0,8–1 см. Наружный конец этой трубки соединен со шлангом, который идет на кран, подающий воду. Токи воды, идущие из крана, поступают под напором в нижнюю часть сосуда и поднимают вверх помещенную в аппарат икру.

В верхней части сосуда напор воды ослабевает, поэтому икринки начинают постепенно опускаться в нижнюю его часть, где подхватываются струями воды и вновь увлекаются вверх. Таким образом, вся икра находится во взвешенном состоянии.

Сброс воды из аппарата происходит через сливной носик, сделанный в обруче, обтягивающем верхний край сосуда. Вместимость аппаратов Вейса составляет 7–20 л, норма загрузки икры – 35–110 тыс. шт. икринок, расход воды – до 6 л/мин, перед вылуплением эмбрионов проточность увеличивается до 10 л/мин.

Обычно аппараты размещают на стойках в специально подготовленные гнезда. Аппарат Вейса устанавливают в стойке, имеющей два гнезда, одно из которых удерживает нижнюю часть, а другое – среднюю часть сосуда.

Причем аппарат должен стоять обязательно в строго вертикальном положении. В противном случае струи воды будут направляться по одной стороне сосуда, что может вызвать неравномерное вращение икринок и заморы в отдельных частях аппарата. Их монтируют по

10–20 шт. на одной стойке, причем для каждого из них обязательно независимое водоснабжение.

Недостаток аппарата Вейса состоит в том, что в нем восходящий поток воды имеет наибольшую скорость вдоль центральной оси аппарата и наименьшую – вдоль стенок аппарата. Икринки, находящиеся вне зоны центральной струи воды, около боковых стенок, омываются слабее, чем икринки, находящиеся по центральной оси аппарата. Это приводит к неравномерному вращению икринок и возникновению заморов икры в боковых частях аппарата.

Инкубатор «Уралец» Н19-ИИБ предназначен для инкубации икры сиговых рыб, а также икры карпа и карася. Отличается компактностью, что позволяет на единице площади размещать больше аппаратов Вейса, чем в других современных инкубаторах, в которых используются эти аппараты. Представляет собой двухъярусный каркас, на котором закреплены аппараты Вейса (рис. 41).

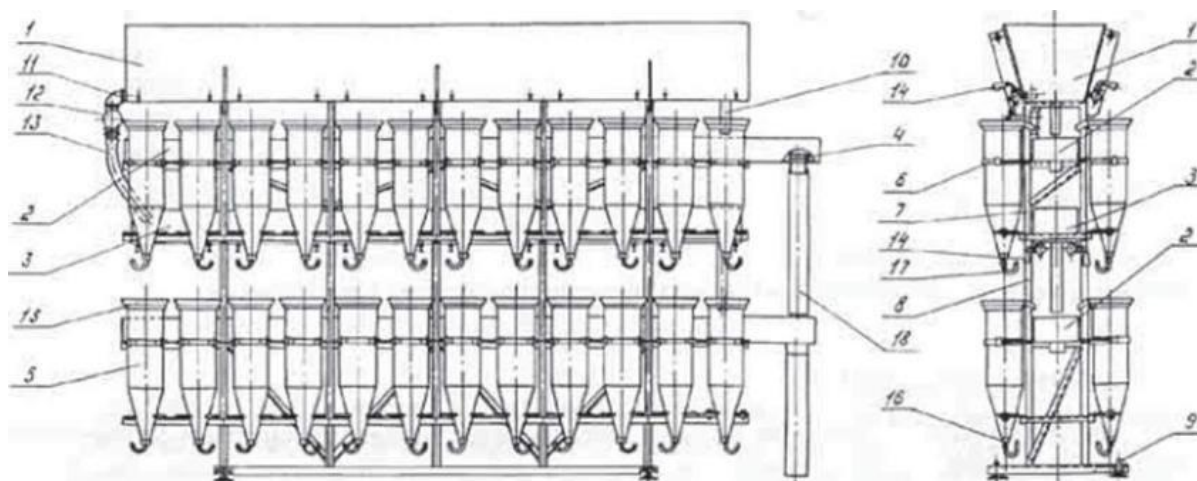


Рис. 41. Инкубатор «Уралец» Н19-ИИБ:

- 1 – верхний питающий лоток; 2 – сборный лоток; 3 – нижний питающий поток;
 4 – пробка; 5 – аппарат Вейса; 6 – прижим; 7 – рама верхняя; 8 – рама нижняя;
 9 – регулятор; 10 – труба переливная; 11 – угольник; 12 – вентиль; 13 – рукав;
 14 – кран регулировочный; 15 – оголовок; 16 – штуцер; 17 – трубка резиновая;
 18 – патрубок

Аппарат ИВЛ-2, предназначенный для инкубации икры растительноядных рыб и выдерживания эмбрионов растительноядных рыб, карпа, буффало и др. до перехода на смешанное питание, представляет собой цилиндрическую емкость из оргстекла с водоподающим и водосливным патрубками, в нижней части которой (50 мм от дна) жестко крепится рассекатель воды, а в верхней устанавливается оградительная сетка (рис. 42).

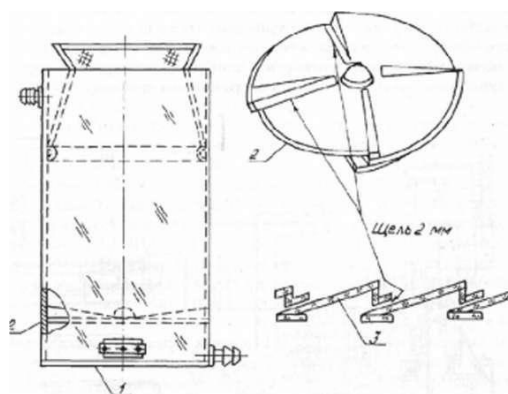


Рис. 42. Инкубационный аппарат ИВЛ-2:

- 1 – корпус; 2 – завихритель; 3 – направляющие планки

Рассекатель воды (основная деталь аппарата) представляет собой диск, состоящий из секторов и направляющих планок, между которыми образуются щели. В центре диска закреплен полушар. Вода, поступающая в аппарат, проходит через щель и образует спиралеобразный равномерный восходящий поток. Оградительная сетка из капронового сита № 18–20 натягивается на металлический каркас и плотно (с поролоновой прокладкой) устанавливается в аппарате на период выдерживания эмбрионов. Под рассекателем воды в корпусе аппарата имеется окно, закрываемое крышкой и служащее для промывки нижней части аппарата.

Техническая характеристика аппарата: рабочий объем – 200 л; количество инкубируемой икры растительноядных рыб – 1,5 млн. шт. (при максимальной загрузке); количество выдерживаемых эмбрионов – 3 млн. шт. (максимальное); расход воды – до 14 л/мин.

Аппарат ИВЛ-2 работает следующим образом:

- оплодотворенную икру загружают в инкубационный аппарат, предварительно заполненный водой;
- устанавливают постоянный расход воды таким образом, чтобы икра находилась во взвешенном состоянии и не выносилась из аппарата за период инкубации;
- мертвую икру, скапливающуюся в верхней части аппарата, удаляют с помощью сифона;
- вылупившихся предличинок выдерживают до перехода на смешанное питание, а затем транспортируют по шлангу на разгрузочную площадку;
- после инкубации икры и выдерживания предличинок воду с отходами сливают через патрубок.

Инкубационный аппарат ИВЛ-2 отличается от ранее созданных тем, что образующийся в аппарате спиралеобразный равномерный восходящий поток воды имитирует течение реки.

Благодаря совмещению в одном аппарате процессов инкубации икры и выдерживания

предличинок в несколько раз сокращается площадь инкубационных цехов, повышается выживаемость предличинок.

Аппарат «Днепр-1» является усовершенствованным аппаратом ИВЛ-2. Он разборный, состоит из цилиндрического корпуса из оргстекла толщиной 8 мм, донной части, диска завихрителя, надстройки, фильтра и каркаса. Завихритель упрощен и представляет собой диск из оргстекла, в котором радиально прорезаны четыре направляющие щели под углом 33° к основной плоскости. Фильтрующая сетка надежно крепится винтами.

Техническая характеристика аппарата: рабочий объем – 200 л; количество выдерживаемых личинок растительноядных рыб – 4 млн. шт.; выход личинок близок к 100 %; расход воды – 14–20 л/мин.

Инкубатор «Амур» предназначен для инкубации икры и выдерживания предличинок растительноядных рыб, карпа, буффало и канального сома и является усовершенствованной конструкцией аппаратов ИВЛ-2

и «Днепр-1» (рис. 43). Состоит из корпуса с системой водораспределения, заградительной сетки и подставки.

Принцип действия инкубатора основан на инкубации икры и выдерживании предличинок в спиралеобразном равномерном восходящем потоке воды. Этот поток создается за счет конструкции узла водоподдачи.

Коническое дно и конус способствуют дополнительному закручиванию потока воды. Инкубатор

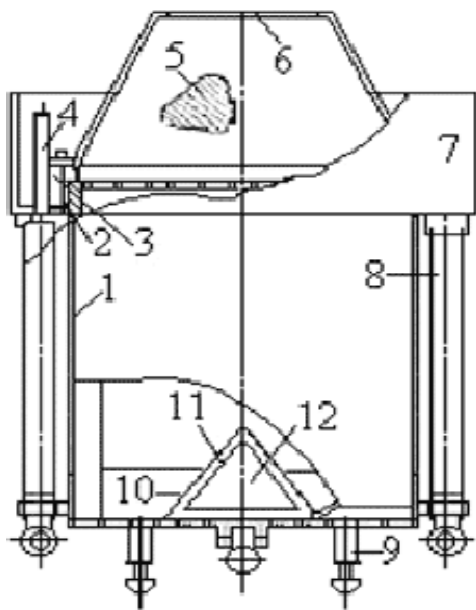


Рис. 43. Инкубатор «Амур»:

- 1 – емкость цилиндрической формы;
- 2 – резиновая прокладка; 3 – шпильки с барашками; 4 – урвненная трубка;
- 5 – фильтрационная сетка;
- 6 – распорный каркас;
- 7 – водосборный желоб;
- 8 – водосливная труба; 9 – подставка, регулируемая по высоте; 10 – сопловый завихритель воды; 11 – конус;
- 12 – водораспределительный узел

«Амур» отличается от существующих аппаратов системой водораспределения, под которой отсутствует камера, что облегчает чистку инкубатора, и креплением заградительной сетки.

Аппарат «Амур» по сравнению с аппаратами ИВЛ-2 и «Днепр-1» легче и проще в подготовке к работе и в обслуживании, в нем меньше потери личинок, ниже удельный расход воды, выше мощность и выход личинок.

Техническая характеристика аппарата: количество загруженной икры растительноядных рыб – не более 1500 тыс. шт., карпа – 4500, буффало – 6000, канального сома – 100 тыс. шт. икринок; количество выдерживаемых личинок растительноядных рыб, карпа, буффало – не более 4000 тыс. шт., канального сома – 100 тыс. шт.; расход воды в режиме инкубации – 0,41–1,1 м³/ч, в режиме выдерживания – 1,1–1,3 м³/ч.

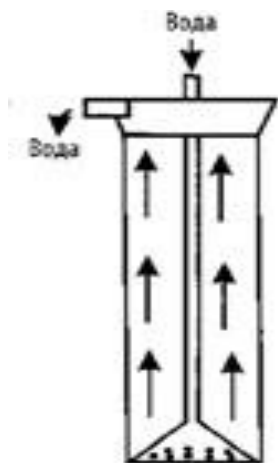


Рис. 44. Аппарат для инкубации икры чешуекрылых рыб

Водоструйный аппарат Казанского представляет собой модернизированный аппарат Вейса. Используется для инкубации икры сиговых, карповых и осетровых рыб. Вместо трубки, по которой в аппарат Вейса поступает вода, вмонтирована водоструйная головка с отверстиями: одно центральное (диаметром 5 мм) и шесть боковых (диаметром 3 мм). По центральному отверстию вода подается в аппарат строго вертикально, а через боковые струи воды идут под углом 15° к вертикали боковых стенок в нижней части сосуда. Расход воды в аппарате составляет 3–4,5 л/мин. Рабочая вместимость такая же, как и в аппарате Вейса.

В отличие от аппарата Вейса в *чешуйчатый аппарат* для инкубации икры (рис. 44) вода подается сверху.

Основная струя воды распределяется на многочисленные тонкие струи, протекая через мелкие отверстия воронки (диаметром 1–1,5 мм). Вследствие более равномерного распределения тока воды икра размешивается более плавно. Но иногда в аппаратах такой конструкции может засориться часть отверстий воронки, в связи с чем изменяется равномерность перемешивания икры. Во время инкубации прочистить отверстия не представляется возможным, так как вода подается сверху.

Контрольные вопросы

1. Икру каких видов рыб инкубируют во взвешенном состоянии?
2. В каких аппаратах инкубируется икра сиговых, карповых, окуневых рыб?
3. В чем заключается отличие аппарата Казанского от аппарата Вейса?
4. Какие аппараты предназначены для инкубации икры растительноядных рыб и выдерживания предличинок?

Тема 13. КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АППАРАТОВ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПЕРИОДИЧЕСКИ ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ

Цель занятия: изучить инкубационные аппараты для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии.

Материалы и оборудование: рисунки и фотографии инкубационных аппаратов, методические указания.

Задания: 1) изучить устройство, принцип работы и мощность аппаратов для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии; 2) законспектировать, пользуясь методическими указаниями, характеристики инкубационных аппаратов; 3) ответить на контрольные вопросы.

К аппаратам для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии, относятся аппараты Ющенко и «Осетр».

Имеется четыре варианта аппарата Ющенко. Однако наибольшее распространение для инкубации икры осетровых получили вторая и третья модификации, отличающиеся одна от другой лишь размерами.

Аппарат Ющенко (Ю-IV) (рис. 45) применяется для инкубации обесклеенной икры осетровых. Аппарат металлический, сложный по устройству, но простой в эксплуатации. Основная часть аппарата – ванна размером $70 \times 62 \times 21$ см, которая установлена на раме, изготовленной из 21-миллиметровых металлических труб.



Рис. 45. Аппарат Ющенко (Ю-IV)

Рама снабжена парными стойками в виде ножек с небольшими колесами. Внутри ванны помещен блок из четырех лопастей. Сверху лопастей на кронштейнах уложена сетчатая рама, размер ячеей которой меньше диаметра инкубируемых икринок. В ванну подают воду, а на сетчатую раму загружают до 2,5–3 кг икры. При расходе воды в аппарате 4 л/мин лопасти начинают работать через каждые 40 с. При увеличении подачи воды в аппарат значительно сокращается промежуток времени между двумя последующими движениями лопастей и при этом увеличивается время пребывания икры во взвешенном состоянии в толще воды. Максимально возможный расход воды в аппарате равен 27 л/мин.

Аппарат Ющенко (Ю-II) (рис. 46) также предназначен для инкубации обесклеенной икры осетровых. Он не уступает по надежности эксплуатации аппарату Ю-IV, а по количеству инкубируемой икры превосходит его. Этот аппарат отличается от описанного выше тем, что имеет не одну, а 4–5 инкубационных секций и монтируется на столе.

Этот аппарат отличается от описанного выше тем, что имеет не одну, а 4–5 инкубационных секций и монтируется на столе.

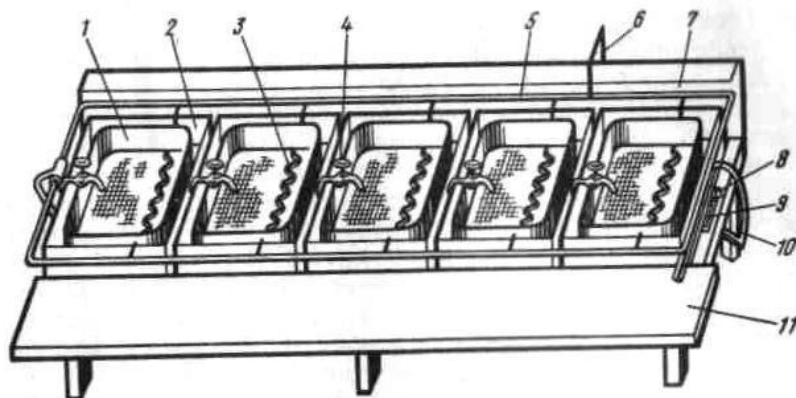


Рис. 46. Аппарат Ющенко (Ю-II): 1 – внутренний ящик; 2 – наружный ящик; 3 – лопасть; 4 – водоподающий канал; 5 – подвижная рама; 6 – регулятор движения лопасти; 7 – борт; 8 – водоподающая труба; 9 – водоотводящий лоток; 10 – тяга; 11 – стол

Каждая инкубационная секция аппарата состоит из двух металлических ящиков: наружного прямоугольной формы и внутреннего полуовального с сетчатым дном (размер ячеей сетки – 0,8–1 мм). Между дном наружного ящика и сетчатым дном внутреннего имеется свободное пространство.

Водоснабжение инкубационных секций независимое. Вода подается в каждый наружный ящик и проходит через сетчатое дно во внутренний ящик, где инкубируется икра. При этом создаются токи воды, которые приподнимают икру.

Нормы загрузки всех пяти инкубационных секций аппарата икрой рыб следующие: белуги – 10–15 кг (300–450 тыс. шт.) осетра – 10–12 (600–750), севрюги – 8–10 кг (600–750 тыс. шт.). При указанных нормах загрузки аппарата икрой лопасти должны двигаться 3–4 раза в минуту.

Аппарат Ющенко (1959 г.) (рис. 47) применяется для инкубации икры и выдерживания предличинки рыба, кутума. Основными частями аппарата являются: инкубатор, подвижная лопасть, сифонный ковшик, фильтр аэратора и стол. Инкубатор состоит из металлической ванны размером 140 × 50 × 15 см и вставленного в него металлического вкладыша размером 120 × 45 × 10 см с сетчатым дном с ячейей 1–1,1 мм. Вкладыш разделен выдвижной перегородкой на две части: меньшая – инкубационная, большая – для выклева свободных эмбрионов. В инкубационной части помещается около 250–300 тыс. обесклеенных икринок рыба.

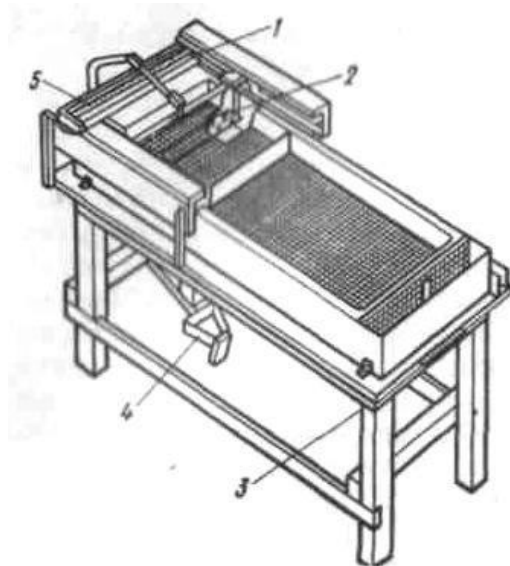


Рис. 47. Аппарат Ющенко для инкубации икры и выдерживания предличинки рыба

Вода из водопровода (расход – 7–8 л/мин) поступает на фильтр аэратора, который состоит из трех металлических ящиков, вложенных один в другой. Расстояние между днищами ящиков – 2 см. В дне первого внутреннего ящика имеется 400 круглых отверстий диаметром 1 мм. Второй внутренний ящик сделан из металлической сетки с ячейей размером 5 мм. В этот ящик вложен ватно-марлевый фильтр.

Наружный ящик не имеет одной продольной стенки со стороны инкубатора. Из фильтра аэратора вода вытекает в ванну. Сток воды из ванны и регулирование ее уровня производится при помощи уральной трубки, которая отгорожена от рабочей части ванны сетчатой перегородкой с ячейей размером 0,3 мм. Вода через уральную трубку попадает в верхний лоток, находящийся под крышкой стола. Из лотка вода поступает в ковшик, который закреплен неподвижно на конце коромысла. Коромысло имеет ось, концы которой помещены во втулки подшипника. Другой конец коромысла снабжен рычагом и противовесом, уравнивающим ковшик. Конец коромысла с ковшиком удерживается в верхнем положении возвратной пружиной.

Ковшик после наполнения водой под действием силы тяжести опускается вниз, преодолевая напряжение возвратной пружины. В нижнем положении ковшик наклонен в сторону сифона, который автоматически удаляет воду и сбрасывает ее в нижний лоток. Из нижнего лотка вода вытекает в канализационную сеть. Освобожденный от воды ковшик под действием возвратной пружины возвращается в верхнее положение к верхнему лотку, где он снова наполняется водой для очередного хода.

Подвижная лопасть аппарата, помещенная в ванне под сетчатым дном инкубационной

части вкладыша, укреплена на подвижной раме, которая при помощи тяги присоединена шарнирно к рычагу коромысла. Рама движется при помощи ползунков, установленных на металлических дорожках. Последние прикреплены к металлическим стойкам, расположенным с каждой стороны стола аппарата.

Следовательно, лопасть, соединенная тягой с рычагом коромысла, приводится в движение при ходе ковшика. От движения лопасти возникают вихревые струи воды, которые проникают к икре снизу через сетку вкладыша. Образование струй происходит равномерно по всему сетчатому дну. Это приводит к тому, что вся икра хорошо оmyвается водой и периодически поддерживается во взвешенном состоянии. В начале инкубации икры (в течение первых 5–6 ч) лопасть движется 1 раз в 5 мин. Затем скорость движения лопасти увеличивают до одного хода в минуту.

Перед началом вылупления предличинок перегородку вкладыша удаляют, и икра током воды, образующимся в результате движения лопасти, размещается равномерным слоем по всему его сетчатому дну. Вылупившиеся предличинки проходят через сетку вкладыша и попадают на дно ванны, а оболочки икринок задерживаются на стенке вкладыша.

Движение сифонного ковшика и лопасти аппарата прекращают, когда из всей заложенной на инкубацию икры происходит вылупление около $\frac{2}{3}$ предличинок.

После окончания вылупления предличинок вкладыш и лопасть из аппарата вынимают, а оставшихся в ванне предличинок выдерживают до их перехода от придонного образа жизни к жизни в толще воды.

Инкубатор «Осетр» (рис. 48) предназначен для инкубации обесклеенной икры осетровых и отделения жизнестойких предличинок после выклева. Вместимость этой установки по загружаемой икре белуги составляет 1200 тыс. шт., осетра – 1440, севрюги – 1760 тыс. шт. Расход воды на один инкубационный ящик, которых в установке всего 8–16, составляет 2–6 л/мин.



Рис. 48. Аппарат «Осетр»:
а – внешний вид; б – одна секция аппарата

Инкубатор «Осетр» состоит из аппарата и сортировочного устройства, соединенных между собой в технологическую линию. Инкубационная система для икры осетровых «Осетр» – хитроумный опрокидывающий механизм, приводимый в действие водой, создает идеальные предпосылки для оптимального инкубационного результата. Принцип действия основан на том, что рыболоводный ящик в процессе инкубации совершает вертикально возвратно-поступательные движения. В результате этих движений вода, поступая в рыболоводный ящик через сетчатое дно и проходя через слой икры снизу вверх, перемешивает последнюю. Колесания рыболоводного ящика способствуют также равномерному распределению икры в ящике с одновременной концентрацией мертвой икры на выходе из ящика и обеспечивают выход

выключившихся предличинки в лоток через гибкий желоб, которым рыбоводный ящик соединен с емкостью.

Сортировочное устройство предназначено для отделения жизнестойких предличинки от большой и мертвой икры. Принцип действия основан на способности жизнестойких предличинки производить вертикальные движения.

Учет количества инкубируемой икры осуществляют при закладке в аппараты объемным или весовым методом. Норма загрузки икры в инкубационные аппараты представлена в табл. 32.

Таблица 32. **Норма загрузки икры в инкубационные аппараты**

Вид рыбы	Норма загрузки одной секции аппарата, тыс. шт. икринок	
	Ющенко	«Осетр»
Русский осетр	220–250	130–150
Белуга	150–165	100–110
Стерлядь	200–250	200–250

Контрольные вопросы

1. Для инкубации икры каких видов рыб используются аппараты, поддерживающие икру периодически во взвешенном состоянии?
2. Какие аппараты используются для инкубации икры рыбака?
3. Дайте характеристику аппарату «Осетр».
4. Для чего предназначен инкубационный аппарат «Осетр»?

Тема 14. ИНКУБАЦИЯ НЕОБЕСКЛЕЕННОЙ ИКРЫ

Цель занятия: изучить особенности инкубации необесклеенной икры в заводских условиях.

Материалы и оборудование: рисунки и фотографии инкубационных аппаратов, методические указания.

Задания: 1) изучить устройство, принцип работы и мощность инкубационных аппаратов; 2) законспектировать, пользуясь методическими указаниями, характеристики инкубационных аппаратов; 3) ответить на контрольные вопросы.

В лоточном инкубаторе СК-75 конструкции И. А. Садова и Е. М. Коханской икра осетровых рыб инкубируется в клейком состоянии – естественном состоянии зародышей, развивающихся на каменисто-галечном грунте.

Инкубационный аппарат (рис. 49) представляет собой систему пластмассовых лотков, скрепленных в лестничном порядке металлической рамой.

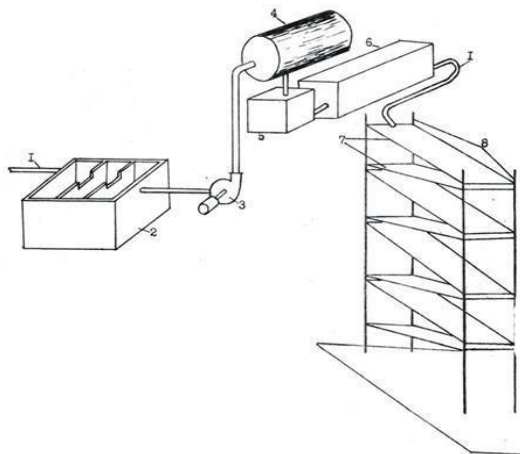


Рис. 49. Лоточный аппарат Садова и Коханской:
 1 – водоподающая труба; 2 – отстойник; 3 – насос;
 4 – напорная цистерна; 5 – расходный бачок;
 6 – бактерицидная установка; 7 – лотки; 8 – рама (каркас)

Аппарат состоит из металлической рамы размером $150 \times 38 \times 180\text{--}210$ см, внутри которой закрепляются дюралюминиевые уголки размером $2 \times 5 \times 150$ см, на которые устанавливаются лотки из пластика размером $140 \times 36 \times 2$ см. В одном аппарате размещается 21 лоток.

Икру загружают специальной сеялкой: на один лоток – 1 кг икры белуги, 800 г икры осетра, 500 г икры севрюги. После приклеивания икринок лотки устанавливают наклонно в раму аппарата, так чтобы уклон двух последовательно установленных лотков был направлен в противоположные стороны. При такой установке вода, поступающая из крана в самый верхний лоток, самотеком проходит по всем лоткам и омывает всю икру. Расход воды в аппарате составляет 18 л/мин.

В самом процессе вызревания икру содержат под тонким интенсивным слоем проточной воды. Пройдя через верхний лоток к нижнему и омыв при этом икру, вода должна отводиться в канализацию. Непосредственно перед появлением эмбрионов лотки с икрой помещаются в специальные бассейны с проточной водой.

Моросильная камера Войнаровича применяется для инкубации мелкой и клейкой икры (судака, леща, сазана и др.) во влажной среде. Камера представляет собой помещение размером $5 \times 2,5 \times 2,5$ м с хорошей вентиляцией. Для создания необходимой влажности по обеим его боковым стенкам на высоте 2,2 м уложены водопроводные трубы, в которых через 30–50 см вмонтированы водораспылители. Пол имеет уклон к центру, где устроен водоспуск. В середине камеры установлены поперечные стойки длиной 1,5 м и высотой 1,6–1,8 м, на которые вешают гнезда с оплодотворенной икрой. Вдоль стен камеры оставлен проход шириной 0,5 м. Норма загрузки икры судака в моросильную камеру составляет 20 млн. икринок. Расход воды небольшой. Каждый распылитель пропускает около 20 л воды в час. Вода выходит из распылителей под давлением 0,5–2,5 атм.

Для снабжения моросильной камеры водой можно использовать водопровод или насос с двигателем мощностью 0,5–1 л. с. При таком методе инкубации икры требуется небольшое количество воды, которое можно при необходимости очистить, подогреть или охладить. За несколько часов до выклева гнезда с икрой переносят в желоба, ванны или непосредственно в водоем, где происходит доинкубация.

Контрольные вопросы

1. Какие аппараты используются для инкубации необесклеенной икры рыб?
2. Назовите конструктивные особенности аппарата Садова и Коханской.
3. Что собой представляет моросильная камера Войнаровича?
4. Какая норма загрузки икры в моросильную камеру Войнаровича?
5. Для инкубации икры каких видов рыб предназначена моросильная камера Войнаровича?

Тема 15. РЫБОВОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРЕДЛИЧИНОК, ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК И ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РЫБ

Цель занятия: изучить методы выдерживания предличинок, подращивания личинок и выращивания молоди ценных видов рыб, устройство соответствующих бассейнов, питомников, лотков, прудов.

Материалы и оборудование: чертежи, фотографии, рисунки круглых бассейнов, бассейнов шведского типа, садков, питомников, лотков.

Задания: 1) изучить методы выращивания рыб и принцип работы рыбоводного оборудования, используемого для выдерживания предличинок, подращивания личинок и выращивания молоди рыб; 2) законспектировать, пользуясь методическими указаниями, конструктивные особенности системы водоподдачи и сброса, нормы посадки, габаритные размеры и дру-

гие характеристики рыбоводного оборудования; 3) зарисовать (по указанию преподавателя) рыбоводное оборудование различного типа; 4) ответить на контрольные вопросы.

Выращивание молоди осетровых рыб. Существует три метода выращивания молоди осетровых: бассейновый, прудовый и комбинированный. При всех методах выращивание каждого вида молоди осетровых рыб проводят в монокультуре не более 45 суток до достижения массы 2,5–3 г.

При *бассейновом методе*, начиная от выклева и кончая выпуском в естественные водоемы, предличинки, личинок и молодь содержат только в бассейнах. В них молодь на начальных стадиях развития кормят живыми кормами.

Для выдерживания предличинки, подращивания личинок и выращивания молоди применяют в основном круглые бассейны диаметром 2,5 и 3 м. По сравнению с прямоугольными бассейнами или лотками в круглых бассейнах нет так называемых мертвых зон и молодь распространяется более равномерно. Однако, находясь все время в движении, молодь значительно больше расходует энергии на обменные процессы.

Бассейны делают бетонные, пластиковые, из ПВХ. Поверхность должна быть гладкая. Во всех круглых бассейнах независимо от их конструкции дно к центру покатое. Вода в бассейн поступает через горизонтальную трубу, называемую флейтой. В стенке ее имеется один ряд отверстий, через которые вода поступает в бассейн. Один конец флейты подключен к водоподающей сети, другой закрыт съемной завинчивающейся крышкой. Флейта может поворачиваться вокруг своей оси и горизонтально. Благодаря этому струйки воды, вытекающие из флейты под напором, могут быть направлены вверх, вниз, под различными углами к окружности и дну бассейна. Сток воды осуществляется через центр; большинство бассейнов имеет два стока: центральный и периферийный.

Когда центральный сток открыт, создаются токи воды, идущие по спирали от периферии бассейна к центру. Эти токи воды увлекают сор (остатки корма, экскременты и т. д.) и выносят его из бассейна через центральный сток. Направление струй воды под углом ко дну бассейна и наличие уклона к центру его способствуют выносу сора. Сетчатый цилиндр центрального стока задерживает крупный сор, мертвую и живую молодь осетровых и др. Во время чистки достаточно приподнять на минуту сетчатый цилиндр, чтобы весь сор был вынесен потоком воды из бассейна.

Высота слоя воды у стенки равна 15–20 см, в центре – 20–25 см. Высота стенки над уровнем воды составляет 15 см. На расстоянии 5–8 см от верхнего края в стенке бассейна имеется аварийный сток, необходимый для предупреждения переполнения бассейна. Вода из бассейнов сбрасывается в бетонированную канаву, глубина которой равна 0,5 м. Под сбросную трубу ставят рыбоводное ведро, в котором задерживается живая молодь, если ее вынесет потоком воды. Для защиты от солнца над бассейном строят навес. Вода в бассейны подается отстоянная.

Для выращивания молоди осетровых имеется несколько конструкций бассейнов: ВНИРО, Бакгидрорыбпроекта, П. А. Улановского, Южжаспрыввода.

Бассейн ВНИРО (рис. 50) – круглый бассейн с двумя стоками: центральным и периферийным, которые могут действовать независимо друг от друга.

Периферийный сток образуется благодаря наличию второй внутренней стенки, расположенной на расстоянии 10–15 см от наружной. Во внутренней стенке имеется шесть прямоугольных окон, затянутых мелкоячеистой сеткой с ячейей 0,3–0,5 мм. Эти две стенки образуют пространство (кольцевую канавку), куда через сетчатые окна поступает вода из бассейна и затем сбрасывается через специальную сливную трубу.

Центральный сток состоит из сливной трубы, уходящей под дно бассейна, уральной трубки, обеспечивающей минимальный уровень при чистке, более широкой трубки с отверстиями у дна бассейна для сброса нижних слоев воды, сетчатого цилиндра для предупреждения ухода и выноса молоди.

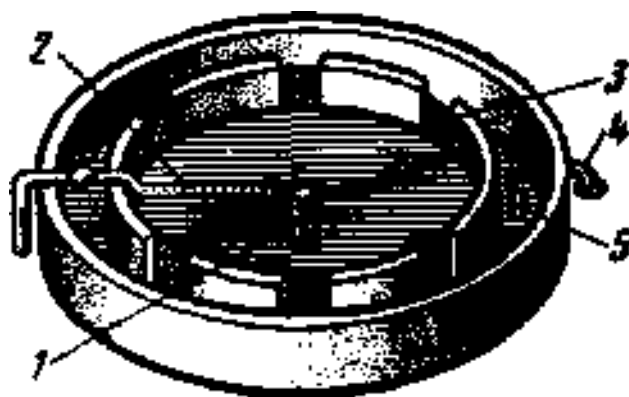


Рис. 50. Бассейн ВНИРО:
1 – центральный сток; 2 – флейта; 3 – сетка;
4 – аварийный сток; 5 – периферийный сток

Благодаря наличию периферийного стока и окон с мелкоячеистой сеткой во внутренней стенке, мелкие кормовые организмы не выносятся из бассейна. Диаметр бассейна равен 2,5–3 м, площадь – 4,9–7 м², объем воды (при слое воды 15 см) – 750–1050 л. Расход воды у притока в бассейне составляет 3–4 л/мин в период выдерживания предличинок, 10–12 л/мин после перехода личинок на активное питание и 20–24 л/мин в конце периода выращивания молоди осетровых.

Бассейн Южжаспрыбвода (рис. 51) – круглый бассейн, одностенный, диаметром 3 м. Имеется центральный сток, периферийного стока нет, но есть аварийный сток. У центрального стока имеется приямок (около 0,5 м в диаметре), огражденный сетчатым цилиндром, куда скатывается сор, экскременты, погибшая молодь. Подача воды такая же, как и в других круглых бассейнах.

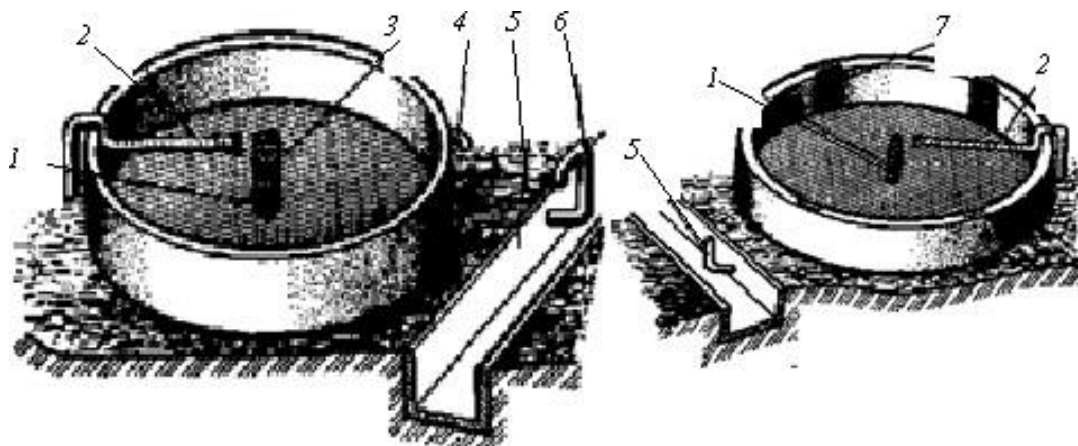


Рис. 51. Бассейн Южжаспрыбвода: 1 – центральный сток; 2 – флейта;
3 – сетчатый цилиндр; 4 – аварийный сток; 5 – водосбросной желоб; 6 – регулятор водосброса;
7 – периферийный сток.

Бассейн Улановского (рис. 51) – круглый бассейн с двумя стоками: центральным и периферийным. В отличие от бассейна ВНИРО у него нет внутренней стенки. Периферийный сброс воды осуществляется через сетчатые окна, вставленные в ниши в стенке бассейна. Приток воды такой же, как и в бассейне ВНИРО – через флейту. Уровень воды регулируется коленчатой трубкой, установленной на вытоке из бассейна. Диаметр бассейна – 3 м, площадь – 7 м², объем воды при толщине слоя 15 см – 1050 л. Расход воды в бассейне такой же, как и в бассейне ВНИРО.

Перед посадкой предличинок в бассейны той или иной конструкции проводят работу по подготовке этих сооружений к эксплуатации. В подготовленные к эксплуатации бассейны сажают предличинок осетровых, которых доставляют из инкубационного цеха.

В бассейны диаметром 2,5 и 3 м размещают соответственно 10 и 12 тыс. предличинок белуги, 12 и 15 тыс. предличинок осетра.

После зарыбления бассейнов нужно тщательно ухаживать за предличинками: следить за бесперебойной подачей воды, состоянием и развитием предличинок; отбирать погибших предличинок, ежедневно чистить бассейны, удаляя из них осадок ила, водоросли, сор; наблюдать за термическим, гидрохимическим и гидрологическим режимами.

Предличинок не кормят, так как они питаются за счет желточного мешка. Когда желточный мешок сокращается на $\frac{2}{3}$ от первоначальной массы, личинки переходят на смешанное питание. Перешедших на смешанное питание личинок кормят науплиями *Artemia salina*, затем мелким зоопланктоном (моиной и молодью дафний) и рублеными олигохетами не менее 5 раз в день. Подросшую молодь осетровых кормят 3 раза в день. Величину суточного кормового рациона рассчитывают на основе планируемого прироста массы личинок и кормовых коэффициентов применяемых кормов с учетом возможных их изменений в зависимости от температуры воды, газового режима и других факторов.

При нормальных условиях содержания и кормления молодь достигает запланированной массы в намеченные сроки. Выживаемость составляет 50–70 %.

Недостатком бассейнового метода является то, что выращивание молоди в искусственных условиях резко отличается от природных. Выращенная в бассейнах молодь подвержена большему одомашниванию, чем выращенная в прудах. В результате снижается выживаемость в естественных условиях.

При *прудовом методе* выращивание молоди осетровых проводится в прудах. Условия внешней среды, действующие в прудах, ближе к естественным, чем в бассейнах, поэтому они больше удовлетворяют требованиям организма рыб. Выращенная в прудах молодь более жизнестойка, чем молодь, выращенная в бассейнах.

Прудовый метод высвобождает из структуры осетрового рыбоводного завода цех кормов и обслуживающий его персонал.

Однако при этом методе трудно осуществлять контроль за выращиваемой молодью, а также увеличивается потребность завода в земельной площади и расходе воды.

Прудовый метод выращивания молоди осетровых предусматривает выдерживание предличинок, полученных из инкубационного цеха, в сетчатых садках (выростниках) или лотках в течение 3 суток и дальнейшее их выращивание в прудах. После перехода на активное питание личинок рассаживают по отдельным прудам, где и производится выращивание молоди. Осетровые пруды для выращивания молоди должны быть достаточно глубокими (минимальная глубина у притока – 1,5 м и максимальная на сбросе – 2 м, соотношение сторон 1:2 или 1:3). Площадь прудов составляет от 2 до 4 га. На ложе прудов не должно быть растительности.

Рыбопродуктивность при регулярном внесении удобрений и при хорошей организации рыбоводных работ может достигать 100–200 кг/га и более. Плотность посадки личинок в пруды устанавливают по рыбопродуктивности каждого пруда, планируемой средней массе малька и выживаемости молоди. Плотность посадки личинок в пруды составляет примерно 90–120 тыс. шт/га. Выживаемость молоди осетра составляет 50 % от количества посаженных личинок в пруд.

При выращивании молоди для зарыбления естественных водоемов лучше использовать комбинированный метод. При *комбинированном методе* молодь подращивают в бассейнах или лотках (рис. 52) до достижения массы 80–150 мг, затем пересаживают в пруды, где выращивают до стандартной массы 2–3 г.

Продолжительность подращивания составляет обычно 10–15 суток, в зависимости от температуры воды. Нормы посадки однодневных предличинок в бассейны диаметром 2,5 и 3 м

при комбинированном методе составляют соответственно 30 и 40 тыс. шт. Выдерживание предличинок, перевод личинок на смешанное и активное питание, а также дальнейшее подращивание их до запланированной массы осуществляют по той же технологии, которая применяется при бассейновом методе выращивания молоди осетровых. Выживаемость 15-суточных личинок в бассейнах составляет 70–80 % от количества посаженных в них предличинок.



Рис. 52. Бассейны и лотки для подращивания молоди осетровых

Подготовленные по кормовой базе пруды зарыбляют подрощенными в бассейнах личинками осетровых из расчета 60–95 тыс. шт/га. Продолжительность выращивания молоди в прудах составляет 20–30 суток. Отход молоди за период выращивания примерно 20–40 %.

Выращивание молоди лососей. Для выдерживания предличинок и подращивания личинок лосося применяются: инкубационные аппараты; стеклопластиковые лотки; питомники дальневосточного типа; круглые бассейны и бассейны шведского типа и др.

Инкубационные аппараты. Плотность посадки предличинок лососей в период выдерживания, а также личинок в период подращивания составляет до 30 тыс. шт/м². Расход воды – 10–15 л/мин. К концу выдерживания личинки достигают массы 150–300 мг.

Стеклопластиковый лоток ЛС-2 предназначен для подращивания личинок рыб разных видов. Применяется в инкубационных цехах рыбхозов для получения жизнестойких личинок. Лоток оборудован нижним водосливом, системами поддержания уровня и сбросов воды. Количество загружаемых личинок (форель) составляет 8 тыс. шт. при расходе воды (высота столба – 0,5 м) 0,5 м³/ч.

Стеклопластиковый лоток (СПЛ) предназначен для подращивания личинок рыб до жизнестойкой стадии в инкубационных цехах рыболовных предприятий. Лоток представляет собой емкость с системой для поддержания заданного уровня и сброса воды фонарем-фильтром, предотвращающим вынос личинок. Емкость оборудована нижним водосливом, встроенными опорами и ребрами жесткости, ограничивающими деформацию лотка. Количество загружаемых личинок составляет 150–220 тыс. шт. Расход воды при высоте столба воды 0,5 м – 5 м³/ч.

Питомники дальневосточного типа (рис. 53) – это применяемые в практике дальневосточного рыболовства крытые питомники или питомники, которые прикрывают сверху щитом. Они представляют собой участок ручья или протоки или бетонные желоба шириной 100–160 см, разгороженные шандорами на секции длиной по 5–10 м. Дно питомника покрывают слоем гальки толщиной 10 см.

За несколько дней до выклева предличинок икру промывают, отбирают погибшую и из инкубационных аппаратов переносят в питомники, оставляя в стопках по 5 рамок. После выклева предличинки находятся длительное время в состоянии относительного покоя (кета в течение 1–2 месяцев, горбуша – 3–5 месяцев). Скорость воды в питомниках не должна превышать 0,1–0,2 м/с, насыщение воды кислородом должно быть 50 %. Плотность посадки

предличинки – 20–30 тыс. шт/м². Нельзя допускать большой концентрации предличинки в одном месте.



Рис. 53. Питомник для выдерживания предличинки тихоокеанских лососей

В местах скопления создают усиленные токи воды, или разгоняют специальными сачками-лопаточками, или укладывают специальный субстрат (рис. 54).



Рис. 54. Субстрат для выдерживания предличинки

К началу интенсивного кормления плотность посадки молоди в питомниках следует уменьшить до 15 тыс. шт/м². Для выращивания молоди лососей используют: инкубационные аппараты горизонтального типа; мальковые питомники дальневосточного типа; круглые бассейны; форелевые каналы; пруды; бассейны шведского типа.

В настоящее время применяют два метода выращивания молоди лососей: *лоточно-бассейновый* и *прудовый*. При первом методе молодь, достигшую массы 0,4–1 г, выращивают в прямооточных бассейнах, лотках, круглых бассейнах, пластмассовых бассейнах шведского типа.

Прямоточные бассейны и лотки имеют вытянутую прямоугольную форму с соотношением сторон 1:4–5, с втоком и вытоком воды с противоположных торцовых сторон.

Круглые бассейны имеют диаметр 2–3 м, высоту – 0,8 м. Слой воды в нем поддерживается равным 0,4 м. Водоподача в эти бассейны осуществляется с помощью трубы-флейты, сток воды центральный. На некоторых заводах вода сбрасывается из бассейна через сетчатое окно, сделанное в его боковой стенке.

Пластмассовые бассейны шведского типа бывают прямоугольные, круглые и квадратные с закругленными краями (рис. 55). Последние получили широкое применение в практике лососеводства.

Квадратные бассейны имеют размеры 1 × 1 м или 2 × 2 м и более. Их глубина – 0,6 м. Слой воды при выращивании сеголетков составляет 0,4 м. Вода подается в бассейн по труб-

ке, подведенной к внутренней стороне его стенки. Сброс воды осуществляется через центральный сток, прикрытый сетчатым колпачком, в водосбрасывающую трубку, проходящую под дном и заканчивающуюся коленчатой трубкой, регулирующей уровень воды. На расстоянии 10 см от верхнего края стенки бассейна имеется аварийный сток.



Рис. 55. Бассейны шведского типа

Плотность посадки сеголетков лососей при выращивании в инкубационных аппаратах, в мальковых питомниках дальневосточного типа составляет 1–6 тыс. шт/м²; в бассейнах ВНИРО – 6–8 тыс. шт/м² или 10–15 тыс. шт. молоди на бассейн, в прудах – 6–8 тыс. шт/м².

При посадке сеголетков на зимовку и при дальнейшем выращивании их следует группировать по размерам. Плотность посадки сеголетков в период зимовки составляет 1,5–2 тыс. шт/м². В течение зимы сеголетков содержат в бассейнах, лотках, желобах. После зимовки молодь балтийского лосося к апрелю – маю достигает средней массы 10–15 г. В естественных условиях такая молодь может быть выпущена, так как является покатной.

В других районах атлантического лосося приходится выращивать значительно дольше: до 2–3 лет. После зимовки (при температуре 6–8 °С) годовиков переводят в пруды, форелевые каналы или продолжают выращивать в бассейнах и питомниках.

Наиболее удобны пруды площадью от 0,25 до 0,5 га. Для питания прудов предпочтительна родниковая вода. Для пруда площадью 0,5 га вполне достаточен расход воды около 15 л/с. Пруд должен иметь мелководные участки с илесто-песчаным дном. Вполне достаточно, если ток воды будет обеспечивать благоприятный газовый режим лишь на части пруда. Наличие на мелководных участках пней, остатков кустарника способствует увеличению запасов естественной пищи.

Форелевые каналы (рис. 56) – это бетонированные бассейны длиной 20–100 м, шириной 1,25 м и глубиной 0,8–1,5 м.



Рис. 56. Форелевые каналы

Плотность посадки годовиков в форелевые каналы и бассейны составляет 200–300 шт/м², средняя масса в конце выращивания – 11–17 г. В течение зимы двухлетки содержатся в бассейнах и прямооточных бетонных питомниках при плотности посадки 200–300 шт/м². Выпуск с заводов двухлетков производится весной.

Для **выращивания молоди сиговых** используют пруды, в которые пересаживают подращенных личинок в возрасте 14–15 суток. Плотность посадки личинок в пруды составляет 4–5 тыс. шт/м² водной площади. Пруды могут быть прямоугольной и квадратной формы площадью 0,1–3,5 га с преобладающими глубинами 1–1,5 м и максимальной глубиной до 2–3 м. Пруды должны иметь плоский рельеф, плотный грунт с небольшим слоем ила (5–10 см) и участок с мелководными заливчиками. Выход молоди сигов из прудов при средней массе 10 г должен составлять 50 %.

Для **выращивания молоди рыба** используют пруды площадью 3–5 га. Пруды должны быть спускными с независимым водоснабжением и сбросом. При устройстве прудов рекомендуется максимальная глубина воды 1,5 м, средняя – 0,8–1 м. Мелководная часть (до 0,5 м) должна составлять 26–30 % всей площади пруда. Ложе прудов должно иметь хорошо спланированную водосборную коллекторную сеть, подведенную к донным водоспускам. Время спуска пруда не должно превышать 2 суток. Рыбцовые пруды следует заливать за 3–8 суток до зарыбления с одновременным внесением подвяленных зеленых удобрений в количестве 200–300 кг/га. Первоначальный уровень воды в прудах поддерживается в течение 7–10 суток не выше 20–30 см, что способствует хорошему прогреву воды и развитию естественной кормовой базы.

Посадку личинок в пруды производят из расчета 150–300 тыс. шт/га. Молодь рыба выращивают в прудах в течение 2–2,5 месяцев до массы 1 г, после чего ее выпускают в естественные водоемы. Отход молоди рыба при выращивании в прудах составляет 15–30 %.

Контрольные вопросы

1. Назовите методы выращивания молоди осетровых рыб.
2. Какие бассейны применяются для подращивания молоди осетровых?
3. Охарактеризуйте системы водоподачи и сброса в бассейнах для подращивания молоди осетровых рыб.
4. Какие нормы посадки личинок осетровых при подращивании в бассейнах?
5. Дайте характеристику прудам для выращивания молоди осетровых, сиговых и рыба. В чем состоит их различие между собой?
6. Что подразумевает комбинированный метод выращивания молоди осетровых?
7. Какое оборудование используется для выдерживания предличинок и подращивания личинок лососевых?
8. Какие вы знаете методы выращивания молоди лососевых рыб?
9. Какое преимущество имеют круглые бассейны в сравнении с квадратными?

Тема 16. УЧЕТ ИКРЫ, ЛИЧИНОК, МОЛОДИ РЫБ НА РЫБОВОДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Цель занятия: изучить методы учета икры, личинок, молоди рыб, разводимых на рыбководных предприятиях.

Материалы и оборудование: фиксированная икра лососевых, осетровых, карповых, сиговых и других видов рыб; мерные кружки различной вместимости (от 100 до 1000 см³) и мерные стаканчики (от 1 до 5–20 см³); весы; фотографии, рисунки.

Задания: 1) определить количество икры карповых, сиговых, осетровых в расчете на 1 л и на 1 кг икры, применив объемный и весовой методы учета; 2) изучить и законспектировать, поль-

зуюсь методическими указаниями, характеристику основных методов, применяемых для учета икры, личинок и молоди рыб; 3) ответить на контрольные вопросы.

Учет рыболовной продукции на предприятиях по воспроизводству и выращиванию рыб представляет собой трудоемкий процесс. Для учета количества икры используют два основных метода: объемный и весовой.

При учете икры объемным методом обычно используют мерные кружки вместимостью 0,5–1 л и мерные стаканчики объемом 1–5 см³. Сначала измеряют объем количества икры мерными кружками. Затем заполняют икрой мерный стаканчик и подсчитывают содержание икринок в нем. Для установления средней величины рекомендуется подсчет проводить 3 раза. Зная количество икринок, содержащихся в определенном объеме стаканчика, определяют количество икринок в 1 см³, затем устанавливают количество икринок, находящихся во всем измеренном объеме взятой от самок икры.

Пример. Объем всего количества икры равен 1 л, а в 5 см³ содержится 500 икринок, значит, общее количество икринок составит:

$$\frac{500 \cdot 1000}{5} = 100 \text{ тыс. шт.}$$

При *весовом методе* сначала взвешивают все количество взятой от самок икры, затем берут 2–3 небольшие порции икры (при мелкой таре обычно берут порции массой 0,2–0,4 г, средней – 0,5–3 г, крупной – 10–20 г), взвешивают их, поштучно подсчитывают количество икринок в каждой порции и определяют среднее количество икры в 1 г, затем устанавливают количество всей икры.

Пример. Общая масса взятой от самки икры равна 2,5 кг, а в 1 г содержится в среднем 90 икринок. Следовательно, общее количество икринок, полученное от одной самки, составит:

$$90 \cdot 2500 = 225 \text{ тыс. шт.}$$

Определение плодовитости у рыб. Различают абсолютную (общую), относительную и рабочую плодовитость.

Абсолютная плодовитость – количество икринок, находящихся в яичниках самки, которые могут быть выметаны в нерестовый период данного года.

Обычно ее устанавливают весовым методом учета икры. Для этого у взвешенной и измеренной рыбы вынимают яичники и взвешивают. Абсолютную плодовитость у порционно нерестующих рыб можно определить подсчетом икринок в каждой порции, которая может быть выметана в данном году. Общее количество икринок в этих порциях дает искомую величину абсолютной плодовитости.

Относительная плодовитость – число икринок, приходящихся на единицу массы (1 г/1 кг) или длины рыбы.

Пример. Самка карпа массой 6 кг имеет в яичниках 1 млн. икринок. Относительная плодовитость составит:

$$1\ 000\ 000 : 6 = 166 \text{ тыс. икринок на 1 кг.}$$

Рабочая плодовитость – количество зрелых икринок, выметанное самкой в данном году в условиях рыболовного хозяйства или полученное от самки для искусственного осеменения. Ее устанавливают объемным или весовым методом. При массовом взятии икры у производителей определяют среднюю величину рабочей плодовитости. При проведении естественного нереста рабочую плодовитость определяют следующим образом.

Перед посадкой на нерест данного вида рыб вскрывают определенное количество самок (в зависимости от количества производителей) и определяют среднюю абсолютную плодовитость. После нереста вскрывают такое же количество самок и определяют среднее количество не выметанных самкой незрелых икринок. Затем из показателя абсолютной плодовитости вычитают среднее количество не выметанных самкой незрелых икринок и получают сред-

ную рабочую плодовитость. Обычно этим способом пользуются в нерестово-выростных хозяйствах (НВХ), где имеют дело с большим количеством производителей.

Учет предличинок и личинок. Существуют следующие методы учета личинок: по величине отхода рыбоводной продукции, поштучный, объемный, весовой, эталонный.

По величине отхода рыбоводной продукции. При каждом отборе мертвых икринок, находящихся в инкубируемой икре, количество их учитывают и записывают в журнал. В конце инкубационного периода эти данные суммируют и получают общее количество погибшей икры. По разности между количеством икринок, заложенных на инкубацию и погибших, определяют количество выклюнувшихся предличинок. Затем по проводимому учету ежедневного отхода предличинок устанавливают количество личинок.

Поштучный метод, или прямой счет. Учет проводится с помощью плоских марлевых сачков. Вначале личинок помещают в тазы, затем сачком их вылавливают, быстро подсчитывают и выпускают в другие тазы. Этот способ применяют при подсчете небольшой партии личинок или же при необходимости получить абсолютно точные данные.

Объемный метод. А. Ф. Гунько рекомендовал использовать счетный сектор для подсчета личинок, подращиваемых в круглых бассейнах. Сектором отсекают 10 % площади бассейна, когда личинки в нем равномерно распределены. Затем в отсеченной части бассейна проводят подсчет личинок. Определив число личинок в секторе, умножают его на 10 и устанавливают количество личинок во всем бассейне. Ошибка при этом методе составляет 6–7 %.

Весовой метод. П. А. Улановский предложил проводить подсчет количества личинок методом взвешивания. Этот метод предусматривает взвешивание личинок отдельными партиями. Зная массу каждой партии личинок и среднюю массу одной особи в каждой из них (путем взвешивания 50–100 личинок), делают пересчет на содержащееся количество предличинок в этих партиях.

Эталонный метод применяют для учета личинок, очень чувствительных к механическим воздействиям (сиг, рыбец, кутум). В один таз отсчитывают строго определенное количество личинок. В другой таз их помещают без счета. Посадка продолжается до тех пор пока, по мнению наблюдателя, количество личинок во втором тазу не сравняется с количеством в первом. У опытного специалиста при таком способе учета ошибка не превышает 11–15 %. Метод эталонов применяют в случае необходимости быстрого подсчета большого количества предличинок, личинок.

Учет молоди. В основном для учета молоди используют три метода: сплошной, поврежденный и бонитировочный. Также применяется учет молоди по величине отхода рыбоводной продукции.

Сплошной метод бывает поштучный, объемный и весовой.

Сплошной поштучный метод применяется при оценке количества выращенной молоди осетровых и лососевых в бассейнах.

При этом методе воду из бассейна сбрасывают и выпускают молодь. Вода вместе с молодью сбрасывается через спускную трубу бассейна и попадает в подставленное под нее ведро. Верх ведра обтянут припаянной металлической сеткой, позволяющей сбрасывать и задерживать молодь. Поступившую в ведро молодь подсчитывают с помощью сачка и выпускают в водосбросной канал, который соединен с рекой, или же в заполненную водой транспортировочную тару.

Сплошной объемный метод учета молоди применяют на рыбоводных заводах при выпуске ее из прудов, площадь которых не превышает 2–4 га. Учет количества осуществляют в рыбоуловителе, изготовленном из металлической сетки и установленном под водоспускным сооружением пруда. Поступающая вместе с водой рыба попадает в рыбоуловитель. Здесь молодь отлавливают мерным черпаком, имеющим отверстия для пропуска воды. Черпак полностью заполняют молодью и затем выпускают ее в водосбросной канал или транспортировочную тару с водой. При заполнении 10 черпаков поштучно подсчитывают молодь, находящуюся в мерном черпаке. Затем устанавливают ее среднее количество в одной порции.

Для определения общего количества выращенной молоди необходимо умножить общее количество черпаков на среднее число особей в черпаке.

Сплошной весовой метод учета молоди применяется на рыбоводных предприятиях, в которых площадь каждого пруда не превышает 25–50 га.

В период спуска водоема всю скатывающуюся молодь рыб улавливают и взвешивают. Через каждые 2 ч берут контрольную пробу массой 0,2–0,5 кг (в зависимости от индивидуальной массы молоди). Пробу разбирают по размерному и весовому составу молоди. Затем поштучно в ней подсчитывают количество молоди и определяют среднюю массу одного экземпляра. Если выращивание проводилось в поликультуре, то пробу делят и по видовому составу и определяют процентное соотношение видов рыб в пробе.

Зная количество молоди по каждому виду рыб во взвешенной контрольной пробе и имея сведения по общей массе скатившейся молоди из водоема за 2 ч, производят пересчет на количество выпущенной молоди за данное время и полученный результат записывают в журнал с нарастающим итогом. Спуск водоема производится медленно (20–25 дней).

Повременный метод учета также бывает объемный и весовой и применяется в НВХ.

Повременный объемный метод. На протяжении всего спуска водоема через каждые 2 ч проводят улавливание всей рыбы в течение 1–5 мин (в зависимости от интенсивности ската). Взятую пробу измеряют сетчатой кружкой объемом 0,5 л. Одну из кружек, наполненную молодь на 0,1–0,2 л (в зависимости от индивидуальной массы рыбы), разбирают по видовому, размерному и весовому составу и подсчитывают. Зная количество молоди каждого вида рыб, которые содержатся в пробе, определяют количество рыб во всех кружках. Затем, установив количество молоди по каждому виду рыб, выпущенной из водоема за 1–5 мин, определяют количество молоди этих рыб, прошедших в течение 2 ч. Эти сведения заносят в журнал с нарастающим итогом.

Повременный весовой метод. В течение всего времени спуска водоема проводят через каждые 2 ч отлов и взвешивание всей молоди рыб, скопившейся за 1–5 мин. После этого берут контрольную пробу (0,2–0,5 кг). Пробу разбирают по видовому, размерному и весовому составу. Затем определяют среднюю массу рыб. Зная количество рыб во взвешенной контрольной пробе, сначала производят пересчет на количество молоди во всей взвешенной массе рыб, скопившейся за 1–5 мин, а потом на количество молоди, выпущенной в течение 2 ч.

При сплошных и повременных методах учета молоди рыб применяют аппарат Елисеева (рис. 57). Он представляет собой длинный лоток, ширина которого соответствует длине шандоры. Дно лотка затянута сеткой, благодаря чему вода, идущая по лотку, стекает, а молодь задерживается. В конце лотка имеются пазы для заслонки, при помощи которой можно закрывать выход молоди из лотка. К нижнему концу лотка подставляют сетчатую сливную подставку. Лоток устанавливают вместо шандоры в пазы шлюза. Когда горизонт воды в выростном водоеме понизится до метки дна лотка, последний вынимают из пазов, снимают следующую шандору, снова устанавливают лоток и продолжают спуск воды.

Под сливную подставку подводят подвешенную на блоке бадью с дырчатыми стенками и дном, в которую

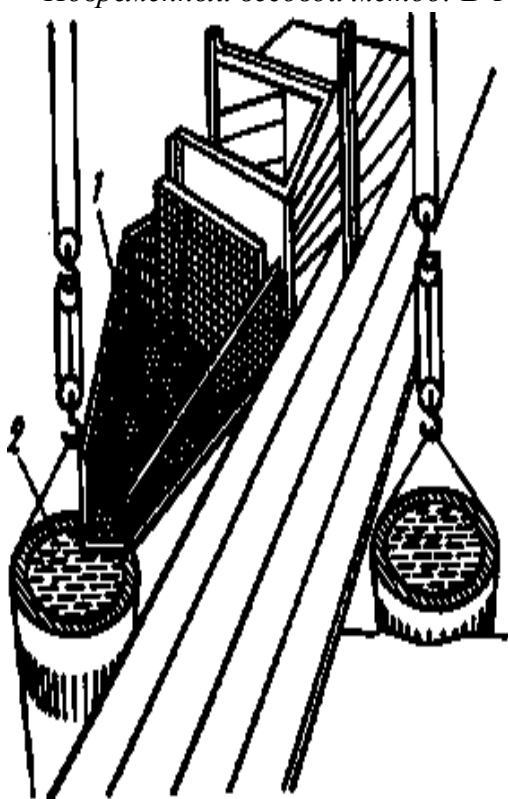


Рис. 57. Учетный аппарат Елисеева:
1 – лоток; 2 – бадья

поступает скатывающаяся по лотку молодь. Массу молоди определяют по показаниям динамометра, включенного в подвесную систему. Для этого бадью с молодью рыб с помощью блока на несколько секунд поднимают из воды и отсчитывают массу рыбы на динамометре. Затем бадью с молодью снова опускают в воду, освобождают ее от рыбы и опять устанавливают под сливным носиком аппарата. В момент взвешивания поступление мальков из аппарата приостанавливают с помощью сетчатой заслонки, вставленной в пазы перед сливным носиком аппарата.

Бонитировочный (расчетный) метод учета молоди используют в НВХ, организованных на больших по площади водоемах. Учет проводят перед началом ската молоди рыб из водоема, когда она рассредоточена по всей его площади равномерно. В предварительно обследованном водоеме устанавливают зоны с открытым водным зеркалом и зоны с различным характером и неодинаковой интенсивностью зарастания водной растительностью, принимая также во внимание распределение глубин. В каждой зоне намечают сетку станций отбора проб молоди рыб.

В сильнозаросших зонах делают прокосы, при этом убирают скошенную растительность, освобождая водное зеркало. Сбор проб на намеченных станциях производят одновременно с помощью волокуш или небольших тралов с определенным коэффициентом уловистости. Собранные пробы обрабатывают по видовому, размерному, весовому и количественному составу молоди рыб.

Для того чтобы рассчитать фактическую численность молоди в пруду, необходимо площадь пруда умножить на количество мальков, имевшихся на 1 м² обловленного участка водоема, и это произведение разделить на коэффициент уловистости трала. При использовании бонитировочного метода учета молоди рыб значительно сокращаются сроки ее выпуска из водоема.

Учет молоди по величине отхода рыбоводной продукции. Учет ведут по рыбоводным журналам, вычитая отходы икры, личинок и мальков от общего количества заложенной на инкубацию икры.

Для учета молоди рыб применяют различные счетные установки.

УСМР-2 (установка для счета молоди рыб) осуществляет автоматический бесконтактный счет молоди лососевых и сиговых рыб в потоке воды. В ней используются оптические датчики. Погрешность – 5 %. Длина учитываемой молоди рыб – 2–12 см. Производительность – 100 тыс. шт/ч.

Счетчик «Молодь-1» предназначен для автоматического подсчета числа мальков рыб и других гидробионтов в потоке воды при их стайном скате и дозирования числа мальков при формировании партии. В этом счетчике реализован телевизионный способ селективного счета с индивидуальной оценкой геометрических параметров изображений объектов, движущихся в потоке воды через зону счета. Погрешность – 6 %. Производительность – 50 тыс. шт/ч. Скорость потока воды – 1 м/с.

Акустическое рыбосчетное устройство «Дон-2» применяется для автоматического подсчета рыб во время их миграции в реках и каналах, а также в рыбоспускных сооружениях. Работа устройства основана на принципе гидролокации рыб, проходящих в потоке воды, при их боковом облучении, что позволяет классифицировать их по размерным группам. Погрешность – 10 %. Производительность – 10 тыс. шт/ч. Длина учитываемой молоди – 10 см. Дальность действия – 40 м.

Акустическое рыбосчетное устройство (АРСУ) предназначено для количественного учета молоди рыб на рыбоводных предприятиях в процессе ее транспортировки по трубопроводам рыбонасосных установок. Действие устройства основано на использовании принципа прерывания ультразвукового луча проходящей рыбой. Погрешность – 10 %. Производительность – 100 тыс. шт/ч. Скорость воды – 3 м/с. Длина учитываемой молоди рыб – 4–12 см.

Устройство подсчета рыб УПР-1 используют для автоматического подсчета молоди рыб на основе прерывания ультразвукового сигнала. Погрешность – 10 %. Производительность – 50 тыс. шт/ч. Скорость потока водорыбной смеси – 1–3 м/с.

Биосканер (Норвегия). Достоверность – 98–99 %. Масса подсчитываемой рыбы – от 15 г до 3,5 кг. Производительность – 32 тыс. шт/ч.

Контрольные вопросы

1. С помощью каких методов ведется учет икры?
2. Какие применяются методы для учета личинок?
3. Как учитывают личинок эталонным способом?
4. Назовите методы, применяемые для учета молоди, выращенной в НВХ.
5. Дайте характеристику сплошному методу учета молоди рыб.
6. В чем заключается сущность бонитировочного и сплошного методов учета молоди рыб?
7. Дайте характеристику повременному методу учета молоди рыб.
8. На чем основано действие устройств, предназначенных для подсчета молоди?

Тема 17. ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭТОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ РЫБ ДЛЯ ЗАРЫБЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Цель занятия: изучить методы экспресс-оценки жизнестойкости молоди рыб для зарыбления естественных водоемов.

Материалы и оборудование: фотографии, плакаты, рисунки.

Задания: 1) освоить различные методы экспресс-оценки жизнестойкости молоди рыб для зарыбления естественных водоемов; 2) ответить на контрольные вопросы.

Мониторинг качества молоди является важным элементом искусственного воспроизводства рыб и должен проводиться не только перед выпуском молоди в естественные водоемы, но и в течение всего технологического цикла. В ходе мониторинга необходимо осуществлять контроль за соответствием всех показателей нормативным значениям.

Прижизненные методы оценки – экспресс-тесты. Прижизненные методы оценки качества и контроль развития потомства должны соответствовать следующим основным требованиям:

- включать совокупность показателей, комплексно характеризующих функциональное состояние выращиваемой личинки и молоди;

- сокращать время проведения опытов, травматизм и гибель исследуемых предличинок, личинок и молоди;

- предусматривать возможность оценки информации о перспективах дальнейшего выживания и нормального развития, воздействии на жизнеспособность и генетическую структуру популяции данного вида рыбы;

- включать систему показателей, экологически адекватно связанных с основными факторами, определяющими выживаемость молоди после ее выпуска в естественные водоемы.

Указанным требованиям соответствуют следующие экспресс-тесты качества потомства осетровых рыб, полученного на осетровых рыборазводных заводах:

- 1) видоспецифические особенности реакции предличинок на изменение глубины;
- 2) плавательная способность личинки и молоди осетровых рыб;
- 3) оценка размеров и формы желточного мешка предличинок.

1. Видоспецифические особенности реакции предличинок на изменение глубины. Оценка качества предличинок производится с использованием видоспецифической поведенческой реакции осетровых на перепад глубины. Только нормальные жизнеспособные предличинки

могут осуществлять «свечки». Предличинки с различными морфологическими дефектами головного отдела, сердца, желточного мешка и т. д. не способны после вылупления совершать периодические вертикальные подъемы и в естественных условиях реки могут попасть в участки с большей глубиной и погибнуть в результате заиления. О качестве потомства можно судить по интенсивности вертикальных перемещений («свечек»). Сразу после вылупления проводят тестирование с целью оценки процента предличинок, адекватно реагирующих на перепад глубины. Этот тест также можно использовать для оценки качества производителей по качеству потомства и при отборе личинок для формирования или пополнения ремонтно-маточных стад.

2. *Плавательная способность личинки и молоди осетровых рыб.* Следующим тестом, позволяющим оценить жизнеспособность личинок и молоди осетровых, является тест «реореакция», или так называемый «реотаксис», заключающийся в том, что, находясь в потоке воды, рыбы, как правило, двигаются против течения. Данный тест предполагает определение времени, в течение которого рыба может двигаться в потоке воды с определенной скоростью.

Плавательная способность молоди осетровых определяется в экспериментальных условиях с применением гидрлотка с постоянной глубиной. До перехода предличинок на экзогенное питание скорость течения в лотке поддерживается равной 15,8 см/с, а на более поздних стадиях развития она увеличивается до 20,6 см/с. Следует отметить, что важное значение в поддержании плавучести и сопротивляемости потоку имеет общая сформированность тела и расположение плавников. В первые дни после вылупления предличинки осетровых еще лишены плавников, их хвостовой отдел слаб, поэтому они способны совершать только вертикальные всплытия («свечки»), осуществляя их за счет волнообразных движений всего тела. С переходом на активное питание тело личинок приобретает форму, характерную для взрослых рыб с большим хвостовым удлинением, особым строением рыла (рострума), способствующим поддержанию плавучести и уменьшению сопротивления при движении. Увеличение времени сопротивляемости потоку связано с переходом личинок на внешнее питание.

3. *Оценка размеров и формы желточного мешка предличинок.* Следует отметить важность оценки размеров и формы желточного мешка при осуществлении рыбоводно-экологического мониторинга предличинок, выращенных на осетровых заводах.

Важным показателем деформации желточного мешка предличинок осетровых является отношение его высоты к длине (составляющее в норме от 0,55 до 0,69). Для деформированного (грушевидного или удлинненно-овального) желточного мешка данное отношение уменьшается до 0,29–0,44. В случае небольших размеров желточного мешка (и значительной индивидуальной изменчивости его морфометрических показателей), эндогенные ресурсы не обеспечивают дальнейший рост и нормальное развитие на одном из наиболее важных этапов – переходе к экзогенному питанию. Вместе с тем излишне большой объем желтка на стадиях дифференцировки отделов пищеварительной системы также негативно влияет на их формирование, приводя к задержке секреторной функции эпителия.

Оценка физиологического состояния личинок осетровых по «фоновым» реакциям пигментных клеток (меланофоров).

Оценка физиологического состояния личинок осетровых по «фоновым» реакциям меланофоров (пигментных клеток) отражает состояние нейрогормональной системы, определяющей возможности личинок и молоди к образованию покровительственной окраски и выживанию ее в естественных водоемах.

Для оценки степени агрегации и дисперсии пигмента в меланофорах предложена пятибалльная шкала меланофоровых индексов (m_i). Максимальное значение, равное 5, соответствует максимальной дисперсии пигмента и потемнению окраски тела, а минимальное значение, равное 1, – максимальной агрегации пигмента и светлой окраске тела (рис. 58).

Для личинок осетровых оценивается состояние меланофоров головы и боковой поверхности тела; для молоди – меланофоров грудных плавников. Установлено, что неадекватная пигментная реакция характерна только для отстающей в развитии молоди.

Своевременная и адекватная адаптивная реакция меланофоров на темный и светлый фон свидетельствует о функциональной норме элементов нейрогормональной системы у осетровых рыб.

В отличие от традиционной методики с фиксацией молоди в этаноле, приводящей к ее гибели, для удобства обработки результатов тестирования на персональном компьютере и сохранения молоди, используемой в экспресс-тесте, в настоящее время рекомендовано применять цифровую фотосъемку тестируемых личинок и молоди.

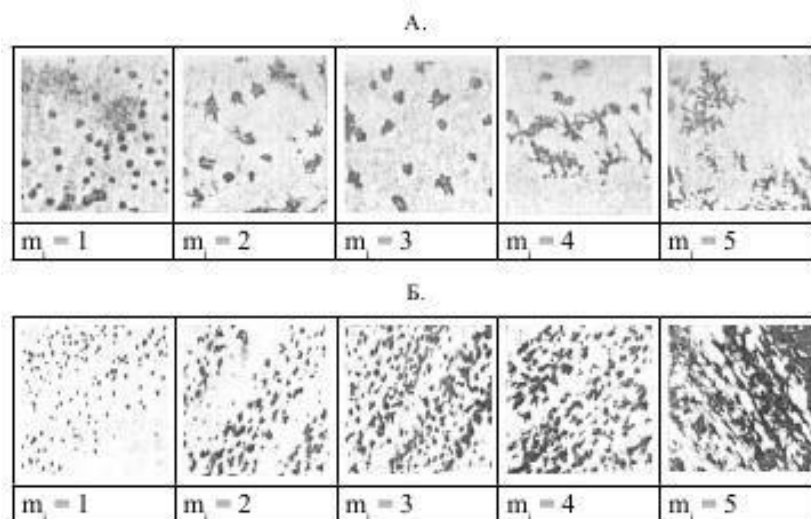


Рис. 58. Пятибалльная шкала для оценки функционального состояния меланофоров по величине меланофорового индекса (m_i) у осетровых (Краснодембская, 1994):
 А – на личиночном этапе развития (меланофоры головы и боковой поверхности тела);
 Б – молоди осетровых (меланофоры грудных плавников)

Применение этого метода позволяет проводить количественную оценку в баллах степени агрегации или дисперсии пигмента у молоди осетровых.

Тератологический анализ личинки и молоди. Тератологический анализ личинки и молоди различных видов рыб позволяет оценить частоту встречаемости различных морфологических аномалий потомства, полученного на заводах от диких и домашних производителей.

Многие аномалии снижают жизнестойкость молоди, а некоторые приводят к гибели. Однако некоторые аномалии не оказывают существенного влияния на жизнеспособность личинок и молоди (например, несращение перемычек обонятельных органов, отсутствие одного или обоих глаз, незначительные дефекты в структуре мышечной ткани, укорочение плавников) и встречаются у взрослых рыб в аквакультуре.

Оценка адаптационных качеств молоди по реакциям центральной нервной системы.

Тест «открытое поле» (рис. 59), разработанный для оценки адаптационных качеств молоди по реакциям центральной нервной системы, позволяет оценить уровень двигательной активности молоди, ее реактивность на внешние стимулы (зрительные, тактильные, гидродинамические), ее пригодность для выживания в естественной среде. При проведении опыта определяют остроту реакции молоди из тестируемой выборки на различные раздражители (свет и звук разной частоты). Для этого молодь помещают в круглый аквариум (диаметром 1 м), дно которого разделено на восемь секторов, и регистрируют количество пересечений рыбой линий дна за определенный отрезок времени.

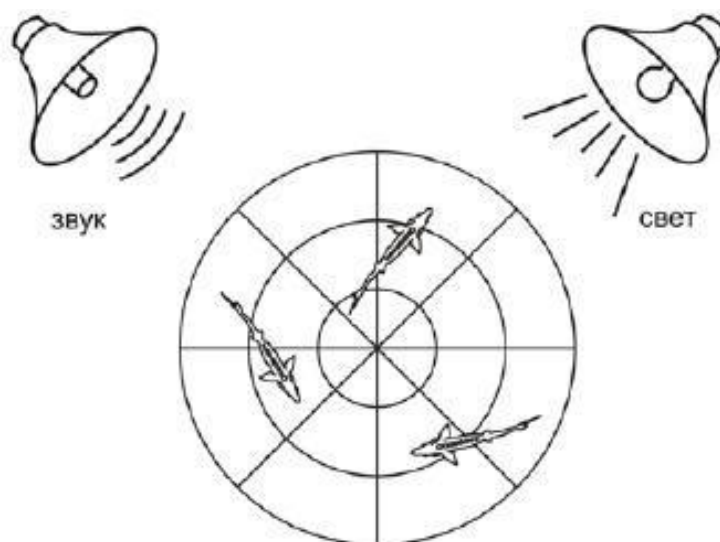


Рис. 59. Тест «открытое поле»

Хронологическая схема проведения опытов приведена в табл. 33.

Адаптация рыбы к новым условиям занимает около 3 мин, в течение которых определяют ориентировочную двигательную активность (ОА, ед/мин) путем подсчета среднего количества пересеченных рыбой линий.

Таблица 33. Хронологическая схема проведения теста «открытое поле»

Время, мин	Раздражающие элементы (стрессоры)
1–3	Адаптация рыбы к новым условиям (экспериментальные емкости)
3–5	Постадаптационный период
Воздействие звуком низкой частоты	
5–7	Наблюдение за реакцией на звук
Воздействие звуком высокой частоты	
7–9	Наблюдение за реакцией на звук
Воздействие постоянным светом	
9–11	Наблюдение за реакцией на свет
Воздействие кратковременными вспышками света	
11–13	Наблюдение за реакцией на свет

После того как двигательная активность рыб становится относительно постоянной, рассчитывают усредненное количество пересечений линий дна и принимают это значение как фоновую активность (ФА, ед/мин). После воздействия раздражающим элементом определяют реактивность (РА, ед/мин) – среднее количество пересечений за следующие 30 с. При этом у молоди может наблюдаться как положительная, так и отрицательная реакция на внешние раздражители. На основе полученных абсолютных характеристик рассчитываются относительные показатели (ОА и РА), позволяющие оценить степень двигательной активности молоди осетровых под действием сильных сенсорных стимулов:

$$ПА = ОА / ФА \cdot 100;$$

$$ПР = РА / ФА \cdot 100,$$

где ПА – показатель активности, %;

ОА – ориентировочная двигательная активность, ед/мин;

ФА – фоновая двигательная активность, ед/мин;

ПР – показатель реактивности, %;

РА – реактивность, ед/мин.

Нейрофармакологическое тестирование. Нейрофармакологическое тестирование молодежи, основанное на оценке устойчивости ее к стрессирующим абиотическим воздействиям, также является способом прижизненной экспресс-оценки (менее 30 мин) жизнестойкости рыб. Значительным преимуществом метода является техническая простота применения, позволяющая осуществить нейрофармакологическую оценку в производственных масштабах при выпуске молодежи в естественные водоемы или отборе рыб в ремонтную часть стада. Более устойчивая к нейротропным препаратам молодежь отличается повышенной жизнестойкостью и устойчивостью к экстремальным значениям температуры и солености, дефициту кислорода, сенсорным воздействиям и обладает более рациональным уровнем обмена веществ. Методика основана на определении продолжительности действия раствора анестетика, вызывающего устойчивую наркотизацию рыб, выражающуюся в утрате равновесия и прекращении движений хвостового стебля. Анализ внешней картины влияния наркоза на поведение молодежи позволяет выделить три основные стадии:

- повышение двигательной активности с последующим нарушением координации движения;
- подавление фоновой активности рыб, потеря рефлекса равновесия;
- выключение внешнего дыхания и обездвиживание рыб.

Восстановление жизнедеятельности наркотизированных рыб при помещении их в чистую воду происходит в обратной последовательности.

Для экспресс-анализа могут быть также использованы различные нейрофармакологические препараты: MS-222 (трикаинметансульфоната), хинальдин (2-метилхинолин), гвоздичное масло, гидрохлорид хинолина и др.

При проведении процедуры выполняется мониторинг двигательной активности, числа наркотизированных особей и скорости их восстановления в чистой воде. Чувствительность молодежи различных видов осетровых рыб к абиотическим стрессорам (высокой температуре воды (32 °С), солености (12 ‰), дефициту кислорода) достаточно тесно коррелирует с их чувствительностью к анестетикам. Это позволяет использовать время наркотизации отдельных особей в качестве интегрального показателя жизнеспособности рыб. Вместе с тем данный метод является прижизненным в отличие от летального метода функциональных нагрузок.

Ход формирования личинок лососевых рыб необходимо оценивать по внешним признакам, т. е. по интенсивности цвета пигментных пятен на теле и по формированию выемки в хвостовом плавнике.

Рост предличинок и личинок в ходе пассивного и смешанного периодов необходимо оценивать по морфологическим (средняя масса тела, мг) и физиологическим (средний суточный прирост массы тела, %) показателям. По морфологическим признакам (остаток желтка, %; цвет пигментированных пятен тела; угол выемки в хвостовом плавнике) с помощью стереомикроскопа ведется наблюдение за формированием личинки (процесс морфогенеза) и его длительностью в зависимости от температуры воды.

Для оценки роста и физиологического состояния применяется комплекс морфологических и физиологических показателей: средняя масса тела (Q , г), средняя длина тела (L , см), коэффициент упитанности по Фультону (QF), соотношение массы тела и длины (Q/L). Производится морфопатологическая оценка печени мальков и молодежи лососевых: масса печени (Qk , г); соматический индекс печени (i). Состояние печени оценивают по цвету, консистенции, а также применяют гистологические методы.

Для оценки физиологического состояния и иммунной системы молодежи анализируются следующие гематологические показатели: концентрация эритроцитов (Т/л), концентрация гемоглобина (г/л), уровень гематокрита (л/л), концентрация лейкоцитов (Г/л). Лейкоцитарная формула (%) – молодые и созревшие лимфоциты, молодые и созревшие (сегментированные) нейтрофилы.

Контрольные вопросы

1. Каким основным требованиям должны соответствовать прижизненные методы оценки качества молоди рыб?
2. Какие вы знаете экспресс-тесты качества потомства осетровых рыб?
3. На чем основано нейрофармакологическое тестирование?
4. По каким основным внешним признакам оценивается ход формирования личинок лососевых рыб?
5. Какие показатели используются для оценки роста и физиологического состояния молоди рыб?

Тема 18. МЕТОДЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИКРЫ, ЛИЧИНОК, МОЛОДИ, ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ

Цель занятия: изучить методы транспортировки и оборудование, используемое при перевозке икры и разновозрастных рыб.

Материалы и оборудование: фотографии, плакаты, рисунки.

Задания: 1) освоить различные способы транспортировки икры, личинок, молоди, производителей рыб; 2) изучить оборудование для транспортировки разновозрастных рыб; 3) ответить на контрольные вопросы.

Проведение комплекса рыбоводно-мелиоративных работ, включающих промышленное искусственное воспроизводство, акклиматизацию рыб, кормовых и пищевых беспозвоночных, рыбохозяйственную и биологическую мелиорацию водоемов, неразрывно связано с транспортировкой водных организмов.

Перевозки бывают непродолжительные (2–4 ч) и длительные (до 2 суток). Для перевозки разновозрастных рыб и икры используются различные транспортные средства и оборудование.

Емкости открытого типа. К емкостям открытого типа относятся канны, живорыбные автомашины, вагоны, суда, прорези, контейнеры, чаны.

Канны применяют в основном для перевозок беспозвоночных, а также личинок и молоди рыб. Плотность посадки рыб зависит от длительности транспортировки, средней массы особи и температуры воды (табл. 34).

Таблица 34. Плотность посадки рыбы в канны

Средняя масса особи, г	Содержание кислорода не менее 8 мг/л	
	Плотность посадки, кг	Длительность транспортировки, ч
1	2	3
Карповые		
Температура воды 20 °С		
0,0015	0,3	25
0,02–0,03	1,0	50
Температура воды 15 °С		
0,2	1,2	60
0,5	2,6	60
5	4,3	60
20	5,3	60
40	5,6	70
100	6,2	70
500	7,3	70
Осетровые		
Температура воды 15 °С		
0,01–0,03	0,3	30

1	2	3
0,2	0,4	30
2	1,4	30
5	2,0	30
Лососевые		
Температура воды 10 °С		
0,0012	0,4	50
0,5	0,6	50
5	2,0	50
10	3,0	50
20	3,6	50

Канны изготовляют из прозрачного органического стекла толщиной 8–9 мм. Они имеют высокую прочность и небольшую массу (около 10 кг). В качестве клея используют дихлорэтан. Наиболее целесообразный размер канны: длина – 50 см, высота – 30 см, ширина – 30 см. Общий объем такой канны равен 45 л, объем воды – 40 л. Канна имеет объемную крышку размером 30 × 20 см. При заполнении канны необходимо оставлять воздушную прослойку толщиной 10–15 см. Аэрация в каннах осуществляется за счет подачи чистого кислорода, содержащегося в авиационных кислородных баллонах, на которых устанавливают специальные приборы, понижающие давление с 30 до 0,5 атм. В каждой канне имеется по пять распылителей. Подача кислорода к распылителям производится по шлангам.

Живорыбные автомашины снабжены автоцистерной (рис. 60) длиной 2,3 м, шириной 1,5 м и высотой 1,1 м. Вместимость составляет (2400 + 60) л. В передней части цистерны находится емкость, предназначенная для запаса льда (100 кг) с целью охлаждения воды в цистерне, а также хранения снулой рыбы. Куски льда должны быть размером 200 × 300 мм. У цистерны имеются две изотермические крышки с герметически закрывающимися затяжными запорами.



Рис. 60. Автоцистерна АЦП-2,8 смонтирована на шасси автомобиля ГАЗ-53А6

В задней части цистерны находится люк диаметром 250 мм, к нему присоединен специальный рукав, через который выпускают перевозимую молодь рыб в живорыбный садок, а затем в водоем. Насыщение воды кислородом обеспечивается аэрационной системой пневматического типа (воздушный компрессор, влагоотделитель, воздухопровод, четыре дюритовых водонапорных шланга, расположенных на днище цистерны, которые имеют 12 отверстий на 1 см² поверхности).

Компрессор приводится в действие от коробки отбора мощности, установленной на коробке передач двигателя. Поступающий от компрессора воздух, проходя через влаго-

отделитель, через кран, идет по дюритовым шлангам, распыляется и попадает в воду.

Перед загрузкой автоцистерны рыбой воду в ней доводят до нужной температуры. Летом ее охлаждают чистым дробленным льдом. Погрузку рыбы начинают, когда лед в воде растает, во избежание травмирования рыбы. Теплолюбивых рыб летом рекомендуется перевозить при температуре 10–12 °С. В осенне-зимнее время большинство видов рыб перевозят при температуре 1–3 °С. Для насыщения воды в цистерне кислородом и удаления из нее углекислоты или хлора перед погрузкой необходимо на 10–15 мин включить аэрационную систему при открытых крышках загрузочных люков. Предварительная аэрация воды перед погрузкой обязательна еще и потому, что период загрузки является критическим при транспортировке, так как рыба испугана, возбуждена и потребление ею кислорода превышает средние показатели. Во время погрузки компрессор должен работать непрерывно. Загрузка рыбы производится через верхний люк. После полной загрузки уровень воды должен быть не ниже 30–40 мм от верхнего конца горловины.

В настоящее время одним из прогрессивных способов транспортировки рыбы является *контейнерный способ* (рис. 61), который позволяет увеличить коэффициент использования автомашин в 1,5–2 раза.



Рис. 61. Контейнеры для перевозки живой рыбы

Применение съемных контейнеров ИКФ-4 и КФ-5 позволяет использовать автомашины различных марок, проводить независимую погрузку и выгрузку рыбы разных видов и размеров. Контейнер имеет прямоугольную форму, длину 196 см, ширину 100 см, высоту 95 см. Объем его составляет 1,8 м. Аэрация осуществляется с помощью бензокомпрессорной установки, смонтированной на платформе автомашины. Живую рыбу в этих контейнерах перевозят на расстояние до 800 км.

Для перевозки рыбы автотранспортом на дальние расстояния рекомендуется установка ИПР, позволяющая перевозить рыбу на расстояние до 1500 км при температуре воздуха от –15 до 10 °С. Установка имеет съемный резервуар объемом 10 м³ (5,8 × 1,8 × 1,46 м), техническую кабину, которые могут быть смонтированы на полуприцепе, транспортируемом тягачом МАЗ или КАМАЗ. Длина всей установки составляет 8 м.

Резервуар разделен поперечными перегородками на три отсека, в которых размещаются по четыре контейнера из алюминиевого сплава.

Контейнер имеет прямоугольную форму. Размер контейнера: 84 × 65 × 12 см, объем – 0,64 м³, масса – 45 кг.

Для обеспечения жизнедеятельности рыбы предусмотрено следующее оборудование, размещенное в технической кабине и на платформе автомашины: фреоновая холодильная машина; воздуходувка; насос для заполнения контейнеров водой и обеспечения циркуляции; электрический водоподогреватель.

Нормы посадки водных организмов в автомашины зависят от температуры воды, содержания кислорода и длительности перевозки.

Живорыбные вагоны. Большие партии производителей и молоди рыб, а также кормовых беспозвоночных перевозят в живорыбных вагонах. Габаритные размеры живорыбного в агона следующие: длина – 14,1 м, ширина – 2,9, высота – 3,1 м. В вагоне установлено два резервуара общей вместимостью 30 т. Аэрация воды производится путем прокачивания ее через 120 форсунок, с помощью которых вода разбрызгивается и в виде мелких капель попадает в резервуары. Вагон оборудован вентиляцией. Для отопления вагона установлена чугунная печь. Работа насосов обеспечивается двумя электрогенераторами, вырабатывающими электроэнергию во время хода поезда. Перед погрузкой в резервуары заливают около 20 м³ воды и пропускают ее в течение 1 ч через форсунки для обогащения кислородом и освобождения от хлора. Во время загрузки вагона аэрационная система его не включается. Аэрационная система вагона, загруженного живыми организмами, работает непрерывно. Режим работы аэрационных установок регулируется с помощью кранов на магистральных трубах. При перевозке молоди массой 1–20 г всасывающие клапаны насосов и клапаны резервуаров обтягивают мелкоячеистой капроновой делью или латунной сеткой для предотвращения попадания рыбы в магистральные трубы аэрационной системы и засорения форсунок.

Для того чтобы молодь не присасывалась к клапанам насосов, в живорыбных вагонах применяют садки из мелкоячеистой дели с размером ячеек 3,7 мм. Размер садков: 450 × 150 × 180 см для большого бака и 300 × 150 × 180 см для малого.

Длительность транспортировки зависит от вида рыбы, температуры воды и содержания растворенного в воде кислорода, но не должна превышать 6 суток. Норма посадки в живорыбный вагон приведена в табл. 35.

Таблица 35. Норма посадки в живорыбный вагон

Средняя масса особи, г	Температура воды 15 °С		Температура воды 20 °С	
	Норма посадки, кг	Длительность транспортировки, ч	Норма посадки, кг	Длительность транспортировки, ч
Карповые при содержании кислорода 5 мг/л				
0,5	570	50	300	70
20	940	55	490	70
Осетровые при содержании кислорода 10 мг/л				
0,5	160	90		
3	230	90		
Лососевые при содержании кислорода 8 мг/л				
0,5	150	85		
10	190	85		
20	200	85		
Лососевые при содержании кислорода 10 мг/л				
0,5	140	150		
10	180	150		
20	190	150		

Чаны. Чаны размером 2 × 2 × 1 м изготовляют из брезента. Их устанавливают на грузовых машинах с помощью деревянного каркаса. Вода, залитая в чан (объемом 2 м³), плотно прижимает брезент к стенкам каркаса. Размеры изменяются в зависимости от размера платформы машины. Живую рыбу перевозят в брезентовых чанах на короткие расстояния. Нормы посадки в чан зависят от продолжительности перевозки и вида рыбы.

Изотермические контейнеры применяются при перевозке оплодотворенной икры, молоди рыб и кормовых организмов. Контейнеры изготавливают из пенопластовых плит толщиной 3,5 см. Габаритные размеры контейнера: длина – 58 см, ширина – 51 см, высота – 46 см. Масса равна 10 кг. Масса загруженного контейнера – 30–40 кг. Размеры контейнеров позволяют производить погрузку их через все люки самолетов различных типов. Внутри контейнера помещают рамки, обтянутые металлической сеткой или марлей в зависимости от назначения контейнера. Верхняя рамка предназначена для укладки льда, в других размещают икру, нижняя служит для стока воды. Контейнеры сохраняют изотермичность при температуре воздуха –20 °С. При более низких температурах (–35 °С) на них надевают чехлы из войлока. Для удобства переноски контейнеры снабжены оплеткой из багажного ремня.

Перевозка икры в контейнерах. Икру весенне-нерестующих рыб на всех стадиях развития перевозят в контейнерах, так как результаты транспортировки зависят не столько от стадии развития икры, сколько от ее рыбоводного качества и биотехники перевозки. Норма загрузки икры различных видов рыб в пенопластовые контейнеры представлена в табл. 36.

Таблица 36. Норма загрузки икры различных видов рыб в пенопластовый контейнер

Вид рыбы	Масса икринки, г	Количество икры на одной рамке, тыс. шт.		Количество икры в контейнере, тыс. шт.	
		1-й слой	2-й слой	1-й слой	2-й слой
Белуга	35–40	6,5–7	9,8–10,5	130–140	196–210
Стерлядь	4–6	23–30	34,5–45	460–600	690–900
Русский осетр	25–30	7,5–8,5	11,3–12,8	150–170	226–258
Озерный сиг	14	12,5	18,8	250	376
Кутум	14	12,5	18,8	250	376
Лещ	3–6	23–34	34,5–51	460–680	690–1020
Щука	12–13	13–14	19,5–21	260–280	390–420

Для перевозки икры дальневосточных лососевых рыб в контейнеры устанавливают две рамки, обтянутые металлической сеткой. Над рамкой с икрой устанавливают рамку для льда. В каждый контейнер помещают 250 тыс. икринок горбуши или 170 тыс. икринок кеты.

Икру судака перевозят на нерестовом субстрате (капроновое мочало или рогожи), подвешенном к рамкам, обтянутым влажными марлевыми салфетками. В каждый контейнер на восемь рамок загружают 600–800 тыс. икринок.

В контейнере необходимо поддерживать оптимальный температурный режим и влажность, своевременно удалять из ящика через отверстие в дне излишки воды, накапливающиеся при таянии льда. При высокой температуре наружного воздуха на верхнюю рамку, обтянутую полиэтиленовой пленкой, помещают 1–3 кг льда, при низкой температуре наружного воздуха на контейнер надевают войлочный чехол. При длительной транспортировке икру промывают через каждые сутки. Надо следить, чтобы икра в контейнере не подвергалась механическим воздействиям (тряске, вибрации, толчкам).

Перевозка неоплодотворенной икры. Икру закладывают в сухую банку, которую плотно закрывают пробкой и помещают в термос. Желательно иметь мелкую банку, чтобы она полностью была заполнена икрой, без свободного воздушного пространства. Икра осенне-нерестующих рыб (лососевых и сиговых), помещенная в термос без льда, при температуре 2–5 °С не требует охлаждения и может при перевозке сохраняться в течение 70 ч.

Перевозка спермы. В семенной жидкости сперматозоиды находятся в неактивном состоянии. Это свойство сперматозоидов используют при хранении и транспортировке спермы. Так, сперма окуня и ерша в стерильных условиях может сохраняться в течение 6 суток при температуре 18–20 °С. Сперма осетровых при температуре 1–4 °С сохраняет на 75–80 % способность оплодотворения икры в течение 10–12 суток.

При температуре 23–25 °С возможность длительного хранения спермы осетровых сокращается до 10 ч. Сперма лососевых при температуре 2 °С сохраняется доброкачественной

2–3 суток. Сперма сазана при температуре 0–2 °С сохраняет на 50 % способность оплодотворения икры в течение 5–6 суток. При более высокой температуре (2–6 °С) хорошие результаты оплодотворения получают при хранении этой спермы в течение 2 суток. Сперма форели при температуре 5–6 °С сохраняет оплодотворяющую способность икры в течение 3 суток. При температуре, близкой к 0 °С, сперма сохраняется в течение 6 суток. При охлаждении спермы до –3 °С сперматозоиды погибают.

Сперма рыб, помещенная в сухие стерильные пробирки, установленные в термос со льдом, может быть легко перевезена на любое расстояние.

Перевозка молоди угря. Для перевозки молоди угря применяются изотермические контейнеры из пенопласта. Контейнер состоит из пяти рамок. Рамка закрывается как пенал. Размер рамки 58 × 35 × 10 см. На одну рамку помещается 2 кг молоди угря (средняя масса личинки – 0,03 г). Рамки устанавливаются одна на другую и скрепляются клейкой лентой.

Цистерны из прорезиненной ткани используют для транспортировки молоди рыб. Вместимость цистерны – 500 л, диаметр закручивающейся крышки – 28 см. Цистерны заправляют кислородом в течение 3–4 мин и помещают в металлические ящики размером 100 × 60 × 50 см. В цистерну заливают 100 л воды. Перевозят цистерны с рыбой на самолетах. Продолжительность транспортировки не должна превышать 10 ч.

Бидоны и канистры. Для перевозки личинок и рыбы на близкие расстояния используются металлические бидоны (40 л) и канистры (от 23 до 150 л). Емкости на $\frac{1}{5}$ заполняют рыбой и доливают воду в таком количестве, чтобы смесь занимала $\frac{1}{3}$, а кислород $\frac{2}{3}$. Избыточное давление кислорода составляет 0,3–0,5 атм.

Кубитейнеры изготовляют из жесткого толстого полиэтилена. Сторона кубитейнера равна 30 см, диаметр отверстия – 4 см. В один кубитейнер помещают 10 л воды, 10 л кислорода и около 4 тыс. личинок рыб. Кубитейнеры упаковывают в изотермические пенопластовые ящики вместе с пакетами со льдом.

Среди герметических емкостей наиболее широкое применение получили *полиэтиленовые пакеты*. Существуют два типа пакетов: стандартные и крупногабаритные. Стандартные полиэтиленовые пакеты – это пакеты длиной 65 см, вместимостью 40 л (20 л кислорода + вода и перевозимые организмы). Норма посадки в стандартный пакет представлена в табл. 37. Стандартные пакеты упаковывают в пенопластовые контейнеры.

Таблица 37 **Норма посадки в стандартный пакет, кг**

Масса одной особи, г	Длительность транспортировки, ч					
	5	10	15	20	25	50
Карповые при температуре воды 15 °С						
0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
0,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	0,6
20	3,8	3,8	3,7	2,9	2,4	1,2
Осетровые при температуре воды 15 °С						
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,09
2	0,7	0,7	0,5	0,4	0,32	0,16
Лососевые при температуре воды 15 °С						
0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,24
10	1,5	1,5	1,0	0,8	0,5	0,32
20	1,8	1,8	1,2	0,9	0,7	0,37

Крупногабаритные пакеты вместимостью более 40 л состоят из трех и более слоев пленки. Их размеры зависят от размеров перевозимых рыб. Максимальная вместимость таких пакетов достигает 300 л. Пакеты изготовляют из полиэтиленового рукава шириной 40–80 см. При изготовлении пакетов один конец рукава складывают в пучок, обматывают лентой, отступая 1,5 см от края, поджигают и заплавляют. Для увеличения надежности пакетов их изготовляют из нескольких слоев полиэтилена.

В пакет сначала заливают воду, затем помещают рыбу. Далее вставляют резиновую трубку длиной 5–6 см. Конец пакета обертывают изоляционной лентой и надевают на него зажим, который представляет собой рамку со скользящей пленкой. Освободив пакет от воздуха, присоединяют к резиновой трубке шланг от кислородного баллона и начинают подавать кислород. Заполненный пакет герметизируют с помощью зажима и помещают в картонную коробку, которую обвязывают веревкой. К коробке прикрепляют транспортную этикетку.

Если во время транспортировки ожидается резкая смена температуры, то в картонной коробке вокруг пакета следует помещать теплоизоляционный материал. Для охлаждения воды в пакетах в коробки закладывают лед, упакованный в небольшие полиэтиленовые пакеты.

Транспортировка икры в полиэтиленовых пакетах. Икра весенне-нерестующих рыб на любых стадиях развития при перевозке в воде не подвергается механическим воздействиям даже при резких сотрясениях, поэтому при соблюдении требований, предъявляемых к загрузке, ее можно перевозить в пакетах.

В виду крайней чувствительности даже к самым незначительным механическим воздействиям нежелательна перевозка икры сиговых на стадии гастрюляции. Рекомендуется перевозить ее на стадиях дробления и после пигментации глаз. Перевозка икры на стадиях, предшествующих выклеву, связана с опасностью выклева предличинок в пути. В этом случае икру загружают в пакеты в количестве, соответствующем плотности посадки личинок. Норма загрузки икры сиговых и осетровых при перевозке в полиэтиленовых пакетах представлена в табл. 38.

Таблица 38. Норма загрузки икры сиговых и осетровых рыб при перевозке в стандартных полиэтиленовых пакетах, кг

Температура воды, °С	Длительность транспортировки, ч							
	5	10	15	20	25	30	35	50
Сиговые								
1–4	8	8	8	8	8	8	8	8
5	8	8	8	8	8	8	7,3	7,8
8	8	8	8	8	8	8	7,5	5,2
Осетровые								
7	6	6	6	6	6	6	6	6
15	6	6	6	5,3	4,5	3,9	3,4	3,1

Для нормального протекания процесса газообмена икры при ее транспортировке достаточно небольших колебаний в пакете. Насыщение воды кислородом зависит не от силы тряски, а от ее продолжительности. При длительных остановках необходимо встряхивать пакеты в течение нескольких минут. Икру в пакетах перевозят любым видом транспорта. Пакеты рекомендуется располагать горизонтально, потому что увеличивается поверхность воды в пакете, что способствует лучшему растворению кислорода.

Производителей рыб можно перевозить в контейнерах, живорыбных садках. Живорыбный садок объемом 5 м³ имеет каркас из угловой стали (диаметром 50 мм), а стенки – из деревянных реек (40 × 20 мм). Каркас крепят между двумя металлическими понтонами и при помощи червячной передачи поднимают и опускают на разную глубину (в пределах 1 м). Минимальная осадка понтонов равна 0,2 м. Длина всего сооружения составляет 6 м, ширина – 2,2 м, высота понтонов – 0,6 м, осадка – 1 м. Садок приводится в движение подвесным лодочным мотором. За рейс перевозят до 2 тыс. экз. производителей пеляди, масса особей которой в среднем составляет 400–700 г.

Часто для перевозки производителей используют специальные суда, лодки-прорези (рис. 62). В прорезях можно также перевозить и молодь. Норма посадки рыбы в прорези с полезным объемом 30 м³ представлена в табл. 39.



Рис. 62. Прорези астраханского типа

Таблица 39. Норма посадки рыбы в прорези с полезным объемом 30 м³

Вид рыбы	Производители, экз.	Молодь, тыс. экз.
Белуга	–	50–60
Осетр	–	50–60
Сазан	1500–2000	500–600
Лещ	2000–2500	1000–1500
Судак	800–1000	200–300
Рыбец	7000–7700	–

Расчет нормы посадки рыбы при перевозках

Норму посадки рыбы при перевозках можно рассчитать по следующей формуле:

$$M = V(O_2 - O_2') / D \cdot K,$$

где M – масса рыбы, кг;

V – объем воды в емкости для перевозки, л;

O_2 – содержание кислорода в воде в начале транспортировки, мг/л;

O_2' – пороговое содержание кислорода, мг/л (табл. 40);

D – длительность перевозки, ч;

K – потребление кислорода рыбой, мг/кг в час (табл. 41).

Таблица 40. Пороговое содержание растворенного в воде кислорода, мг/л

Вид рыбы	Содержание кислорода (при 10 °С)	Вид рыбы	Содержание кислорода (при 10 °С и ниже)
Карп:	1,7–2,7	Форель	1,8–2,5
молодь разновозрастной		0,7–1	Лосось: личинки молодь годовики
Карась	0,07–0,09	1,12–3	
Лещ	0,4–1,1	1,12–1,8	
Стерлядь	1,4	1–1,12	
Песядь	0,7–1,5	Судак: личинки сеголетки годовики разновозрастной	1,8–2,1
Осетр: икра	5,6		1,5
			0,4
			0,4–0,6
личинки	1,6	Сиг чудской: личинки разновозрастной	1,3–1,8
молодь	2,1–2,5		0,6–0,8
сеголетки	1,0–1,8		
разновозрастной	1,4–1,8		

Таблица 41. Потребление кислорода, выделение углекислоты рыбой и критический для нее уровень CO₂*

Средняя масса рыбы, г	Критический уровень CO ₂ , мл/л	Выделение углекислоты (потребление кислорода) рыбой (мг/кг в час) при температуре, °С				
		5	10	15	20	25
1	2	3	4	5	6	7
Осетровые						
0,01–0,03	40	120	170	250	450	700
0,2	20	90	120	180	300	600
0,5	20	70	100	150	230	400
1–2	20	40	70	100	150	200
5–10	20	30	60	80	120	150
20	20	20	40	70	90	120
Лососевые						
0,0012–0,2	60	160	210	300	400	–
0,5	60	70	130	200	280	–
1–2	60	60	110	180	250	–
5–10	60	50	100	150	210	–
20–50	60	40	90	130	190	–
Карповые						
0,0012–0,0015	80	–	–	350	420	500
0,02–0,03	100	–	–	210	270	340
0,2–0,5	100	–	–	130	180	250
1–2	100	40	70	100	150	200
5–10	120	30	60	80	120	150
1	2	3	4	5	6	7
20	120	20	40	70	90	120
Окуневые						
0,0004–0,0009	50	–	220	300	380	–
0,2	60	70	110	150	190	250
0,5	60	60	100	140	180	240
1–2	70	60	90	130	180	240
5	70	60	90	130	170	230
10–20	70	50	80	120	160	220
50	70	40	70	100	130	170

*При дыхании рыбы на единицу потребляемого кислорода выделяется единица углекислоты; при соотношении воды и кислорода в пакете 1:1 в воде остается половина выделенного рыбой углекислого газа, другая половина поступает в пространство над водой.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются емкости для транспортировки икры, личинок, молоди и производителей рыб?
2. Назовите емкости открытого и закрытого типов.
3. Как транспортируется оплодотворенная и неоплодотворенная икра?
4. Как транспортируется сперма?
5. От чего зависит плотность посадки рыбы в транспортную емкость?